

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**



**“DETERMINACION EN CAMPO, DE NIVELES DE NITROGENO, FOSFORO Y
POTASIO, EN EL DESARROLLO DEL PORTAINJERTO
E INJERTOEN PLANTAS DE MARAÑON
(*Anacardium occidentale L.*)”**

POR:

CARLOS JOSÉ CHIRINO DÍAZ

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

CIUDAD UNIVERSITARIA, 2009.

AUTORIDADES

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

RECTOR

ING. AGR. Msc. RUFINO ANTONIO QUEZADA SANCHEZ

**LIC. DOUGLAS VLADIMIR ALFARO CHAVEZ
SECRETARIO GENERAL**

FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS

DECANO: DR. REINALDO ADALBERTO LOPEZ LANDAVERDE

SECRETARIO: ING. AGR. Msc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

ING. AGR. BALMORE MARTÍNEZ SIERRA

DOCENTES DIRECTORES:

ING. AGR. Msc. FIDEL ÁNGEL PARADA BERRÍOS

ING. AGR. CARLOS MARIO APARICIO

RESUMEN

En El Salvador el cultivo de marañón (*Anacardium occidentale L.*), no se ha desarrollado en forma adecuada, ya que factores importantes como la selección de germoplasma con características genéticas superiores, propagación por injertos, fertilización, podas, proceso agroindustrial, no se han puesto en práctica para el cultivo; a pesar de lo anterior el cultivo de marañón forma parte importante de la fruticultura de nuestro país. En fertilización para el primer año de establecido el cultivo de marañón, se siguen recomendaciones de investigaciones realizadas por instituciones extranjeras como EMBRAPA. Mientras tanto, productores fruticultores en general, tecnificados o semitecnificados para suministrar las exigencias de las plantaciones frutícolas toman como base los resultados de análisis de suelo y foliares, que muestran las condiciones nutricionales en determinado momento del suelo y la planta respectivamente, contrario a los productores que no cuentan con tecnologías adecuadas. La presente investigación se ejecutó entre los meses de noviembre de 2007 y mayo 2008, en una parcela ubicada en el Cantón Tierra Blanca, jurisdicción de Chirilagua, departamento de San Miguel, la parcela pertenece a la cooperativa ACOPASMA de R.L; los objetivos de la investigación fueron principalmente determinar dosificaciones óptimas a diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, en el desarrollo del portainjerto e injerto en fase de campo en las plantas de marañón. Se realizaron evaluaciones de variables de crecimiento y fisiológicas para el primer año de establecidos y se determinó la influencia de las dosificaciones en estudio en el desarrollo del portainjerto, el éxito del prendimiento del injerto y el desarrollo de éste. El diseño estadístico utilizado fue bloques al azar, no encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos, asimismo y tomando en cuenta que la investigación se ejecutó en época seca, se concluyó que los tratamientos aunque no ejercieron efectos categóricos se pudo observar cierta influencia positiva en el desarrollo de las plantas (portainjertos e injertos) establecidas en campo.

AGRADECIMIENTO.

A DIOS TODOODEROSO.

Por su gratitud en brindarme todas las herramientas para permitirme culminar mi carrera e iniciar en mi vida una nueva etapa que como profesional pueda servirle a la sociedad.

A MI FAMILIA.

Por ser el apoyo incondicional y más sincero durante todo el tiempo de estudio brindándome amor, paciencia y todo lo material para llegar a cumplir mi meta.

A MIS DOCENTES DIRECTORES.

Ing. Fidel Ángel Parada Berrios e Ing. Carlos Mario Aparicio gracias por compartir conmigo sus conocimientos de forma incondicional y desinteresadamente durante mi periodo de estudio y durante el periodo de mi trabajo de graduación.

AL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA.

Ing. Agro. Balmore Martínez Sierra y al Ing. Agro. Juan Rosa Quintanilla por su apoyo y colaboración en todo momento en que lo requerí.

A LA UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR Y LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS.

Por mi formación Profesional y brindarme todas las herramientas y equipo necesario para un mejor aprendizaje; además especial agradecimiento a todos mis docentes que compartieron sus conocimiento y siempre entregaron lo mejor de ellos para ser de nosotros mejores profesionales.

A TODAS LAS INSTITUCIONES QUE ME APOYARON AL DESARROLLO DE MI TESIS.

Cooperativa ACOPASMA de R.L.

CENTA (Centro Nacional de Transferencia Agropecuaria y Forestal).

FRUTALES (Programa Nacional de Frutas de El Salvador).

PROCAFE (Fundación Salvadoreña para la investigación del Café).

DEDICATORIA.

A DIOS TODO PODEROSO.

Por brindarme triunfos en mi vida, acompañado de salud, amor, conocimiento y sobretodo entendimiento para superar todas los obstáculos a largo de mi carrera y permitirme la bendición de culminar y principiar mi futuro como profesional.

A MI PADRE Y MI MADRE.

Porque día a día me apoyaron y alimentaron mi sueño de ser profesional y lo hicieron suyo gracias padre José Isabel Chirino Ochoa, gracias madre Gloria Noemí Díaz, los amo, los admiro y le agradezco por todo.

A MI FAMILIA.

Por acompañarme en cada momento y apoyarme incondicionalmente, por permitirme la ayuda económica económico que requerí durante mi carrera.

A MIS DOCENTES DIRECTORES.

Ing. Fidel Ángel Parada gracias por brindarme parte sus parte de conocimientos incondicionalmente, y que además formo en mi, humildad, trabajo, deseo de colaboración y trazo en mi la visión de la profesión del agrónomo. Ing. Carlos Mario Aparicio gracias por compartir sus conocimientos, experiencias, desinteresadamente brindándome su apoyo para realizar mi trabajo de graduación y culminarlo con satisfacción.

A NUESTRA ALMA MATER Y FACULTAD DE CIENCIAS AGRONOMICAS.

Por brindarme la formación Profesional durante el periodo de mi carrera y hacer cada día un reto para superar los obstáculos que se me presentaron, además un agradecimiento especial a todos mis docentes que en cada clases se forzaron para brindarme sus conocimientos que puedan servir en mi profesión y aportar a nuestra sociedad.

A LOS MIEMBROS DE LA COOPERATIVA ACOPASMA de R.L.

Gracias por brindarme la confianza, amistad y su especial aprecio además gracias por permitirme desarrollar mi investigación esperando pueda ser útil a ustedes que se merecen mucho, por todo su esfuerzo y trabajo que hacen todos los días para salir adelante, gracias Carlos, Don Asencion, Don Benjamín, Don Felicito, Sra. Minta.

A MIS AMIGOS.

Gracias por apoyarme con su amistad y sobrellevar los malos momentos, pero sobretodo vivir todos los días y las noches de estudios, largos trabajos, y las alegrías que únicamente se viven mejor junto a ustedes. Gracias por todo les deseo lo mejor y siempre los recordare.

INDICE GENERAL.

CONTENIDO.	Pagina
AUTORIDADES.	i
RESUMEN.	iii
AGRADECIMIENTOS.	iv
DEDICATORIA.	v
INDICE GENERAL.	Vi
INDICE DE CUADROS.	Viii
INDICE DE GRAFICOS.	ix
INDICE DE FOTOGRAFIAS.	X
INDICE DE ANEXOS.	Xi
I. INTRODUCCION.	1
II. OBJETIVOS.	2
III. REVISION DE LITERATURA.	3
3.1 Generalidades del Marañón.	3
3.1.1 Origen y distribución de <i>Anacardium occidentale L.</i>	3
3.1.2 Descripción del árbol de marañón.	3
3.1.3 Taxonomía.....	5
3.2 Importancia.....	5
3.2.1 Contenido nutricional.	6
3.3 Requerimientos de clima para el cultivo.	7
3.3.1Clima.	7
3.3.2 Condiciones edáficas.	8
3.4 Fitosanidad.	9
3.5 Propagación.....	9
3.5.1Propagación Sexual.	9
3.5.2 Propagación vegetativa.	10
3.5.3 Injerto.	11
3.5.4 Generalidades del injerto.	11
3.5.5 Tipos de injerto.	11
3.5.6 Condiciones fisiológicas del injerto.	13
3.6 Fertilización.	14
3.6.1Síntomas visuales por deficiencia de nutrimentos.	14
3.6.2 Respuesta a la fertilización.	18
3.6.3 Sugerencias de fertilización.	19
3.6.4 Importancia de la nutrición vegetal.	20
3.6.5 Fertilizantes.	20
3.6.6 Absorción de nutrientes.	21
3.6.7 Limitantes de los fertilizantes.	22

IV. MATERIALES Y MÉTODOS.	23
4.1 Localización del experimento.	23
4.2 Condiciones climáticas de la zona.	23
4.3 Metodología de campo.	25
4.3.1 Desarrollo del experimento.	25
a) Montaje del experimento.	25
b) Limpieza del terreno.	25
c) El riego de las plántulas.	25
4.3.4 Material vegetal utilizado.	26
4.3.5 Formulación de los tratamientos.	26
4.3.6 Aplicación de los tratamientos.	26
4.3.7 Injertación.	27
4.4 Metodología estadística.	27
4.4.1 Diseño experimental.	27
4.4.2 Modelo estadístico.	27
4.4.3 Factores en estudio.	28
4.5 Variables evaluadas.	30
4.5.1 Altura de la planta.	30
4.5.2 Diámetro de tallo.	30
4.5.3 Número de hojas.	30
4.5.4 Peso fresco y peso seco.	30
4.5.5 Área foliar.	31
4.5.6 Peso específico de la hoja.	31
4.5.7 Porcentaje de prendimiento.	31
4.5.8 Días a prendimiento.	31
4.6 Análisis estadístico.	32
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	35
5.1 Variables de crecimiento.	35
5.1.1 Altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas.	35
5.1.2 Peso fresco, peso seco, peso específico y área foliar.	41
5.1.3 Porcentaje de prendimiento y grados día de desarrollo (GDD).	44
VI. CONCLUSIONES.	48
VII. RECOMENDACIONES.	49
VIII. BIBLIOGRAFIA.	50
VIII. ANEXOS.	54

INDICE DE CUADROS.

CONTENIDO	Pagina.
Cuadro 1. Composición química del falso fruto.	6
Cuadro 2. Composición nutricional del fruto.	6
Cuadro 3. Requerimientos de nitrógeno (N), fósforo ($P_2 O_5$), y potasio (K_2O) en el cultivo de marañón. (Gramos por planta).	19
Cuadro 4. Recomendación nutricional en fertilización química para marañón común.	20
Cuadro 5. Descripción de tratamientos aplicados en las plantas de marañón (<i>Anacardium occidentale</i>).	26
Cuadro 6. Distribución estadística del diseño completamente al azar.	28
Cuadro 7. Prueba de separación de medias para diferentes niveles de fertilización al suelo con relación a altura del portainjerto de marañón....	38
Cuadro 8. Prueba de separación de medias para diferentes niveles de fertilización al suelo con relación en el diámetro de tallo del portainjerto de marañón.	39
Cuadro 9. Prueba de separación de medias para diferentes niveles de fertilización al suelo, con relación en la variable número de hojas del portainjerto de plantas de marañón.	40
Cuadro 10. Prueba de separación de medias para diferentes niveles de fertilización al suelo, con relación a las variables peso fresco, peso seco, peso específico y área foliar en plantas de marañón.....	42
Cuadro 11. Prueba de separación de medias para diferentes niveles de fertilización al suelo, con relación en el porcentaje de prendimiento del injerto y grados día de desarrollo en plantas de marañón, establecidas en campo.	47

INDICE DE GRÁFICO.

CONTENIDO	Pagina
Figura 1. Comportamiento de clima de los meses de noviembre 2007 a mayo 2008, en la cooperativa ACOPASMA de R.L. a) Temperaturas máxima, mínima y promedio b) Precipitación c) Humedad relativa y d) velocidad del viento.	24
Figura 2. Plano de distribución de tratamientos.	29
Figura 3. Efecto de los tratamientos, en altura de plantas de marañón en fase de portainjerto con diferentes niveles de fertilización al suelo, a) muestreo 1, 3 y 5. b) incremento de altura.	38
Figura 4. Efecto de los tratamientos, en el diámetro de tallo de plantas de marañón fase portainjerto con diferentes niveles de fertilización al suelo a) muestreo 1, 2, 3 y 4. b) incremento de diámetro.	39
Figura 5. Efecto de los tratamientos, en el número de hojas de plantas de marañón fase portainjerto, con diferentes niveles de fertilización al suelo a) muestreo 1, 2, 3, 4 y 5. b) incremento del número de hojas.	40
Figura 6. Efecto de los tratamientos, en las variables peso fresco, peso seco, peso específico y área foliar en plantas de marañón en fase portainjerto, con diferentes niveles de fertilización al suelo a) peso fresco y peso seco. b) peso específico. c) Área foliar.....	42
Figura 7. Efecto de los tratamientos, en el éxito del prendimiento de injerto y su capacidad de grados días de desarrollo para los mismos, con diferentes niveles de fertilización al suelo a) Porcentaje de prendimiento de injerto. b) Grados días de desarrollo (GDD).....	47

INDICE DE FOTOGRAFIAS

CONTENIDO	Pagina
Fotografía 1a. Montaje del experimento.	33
Fotografía 2b. Riego de plantas.	33
Fotografía 3. Desarrollo de portainjertos en vivero.....	33
Fotografía 4. Material para los injertos.	33
Fotografía 5. Aplicación de los diferentes tratamientos.....	33
Fotografía 6, 7. Proceso de injertación y preparación de varetas.	33
Fotografía 8. Diámetro de tallo.	34
Fotografía 9. Altura de la planta.	34
Fotografía 10. Número de hojas.	34
Fotografía 11. Peso fresco y peso seco.	34
Fotografía 12. Área foliar.	34
Fotografía 13. Porcentaje de prendimiento.	34

INDICE DE ANEXOS.

CONTENIDO	Pagina
Anexo 1A. Mapa de ubicación del experimento.	55
Anexo 2A. Mapa de adaptabilidad del para el cultivo de marañón (<i>Anacardium occidentale L.</i>) en El Salvador.	56
Anexo 3A. Análisis nutrimental de suelo donde se monto la investigación.	57
Anexo 4A. Resultados de análisis en muestra foliares.....	58
Anexos 5A. Requerimientos de nutrientes para el cultivo de marañón de acuerdo al análisis foliar.	58
Anexo 6A. Contenido nutrimental de los abonos químicos.....	58
Anexos 7A. Anexos 5A. Diferentes niveles porcentuales de los nutrimentos presentes en hojas de marañón.	59
Anexo 8A. Resumen de coeficiente de correlación para las variables evaluadas significativas en plantas de marañón (<i>Anacardium occidentale</i>).	59
Anexo 9A. Resumen de análisis de varianza para las variables en estudio en plantas de marañón (<i>Anacardium occidentale L.</i>) y prendimiento de injerto; evaluación realizada en el periodo de la investigación.	60

I. INTRODUCCION.

El cultivo de marañón en El Salvador, es de gran importancia económica; debido a que en los últimos años la demanda del falso fruto y fruto verdadero ha aumentado en el mercado local como en el mercado internacional (de 1.5 millones de TM en los años 60's hasta 235 millones de TM, en años recientes) (Díaz, 2002).

En El Salvador las investigaciones sobre nutrición para cultivo de marañón han sido mínimos, y no han generado solución a las necesidades nutrimentales para este cultivo en las diferentes fases de interés comercial como: fase de vivero, fase de campo y fase de producción; por lo que requiere conocer las acciones necesarias para el óptimo crecimiento y desarrollo del cultivo.

Los estudios buscan aclarar dudas sobre los efectos de los fertilizantes ya sean químico u orgánico, en nuestro país las recomendaciones nutricionales, para el cultivo de marañón se basan en otros cultivos frutícolas o recomendaciones formuladas por otros países, pero la solución no es la adecuada ya que las condiciones ambientales, de suelo y lugar son distintas por lo que se causan daños en el cultivo o no se obtiene respuesta a la dosis aplicadas de los diferentes fertilizantes.

Es por lo anterior que la presente investigación busca encontrar la dosificación de fertilizantes óptimo para el cultivo de marañón (*Anacardium occidentale L.*) de un año de edad establecido en campo, además de indagar sobre el efecto de los nutrimentos en el prendimiento de injerto, para que los resultados sean la base para el aumento y mejoramiento del cultivo, que generen más y mejores producciones.

II. OBJETIVOS.

General:

- 📌 Determinación de niveles óptimos de nitrógeno, fósforo, potasio, en el desarrollo del portainjerto e injerto en plantas de marañón de la cooperativa ACOPASMA de R.L.

Específicos:

- 📌 Evaluar las variables de crecimiento fisiológico del portainjerto con los diferentes niveles de fertilización de nitrógeno, fósforo y potasio, en plantas de marañón para el primer año de establecidos.
- 📌 Determinar la influencia de los diferentes niveles de fertilización en el éxito del injerto en sus variables fisiológicas y de crecimiento.

