

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA**



**“EFECTO DE LA CARENCIA DE MACRONUTRIENTES  
(N,P,K,Ca) EN EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL  
CULTIVO DE AJÍ CHARAPITA (*Capsicum frutescens* L.)  
EN PUCALLPA”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Bach. LICETH, SHAHUANO YUMBATO**


**PUCALLPA - PERÚ**

**2013**

## ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el Jurado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, integrado por los siguientes docentes:

Ing. Mg. Carlos A. Ramírez Chumbe

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

Blgo. Msc. Ildelfonso Ayala Ascencio

  
\_\_\_\_\_  
Secretario

Ing. Luis Díaz Sandoval

  
\_\_\_\_\_  
Miembro

Ing. Rita Riva Ruiz

  
\_\_\_\_\_  
Asesor

Bach. Liceth, Shahuano Yumbato

  
\_\_\_\_\_  
Jesista

## DEDICATORIA

*A DIOS nuestro CREADOR, por estar conmigo en cada paso que doy, por irradiarme sabiduría y por darme fortaleza y valor para continuar.*

*A mis padres: Alicia y Guillermo, por el gran amor que les tengo y por permitirme ser parte de sus vidas.*

*A mis ángeles guardianes: Percy y Almira, que desde el cielo me acompañan todos los días de mi vida. Gracias por todo el amor que me ofrecieron.*

*A mis hermanas(os): Cecilia, Almira, Edgar, Aldo, Rudy, Hernán y Víctor, por el gran aprecio que les tengo.*

*A mis sobrinos(as): Carlos M., Cristhina Y., Xiomara, Jhoany L., Fracier, Gabriel, Jade, Araceli, y Milagros, por llenar mi vida con ternura y felicidad.*

## AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a las siguientes Instituciones y personas que han contribuido en la ejecución de la presente tesis:

- A la Universidad Nacional de Ucayali por brindarme en sus recintos las enseñanzas a través de profesores idóneos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por su esmerada labor, a quienes valoro, respeto y guardo una profunda gratitud y reconocimiento.
- A Bioersity International, que a través de la Asociación CIDRA me apoyaron para la ejecución del presente trabajo de investigación.
- A la Ing. Rita Riva Ruiz por el asesoramiento, por su paciencia, valiosa enseñanza y constante apoyo durante toda la etapa de realización del presente trabajo de investigación.
- A los docentes: Blgo. Msc. Ildelfonso Ayala A., Ing. Luis Díaz S., Ing. Mg. Carlos A. Ramírez Ch., por haberme ofrecido su apoyo y comprensión en todo momento a lo largo de mi carrera.
- A Enrique Rivera, por haberme ofrecido su apoyo incondicional en cada instante de mi vida y en mi formación profesional.
- A mis amigos y colaboradores que de una u otra manera me apoyaron de forma desinteresada en la realización del trabajo de tesis: Ángel Chávez, Juana Marina, Manuel Arévalo, Angélica De La Cruz, Ing. Pablo Villegas, Elena Mori, Wilton Tapullima.

# ÍNDICE

	Página
Lista de gráficos.....	vii
Lista de cuadros.....	viii
Lista de fotos e Iconografía.....	x
Resumen.....	xi
<b>I. INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Generalidades del cultivo.....</b>	<b>3</b>
2.1.1. Origen y domesticación.....	3
2.1.2. Distribución geográfica.....	3
2.1.3. Clasificación taxonómica.....	4
2.1.4. Características botánicas.....	4
2.1.5. Características de la especie.....	5
<b>2.2. Ciclo del cultivo de ají.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3. Importancia del ají a Nivel Nacional y Regional.....</b>	<b>6</b>
<b>2.4. Elementos esenciales en las plantas.....</b>	<b>6</b>
2.4.1. Nitrógeno.....	7
2.4.2. Fósforo.....	7
2.4.3. Potasio.....	8
2.4.4. Calcio.....	8
<b>2.5. Cultivo en soluciones nutritivas.....</b>	<b>8</b>
2.5.1. Control y manejo de la solución nutritiva.....	9
<b>2.6. Solución stock.....</b>	<b>10</b>
<b>2.7. Técnica del elemento faltante.....</b>	<b>11</b>
<b>2.8. Síntomas visuales de deficiencias nutricionales.....</b>	<b>12</b>
2.8.1. Síntoma de deficiencia nutricional.....	12
2.8.2. Diagnóstico visual.....	12
2.8.3. Clave de diagnosis de deficiencias de nutrientes en las plantas..	13
<b>2.9. Antecedentes de la investigación.....</b>	<b>14</b>
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1. Ubicación y duración del estudio.....</b>	<b>16</b>