III. REVISION DE LITERATURA.

3.1 Generalidades del Marañón.

3.1.1 Origen y distribución de *Anacardium occidentale* L.

Schery (1976), explica que el nombre del marañón varía según regiones del cultivo y el idioma; su nombre botánico es: *Anacardium occidentale* L. que deriva del griego *Avi* que significa “como el” y *Kadia* “corazón”.

El marañón registra su origen en América Tropical, en las planicies del bajo Amazonas y en todo el litoral del noreste brasileño. Los portugueses lo introdujeron a países como Mozambique, Kenia, Tanzania y la India, donde es un cultivo de gran importancia económica (Avilán, 2000).

Barba y Montenegro (1971), dice que en El Salvador se ignora su introducción pero se sabe que debe haber sido en época bastante remota.

Hay quienes registran que la siembra de marañón en El Salvador inicio en 1961 por en la finca El Jocoero, en San Martín, departamento de San Salvador (Gattoni, *et al* 1966).

Actualmente en El Salvador el cultivo de marañón se concentra en la región oriental, en los departamentos de San Miguel y La Unión, otras áreas donde se distribuye es el litoral de los departamentos de Usulután, La Paz y San Vicente, con aproximadamente 2600 Mz, cultivadas (Agronegocios, 2001).

3.1.2 Descripción del árbol de marañón.

El árbol de marañón crece rápidamente y alcanza una altura aproximada de 4 a 12 metros, sus ramas son abiertas, algo torcidas, de poco crecimiento y de hojas abundantes, coriáceas de forma oblonga de 10 a 18 centímetros de largo por 5 a 10 centímetros de ancho, con nervaduras o venas bien marcadas; los brotes y hojas nuevas tienen un color rojizo muy llamativo; las flores son pequeñas, de

color rosado, olorosos, se producen en racimos que nacen sobre ramillas terminales durante los meses de diciembre a marzo, según las localidades y altura sobre el nivel del mar (Gattoni, *et al* 1966).

El falso fruto conocido, se forma del pedúnculo o receptáculo, éste es engrosado y jugoso, de color amarillo o rojo, en el extremo se ubica el fruto verdadero, una nuez en forma de riñón, gris y dura, conocida como nuez de marañón (Porrás, 1985). El pedúnculo, que es la parte utilizable como fruta fresca, es un cuerpo en forma de pera o esférico, de 4 a 8 cm de largo, amarillo o rojo. El parénquima contiene un líquido azucarado y astringente, está atravesado por canales de resina y haces vasculares. La nuez, de 2 a 3 cm de largo, tiene un pericarpio liso y brillante y el mesocarpio tiene espacios que contienen masas de aceites o gomas (Anacardo, 2001).

No existen variedades reconocidas de este cultivo, pero se han clasificado tipos, basados en características como crecimiento de los árboles, coloración de hojas jóvenes, producción, tamaño de nuez etc. Estos tipos se describen a continuación. Tipos criollos: son árboles de gran crecimiento vertical, de hojas muy verdes, con hojas jóvenes de color rojizo, de alta producción de fruta, generalmente pequeña e igualmente su semilla es pequeña, de color grisáceo claro, son árboles muy rústicos, con raíces ramificadas y muy profundas. Existen tres tipos que se diferencian por el color de falso fruto: rojo, amarillo y salmón.

Tipos introducidos: se les identifica como **Trinitarios** y **Jamaiquinos**; son árboles con copas más abiertas que las del criollo, hojas más grandes y más rústicas que el criollo. Su sistema radical es menos ramificado, con una raíz pivotante muy desarrollada que los hace menos susceptibles al daño de los vientos (MAG, 1991).

3.1.3 Taxonomía.

Reino: Plantae
División: Spermatophyta
Subdivisión: Angiospermae
Clase: Dicotyledoneae
Subclase: Archichlamideae
Orden: Sapindales
Familia: Anacardiaceae
Genero: *Anacardium*
Especie: *occidentale*
Nombre Binominal: *Anacardium occidentale* L. L.1753
(Aldana, 1995).

3.2 Importancia.

El fruto de marañón tiene una excelente demanda por su importancia agroindustrial y buenos precios de venta en el mercado mundial; el incremento de la exportación salvadoreña de la semilla cruda de marañón es un ejemplo de ello. Según estadísticas de la Dirección General de Economía Agropecuaria del MAG, las exportaciones realizadas por El Salvador, han aumentado en los últimos años. En 1996 se exportaron 484.2 Tm con un valor de \$594.670 y en el año 2000, 583.2 Tm con un valor de \$755.502 (Coto, 2003).

Su importancia ambiental y social radica en que se pueden reforestar tierras secas de la costa de nuestro país, o podría ser usado en medidas de protección del suelo, además la almendra permite constituir empresas privadas ya que es altamente agroindustriable debido a su contenido nutricional, por lo que se podrían constituir empresas que maquilen la nuez y la exporten al mercado estadounidense a la unión europea, entre otros generando muchos empleos en el área rural y urbana (Gattoni, *et al*1966).

3.2.1 Contenido nutricional.

La calidad nutricional que posee el falso fruto y fruto de marañón se muestran respectivamente a continuación.

Cuadro 1. Composición química del falso fruto.

Componentes	Cantidad en 100g
Valor energético	46 cal
Humedad (g)	85.0-86.7
Grados brix	11
pH	4.2
Grasa (g)	0.17-0.23
Acidez total	0.36%
Proteína (g)	0.127-0.101
Celulosas (g)	1.0
Ceniza (g)	0.32-0.93
Calcio (mg)	0.9-1.6
Fósforo (mg)	15.3-16.9
Hierro (mg)	0.25-0.66
Vitamina A activada (mg)	120
Tiamina (vitamina B1) (mg)	0.018-0.019
Riboflabina (vitamina B2) (mg)	0.019-0.020
Acido ascórbico (vitamina C) (mg)	186.5
Hidratos de carbono totales	11.6
Taninos (mg)	655+

Fuente: Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI, 1975).

Cuadro 2. Composición nutricional del fruto:

Componentes	Proporción
Agua	5.5 a 10 %
Carbohidratos	26 a 27.2 %
Grasas	45 a 47 %, de los cuales: Acido graso saturado 18.5% Acido graso no saturado 81.5%
Proteína	21 a 29.9 %
Fibra	1.2%
Minerales	1.7 a 2.5 % de los cuales: Calcio: 165 mg/100g Fósforo: 490 mg/100g Hierro: 5 mg/100g
Vitaminas	Tiamina: 140 mg/100g Riboflavina: 150 mg/100g

Fuente: De Araujo y da Silva, 1995.

La almendra del marañón es altamente demandada para ser consumida al natural después de tostada o frita. Utilizada en repostería para hacer confites, turrone y chocolates; en la industria panadera para pasteles, panes y galletas; acompañante de vinos; en la fabricación de helados y mezclas de cereales para desayunos; para preparación de delicias culinarias, siendo recomendada en algunos casos como dieta alimenticia (Galdamez, 2004). Otros usos de la almendra en la industria son para la fabricación de cosméticos, resinas, barnices, tintes, etc. El exocarpo de la nuez se usa en medicina y tiene aplicaciones en las industrias de plásticos y resinas debido a su contenido de fenoles. La corteza y las hojas se usan en medicina (INFOAGRO, 2008). El falso fruto puede comerse como fruta fresca, en postre y procesado como bebida fresca o fermentada (vino), vinagre, gelatina, jaleas o cubierta con miel (INFOAGRO, 2008).

3.3 Requerimientos de clima para el cultivo.

El marañón crece en forma silvestre en muchos países tropicales, no sujetos a heladas, lo que indica que este cultivo es rústico. Sin embargo, cuando se trata de establecer plantaciones comerciales debe conocerse las mejores condiciones agroclimáticas para su cultivo (Coto, 2003).

3.3.1 Clima.

El marañón se adapta a temperaturas promedio anual de 27 °C este resiste temperaturas mínimas de 16 a 20 °C y máximas de 34 a 37 °C, aunque en períodos prolongados de temperaturas mínimas o máximas pueden afectar el óptimo desarrollo de la planta (INFOAGRO, 2008). La precipitación debe de ser 600-2000 mm. el árbol puede crecer bajo un régimen de precipitación amplio, dependiendo de lo largo de la estación seca y las condiciones de suelo que afectarán el crecimiento de la raíz. El marañón responde bien al riego complementado durante la estación seca (INFOAGRO, 2008). El árbol de marañón puede resistir largos períodos de baja humedad relativa (por ejemplo 25%, siempre que el árbol tenga acceso a suficiente riego).

Sin embargo, la humedad alta (es decir más del 80%) es propicia para el desarrollo de hongos en la panícula, especialmente la antracnosis y para la presencia de plagas (Anacardo, 2001).

Los mejores rendimientos se obtienen en alturas menores a 600 msnm. A mayor altura el marañón desarrolla poca producción y es más susceptible al ataque de enfermedades (Coto, 2003).

Su sistema radical le permite soportar fuertes vientos y debido a eso, en algunos lugares, es usado como cortina rompevientos; sin embargo, los vientos fuertes, huracanados y permanentes son perjudiciales para las flores y hojas, causando además daños en las ramas. Los vientos también interfieren en el óptimo desarrollo, ya que hace que los árboles crezcan retorcidos (Coto, 2003).

El marañón requiere de buena luminosidad, razón por lo cual se adapta muy bien a las zonas bajas de la costa, por la ausencia de las nubes que permite más de 10 horas luz para el cultivo. Los índices más elevados de horas con luz solar, corresponden a los períodos de floración y fructificación, que coinciden con la época seca (Galdamez, 2004).

3.3.2 Condiciones edáficas.

La profundidad del suelo para el establecimiento del marañón debe ser mayor a 4 metros, ésta condición asegura el crecimiento y el desarrollo radicular de la planta (Galdamez, 2004). La profundidad del suelo tiene gran importancia, por el agresivo crecimiento radicular de los árboles que puede ser mayor a 10 metros. En suelos de poca profundidad (menores a 2.5 metros), los árboles no logran desarrollarse con el vigor y conformación de otros árboles plantados en suelos de mayor profundidad, teniendo menor rendimiento y reduciendo su vida útil (Galdamez, 2004). El rango óptimo de pH del suelo es de 6.5 a 7.0. En suelos con pH entre 5.5 y 6.5, la presencia de aluminio limita la disponibilidad y absorción de los nutrientes de la planta, pero esto puede corregirse con enmiendas de cal agrícola en el suelo (Galdamez, 2004). El marañón se adapta a diferentes texturas de suelo, entre los que se mencionan los francos, arenosos y arcillosos, siendo la mejor condición el suelo franco. Las texturas combinadas como franco arenoso,

franco arcilloso, arcillo arenoso o franco arcillo arenoso, no constituyen una limitante para el establecimiento del cultivo (Galdamez, 2004). Se recomienda establecerlo en pendientes menores del 30%. Posterior a esta pendiente, se deben establecer prácticas de conservación de suelos, siendo adecuadas las barreras, acequias de infiltración, terrazas individuales o múltiples, entre otras (Galdamez, 2004).

3.4 Fitosanidad.

Generalmente el cultivo de marañón no sufre problemas fitosanitarios drástico que limiten la producción, aunque existen plagas como la hormiga arriera (zompopo) (*Atta sp.*), y los trips, que se presentan en época seca, y le producen una severa defoliación; el falso fruto a veces es atacado por pájaros. En zonas muy húmedas la enfermedad fungosa más predominante es la antracnosis (Aldana, 1995).

3.5 Propagación.

Gran parte del éxito de un huerto frutícola depende de la calidad y sanidad de las plantas, y estos dos aspectos están en relación directa con el origen de la planta y los cuidados en su propagación. En principio, la propagación de los frutales puede ser por vía sexual o asexual (Escobedo, 2003).

3.5.1 Propagación Sexual.

El método de propagación más frecuente es el uso de semillas, obtenidas al separar la nuez (fruto verdadero) del pedúnculo (falso fruto), las nueces se ponen en un recipiente con agua y se desechan aquellas que flotan, después de permanecer de 5-10 minutos en el mismo, las semillas que se hundan se pueden sembrar inmediatamente o secar al sol para almacenarse, las semillas secas deben ponerse en un recipiente hermético con virutas de madera para almacenarlas en un sitio seco y fresco, estas deben usarse en un período de 7-12 meses pero deben ponerse en remojo 24 horas antes de la siembra (McLaughlin, 2008).

Este tipo de reproducción conlleva una advertencia que estudios han demostrados que las semillas de frutas pequeñas –que tienen un alto peso específico- germinan mejor que las frutas grandes. En caso que se decida hacer reproducción por semilla es de tomar en consideración que las semillas deben de proceder de árboles madres seleccionados, caso contrario se puede producir una población muy heterogénea (Augstburger *et al*, 2000).

Usualmente las semillas se siembran directamente en el suelo ya que el transplante es difícil debido a la naturaleza quebradiza de las raíces (McLaughlin, 2008). Cuando se establecen viveros, deben instalarse en lugares soleados. Se recomienda utilizar bolsas de polietileno cuyas dimensiones sean 31 cm de largo, 18 cm de diámetro y 8 cm de fuelle, llenas con tierra bien abonada (MAG, 1991).

3.5.2 Propagación vegetativa

Debido a que las plantas propagadas por semillas no replican los caracteres de la planta materna, se necesitan métodos de propagación vegetativa cuando se desean propagar cultivares con características superiores. La producción de acodos, injertos, enraizado son de los métodos preferidos (McLaughlin, 2008).

Las estacas se pueden usar para la propagación vegetativa pero es importante usar un sustrato ligero y bien aireado y proveer sombra y humedad continua. Los mejores resultados se han obtenido cuando las estacas provinieron de árboles casi maduros (McLaughlin, 2008). Otro método es la propagación por acodo aéreo, este se aplica sobre ramas de un año y cuando el árbol está en pleno crecimiento, los árboles de acodo crecen mejor y producen más rápido que los de injerto. Los métodos tradicionales son los injertos de yema sencilla y los laterales con yemas múltiples (Picasso, 1997).

El injerto será de contextura leñosa, tendrá entre 3 y 5 meses de edad y aproximadamente 10 cm de largo, será de una forma completamente redonda y recta y no deberá poseer florecencias ni brotes. Una semana antes de cortar las yemas, se retirarán hojas a lo largo de unos 20 cm para que así se puedan formar brotes. Las yemas se cortaran el mismo día en que serán injertados a los

patrones; la mejor época para injertar es la estación lluviosa, con una humedad ambiental media. La inserción se ejecutará o bien de lado, en una hendidura que se hace en la punta, o bien haciendo un corte diagonal hacia la punta (Augstburger *et al*, 2000).

3.5.3 Injerto.

3.5.4 Generalidades del injerto.

El injerto es un tipo de propagación vegetativa que merece una especial atención, pues es ampliamente utilizado en el cultivo de árboles frutales. Permitiendo ventajas propias de la propagación vegetativa en general, el injerto posibilita la obtención de una serie de beneficios como: propagar cultivares sin semilla, propagación rápida de una planta selecta, uso de portainjertos, que permite atenuar u obviar algún factor limitante de la producción, ya sea a condiciones del medio ambiente o a problemáticas sanitarias, regular el tamaño de las plantas, mediante la utilización de portainjertos vigorizantes o enanizantes.

Sin embargo, existen también algunos riesgos derivados del uso del injerto como método de propagación. Estos están referidos principalmente a la posibilidad de transmisión de enfermedades, muchas de las cuales son de enorme importancia económica como el virus de la tristeza de los cítricos y otras enfermedades (Escobedo, 2003).

En plantas de marañón, el injerto más utilizado es el enchapado de lateral, el portainjerto se propaga por semilla y cuando tiene un centímetro de diámetro se procede a hacer el injerto. La vareta debe seleccionarse de árboles altamente productivos, que sea de gran interés comercial, por su semilla grande bien conformada, y de falso fruto de poca astringencia. Después de injertado, es necesario esperar 15 días para observar el prendimiento del injerto (Escobedo, 2003).

3.5.5 Tipos de injerto.

Existen diversos tipos de injerto pero todos buscan el mismo objetivo de unir dos partes de tejido vegetal vivo, según su forma recibe diferentes nombres como el tipo escudete, corona, de aproximación y enchapado (Irigoyen, 2003).

En el cultivo de marañón existen distintas formas de injertar, y la manera más simple es mediante el injerto inglés simple, para propagar variedades de importancia comercial. Otros injertos, que se suelen hacer es el de parche o escudete de T invertida con yemas verdes o semisazonas, no pecioladas y en pleno crecimiento, todo esto es usando varetas de árboles de buena calidad. Para la realización de los injertos se usan patrones de semilla de 9-12 meses; además para el injerto de T invertida se usan yemas de 4-5 cm de longitud. Otra técnica de propagación es mediante el injerto de vareta, que se recomienda hacer durante la estación lluviosa; para este tipo de injerto se utilizan dos técnicas, el de cuña de hendidura terminal con patrón decapitado y el de enchape lateral, los patrones a los que se realizan este tipo de injerto son de 4-5 meses de edad y 50 cm de altura (Barrance *et al*, 2003).