<b>3.2. Condiciones de clima</b> .....	16
3.2.1. Clima.....	16
<b>3.3. Componentes en estudio</b> .....	17
3.3.1. Material genético.....	17
3.3.2. Tratamientos en estudio.....	17
<b>3.4. Metodología de la investigación</b> .....	18
3.4.1. Diseño experimental.....	18
3.4.2. Análisis estadístico.....	18
<b>3.5. Ejecución del proyecto</b> .....	19
3.5.1. Obtención de semillas de ají.....	19
3.5.2. Fase de almácigo.....	19
3.5.3. Establecimiento del Experimento.....	21
3.5.4. Variables Evaluadas.....	25
<b>3.6. Observaciones registradas</b> .....	26
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	29
<b>4.1. Análisis estadístico</b> .....	29
<b>4.1.1. Crecimiento</b> .....	30
4.1.1.1. Altura de planta.....	30
4.1.1.2. Diámetro de copa.....	31
4.1.1.3. Tamaño de hoja.....	33
4.1.1.4. Diámetro de tallo.....	34
4.1.1.5. Longitud de raíz.....	36
<b>4.1.2. Síntomas de deficiencias</b> .....	38
4.1.2.1. Solución Nutritiva Completa.....	38
4.1.2.2. Deficiencia de Nitrógeno.....	39
4.1.2.3. Deficiencia de Fósforo.....	41
4.1.2.4. Deficiencia de Potasio.....	43
4.1.2.5. Deficiencia de Calcio.....	45
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	47
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	48
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	49
<b>VIII. ANEXOS</b> .....	53
<b>IX. ICONOGRAFÍA</b> .....	60

## LISTA DE GRÁFICOS

EN EL TEXTO	Página
<b>Grafico 1.</b> Registro de temperatura media en °C y precipitación pluvial en mm registrados desde Febrero hasta Abril del 2013. Pucallpa, 2013.....	17
<b>Grafico 2.</b> Incremento de la variable altura de planta (cm) por evaluación de Efecto de la carencia de macronutrientes (N, P, K y Ca) en el cultivo de ají charapita. Pucallpa. Ucayali, Perú, 2013.....	31
<b>Grafico 3.</b> Incremento de la variable diámetro de copa (cm) por evaluación de Efecto de la carencia de macronutrientes (N, P, K y Ca) en el cultivo de ají charapita. Pucallpa. Ucayali, Perú, 2013.....	32
<b>Grafico 4.</b> Incremento de la variable tamaño de hoja (cm) por evaluación de Efecto de la carencia de macronutrientes (N, P, K y Ca) en el cultivo de ají charapita. Pucallpa. Ucayali, Perú, 2013.....	34
<b>Grafico 5.</b> Incremento de la variable diámetro de tallo (cm) por evaluación de Efecto de la carencia de macronutrientes (N, P, K y Ca) en el cultivo de ají charapita. Pucallpa. Ucayali, Perú, 2013.....	35
<b>Grafico 6.</b> Incremento de la variable longitud de raíz (cm) por evaluación de Efecto de la carencia de macronutrientes (N, P, K y Ca) en el cultivo de ají charapita. Pucallpa. Ucayali, Perú, 2013.....	37

## LISTA DE CUADROS

EN EL TEXTO	Página
<b>Cuadro 1.</b> Solución Stock (SE) de componentes de solución nutritiva de Hoagland.....	11
<b>Cuadro 2.</b> Solución de Micronutrientes.....	11
<b>Cuadro 3.</b> Descripción de los tratamientos en estudio.....	18
<b>Cuadro 4.</b> Esquema del análisis de varianza (ANVA).....	18
<b>Cuadro 5.</b> Cantidades de soluciones nutritivas para tratamientos.....	23
<b>Cuadro 6.</b> Prueba de Promedio Tuckey en el incremento para las variables: Altura de planta, diámetro de copa, tamaño de hoja, diámetro de tallo y longitud de raíz del efecto de la carencia de macronutrientes en el cultivo de ají charapita en Pucallpa. Ucayali, Perú, 2013.....	29
EN EL ANEXO	Página
<b>Anexo 1.</b> Observaciones meteorológicas registradas en la Estación Climatológica de la Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú, Febrero – Abril, 2013.....	54
<b>Anexo 2.</b> Datos de las observaciones registradas sobre el comportamiento del pH. Pucallpa - Perú, 2013.....	54
<b>Anexo 3.</b> Datos de las observaciones registradas sobre el comportamiento de la C.E Pucallpa - Perú, 2013.....	55
<b>Anexo 4.</b> Cantidades de Solución Nutritiva en ml. para tratamientos. Pérez, 1 998. Guía de Prácticas de Fisiología Vegetal.....	55
<b>Anexo 5.</b> Cantidades de Solución Stock en ml. para preparar 4 Lit. al 25%. de solución nutritiva para cada tratamiento. Pucallpa - Perú, 2013.....	56
<b>Anexo 6.</b> Cantidades de Solución Stock en ml. para preparar 4 Lit. al 50%. de solución nutritiva para cada tratamiento. Pucallpa - Perú, 2013.....	56