Parada Berríos (2001), menciona que para este tipo de injerto se utilizan patrones jóvenes con cinco u ocho pares de hojas y un diámetro entre 0.6 a 1 cm, la vareta se obtiene de la parte terminal de la rama del mismo diámetro del patrón. Se hace un corte a lo largo del tallo como de 3 a 3.5 cm al patrón cortando apenas la madera. La vareta se prepara para adaptarse al corte del patrón, se coloca de manera que las capas del cambium coincidan; se envuelven completamente con cinta a los 30 días si el injerto está vivo se corta el patrón, dejando 1 a 2 hojas por encima del injerto. Cuando el injerto ha crecido 15 a 20 cm se termina de cortar el patrón.

Avilán, *et al* (1989) Reafirma que el mejor método de injerto para el cultivo de marañón es el enchapado lateral, este fue practicado en plantas de 6 meses de edad y aproximadamente un cm de diámetro y nacidas de semillas sembradas directamente en el terreno, pues los injertos efectuados sobre patrones cultivados en maceteros prendieron menos, además los árboles injertados fructificaron a los dos años, mientras los no injertados tardaron tres años.

3.5.6 Condiciones fisiológicas del injerto.

Cuando se injerta un árbol, se obliga al patrón y al injerto a vivir unidos, el portainjerto aporta los nutrientes, que extrae del suelo y el injerto devuelve la sustancia nutritiva elaborada en sus hojas. El injerto funciona cuando entra en contacto con el portainjerto, luego las capas de cambium de ambos deben coincidir perfectamente, esta condición es básica para el éxito del injerto (Geilfus, 1994). El *cambium* es una capa de células muy fina, de menos de 1 milímetro de espesor, que tiene la característica de que produce las células que forman los tejidos vasculares por los que circula el agua y la savia con nutrimento, con este tejido nuevo que produce el *cambium* se produce la cicatrización (Torrez, 2001).

La temperatura tiene un efecto marcado en la producción de tejido de callo, cuando las operaciones de injerto son realizados en la intemperie, y las temperaturas son elevadas (36°C), a menudo falla la unión del injerto. La humedad es otro factor ambiental que ejerce presión en el éxito del injerto, como las células de parénquima que forman el importante tejido de callo son de pared delgada y delicada, sin provisión para resistir la desecación, es obvio que si se exponen durante mucho tiempo a aire secante se morirán. Los contenidos de humedad del aire inferiores al punto de saturación inhiben la formación de callo aumentando la tasa de desecación de las células, por otra parte se ha determinado que la presencia de una película de agua sobre la superficie del encajecimiento fue más conducente a una formación abundante de callo que sólo a mantener un 100% de humedad relativa. Además la presencia de oxígeno es necesaria ya que mejora la producción de tejido de callo en la unión de injerto; esto es de esperarse ya que la división y el crecimiento rápido de las células van acompañados de una respiración relativamente elevada, la cual requiere oxígeno. Otros factores que interfieren en el desarrollo normal del tejido que une al injerto con el patrón; podemos encontrar actividad del patrón, estado fisiológico de la varetta, contaminación del material a propagar este puede ser con virus, plagas e insectos y enfermedades, etc (Hartmann, 1998).

3.6 Fertilización.

El manejo de una buena fertilización inicia en la fase de vivero en la cual hay que aportar dosis equilibradas adecuadas al cultivo de interés y así prepararlo a para su fase de establecimiento definitivo, las formas de fertilización son variadas, en los almácigos e instalación de viveros se fertiliza profundamente (“bañando” los plantines con sustancias nutritivas y aplicaciones en los hoyos de plantación). En la fruticultura se coloca los fertilizantes en hoyos o en surcos, o bien se aplican con aspersiones foliares por goteo e incluso con inyecciones al tronco (Rodríguez, 1982). Un factor limitante en el accionar de los elementos nutrimentales aplicados, al suelo o ya existentes en él, es la elevada acidez que influye directamente al efecto en los fertilizantes, y la forma de corregir este problema es adicionando cal agrícola o cal hidratada común (Carvalho, 1971). El establecimiento de plantaciones de árboles frutales, como monocultivo perenne, trae como resultado trastornos importantes con relación a la fertilidad natural de los suelos (Escobedo, 2003).

3.6.1 Síntoma visuales por deficiencia de nutrimentos.

La escasez de ciertos elementos minerales en el suelo afecta el desarrollo del árbol y además afecta procesos vitales, causando síntomas como decoloración de las hojas, detención del crecimiento, deformación de hojas y tallo (Oliveira, *et al* 2001). Cada mineral produce una deficiencia característica, y los requisitos minerales, no son iguales para todas las plantas, es por eso que los síntomas de la deficiencia son de importancia práctica diagnosticar a que se deben es problema y ser certero en suministrar los nutrimentos y prevenir pérdidas por el uso del fertilizante inapropiado (Ohler, 1979).

La sintomatología de las deficiencias de los macronutrientes, en soluciones nutritivas, fue estudiada por Avilán, L., *et al* (1976).

La investigación de los micronutrientes fue realizada por Sarruge, *et al* (1975), los resultados obtenidos se describen a continuación:

Nitrógeno.

Este nutrimento es un constituyente de los aminoácidos, proteínas, clorofila, alcaloides, amidas, y otros compuestos de la planta. El nitrógeno en forma de nitrato es absorbido y reducido en las raíces por lo que es asimilado en forma de aminoácidos antes de ser trasladado a otras partes de la planta, además este mineral tiene mayor influencia en el crecimiento y rendimiento que cualquier otro nutrimento (Smith, 1989). Las plantas cultivadas en soluciones sin este nutrimento mostraron un crecimiento retardado y lento. El tallo se mostraba fino y de una coloración verde clara. Las hojas exhibían una coloración verde clara y posteriormente las más viejas se tornaban cloróticas. En un estado más avanzado, los brotes de las hojas manifestaron una coloración marrón oscuro y se desprendían de la planta (Avilán, *et al* 1989).

Fósforo.

Este nutrimento es un componente de las enzimas, nucleoproteínas y lecitinas que son esenciales para las funciones vitales de la planta (Smith, 1989). La deficiencia de fósforo provocó en las plantas un crecimiento reducido, casi paralizado de su desarrollo. Las plantas mostraban una coloración verde oscura mas intensa en las hojas superiores. En un estado más avanzado de carencia, las hojas más viejas se tornaron verdes opacas y se desprendían de la planta (Avilán, *et al* 1989).

Potasio.

El potasio en la nutrición vegetal, tiene funciones metabólicas en el crecimiento y división celular de tejidos jóvenes, además el nutrimento es necesario para la síntesis de carbohidratos, proteínas y aceites en la planta, también influye en los ácidos orgánicos y la hidratación de tejidos, algo muy importante es que influye en la calidad del fruto (Smith, 1989). Los síntomas manifestados por plantas con niveles bajos de este nutrimento, afectaron hojas más viejas, provocando una clorosis en los bordes que avanzaba en dirección al limbo con la agudización de la misma. En la fase más avanzada, las hojas se tornaban necrosadas y la sintomatología se repetía en las hojas intermedias (Avilán, *et al* 1989).

Magnesio.

El magnesio es un constituyente importante de la clorofila “a” y de los pigmentos “b”, por lo tanto una deficiencia del elemento, resulta en una inadecuada pigmentación verde y el desarrollo de clorosis (Smith, 1989). La deficiencia de este nutrimento provoca en las hojas viejas un ondulamiento de las mismas, acompañada de una clorosis que comenzaba por el ápice y los bordes de las hojas. En estado más avanzado los bordes se necrosan y el resto del limbo toma una coloración rojiza (Avilán, *et al* 1989).

Azufre.

El azufre es un componente de varios aminoácidos, proteínas, y vitaminas tales como la tiamina, biotina y la coenzima A (Smith, 1989). La deficiencia de azufre causa en las hojas nuevas una clorosis que al mismo tiempo produce una consistencia dura en las hojas; el ápice de las mismas se necrosan y la hoja toma una forma curva. El tamaño de las hojas es menor (Avilán, *et al* 1989).

Hierro.

La deficiencia de hierro afecta seriamente a las plantas en semillero llegando a provocar a que todas mueran en el plazo de siete semanas, en el caso de sobrevivir las plantas logra un crecimiento disminuido, clorosis severa, a excepción de la nervadura central y de las hojas, e incluso el tallo, llegan a ser enteramente amarillas, además las hojas jóvenes muestran una forma estrecha (Ohler, 1979).

El Boro.

El papel del boro en la nutrición de la planta está todavía incierto; por lo menos una docena de diferentes funciones han sido postuladas, pero ninguna ha sido establecida más allá como duda (Nason y McElroy, 1963 citado por Smith, 1989). Parece que el boro tiene influencia en los carbohidratos, y sobre la acción hormonal, en los cítricos la ausencia de este nutrimento provoca ruptura del tejido del floema (Smith, 1989). La sintomatología de la deficiencia de boro es bien difícil de identificar, pero una deficiencia grave, provoca cambios en el color de las

hojas, aparte que presentan daños de mal formación. En plantas jóvenes la deficiencia de boro produce tallos torcidos o encrespados sin embargo en su crecimiento los daños por ausencia de boro se ven disminuidos (Ohler, 1979).

Calcio.

De este nutrimento son pocas las funciones que se conocen, pero se identifica que forma parte de la pared celular además que interviene en las funciones sistemáticas y su efecto en la división celular, aparte que afecta a la estabilidad cromosómica, la producción de mitocondria y la disponibilidad iónica del citoplasma, una función importante del calcio es su efecto en el crecimiento y buena función de la raíz (Smith, 1989). Las plantas en ausencia de este nutrimento inicialmente no presentaron un efecto evidente, creciendo normalmente. En las hojas inferiores se presentaron numerosas y pequeñas manchas amarillas, entre las nervaduras principales y laterales. El amarillamiento comenzaba cerca de la nervadura principal y se dirigía hacia los bordes de las hojas. En etapas más avanzadas, el centro de las manchas se necrosaron (Avilán, *et al* 1989).

Manganeso.

Los síntomas de ausencia se manifestaron en las hojas viejas, y consistían en un ondulamiento de las mismas, acompañada por la aparición de una clorosis que comenzaba por el ápice y los bordes de las hojas. En un estado más avanzado los bordes se necrosan y el resto del limbo toma una coloración rojiza (Avilán, *et al* 1989).

Zinc.

La ausencia de este elemento en las plantas, produce el color verde pálido en las hojas, el efecto es de manera gradual, afectando también a las venas centrales, pasando de un color verde a amarillo. Las hojas jóvenes tienen forma pequeña y estrecha, con coloración rojiza, los síntomas de color de la hoja son similares a la deficiencia del manganeso (Ohler, 1979).

Cobre.

La ausencia de cobre produce un efecto sobre las plantas de semillero del marañón. El color de la hoja es levemente color verde más oscuro que una hoja normal, las hojas demostraron un desarrollo más lento (Ohler, 1979).

3.6.2 Respuesta a la fertilización.

Aunque no se registran datos en respuesta en exactitud al efecto de la fertilización en el cultivo de marañón, existen registros del efecto que ejercen los macronutrimiento con respecto al crecimiento, peso y número de semillas.

Para el caso del nitrógeno es el componente de aminoácidos, nucleótidos y de una gran cantidad de coenzimas, auxinas y citocininas, induce el desarrollo celular y por ende aumenta la producción de semilla. Además, participa en la síntesis de carbohidratos, proteínas y otros metabolitos, resultando en el aumento del peso de la semilla (Gáldamez, 2004).

El efecto del fósforo contribuye en el incremento significativo de la producción de semilla, en relación a su número y peso. Un papel clave de este nutrimento es en la transferencia de energía, respiración y fotosíntesis. Además, está presente en ácidos nucleicos, nucleótidos y fosfolípidos (Galdámez, 2004).

El potasio influye en el aumento del número y peso total de la semilla, además su función abarca la síntesis de aminoácidos y proteínas provenientes de los iones de amonio absorbidos del suelo (Galdámez, 2004).

A continuación, se indican diferentes sugerencias de fertilización establecidos por instituciones e investigadores en el cultivo de marañón, pero que deben de ser adaptados a las características de cada finca en particular, aparte que debe de tomarse en cuenta los resultados de los análisis de suelo y análisis foliar (Avilán, *et al* 1989).

3.6.3 Sugerencias de fertilización.

1. Sugerencia

La empresa Brasileña de investigación agropecuaria conocida como EMBRAPA por sus siglas en portugués, ha determinado en sus múltiples investigaciones del cultivo de marañón, la exigencia nutricional que requiere el cultivo para su buen desarrollo, además identifica el movimiento de nutrientes en la planta, y recomienda las dosis a aplicar para suplir los nutrimentos para el ciclo de cultivo (Oliveira, 1995.). Debido a su extensa raíz, el marañón absorbe sus alimentos en volúmenes grandes del suelo, y puede realizarse también en los suelos pobres donde otros cultivos no pueden (Ohler, 1979). A continuación se presentan el orden de exigencia y exportación.

Exigencia. N>K>Mg>P=Ca>S>Mn>B>Zn>Fe>Cu.

Exportación. N>K>P=Mg>S>Ca>Fe>B>Cu>Mn.

Cuadro 3. Requerimientos de nitrógeno (N), fósforo (P₂ O₅), y potasio (K₂O) en el cultivo de marañón.

EDAD	MARAÑÓN ENANO (g. planta ⁻¹).			MARAÑÓN COMÚN (g. planta ⁻¹).		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1° Año	60	120	60	40	120	60
2° Año	80	60	60	60	60	40
3° Año	120	90	90	80	70	70
4° Año	140	100	120	100	80	80
5° Año	140	100	120	120	90	90
6° Año	140	100	120	140	90	90
7° Año	140	100	120	140	90	90
8° Año	140	100	120	140	120	120
9° Año	140	100	120	140	120	120
10° Año	140	100	120	140	120	120

Fuente: Galdamez, A 2004.

2. Sugerencia.

Galdamez (2004), recomienda el siguiente plan de fertilización, tomando en consideración diferentes formas de aplicación de cada uno de los nutrimentos por año. A parte se ha identificado la necesidad de absorción de nutrientes en el siguiente orden: Macronutrientes N>K>Mg>P=>Ca>S. Micronutrientes Mn>B>Zn>Fe>Cu.

Cuadro 4. Recomendación nutricional en fertilización química para marañón común.

Elemento	Requerimientos (g.planta ⁻¹).								
	Año								
	1	2	3	4	5	6	7	9	10
Nitrógeno	40	60	80	100	120	120	120	140	140
Sulfato de amonio 21 %	190	286	381	476	571	571	571	571	571
Urea 46%	87	130	174	217	261	261	261	261	261
Fósforo	120	60	70	80	90	90	90	100	100
Fórmula 0-20-0	600	300	350	400	450	450	450	500	500
Súper fosfato simple 20%	600	300	350	400	450	450	450		
Potasio	60	40	70	80	90	90	90	120	120
Formula 0-0-60	100	67	117	133	150	150	150	200	200
Cloruro de potasio 60%	100	67	117	133	150	150	150	200	200

Fuente: Galdamez, A 2004.

3.6.4 Importancia de la nutrición vegetal.

La nutrición vegetal, está enfocada a mantener un equilibrio adecuado entre el crecimiento vegetativo del árbol y el crecimiento de fruto pero que aporta beneficios que permiten aumentar los porcentajes de germinación, el desarrollo de los cultivos así como el aumento de los rendimientos productivos de los mismos. Por consiguiente, antes de establecer un huerto o fertilizarlo, se sugiere hacer un estudio de la fertilidad del suelo, debido a la influencia de diversos factores que pueden disminuir el potencial de los nutrientes presentes en el suelo o aquellos que han sido aplicados. La falta o exceso de algún o algunos de los nutrientes afectará negativamente el rendimiento y calidad del producto. Los elementos esenciales o nutrientes no pueden ser sustituidos por ningún otro, y por ello son indispensables para completar la vida productiva de los árboles (Oliveira, 2001).

3.6.5 Fertilizantes.

Los fertilizantes son elementos nutritivos que se suministran a las plantas para complementar las necesidades nutricionales para su crecimiento y desarrollo.

Los elementos vitales para el desarrollo de las plantas son los nutrientes tanto presente en el suelo como los que puedan ser aplicados, estos se dividen en macronutrientes, (nitrógeno, fósforo y potasio) y micronutrientes (cloro, boro,

zinc, manganeso, cobre, molibdeno, hierro) estos últimos son elementos absorbidos en menores proporciones (Rodríguez, 1982).