<b>Anexo 7.</b>	Cantidades de Solución Stock en ml. para preparar 4 Lit. al 75%. de solución nutritiva para cada tratamiento. Pucallpa - Perú, 2013.....	56
<b>Anexo 8.</b>	Cantidades de Solución Stock en ml. para preparar 4 Lit. al 100%. de solución nutritiva para cada tratamiento. Pucallpa - Perú, 2013.....	57
<b>Anexo 9.</b>	Evaluación del número de ramas en el T0 (SNC) y T4 (Carente de Calcio) sobre el efecto de la carencia de macronutrientes (N, P, K y Ca) en el Crecimiento y Desarrollo del Cultivo de ají charapita en Pucallpa. Desde los 30 hasta los 60 días d/t. Ucayali - Perú, 2013.....	57
<b>Anexo 10.</b>	Observación fenológica reproductiva del cultivo de ají charapita <i>Capsicum frutescens</i> L.....	58
<b>Anexo 11.</b>	Análisis de varianza del incremento para las variables: Altura de planta, Diámetro de copa, Tamaño de hoja, Diámetro de tallo y Longitud de raíz en el efecto de la carencia de macronutrientes N, P, K y Ca en el crecimiento y desarrollo del cultivo de ají charapita en Pucallpa. Ucayali – Perú. 2013.....	59

## LISTA DE FOTOS E ICONOGRAFÍA

EN EL ANEXO	Página
Foto 1. Selección de planta madre.....	61
Foto 2. Cosecha de frutos maduros.....	61
Foto 3. Extracción de semillas de los frutos seleccionados.....	61
Foto 4. Pesado de semillas seleccionadas.....	61
Foto 5. Prueba de germinación.....	61
Foto 6. Lavado del sustrato.....	62
Foto 7. Emergencia de plántulas.....	62
Foto 8. Almácigo de ají charapita.....	62
Foto 9. Llenado de los baldes.....	62
Foto 10. Trasplante a los baldes.....	62
Foto 11. Evaluación de C.E.....	63
Foto 12. Etiquetado de los baldes.....	63
Foto 13. Acondicionamiento de los baldes.....	63
Foto 14. Plántulas a 1 semana d/t.....	63
Foto 15. Planta testigo a 1 semana d/t.....	63
Foto 16. Plantas con carencia de N, 1 semana d/t.....	63
Foto 17. Plantas con carencia de P, 1 semana d/t.....	64
Foto 18. Plantas con carencia de K, 1 semana d/t.....	64
Foto 19. Plantas con carencia de Ca, 1 semana d/t.....	64
Foto 20. Presencia de <i>Toxóptera</i> sp.....	64
Foto 21. Ataque de <i>Toxóptera</i> sp.....	64
Foto 22. Control fitosanitario.....	64
Foto 23. Evaluación de Altura de planta.....	65
Foto 24. Evaluación de tamaño de hoja.....	65
Foto 25. Evaluación de diámetro de tallo.....	65
Foto 26. Evaluación de longitud de raíz.....	65
Foto 27. Vista de plantas de ají charapita a los 30 días (d/t).....	65
Foto 28. Plantas con solución nutritiva completa.....	65
Foto 31. Solución de micronutrientes.....	66
Foto 32. Preparación de la solución.....	66
Foto 33. Solución de macronutriente empleadas en el experimento.....	66

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo: "Determinar los síntomas de deficiencias de macronutrientes (N, P, K, Ca) en el crecimiento y desarrollo del cultivo de ají charapita (*Capsicum frutescens* L.) en Pucallpa bajo sistema hidropónico".

Para el análisis comparativo se utilizó un Diseño Completo Randomizado (DCR), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones haciendo un total de 20 unidades experimentales. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de promedios de Tuckey, a un nivel de significancia de  $P \leq 0.05\%$ . Los tratamientos estudiados fueron:  $T_0$  (Solución Nutritiva completa),  $T_1$  (Solución Nutritiva carente de Nitrógeno),  $T_2$  (Solución Nutritiva carente de Fósforo),  $T_3$  (Solución Nutritiva carente de Potasio) y  $T_4$  (Solución Nutritiva carente Calcio). Las variables evaluadas fueron: Altura de planta, Diámetro de copa, Tamaño de hoja, Diámetro de tallo, Número de ramas, Longitud de raíz y Síntomas de deficiencias.

Los resultados indican que si hubo significancia estadística con respecto al incremento de las variables estudiadas, siendo el  $T_0$  (SNC), el que superó a los demás tratamientos debido a que contenía todos los nutrientes esenciales y el  $T_1$  (-N) que obtuvo el menor incremento en: Altura de planta (5.27 cm.), diámetro de copa (5.25 cm.), tamaño de hoja (1.58 cm.), diámetro de tallo (0.09 cm.) y en longitud de raíz (21.80 cm.), siendo de esta manera el nitrógeno, el elemento más importante para el cultivo, seguido por los elementos fósforo, potasio y calcio.