Para completar la fase de fertilización se puede realizar de diferentes maneras según la presentación de los fertilizantes, los cuales pueden ser sólidos, líquidos, gaseosos. Además tomando en cuenta que los elementos nutritivos principales son el nitrógeno (N), el fósforo (P), y el potasio (K), se clasifican en abonos simples, abonos compuestos (Rodríguez, 1982). Las formas de fertilización se relacionan con las características de los fertilizantes, su concentración, la cantidad y las necesidades del cultivo que esta vinculado con las características físicoquímica del suelo (Torrez, 2006).

3.6.6 Absorción de nutrientes.

Los elementos nutritivos son absorbidos, en forma de iones, principalmente por las raíces. Estos pueden ser tomados de la solución del suelo o directamente de la materia mineral u orgánica. El empleo de variedades o cultivares mejorados más productivos, son un tanto más exigentes en fertilización, y además la mayor densidad de plantación por unidad de superficie influye en la dosificación. En principio, la relación suelo-planta es el criterio básico que debe sustentar la práctica de la fertilización. Un tercer factor a considerar, y que influye sobre ambos componentes de la relación, es el clima (Rodríguez, 1982).

El balance nutricional está referido a la relación cuantitativa en que son absorbidos los nutrientes, de tal manera que su utilización por la planta sea óptima. Este balance puede ser variado por condiciones de deficiencias o excesos, las mismas que son factibles de ser corregidas mediante fertilizaciones o enmiendas adecuadas aplicadas por el hombre (Escobedo, 2003). Para el balance nutricional adecuado se debe de realizar un diagnóstico nutricional adecuado, que consiste en la evaluación de los requerimientos nutricionales de una plantación, el cual es la base para la elaboración de un adecuado plan de fertilización en frutales (Escobedo, 2003).

Los principales métodos que pueden ser empleados para realizar esta evaluación se tienen: síntomas visuales, parámetros fisiológicos, cálculos de extracción de cosecha, ensayos con fertilizantes, análisis enzimáticos; pero los más utilizados son los análisis de suelos que consiste en conocer cuántos nutrimentos del suelo será disponible para las plantas, y cuánto debería ser la cantidad a adicionar en forma de fertilizante; lo anterior se basa en la consideración técnicamente establecida, de que un frutal cualquiera se encuentre en las mejores condiciones para una alta producción, cuando sus niveles de nutrimentos en las hojas se hayan dentro de ciertos límites. Esto no significa, de ninguna manera, que todos los elementos desempeñen su función primordialmente en las hojas, sino que el contenido, alto o bajo, en ellas puede ser también similar en cualquier otro órgano de la planta que lo necesite, hoy en día, su mayor uso es para el diagnóstico de elementos nutritivos sospechosos de deficiencia (FAO, 2002).

3.6.7 Limitantes de los fertilizantes.

En la generación de tecnología para la producción de plantas, las investigaciones en fertilización reportan, que los bajos rendimientos están asociados con diferentes factores que pueden ser de carácter edáfico, climático, biótico, nutrimental, entre otros; se considera que estos factores pueden incidir directamente o indirectamente en la asimilación nutrimental, ejemplo de esto, son los efectos de la aireación del suelo, labranza adecuada, riego eficiente y la eliminación de maleza, puede favorecer a la absorción de nutrimentos y, consecuentemente, incrementar la producción (Alcántara, *et al* 1999). Los factores climáticos y de suelo que favorecen la volatilización de los fertilizantes son: falta de lluvia después de la aplicación, temperaturas elevadas, suelos alcalinos (pH elevado), humedad intermedia (50-90%), bajo contenido de arcilla o material orgánica en el suelo, residuos vegetales sobre la superficie (Sutton, 1993).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS.

4.1 Localización del experimento.

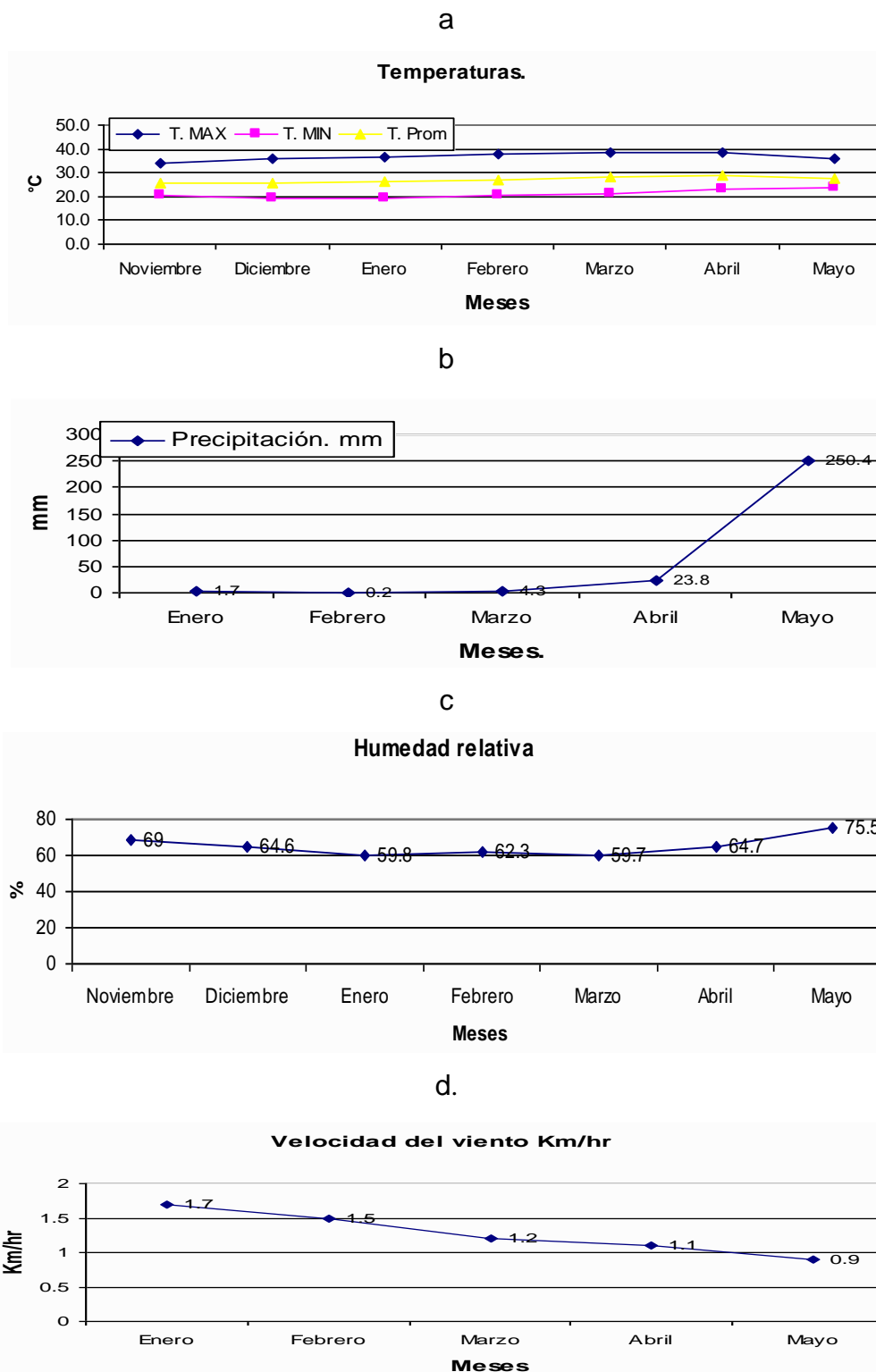
La investigación se ejecutó en una parcela de la cooperativa ACOPASMA de R.L., Cantón Tierra Blanca, Chirilagua, en el departamento de San Miguel, con coordenadas de LN 13°12', LWG 88°03' y elevación promedio de 172 msnm.

4.2 Condiciones climáticas de la zona.

La temperatura promedio anual de la zona es de 24° C, registrándose la temperatura mínima en el mes de enero con 16.0 °C y la mayor temperatura registrada en el mes abril con 42.3 °C. La humedad relativa media del aire durante el desarrollo de la investigación fue de 65% y precipitaciones acumuladas de 1797.6 mm al año (SNET, 2008).

En el grafico 1a. se muestran las variaciones en la temperatura que se registraron durante los meses de noviembre 2007 a mayo 2008, encontrándose las condiciones adecuadas para el desarrollo de las plantas de marañón que requiere de un clima cálido, con temperaturas promedios entre 22°C y 32°C (Avilán, 1984).

El grafico 1b, según el grafico muestra el comportamiento de la precipitación, que reporta cantidades nulas en el mes de enero y febrero (0.0 mm) y presentándose en mayor cantidad en el mes de mayo (232.2 mm). Además en el gráficos 1c se presentan los diferentes porcentajes de humedad relativa encontrando que en el mes de mayo el valor mas alto, y en el gráfico 1d se expresa el comportamiento del viento donde en enero fueron los de mayor velocidad (SNET, 2008).



Figuras 1. Comportamiento de clima de los meses de noviembre 2007 a mayo 2008, en la cooperativa ACOPASMA de R.L. a) Temperaturas máxima, mínima y promedio b) Precipitación c) Humedad relativa y d) velocidad del viento.

4.3 Metodología de campo.

4.3.1 Desarrollo del experimento.

La fase de campo del experimento se desarrollo en dos etapas, iniciando con la preparación de las plantas, que incluyó la colecta de semilla, con las características deseables para utilizarse en vivero, una vez que las plantas de vivero alcanzaron los dos meses de edad se desarrollo la siguiente fase de establecimiento definitivo en campo. El inicio del proceso de investigación de campo inicio en noviembre de 2007, y concluyó en mayo de 2008.

- a) Montaje del experimento:** el experimento incluyó plantas de semillas provenientes de un mismo árbol, a fin de disminuir la variabilidad genética. Posteriormente se seleccionaron plantas con características uniformes en altura, diámetro de tallo y con dos meses de edad. Las plantas seleccionadas, fueron establecidas en un área de 3500m², cada planta establecida tuvo un distanciamiento de seis por seis (Fotografía 1).

- b) Limpieza del terreno:** se hizo control previo al establecimiento de las plantas y una vez por mes, de tal forma que las plantas siempre estuvieron libres de malezas, asimismo se realizó un placeado tratando de que se acumulara el agua del riego.

- c) El riego de las plántulas:** debido a la escasez de agua en la zona, se implementaron medidas de riego de forma manual utilizando recipientes, el riego se realizaba dos veces por semana, aplicando aproximadamente 18 litro por planta, además otra forma de mantener la humedad en las plantas fue mediante la colocación de cobertura muerta (zácate) al alrededor del tallo de las plantas (Fotografía 2), el riego únicamente se suspendió al inicio del periodo de lluvias.

La toma de datos se realizó cada 22 días tomando en cuenta variables de crecimiento de las plantas, durante el periodo de desarrollo del portainjerto.

4.3.4 Material vegetal utilizado.

El material vegetal utilizado en la investigación, como portainjerto se obtuvieron del vivero producido por el proyecto "Desarrollo de tecnología en la cadena agroproductiva del Marañón orgánico en la cooperativa ACOPASMA de R.L. financiado por SINALIT y ejecutado por la Universidad de El Salvador."

Los portainjertos presentaban dos meses de edad (Fotografía 3), y su procedencia es de semillas del clon codificado como ACOPASMA 001, con aproximadamente 40 años de edad (Navarro, *et al* 2008); además las varetas para los injertos fueron extraídas del mismo clon con buenas características comerciales tanto el falso fruto y su nuez (Fotografía 4).

4.3.5 Formulación de los tratamientos.

Cuadro 5. Descripción de tratamientos aplicados en las plantas de marañón (*Anacardium occidentale*).

Tratamiento	Descripción dosis físicas	Descripción dosis de elemento puro
T ₁	Testigo absoluto	Testigo absoluto
T ₂	55 g de Urea	25.3 g de N (bajo)
T ₃	82 g de Urea	37.73 g de N (medio)
T ₄	115 g de Urea	52.9 g de N (alto)
T ₅	115 g de 16-20-0	18.16 g de N, 10 g de P (bajo)
T ₆	170 g de 16-20-0	26.88 g de N, 15 g de P (medio)
T ₇	225 g de 16-20-0	36.32 g de N, 20 g de P (alto)
T ₈	55 g de 0-0-60	66.5 g de K (bajo)
T ₉	115 g de 0-0-60	139.9 g de K (medio)
T ₁₀	170 g de 0-0-60	205.7 g de K (alto)
T ₁₁	55 g De 15-15-15	25.3 g de N, 24 g de P y 66.55 g de K (bajo)
T ₁₂	170 g de 15-15-15	78.2 g de N, 74.50 g de P y 205.7 g de K (medio)
T ₁₃	225 g de 15-15-15	103.5 g de N, 98.68 g P y 272.25 g de K (alto)

4.3.6 Aplicación de los tratamientos.

Los diferentes tratamientos se colocaron a cada planta en una sola aplicación en aquellos tratamientos con dosis bajas; fraccionándose hasta en dos y tres aplicaciones para las dosis mayores, realizándose la primera aplicación en la primera semana del ensayo y las siguientes 22 días después de la primera aplicación (Fotografía 5).

4.3.7 Injertación.

La fase de injertación, se realizó en los portainjertos establecidos en campo, y el método de injerto utilizado es el de enchapado lateral, que es uno de los más usados en plantas frutales y que según estudios en marañón establecido en campo ha dado muy buenos resultados (Avilán, *et al* 1989), (Fotografía 6). La preparación de las varetas tuvo ocho días de antelación al injerto, ésta actividad consistió en eliminar las hojas de los brotes terminales dejando solo el pecíolo en el cual se desprendió a los ocho días con una leve presión de los dedos, el material a utilizar es provenientes de un clon existente de la zona que posee interés comercial debido a sus características del falso fruto, y fruto verdadero (Fotografía 7). Algo importante en el proceso de injertación, es que designó a una sola persona, ya que esto permite disminuir el error experimental por la diferencia en experiencia de dicha práctica entre los diferentes injertadores.

El procedimiento del injerto consistió en realizar un corte, aproximadamente de 3 a 5 cm, de longitud en la vareta, el cual debe de coincidir con el corte longitudinal, realizado al portainjerto el que va a una altura de 10 a 20 cm. arriba del cuello de la raíz, una vez juntos se amarro la zona de la unión con una cinta de polietileno de 2 cm. de ancho y unos 20 cm. de largo.

4.4 Metodología estadística.

4.4.1 Diseño experimental.

El diseño utilizado en la investigación fue un diseño completamente al azar, con trece tratamientos y tres repeticiones. La unidad experimental estuvo compuesta por dos plantas (Figura 2).

4.4.2 Modelo estadístico.

El modelo estadístico para el diseño de la investigación se presenta acompañado con las siguientes formulas matemáticas (Nuila, 1990).

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Resultado de la investigación en las unidades experimentales “j” y donde se indujeron con el tratamiento “i”.

μ = Promedio de los resultados del experimento.

τ_i = Efecto de tratamiento en estudio “i” .

ϵ_{ij} = Error experimental de la unidad experimental (i, j).

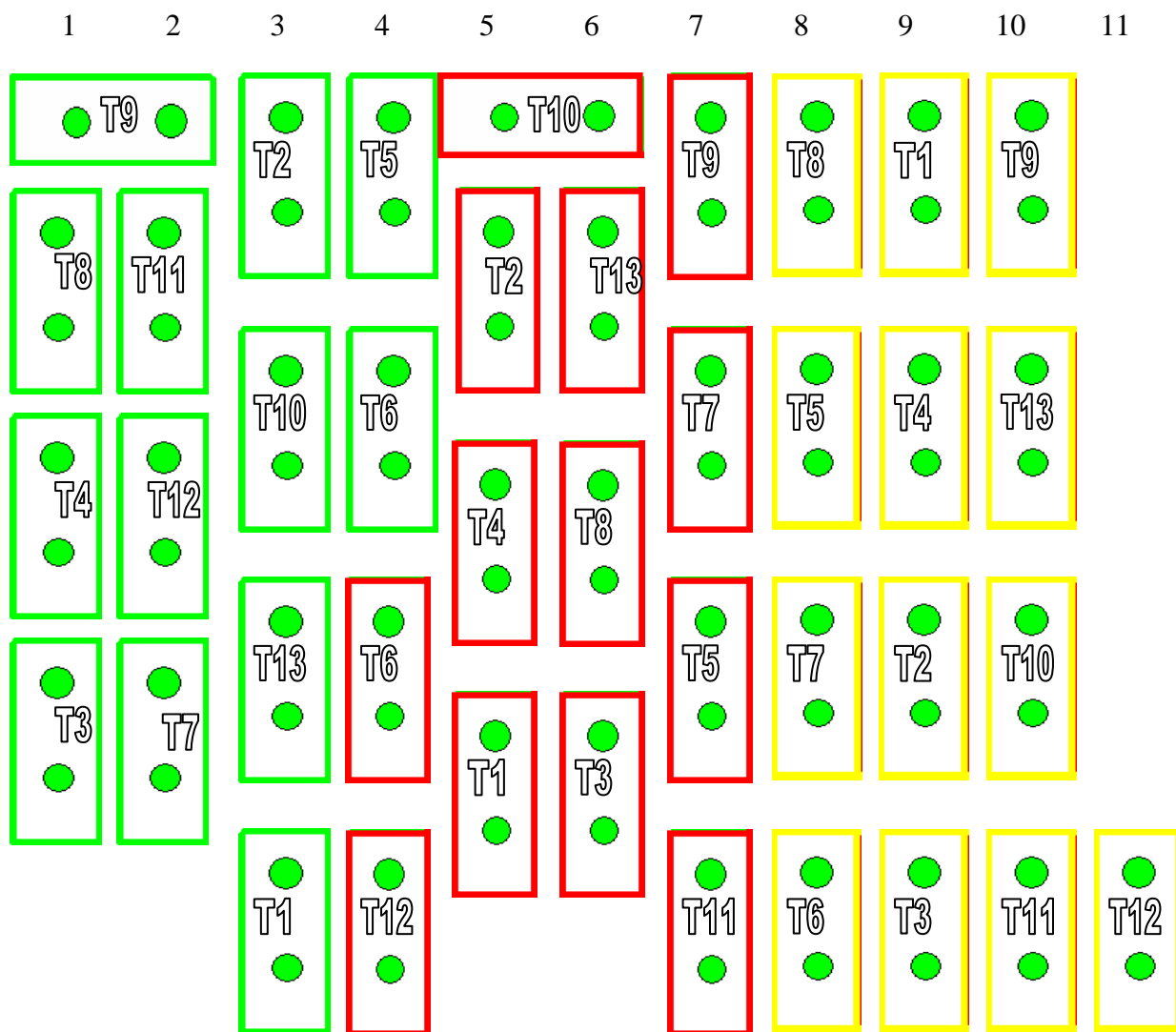
Cuadro 6. Distribución estadística del diseño completamente al azar

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados.	Cuadrado de medias.	F. Observada.
Tratamientos	a-1	$1/n \sum Y_{i.}^2 - Y_{..}^2/na$	S.C. trat/a-1	C.M. trat./C.M.E
Error experimental	a(n-1)	S.C. total – S.C tratamientos	S.C. error exp. /a(n-)	
Total	an-1	$\sum \sum y_{ij}^2 - Y_{..}^2/na$		

Siendo: y = El gran total y_i . = Total del tratamiento.

4.4.3 Factores en estudio.

El factor en estudio dentro de la investigación fueron los diferentes niveles de N, P, K; presente en las distintas dosis.



Repetición 1



Repetición 2



Repetición 3

Figura 2. Plano de distribución de tratamientos.

4.5 Variables de crecimiento.

4.5.1 Altura de la planta.

Las alturas de plantas se comenzaron a evaluar desde el establecimiento del experimento, para lo cual se utilizó una cinta métrica, la altura se tomó desde el cuello de la planta (tallo-raíz) hasta la yema apical (Fotografía 8); las posteriores mediciones fueron cada 22 días, registrando sus incrementos en cm, además se determinó el incremento de altura de la planta durante el período de la investigación, restando el valor de la altura final menos la altura inicial.

4.5.2 Diámetro de tallo.

Esta variable se midió con un Vernier o pie de Rey, tomándose en cuenta una altura del suelo a la planta de 5 cm, la medición de esta permitió identificar el momento en el cual los portainjertos estaban aptos para ser injertados (Fotografía 9); la medición se llevó a cabo cada 22 días, y fue registrada en cm, además se determinó el incremento de diámetro de la planta durante el período de la investigación, restando el valor del diámetro final menos el diámetro inicial.

4.5.3 Número de hojas.

El número de hojas se determinó de manera manual en cada unidad experimental, este procedimiento se realizó a partir del momento de establecido, posteriormente se tomaron datos cada 22 días (Fotografía 10), además la forma de expresar el resultado de esta variable es en número de hojas. Además se determinó el incremento de número de hojas durante el período de la investigación, restando el valor del número de hojas final menos el número de hojas inicial.

4.5.4 Peso fresco y peso seco.

El procedimiento para evaluar peso fresco, fue tomando cinco hojas por unidad experimental, las cuales se protegieron del proceso de desecación utilizando papel periódico húmedo, enseguida se introdujeron en bolsas plásticas de diez libras, las muestras se colocaron en una hielera y se transportaron a la Universidad de El Salvador, luego se procedieron a lavar las hojas y pesarlas en una balanza

semianalítica, después se colocaron en bolsas papel periódico previamente agujeradas, y utilizando una estufa, con temperatura de 75 °C, las hojas permanecieron en un período de 24 horas, luego se pesaron las bolsas y por diferencia se obtuvo el peso seco (Fotografía 12); el resultados de peso fresco y peso seco esta expresado en gramos (g).

4.5.5 Área foliar.

Para esta variable fue necesario el uso de un integrador de área foliar de marca LI-COR, modelo LI-3100, donde se pasaron todas las hojas frescas por una lámpara que proyecta la sombra y es lo que mide el área foliar en cm^2 (Fotografía 13).

4.5.6 Peso específico de la hoja.

El Peso específico de la hoja se calcula dividiendo el resultado de peso seco entre el resultado del área foliar de las hojas. El resultado final de esta variable es en mg.cm^{-2} y su interpretación es la ganancia de fotosíntesis por cm^2 de tejido foliar.

4.5.7 Porcentaje de prendimiento.

El resultado de esta variable se obtuvo dividiendo el número de plantas donde el injerto tuvo éxito entre el total de plantas injertadas por tratamiento y multiplicándolo por 100 (Por regla de tres) (Fotografía 11).

4.5.8 Días a prendimiento.

Fue el tiempo transcurrido desde que se realizó el injerto hasta el momento que la varetta iniciara con nuevos brotes. Para calcular los valores de día de prendimiento del injerto se calcularon unidades expresadas como grados días de desarrollo (GDD), los anterior es debido a que se ha demostrado que el crecimiento vegetativo de las plantas esta influenciado por las temperaturas prevalecientes en el medio (Elox citado por Cruz Hernández *et al*, 1996); la forma de cómo calcular es, identificando que a una temperatura (T_i), un organismo emplea cierto número de días (D), para completar una fase determinada en su desarrollo, y que a determinada temperatura base (T_b), su desarrollo y crecimiento se detiene, con

ello se obtiene la constante térmica (GDD) que se define como la cantidad de calor necesaria para que un organismo complete etapas de su fenología o desarrollo.

Los valores utilizados para la obtención de resultados están relacionados con el promedio de las temperaturas medias diarias desde el momento del injerto hasta el momento de la seguridad del prendimiento, para todo lo anterior es necesario la utilización de la formula siguiente:

$$\text{GDD: } \Sigma (T_i - T_b)$$

Donde:

GDD = Constante térmica en grados días de desarrollo.

T_i = Temperatura promedio.

T_b = Temperatura base del cultivo.

4.6 Análisis estadístico.

A los resultados obtenidos de las variables en estudio se aplicó el análisis de varianza en cada muestreo de manera individual. Los análisis se realizaron con el programa SAS (Statistical Análisis System), 1999 para Windows y con su respectiva prueba de Duncan para separación de medias, así como la determinación de la correlación entre variables calculando el coeficiente de correlación de Pearson.



Fotografía 1.



Fotografía 2.



Fotografía 3.



Fotografías 4.



Fotografía 5.



Fotografías 6, 7.

Fotografías. 1) Montaje del experimento, 2) Riego de plantas, 3) Desarrollo de portainjertos en vivero, 4) Material para los injertos, 5) Aplicación de los diferentes tratamientos 6, 7) Proceso de injertación y preparación de varetas.



Fotografía 8.



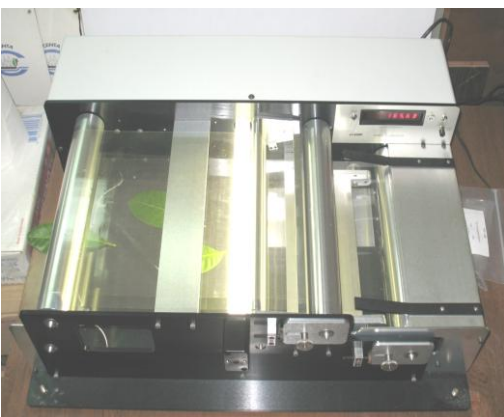
Fotografía 9.



Fotografía 10.



Fotografía 11.



Fotografía 12.



Fotografía 13.

Fotografías. 8) Diámetro de tallo. 9) Altura de la planta. 10) Número de hojas. 11) Peso fresco y peso seco. 12) Área foliar. 13) Porcentaje de prendimiento.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Para el desarrollo de la presente investigación se realizaron cinco muestreos en los portainjertos establecidos en campo, la toma de datos incluyó las variables de crecimiento y las fisiológicas; al mismo tiempo se mantuvo un control sobre el prendimiento de los injertos realizados. A continuación se presentan los valores promedios de todos los muestreos y su discusión.

5.1 Variables de crecimiento.

5.1.1 Altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas.

El resultado de la variable altura de portainjerto no presentó diferencias estadísticas significativas (Anexo 9), en ninguno de los muestreos ni en el incremento de altura; sin embargo al analizar las medias (Cuadro 7), se observó que el T₂ presentó una tendencia hacia los mayores valores durante el muestreo dos y cuatro (Figura 3a), pero el valor mayor de incremento total obtenido de altura fue para el T₁ (testigo) (Figura 3b).

La variable diámetro de tallo del portainjerto, no mostró diferencias estadísticas significativas (Anexo 9), en el primer y cuarto muestreo; donde se observó que el tratamiento T₅ (115 g de 16-20-0), fue el que resultó con mayor diámetro; del primer al cuarto muestreo el mayor resultado lo obtuvo T₉ (115 g de 0-0-60) (Figura 4a), pero en el muestreo cinco se encontró significancia estadística, resultando el tratamiento T₇ (225 g de 16-20-0), con mayor diámetro, además el resultado incremento total de diámetro, resultó no ser significativo; no obstante los resultados en las medias (Cuadro 8), muestran que el T₇ presentó mayor incremento de diámetro en el período de la investigación (Figura 4b). Como puede observarse los tratamientos sin nitrógeno mostraron los menores incrementos de diámetro considerando que este elemento es básico en la ganancia de diámetro. Sims citado por Céspedes (1969), indica que en el cultivo de cítricos los niveles bajos de nitrógeno producen disminución en el crecimiento, seguido de una disminución en el diámetro.

Los resultados de la variable número de hojas del portainjerto, no expresaron diferencias estadísticas significativas (Anexo 9), pero al analizar las tendencias de las medias podemos observar que en el segundo y quinto muestreo se encontró el mayor valor del tratamiento T_1 (Figura 5a); por otra parte, el incremento absoluto del número de hojas, no presentó diferencias estadísticas significativas, pero de igual forma al analizar la tendencia de las medias (Cuadro 9), se observó que el tratamiento T_1 presenta los valores mayores, superando levemente a T_7 y T_{10} (170 g de 0-0-60) (Figura 5b). En la parcela donde se realizó la investigación el terreno era muy heterogéneo, encontrando desde partes arcillosas hasta vetas de arena (Anexo 3), por lo que hubo necesidad de bloquear, por lo tanto se evidencia un pobre efecto de los fertilizantes químicos, principalmente en la ausencia de la humedad suficiente, Calderón Alcaraz (1998), menciona varios aspectos de gran importancia al respecto; en primer lugar afirma, que la raíz de un árbol depende de la composición genética del patrón y en estos trabajos se utilizaron semillas con la probabilidad de una alta segregación, que no garantiza la homogeneidad radical, asimismo, menciona el mismo autor hay influencia de la variedad que se injerte y principalmente la influencia mayor es por las características físicas y químicas del suelo; en suelos pobres y de textura ligera las raíces tienden a ser más largas y delgadas, profundizando más, mientras que en suelos ricos y compactos lo contrario, siendo definitiva la presencia de humedad; es por esta razón que técnicos en los viejos tiempos recomendaban la siembra directa de las semillas en el campo y conservar la raíz pivotante la cual llega a penetrar muy profundamente, al no ser mutilada en el transplante.

Por otra parte y tratando de explicar los resultados con base a los nutrimentos utilizados en la investigación, los análisis de suelos y foliares realizados (Anexo 3 y 4) y su comparación con los niveles de suficiencia y deficiencia encontrados por Benton *et al* (1991), en las hojas de marañón (Anexo 5), se determinó que todos los tratamientos presentaron concentraciones bajas de fósforo, pese a que este elemento estaba presente en las fórmulas aplicadas; se hallaron además concentraciones altas de Ca y Mg; con respecto al nitrógeno únicamente el testigo

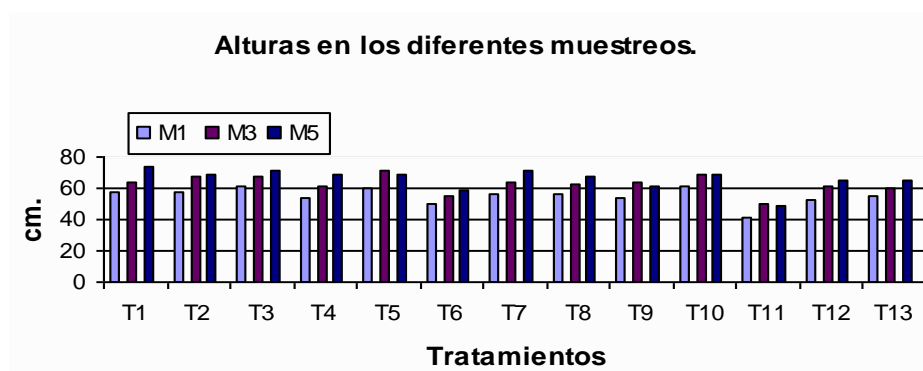
mostró deficiencia, el resto de tratamientos las concentraciones se presentaron en niveles de suficiencia. Al respecto Cameron y Compton citados por Smith (1989), mencionan que las hojas contienen mayores concentraciones de nitrógeno que cualquier otro órgano vegetativo y pueden contener casi la mitad del nitrógeno total de una planta. En términos generales, se considera en esta investigación un pobre efecto de las diferentes dosis de fertilizantes aplicados expresado en el vigor de las plantas (no en los análisis) y que pueden estar relacionadas a las condiciones climáticas de la zona, donde se reportaron altas temperaturas, presencia de vientos fuertes (arriba de 9 km.hora^{-1}) y sin precipitaciones durante el período de la investigación, además otra causa del poco efecto de los fertilizantes puede estar relacionado a la cantidad de riego aplicado, ya que no era suficiente para mantener la humedad adecuada en el suelo, por lo cual disminuye la solubilización y asimilación de los diferentes nutrimentos (Rodríguez Suppo, 1982).

Cuadro 7. Prueba de separación de medias para diferentes niveles de fertilización al suelo con relación a altura del portainjerto de marañón.

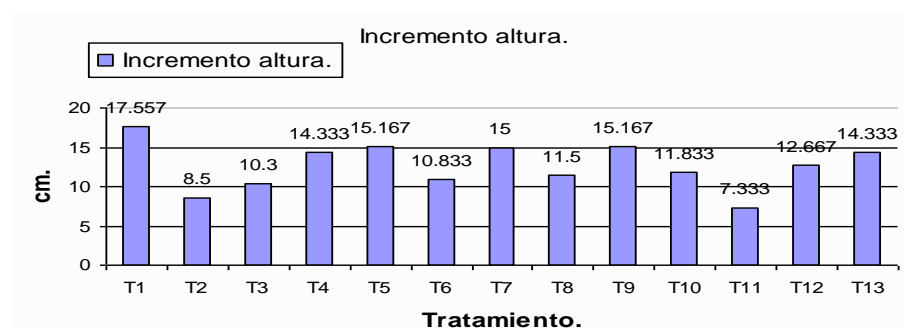
Tratamientos	Muestras										Δ. Alt. portainj	NS
	M1	NS	M2	NS	M3	NS	M4	NS	M5	NS		
T ₁	57.667	AB	62.833	AB	63.167	AB	66.17	A	73.33	A	17.557	A
T ₂	57.667	AB	65.833	A	67.667	AB	73.00	A	69.00	AB	8.500	A
T ₃	61.667	A	63.667	AB	67.500	AB	61.50	A	71.83	A	10.300	A
T ₄	53.833	A	59.333	AB	61.667	AB	62.00	A	68.167	AB	14.333	A
T ₅	60.333	A	64.167	A	71.167	A	49.67	A	68.667	AB	15.167	A
T ₆	50.333	AB	54.167	AB	55.000	AB	57.67	A	59.000	AB	10.833	A
T ₇	55.667	AB	60.500	AB	64.167	AB	66.33	A	70.667	AB	15.000	A
T ₈	56.167	AB	59.667	AB	62.833	AB	65.00	A	67.667	AB	11.500	A
T ₉	54.333	AB	59.167	AB	63.833	AB	65.67	A	61.167	AB	15.167	A
T ₁₀	60.667	A	65.500	A	68.167	AB	63.67	A	68.333	AB	11.833	A
T ₁₁	41.167	AB	45.833	AB	50.000	AB	46.00	A	48.500	AB	7.333	A
T ₁₂	52.833	AB	57.667	AB	61.667	AB	64.50	A	65.500	AB	12.667	A
T ₁₃	55.500	AB	60.833	AB	60.167	AB	63.00	A	65.500	AB	14.333	A

NS= no significativo * = Significancia al 5% **: Significancia al 1%

a



b



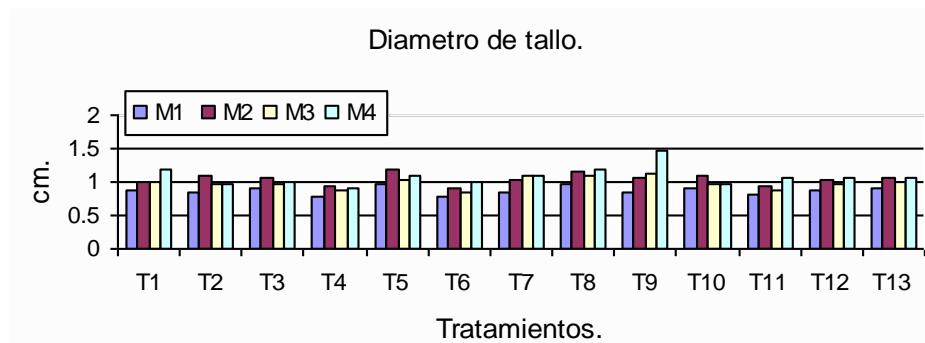
Figuras 3. Efecto de los tratamientos, en altura de plantas de marañón en fase de portainjerto con diferentes niveles de fertilización al suelo, a) muestreo 1, 3 y 5. b) incremento de altura.

Cuadro 8. Prueba de separación de medias para diferentes niveles de fertilización al suelo con relación en el diámetro de tallo del portainjerto de marañón.

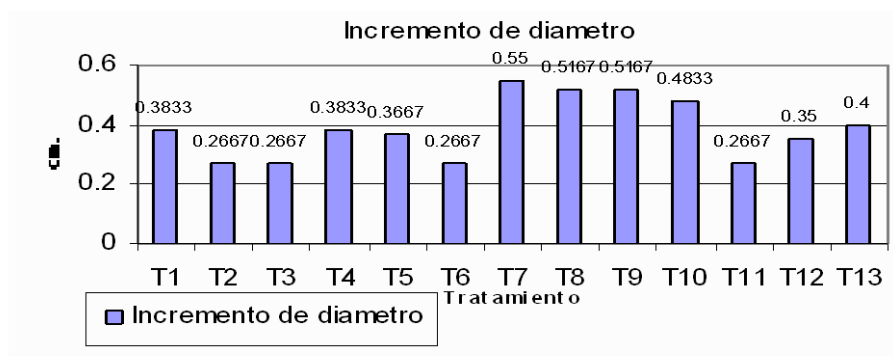
Tratamientos	Muestras										Δ. diametro portainj	NS
	M1	NS	M2	NS	M3	NS	M4	NS	M5	NS		
T ₁	0.8667	A	1.000	A	0.9900	A	1.2000	AB	1.3500	A	0.3833	A
T ₂	0.8500	A	1.1000	AB	0.9667	A	0.9667	B	1.0667	C	0.2667	A
T ₃	0.9167	A	1.0667	AB	0.9833	A	1.000	AB	1.4000	AB	0.2667	A
T ₄	0.7833	A	0.9333	AB	0.8667	A	0.9000	B	1.0833	CB	0.3833	A
T ₅	0.9833	A	1.1833	A	1.0333	A	1.1000	AB	1.2167	ACB	0.3667	A
T ₆	0.7667	A	0.9000	B	0.8500	A	1.0000	AB	1.1167	CB	0.2667	A
T ₇	0.8333	A	1.0333	AB	1.1033	A	1.1000	AB	1.5333	A	0.5500	A
T ₈	0.9667	A	1.1500	AB	1.0833	A	1.2000	AB	1.4500	A	0.5167	A
T ₉	0.8333	A	1.0500	AB	1.1333	A	1.4667	A	1.2833	ABC	0.5167	A
T ₁₀	0.9000	A	1.0833	AB	0.9567	A	0.9667	B	1.0333	C	0.4833	A
T ₁₁	0.8000	A	0.9500	AB	0.8900	A	1.0500	AB	1.0667	C	0.2667	A
T ₁₂	0.8833	A	1.0167	AB	0.9833	A	1.0500	AB	1.2333	ABC	0.3500	A
T ₁₃	0.9000	A	1.0500	A	1.000	A	1.0667	AB	1.3000	ABC	0.4000	A

NS= no significativo * = Significancia al 5% ** : Significancia al 1%

a



b



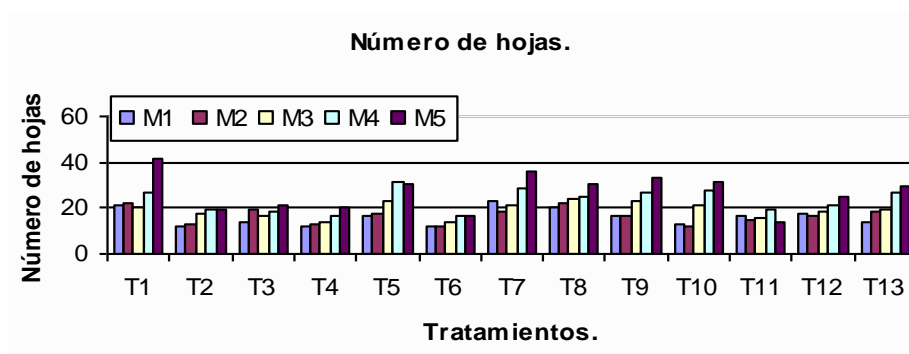
Figuras 4. Efecto de los tratamientos, en el diámetro de tallo de plantas de marañón fase portainjerto con diferentes niveles de fertilización al suelo a) muestreo 1, 2, 3 y 4. b) incremento de diámetro.

Cuadro 9. Prueba de separación de medias para diferentes niveles de fertilización al suelo, con relación en la variable número de hojas del portainjerto de plantas de marañón.

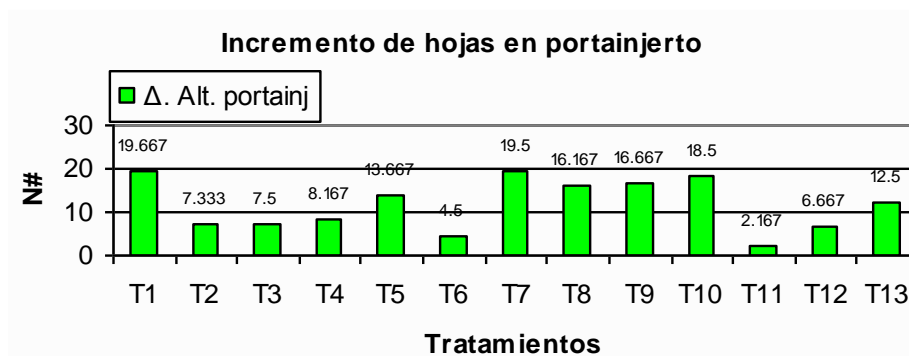
Tratamientos	Muestras										Δ. Numero hojas portainj	NS
	M1	NS	M2	NS	M3	NS	M4	NS	M5	NS		
T ₁	21.667	A	22.500	A	20.167	A	26.33	A	41.33	A	19.667	A
T ₂	11.833	A	13.333	A	18.000	A	19.500	A	19.17	BA	7.333	A
T ₃	14.167	A	19.000	A	16.333	A	18.333	A	21.67	BA	7.500	A
T ₄	12.000	A	12.667	A	14.167	A	16.833	A	20.17	BA	8.167	A
T ₅	16.667	A	17.833	A	22.667	A	31.833	A	30.33	BA	13.667	BA
T ₆	12.167	A	11.833	A	14.167	A	16.833	A	16.67	BA	4.500	BA
T ₇	22.667	A	18.833	A	21.000	A	28.667	A	36.17	BA	19.500	A
T ₈	20.333	A	22.000	A	24.333	A	24.500	A	30.83	BA	16.167	A
T ₉	16.167	A	16.833	A	23.333	A	26.833	A	32.83	BA	16.667	A
T ₁₀	13.333	A	11.667	A	21.167	A	28.000	A	31.83	BA	18.500	A
T ₁₁	16.667	A	14.833	A	16.000	A	19.667	A	13.83	A	-2.167	A
T ₁₂	18.000	A	16.833	A	18.667	A	21.000	A	24.67	BA	6.667	BA
T ₁₃	14.167	A	18.333	A	19.500	A	26.500	A	29.33	BA	12.500	BA

NS= no significativo * = Significancia al 5% ** : Significancia al 1%

a



b



Figuras 5. Efecto de los tratamientos, en el número de hojas de plantas de marañón fase portainjerto, con diferentes niveles de fertilización al suelo a) muestreo 1, 2, 3, 4 y 5. b) incremento del número de hojas.

5.2. Peso fresco, peso seco, peso específico y área foliar.

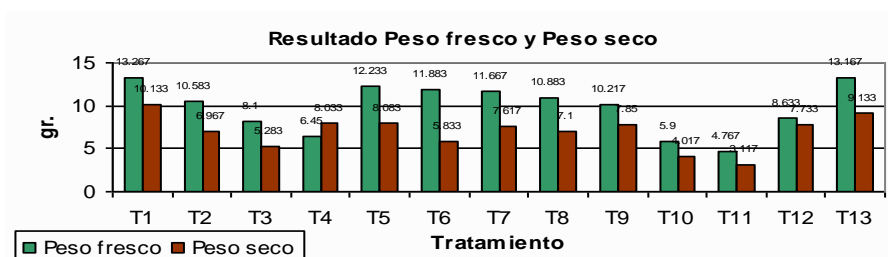
Los resultados de las variables peso fresco y peso seco no mostraron diferencias estadísticas significativas (Anexo 9), pero al analizar las tendencias de las medias (Cuadro 10), mostraron que el tratamiento T_1 obtuvo mayor ganancia de peso fresco y peso seco (Figura 6a), al respecto Céspedes (1969), menciona que en investigaciones realizadas encontraron que a medida el nitrógeno se aplica en cantidades crecientes, el total de peso fresco aumenta ya que el nitrógeno tiene como efecto incrementar el crecimiento vegetativo. En cuanto a la variable de peso específico esta no presentó diferencias estadísticas significativas (Anexo 9), aunque el tratamiento que generó mayor ganancia de materia seca por centímetro cuadrado fue T_2 (55 g de Urea) (Figura 6b). La variable área foliar no presentó diferencias estadísticas significativas (Anexo 9), no obstante al observar las medias (Cuadro 10), el tratamiento que generó mayor ganancia de área foliar fue T_1 (Figura 6c).

Cuadro 10. Prueba de separación de medias para diferentes niveles de fertilización al suelo, con relación a las variables peso fresco, peso seco, peso específico y área foliar en plantas de marañón.

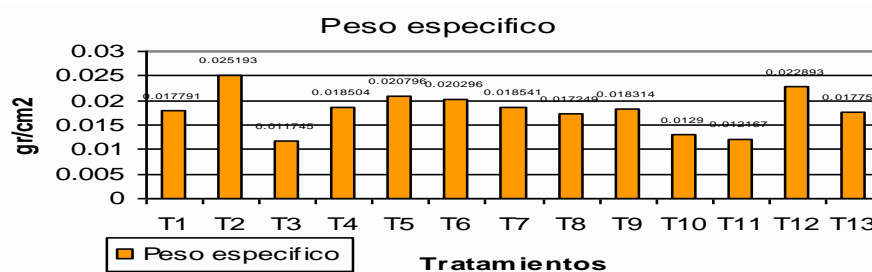
Prueba de medias								
Tratamientos	Peso fresco	NS	Peso seco	NS	Peso específico	NS	Área foliar	NS
T ₁	13.267	A	10.133	A	0.017791	BA	4106	A
T ₂	10.583	A	6.967	AB	0.025193	A	1515	A
T ₃	8.100	A	5.283	AB	0.011745	B	1800	A
T ₄	6.450	A	8.033	ABC	0.018504	AB	1741	A
T ₅	12.233	A	8.083	ABC	0.020796	AB	2942	A
T ₆	11.883	A	5.833	ABC	0.020296	AB	1236	A
T ₇	11.667	A	7.617	ABC	0.018541	AB	3703	A
T ₈	10.883	A	7.100	ABC	0.017249	AB	2947	A
T ₉	10.217	A	7.850	ABC	0.018314	AB	3677	A
T ₁₀	5.900	A	4.017	BC	0.012900	B	1857	A
T ₁₁	4.767	A	3.117	C	0.012167	B	846	A
T ₁₂	8.633	A	7.733	ABC	0.022893	AB	2303	A
T ₁₃	13.167	A	9.133	AB	0.017757	AB	2845	A

NS= no significativo * = Significancia al 5% **: Significancia al 1%

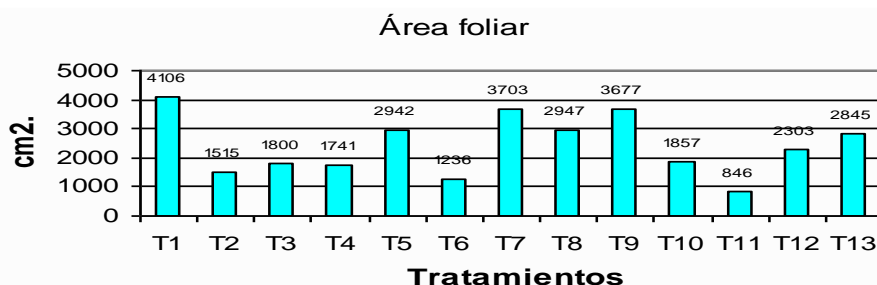
a



b



c



Figuras 6. Efecto de los tratamientos con diferentes niveles de fertilización, en las variables: a) peso fresco y peso seco. b) peso específico. c) Área foliar.

Los resultados en la investigación indican una posible influencia de los nutrimentos presentes en el suelo ya que los análisis de suelos realizados en la parcela (Anexo 3), mostraron que los niveles nutrimentales fluctúan de altos a muy altos, Benton, *et al* (1991), determinó las concentraciones en valores de deficiencia y suficiencia presentes en las hojas de marañón, y por medio de estos, se comparó con los encontrados en la investigación (Anexo 5), siendo en su mayoría niveles de suficiencia similares, en todos los tratamientos, manifestando niveles adecuados de nitrógeno y potasio, además niveles altos de los nutrimentos Ca y Mg, como ya se mencionó; Wallace citado por Smith (1989), en un estudio de dos años sobre la utilización de elementos mayores demostró, que más el nitrógeno que cualquier otro elemento fue gastado en el fruto, flor y producción de hojas, aunque el calcio y el potasio también fueron usados en cantidades considerables. En el caso del fósforo su concentración fue en deficiencia en la mayoría de tratamientos, pero este se relaciona a la forma del comportamiento que tiene este nutrimento, a pesar de eso las plantas no manifestaron síntomas visuales (coloraciones), de deficiencia, sin embargo posibles explicaciones al respecto están orientadas al efecto del nitrógeno sobre otros elementos, tal como lo menciona Smith (1989), al referirse al estatus del nitrógeno afectando la absorción o distribución de casi todos los elementos en cultivos frutales, relacionándolo a efectos antagónicos entre el nitrógeno, fósforo o potasio y la relación sinérgica entre el nitrógeno, calcio o magnesio al respecto, Andersen *et al* citado por Smith (1989), explica sobre el antagonismo entre el nitrógeno y fósforo que se ha reconocido esta situación por mucho tiempo, el efecto del estatus de fósforo en los árboles es con frecuencia más fácilmente afectado al cambiar las dosis de nitrógeno que al cambiar las dosis de fósforo. Smith (1989), menciona que el fósforo es recomendado en cantidades pequeñas en huertos jóvenes de cítricos, pero que no se aplica en huertos viejos a menos que el análisis de suelos y foliar indique la necesidad de su aplicación. Por otra parte, las condiciones climáticas de la zona pudieron incidir, en los resultados obtenidos en la investigación, ya que las elevadas temperaturas y nula presencia de lluvia, provocan que los nutrimentos no continúen el proceso de solubilización y no estén disponibles para las plantas; a lo anterior se le agrega la deficiencia de

riego, ya que solamente se suministraban 18.75 litros de agua semanalmente, el cual no fue el adecuado, por la escasez de ésta en la zona, lo que probablemente disminuyó el efecto de solubilización de los fertilizantes.

Al correlacionar las variables anteriores, se encontró respuesta en las variables, incremento altura del portainjerto, entre incremento de hojas del portainjerto ($r = 0.70$), asimismo con la variable área foliar ($r = 0.85$), y peso seco ($r = 0.80$); esto nos indica probablemente, que a mayor número de hojas del portainjerto promueve a mayores incrementos de altura en el mismo. Asimismo, se encontró una alta correlación positiva entre las variables incremento de diámetro con incremento de hojas ($r = 0.85$), y así mismo con la variable área foliar ($r = 0.70$), esto puede deberse a que los portainjerto que tienen mayor área foliar incrementa la captación de radiación solar, asociado con los niveles de nutrimentos presente en el suelo de acuerdo a los análisis realizados los cuales pueden ocasionar un mejor desarrollo en diámetro del portainjerto. Garcidueñas (1972), menciona que en el crecimiento existen efectos que una parte del cuerpo vegetal puede estimular o inhibir el crecimiento y la diferenciación de otras partes del organismo. Se encontró una alta correlación positiva entre las variables peso fresco con área foliar ($r = 0.64$) y peso seco ($r = 0.74$), indicándonos que al haber mayor número de hojas en el portainjerto es probable que exista mayor cantidad de materia seca.

5.2.1 Porcentaje de prendimiento y grados día de desarrollo (GDD).

El análisis de la variable porcentaje de prendimiento de injerto se analizó tomando en cuenta el éxito del injerto en las seis unidades experimentales que correspondía a cada uno de los tratamiento; considerando lo anterior los resultados obtenidos muestran que los tratamientos que generaron el mayor porcentaje de prendimiento fueron T_{13} , T_{10} (Cuadro 11). El bajo porcentaje de prendimiento de injerto de los demás tratamientos pueda deberse al estado fisiológico de las varetas ya que habían pasado de una fase vegetativa a una reproductiva, donde el árbol se prepara más para producir flores y frutos que

brotos vegetativos; lo cual queda evidenciado que al momento de brotar ellos producen inflorescencia y no brotos vegetativos¹.

Para la variable GDD, los resultados muestran que no existió diferencia estadística significativa, pero al analizar la tendencia de las medias, se expresó que los tratamientos T₂ (55 g de Urea), T₃ (82 g de Urea), T₄ (115 g de Urea), T₈ (55 g de 0-0-60), T₁₁ (55 g De 15-15-15), T₁₂ (170 g de 15-15-15), fueron de los que menos grados días de desarrollo requirieron para el prendimiento del injerto, entendiendo esta situación como los tratamientos cuyos injertos necesitaron entre 200-300 GDD (horas calor acumuladas), que traducido en días son aproximadamente 30-45 días para que éstos brotaran (Figura 7b).

El efecto del bajo porcentaje de prendimiento de injerto, pudo estar relacionado a las condiciones climáticas en la zona (Figuras 1), donde se reportaron altas temperaturas, nula presencia de lluvia y presencia de viento; factores que pudieron provocar el efecto de desecación en el área de unión entre la vareta y el portainjerto; a lo anterior se le agrega la deficiencia de riego el cual no fue constante ni adecuado, ya que el riego es de importancia para el prendimiento de injerto. Garcidueñas (1972), menciona que el prendimiento del injerto depende de la temperatura, como principal factor del medio, afirmando que las óptimas oscilan entre 24-31 °C; Pero en la zona se llegaron a extremo de 42°C (Figura 1a, 1b, 1c y 1d). En el caso especial del éxito del prendimiento de injerto para las variables que contenían mayores cantidades de potasio, es porque este nutrimento favorece en el proceso de mineralización de la materia orgánica, además el efecto de prendimiento del injerto, es debido a que el nutrimento produce en la planta una mejor hidratación y aprovechamiento de la humedad la cual es necesaria para el prendimiento del injerto².

¹ Comunicación personal; Ing. Agr. Fidel Ángel Parada Berríos. Docente Investigador. Universidad de El Salvador (2008).

² Comunicación personal; Ing. Agr. Quirino Argueta Portillo. Especialista Manejo y Fertilización de suelo. CENTA (2008).

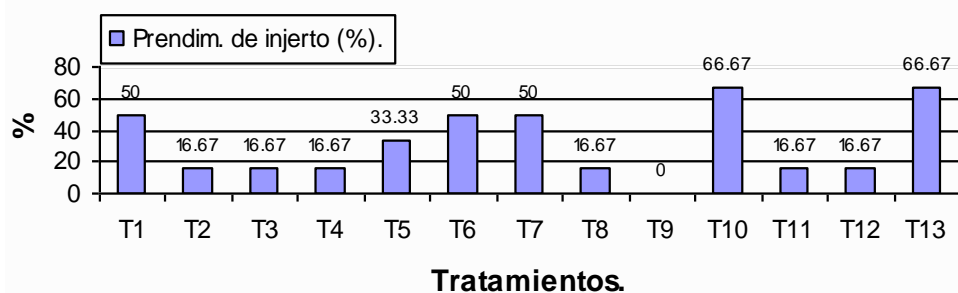
El análisis de correlación de Pearson, muestra respuesta positiva para las variables prendimiento del injerto con grados días de desarrollo, ($r=0.85$). Además el análisis de correlación, proporciona información importante la cual expresa que no existió ninguna relación entre prendimiento de injerto y otras variables, esto puede corresponder a las condiciones del éxito de injerto esta más relacionado con la ubicación de las plantas y mejor si es en vivero, ya que en campo es muy arriesgado, pero que una vez prendido el injerto crece y se desarrolla. (Pereira, 2000).

Cuadro 11. Prueba de separación de medias para diferentes niveles de fertilización al suelo, con relación en el porcentaje de prendimiento del injerto y grados día de desarrollo en plantas de marañón, establecidas en campo.

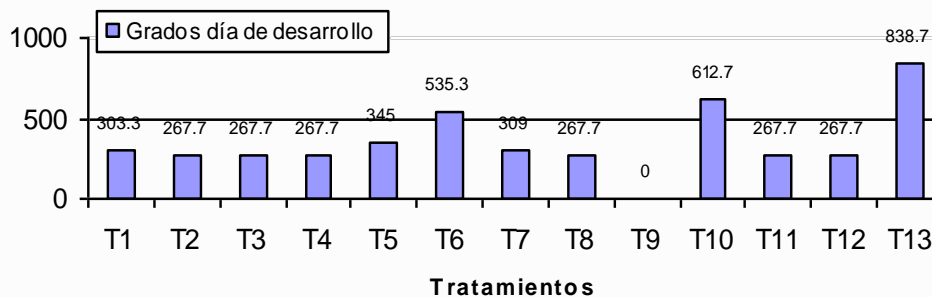
Tratamientos	Prendim. de injerto (%)	Prueba de medias	
		Grados día de desarrollo	NS
T ₁	50.00	303.3	A
T ₂	16.67	267.7	A
T ₃	16.67	267.7	A
T ₄	16.67	267.7	A
T ₅	33.33	345	A
T ₆	50.00	535.3	A
T ₇	50.00	309	A
T ₈	16.67	267.7	A
T ₉	0	0	A
T ₁₀	66.67	612.7	A
T ₁₁	16.67	267.7	A
T ₁₂	16.67	267.7	A
T ₁₃	66.67	838.7	A

NS= no significativo * = Significancia al 5% **: Significancia al 1%

a





b





Figuras 7. Efecto de los tratamientos, en el éxito del prendimiento de injerto y su capacidad de grados días de desarrollo para los mismos, con diferentes niveles de fertilización al suelo a) Porcentaje de prendimiento de injerto. b) Grados días de desarrollo (GDD).


VI. CONCLUSIONES.

-  En ninguna de las variables evaluadas se encontraron diferencias estadísticas significativas, justificando tal situación a los niveles altos y muy altos de fósforo y potasio reportados en los análisis de suelos; aunque la tendencia de las medias favoreció al tratamiento testigo, principalmente en la variable altura, mientras que el diámetro de tallo y número de hojas se percibió favorecida principalmente con la presencia de la fórmula 0-0-60.


-  Los tratamientos con la fórmula 16-20-0, 225 g de 15-15-15 y el testigo presentaron los mayores valores en las variables fisiológicas, recomendándose la evaluación de estos fertilizantes en campo pero durante la estación lluviosa.


-  Los resultados de prendimiento de injerto estuvieron influenciados por condiciones climáticas, asociadas a las condiciones fisiológicas de las varetas utilizadas, además de la condiciones de riego ineficiente que limita el proceso de prendimiento de los injertos.


-  Los resultados finales de la investigación en términos generales se pudieron enmascarar, por las condiciones climáticas principalmente la falta de agua, ya que la aplicada no fue la suficiente, siendo las altas temperaturas y vientos factores que favorecieran que el agua suministrada se evaporara con mayor rapidez.

-  Pese a las adversidades presentadas los elementos reportados en los análisis foliares realizados, se encontraron en niveles de suficiencia exceptuando el fósforo, pero como ya se explicó, éste presenta antagonismo con las aplicaciones de nitrógeno, y que el estatus del fósforo en los tejidos está determinado por los cambios en las aplicaciones de nitrógeno y no al contrario.

VII. RECOMENDACIONES.

-  Conviene continuar evaluando, los diferentes niveles de fertilización en plantas de marañón establecidas en las parcelas de la cooperativa ACOPASMA de R.L., durante el periodo de lluvias.

-  Se recomienda seguir las investigaciones de diferentes niveles de fertilización para plantas con producción, donde se pueda determinar con exactitud la formulación óptima.

-  Se puede recomendar para la zona fertilizaciones tentativas con 16-20-0 225 g.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Alcántara González G; Sandoval Villa M. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Publicación especial 10. Sociedad Mexicana de la ciencia del suelo. Chapingo, México. 4 p.

Aldana Alfonso, H.M; Ospina Machado, J.E. 1995. Enciclopedia Agropecuaria Terranova. Terranova editores. Volumen II. Bogota, Colombia. 283 p.

Agronegocios, 2001. Ministerio de Agricultura y Ganadería. (MAG) (en línea). El Salvador. Consultado 25 de Mayo de 2008. Disponible en: <http://www.agronegocios.com.sv>

Anacardo, 2001. Cultivos Tropicales del Amazonas. (en línea). Consultado 25 de mayo de 2008. <http://www.siamazonia.org.pe/archivos/publicaciones/amazonia.htm>

Anacardo, 2003. ¿Qué es el anacardo? (en línea). Consultado 25 de mayo de 2008. <http://www.páginadebedri.com>.

Augstburger, F; Berger, J; Heid, P. 2000. Agricultura Orgánica en el Trópico y subtropical. Asociación Naturland. 1 edición. Alemania. Pp. 2-5

Avilan, L.; Leal, F y Bautista, D. 1989. Manual de fruticultura. Ed., América CA. Chacaito, Caracas, Venezuela. Pp. 167-171.

Barba, R, Montenegro, H. 1971. El cultivo de marañón en El Salvador, Agricultura de El Salvador, Ed. Ministerio de Agricultura y ganadería (MAG). Vol. II. Santa Tecla, La Libertad. Pp. 36-37.

Barrance, A. Beer, J. Boshier, D. H. 2003. Árboles de Centroamérica un manual para extensionista. OFI/CATIE. Costa Rica. Pp. 351-360.

Benton, J; Wolf, B; Mills, H. 1991. Plant Analysis Handbook a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Micro-Macro publishing Inc. U.S.A. 212 p.

Calderón Alcaraz, 1998. Fruticultura General. El Esfuerzo del Hombre. UTEHA. NORIEGA EDITORES. 763 p.

Carvalho. C,F. 1971. Fertilización del mango, Departamento de extensión agrícola. Chapingo, Mx. Pp. 2-10.

Céspedes, Arias. A.E. 1969. Efecto del nitrógeno, fósforo, potasio y sus interacciones sobre el prendimiento y desarrollo posterior de injertos en cítricos. Tesis de grado para optar al título de ingeniero agrónomo. Universidad de Costa Rica. Pp. 4-5, 7-9, 35-37.

Coto Amaya, OM. 2003. Guía técnica del cultivo de marañón. CENTA. MAG. Guía técnica N° 11, La Libertad, Santa Tecla. Pp. 8-18

Cruz Hernández, J; Estrada G, M; Herrera B, J; Pedraza S, M. 1996. Practica N° 2: Calculo de acumulación y determinación de requerimientos de calor. Montecillos, México. Colegio de Postgraduados. 10 p.

De Araujo, JP; Da Silva, VV. 1995. cajucultura: modernas técnicas de produção. EMBRAPA/CNPAT. Fortaleza, Brasil. 292 p.

Díaz J. A., Ávila L. 2002. Sondeo del mercado internacional del marañón (*Anacardium occidentale* L.), instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt, Bogota, Colombia. 32 p.

Escobedo Álvarez, J. 2003. Conceptos básicos de fruticultura. Programa de extensión en riego y asistencia técnica. Lima, Perú. Pp. 25-30, 41-44.

FAO e IFA. 2002. Los fertilizantes y su uso. Asociación internacional de la industria de los fertilizantes. Cuarta edición. Roma, Italia. Pp. 51-57.

Galdamez. 2004. Guía técnica del cultivo de marañón. Programa Nacional de Frutas de El Salvador. La Libertad, Santa Tecla. Pp. 10-13, 38-41.

Gattoni, LA; Baires, JG Y Castillo, DA. 1961. El marañón: una explotación apropiada para El Salvador. DGIA, MAG. Circular N° 71. Pp. 4-7, 10-12.

Garcidueñas, Manuel R. 1972. Fisiología vegetal aplicada. Monterrey, México Editorial Ingramex, S.A. 252 p.

Geilfus, Frans. 1994. El Árbol al servicio del Agricultor. Manual de agroforestería para el desarrollo rural. Editorial Enda-Garebe. Vol. I. San José. Costa Rica. Pp. 78-83

Hartmann, H. Kester, D. 1998 propagación de plantas principios y practica. Sexta edición. Compañía editorial continental S.A de C.V México.

ICAITI (Instituto Centro Americano de investigación y tecnología industrial). 1975, estudio sobre la industrialización del falso fruto de marañón y pruebas de mercado. El Salvador. 35 p.

INFOAGRO, 2008. Cultivo de marañón. (en línea). Consultado 25 de mayo de 2008. Disponible en: <http://www.infoagro.com>

Irigoyen, J.N. 2003. Injertación en cítricos. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Programa Frutales de El Salvador. (MAG-FRUTALES). Santa Tecla, La Libertad. 3 p.

Ministerio de Agricultura y Ganadería 1991. Aspectos Técnicos Sobre Cuarenta y Cinco Cultivos Agrícolas de Costa Rica. San José, Costa Rica. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola, MAG. Pp. 222-235.

McLaughlin, J; Balerdi, C. y Crane, J. S.F. 2008. El Marañón (*Anacardium occidentale*) en Florida (en línea). Consultado el 25 de mayo de 2008. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/HS291>.

Navarro, I.S. Castro, K.L. Arriaza, C.A. 2008. "Identificación, selección y caracterización de clones de marañón (*Anacardium occidentale*) con alto potencial genético de producción, en la Cooperativa ACOPASMA, Cantón Tierra Blanca, Chirilagua, Departamento de San Miguel." Tesis de grado para optar al título de ingeniero agrónomo. Universidad de El Salvador. Pp. 39-45

Nuila, S.A; Mejia, M.A. 1990. Manual de Diseños Experimentales. San Salvador, S.V. Pp. 102-112.

Ohler, J.L. 1979. Cashew. Departament of Agricultura Research. Konin Klijik institutut, loor de tropen. Ámsterdam. Pp. 51-57.

Oliveira, V.H. 1995. Nutrição Mineral Do Cajueiro. Empresa Brasileira de Pesquisa de Agropecuária. (EMBRAPA). Fortaleza, CE. Rio de Janeiro, Brasil. Pp. 9-23.

Oliveira V.H.; Lindbergue A.C.; Bernardo V.R.; ed alt. 2001. Cultivo do cajueiro anãoprecoce. Ministerio de agricultura pecuaria e Abastecimiento. Rio de Janeiro, Brasil. Pp.1-8.

Parada Berríos, F. A. 1999. Producción de plantas de Chicozapote (*Manikara sapota* L.) inoculadas con *Glomus mosseae*, asperciones de AG₃, aplicaciones de NPK al suelo y fertilización foliar. Tesis Maestro en Ciencias. Montecillo, México. Colegio de Postgrados. 120 p.

Parada Berríos, F. A. 2001. Propagación vegetativa de plantas por medio del injerto, establecimiento y manejo de viveros. San Andrés, La Libertad/El Salvador. CENTA. 11p.

Picasso Botto, M. 1997. Manual de frutales nativos amazónicos. Tratado de cooperación amazónico. Lima, Perú. 337p.

Porras Edmundo. 1985. El Marañón Agricultura de las América, México. Pp. 24-27.

Rodríguez Suppo, F. 1982. Fertilizantes; Nutrición vegetal. AGT. Editor S.A. México, D.F. Pp. 47-135.

Rivas, Torres, D; 2001. Injerto de árboles Frutales. Fruticultura General. Editorial Limusa. Chapingo, México. Pp. 30-40.

Shery Robert. W 1976. Plantas útiles al hombre. Botánica económica. Barcelona, España. Salvat. Pp. 549-550.

SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales). 2008. Información meteorológica de la estación S-24. Servicio Meteorológico Nacional. Centro de información y agrometeorología. MARN. San Salvador, El Salvador.

Smith, P F. 1989 Research Plant Physiologist. U. S. Departament of Agriculture, Agriculture Research Service. Orlando, Florida. Pp. 7, 22,30-33, 47-43, 53-55, 74, 77.

Sutton, C D. 1993. ¿Cuál es la mejor fuente de nitrógeno? Revista Agricultura de las América. 42: Pp. 6-11.

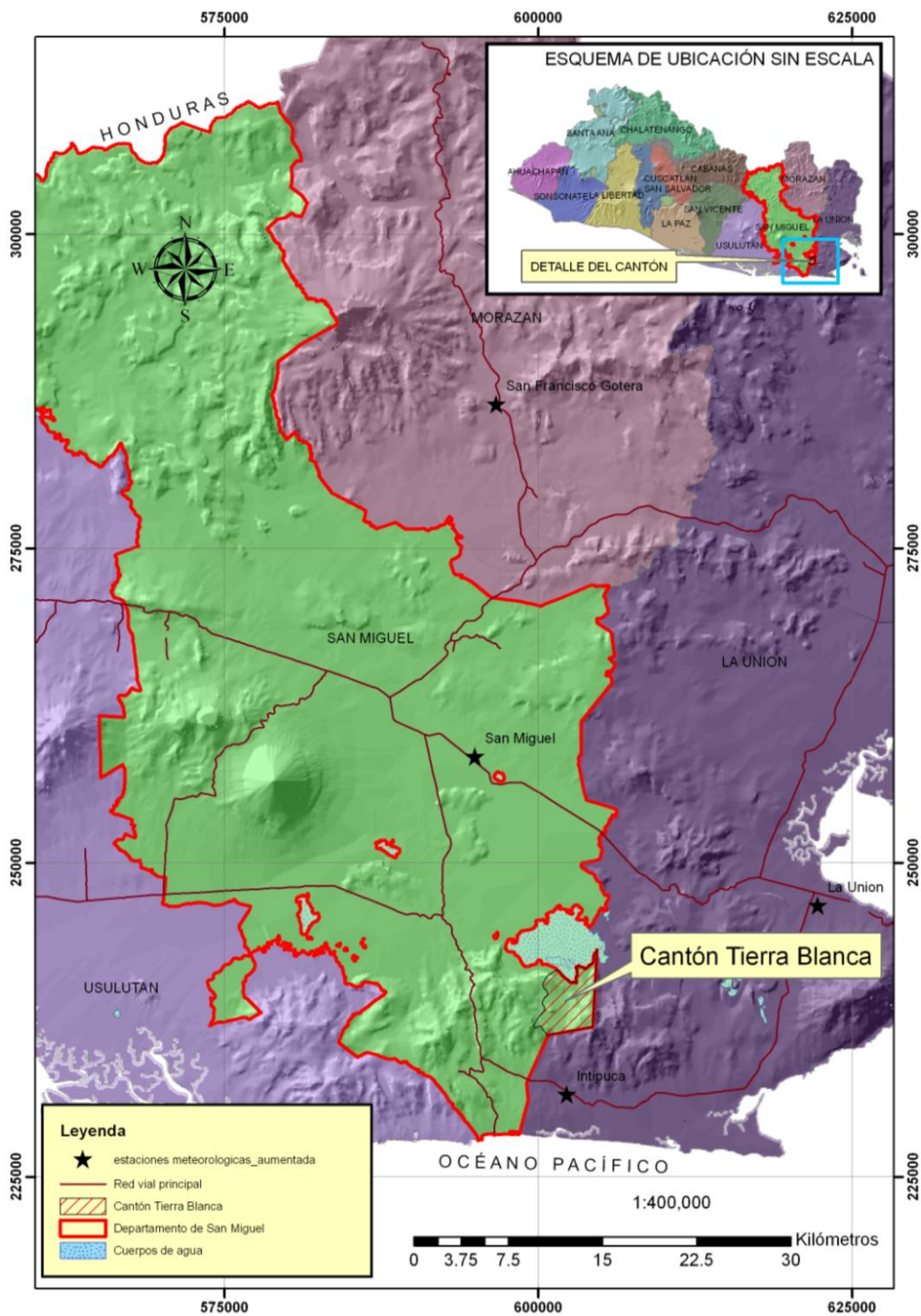
Torrez, Arias. G; 2006. Manual de interpretación de análisis de suelo y foliares para la nutrición de limón, aguacate, cocotero y marañón. (MAG-FRUTAL-ES). Santa Tecla, La Libertad. Pp. 22-38.

Urías, J.F. 2000. Curso practico de Injertación de árboles frutales FUNDAGRO. ENA. San Andrés, La Libertad. 22 p.

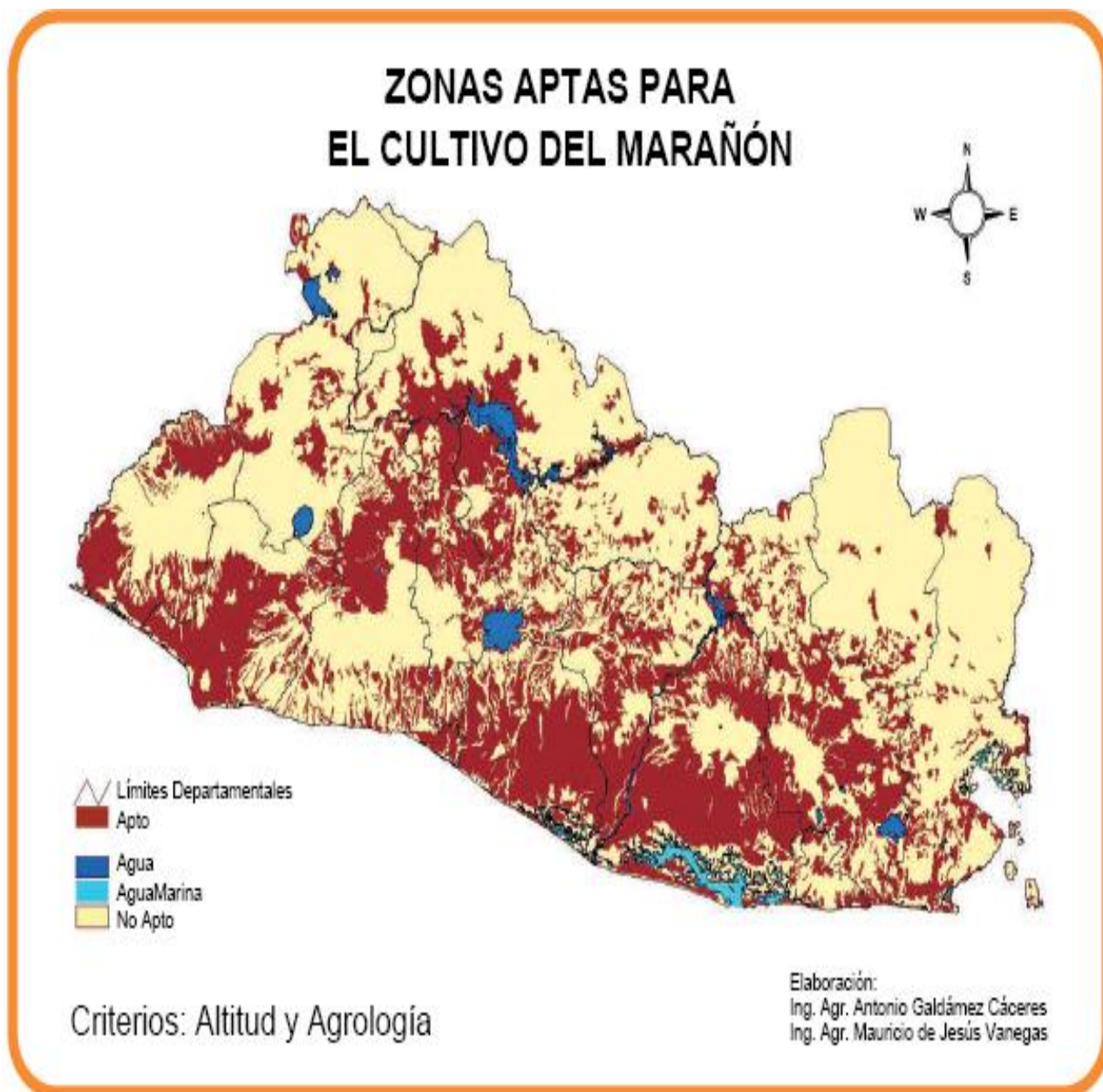
IX. ANEXOS.

IX. ANEXOS


Anexo 1A. Mapa de ubicación del experimento.




Anexo 2A. Mapa de adaptabilidad del para el cultivo de marañón en El Salvador.



Anexo 3A. Análisis nutrimental de suelo donde se monto la investigación.



**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA Y FORESTAL
LABORATORIO DE SUELOS**
e-mail centa_labsuelos@yahoo.com
Tel. 23020200 Ext.248



San Andrés, 03 de Julio de 2008

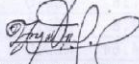
CARTA No. 10049

NOMBRE DEL AGRICULTOR : FELICITO SANTOS PÉREZ	
NOMBRE DE LA FINCA : Cooperativa ACOPASMA de R. L.	
MUNICIPIO : CHIRILAGUA	
DEPARTAMENTO : SAN MIGUEL	
SOLICITANTE : ING. MARIO GARCIA, ING. FIDEL PARADA	
CENTA-PROGRAMA FRUTALES	
BANCO DE YEMAS	


No. Laboratorio	MUESTRA No. 10178
Identificación de la muestra	1
Profundidad de la muestra	20 cm.
Cultivo que desea fertilizar	Marañón
Topografía del terreno	Plano

RESULTADO DEL ANÁLISIS

Textura		FRANCO ARCILLO ARENOSO
PH en agua		6.0 MODERADAMENTE ACIDO
Fósforo	(ppm)	87 MUY ALTO
Potasio	(ppm)	450 MUY ALTO
Zinc	(ppm)	6.77 MUY ALTO
Manganeso	(ppm)	67.86 MUY ALTO
Hierro	(ppm)	17.33 ALTO
Cobre	(ppm)	3.25 MUY ALTO
Calcio Intercambiable	(Meq/100g)	16.84 ALTO
Magnesio Intercambiable	(Meq/100g)	3.63 ALTO
Potasio Intercambiable	(Meq/100g)	1.15
Sodio Intercambiable	(Meq/100g)	0.12 NO SODICO
Suma de bases intercambiable	(Meq/100g)	21.74 MEDIO
Acidez Intercambiable		0.0 BAJO
CICE	(Meq/100g)	21.74 MEDIO
Saturación de bases %		100.0
Relación Calcio/Magnesio		4.64 MEDIO
Relación Magnesio/Potasio		3.16 MEDIO
Relación Calcio + Magnesio/Potasio		17.8 MEDIO
Relación Calcio/Potasio		14.64 MEDIO



ING. QUIRINO ARGUETA
TECNICO EN FERTILIDAD DE SUELOS



Fuente: Laboratorio de química agrícola del CENTA.

Anexo 4A. Resultados de análisis en muestra foliares.

Tratamientos	Macronutrientes (%).						Micronutrientes (mg/kg)				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Fe	Zn	Cu	Mn
Testigo.	1.4	0.12	1.1	0.48	0.13	0.16	3.2	78.0	14.4	8.1	87.0
T ₂ , T ₃ , T ₄ Urea	2.4	0.10	1.0	0.48	0.16	0.18	14.0	63.0	13.5	4.2	105.0
T ₅ , T ₆ , T ₇ 16-20-0	2.3	0.12	1.0	0.60	0.16	0.15	30.0	90.0	15.3	4.8	120.0
T ₈ , T ₉ , T ₀ 0-0-60	2.1	0.12	1.0	0.48	0.16	0.16	17.2	78.0	13.8	5.1	120.0
T ₁₁ , T ₁₂ , T ₁₃ 15-15-15	2.3	0.12	1.0	0.60	0.16	0.15	30.0	90.0	15.3	4.8	120.0

Análisis realizado en laboratorio de PROCAFE

Anexos 5A. Diferentes niveles porcentuales de los nutrimentos presentes en hojas de marañón.

Elemento	Bajo	Suficiente %	Alto
N	1.35-2.10	1.65-2.75	2.75
P	0.13-0.25	0.16-0.25	0.25
K	0.72-1.25	0.89-1.44	1.44
Ca	0.03-0.07	0.03-0.12	0.12
Mg	0.02-0.03	0.02-0.05	0.05

Fuente. Benton, 1991

Anexo 6A. Contenido nutrimental de los abonos químicos.

Nombre comercial	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca O	Mg O	B	S
Urea	46	0	0	0	0	0	0
15-15-15	15	15	15	6	0.2	0	6-9
16-20-0	16	20	0	8-11	0.3	0	11-13
KCL 0-0-60 MOP	0	0	60	0	0	0	0

Fuente Torrez, 2006

Anexos 7A. Recomendación nutricional en fertilización química para marañón enano precoz.

Elemento	Requerimiento grs./planta.					
	Año.					
	1	2	3	4	5	6
Nitrógeno	60	80	120	140	140	140
Sulfato de amonio 21 %	286	381	571	667	667	667
Urea 46%	130	174	261	304	304	304
Fósforo	120	60	90	100	100	100
Fórmula 0-20-0	600	300	450	500	500	500
Súper fosfato simple 20%	600	300	450	500	500	500
Potasio	60	60	90	120	120	120
Formula 0-0-60	100	100	150	200	200	200
Cloruro de potasio 60%	100	100	150	200	200	200

Fuente. Galdamez, 2004

Anexo 8A. Resumen de coeficiente de correlación para las variables evaluadas significativas en plantas de marañón.

Variables correlacionadas	Coefficiente de Correlación
Dif. de altura portainjerto – Dif. Número de hojas.	070891
Dif. de altura portainjerto – Área foliar.	0.85087
Dif. de altura portainjerto – Peso seco.	0.80735
Dif. de diámetro – Dif. Hojas.	0.84543
Dif. de diámetro – Área foliar	0.70546
Dif. de altura – hojas	0.80646
Dif. de diámetro – hojas	0.75744
Dif. hojas – hojas	0.95684
Área foliar – hojas	0.92936
Área foliar – Dif. hojas	0.84177
Área foliar – Peso seco	0.74706
Grados día de desarrollo – Dif. De diámetro portainjerto	0.85608
Peso fresco – Peso seco	0.74581

Anexo 9A. Resumen de análisis de varianza para las variables en estudio en plantas de marañón y prendimiento de injerto; evaluación realizada en el periodo de la investigación.

Variable	CME	CV	R2	PR >F
M1				
Altura de plantas	9.659895	17.49412	0.323590	0.6426
Diámetro del tallo	0.126127	14.53166	0.308888	0.6926
Número de hojas	8.591824	53.22973	0.449532	0.2270
M2				
Altura de plantas	9.167191	15.29499	0.360241	0.5124
Diámetro del tallo	0.129574	12.4615	0.399388	0.3763
Número de hojas	7.912820	47.51347	0.255562	0.8479
M3				
Altura de plantas	9.611886	15.29431	0.344488	0.5688
Diámetro del tallo	0.187878	19.02190	0.298651	0.7260
Número de hojas	7.505020	39.10431	0.264646	0.8251
M4				
Altura de plantas	13.97844	22.59728	0.328531	0.6254
Diámetro del tallo	0.252963	23.37812	0.376321	0.4553
Número de hojas	10.24713	43.70013	0.278200	0.7881
M5				
Altura de plantas	11.75520	17.82477	0.328235	0.6264
Diámetro del tallo	0.166971	13.45426	0.586810	0.0267
Número de hojas	12.79504	47.68339	0.413492	0.3307
Incremento de altura	7.199801	56.89005	0.220208	0.9198
Incremento de número de hojas	8.42656	73.63518	0.488098	0.1404
Incremento de diámetro	0.375645	45.03281	0.375645	0.4577
Peso fresco	4.626509	47.07994	0.363645	0.5002
Peso seco	31.79032	72.10869	0.322477	0.6465
Peso específico	0.006233	34.60450	0.381656	0.4367
Área foliar	1794.226	74.00360	0.335114	0.6022
Porcentaje prendimiento de injerto	322.08891	119.6079	0.327516	0.4282
Grados días de desarrollo GDD	421.7785	120.4976	0.291771	0.7476

*Significancia al 95% NS= no significativo CME= Cuadrado medio del error

CV= coeficiente de variabilidad R2= coeficiente de determinación Pr >F= Prueba de significancia