Los síntomas de deficiencias observados en los tratamientos carentes de macronutrientes en estudio, muestran que el que más afectó el crecimiento vegetativo fue el Nitrógeno, que manifestó su síntoma de deficiencia con más contundencia en las hojas inferiores con una clorosis, mostrando un crecimiento lento y reducido de la planta; seguido por el Fósforo, que manifestó su síntoma de deficiencia con más contundencia en las hojas inferiores con clorosis generalizada, con puntos marrones y raíz alargada muy débil; asimismo, el Potasio, manifestó su síntoma de deficiencia con más contundencia con defoliación de las hojas inferiores; finalmente el Calcio, que manifestó su síntoma de deficiencia con una clorosis en las hojas tiernas y luego en los bordes de las hojas adultas.

## I. INTRODUCCIÓN.

El *Capsicum frutescens L.*, conocida regionalmente como “ají charapita” es una de las especies de ají de mayor importancia en la población nativa y mestiza de las zonas rurales y urbanas de la Amazonía Peruana por sus múltiples usos, esto debido a que el fruto contiene un sabor y aroma característico, siendo la capsaicina la sustancia responsable del sabor picante de sus frutos.

En la Región Ucayali existe una gran producción de ají charapita “*Capsicum frutescens L.*”, generalmente en los meses de mayor precipitación (Noviembre – Marzo), siendo su comercialización al natural como fruto fresco en los principales mercados de la localidad o sinó directamente de los agricultores, en los puertos, en las chacras, eje de la carretera Federico Basadre, etc.

La Amazonia presenta condiciones favorables para la producción continua de ají durante el año, lo que podría servir para abastecer el mercado local, nacional y los mercados extranjeros. (Villachica, 1996).

El ají charapita en la actualidad no cuenta con un manejo técnico agronómico que provea condiciones más favorables para la expresión de la producción, lo que se desconoce el efecto de los síntomas de deficiencias nutricionales ya que esto conlleva a que con un adecuado estado nutricional se garantiza el cumplimiento de procesos fisiológicos esenciales que permitan el crecimiento y desarrollo del cultivo.

Una de las características de la producción de ajíes en la región es que la nutrición del cultivo se hace en forma empírica, ya que no se considera todos los nutrientes que debería suministrarse en la cantidad, el balance y en el momento oportuno, lo que resulta de una mala nutrición y deficiencias.

Considerando importante que los síntomas de deficiencias nutricionales, incide en el crecimiento y desarrollo del cultivo, se decidió la necesidad de estudiar el efecto de los síntomas visuales que permitan caracterizar las

deficiencias de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Calcio en el cultivo de ají charapita, para contribuir a resolver de manera correcta y oportuna los desbalances nutrimentales de este cultivo, el cual será de gran utilidad para los agricultores de nuestra Región que cultivan esta especie.

### **Objetivo General**

- Determinar los síntomas de deficiencias de macronutrientes (N, P, K y Ca) en el crecimiento y desarrollo del cultivo de ají charapita (*Capsicum frutescens L.*) en sistema hidropónico.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar los síntomas de deficiencias del nitrógeno (N) en el crecimiento y desarrollo del cultivo de ají charapita.
- Determinar los síntomas de deficiencias del fósforo (P) en el crecimiento y desarrollo del cultivo de ají charapita.
- Determinar los síntomas de deficiencias del potasio (K) en el crecimiento y desarrollo del cultivo de ají charapita.
- Determinar los síntomas de deficiencias del calcio (Ca) en el crecimiento y desarrollo del cultivo de ají charapita.

deficiencias de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Calcio en el cultivo de ají charapita, para contribuir a resolver de manera correcta y oportuna los desbalances nutrimentales de este cultivo, el cual será de gran utilidad para los agricultores de nuestra Región que cultivan esta especie.

### **Objetivo General**

- Determinar los síntomas de deficiencias de macronutrientes (N, P, K y Ca) en el crecimiento y desarrollo del cultivo de ají charapita (*Capsicum frutescens L.*) en sistema hidropónico.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar los síntomas de deficiencias del nitrógeno (N) en el crecimiento y desarrollo del cultivo de ají charapita.
- Determinar los síntomas de deficiencias del fósforo (P) en el crecimiento y desarrollo del cultivo de ají charapita.
- Determinar los síntomas de deficiencias del potasio (K) en el crecimiento y desarrollo del cultivo de ají charapita.
- Determinar los síntomas de deficiencias del calcio (Ca) en el crecimiento y desarrollo del cultivo de ají charapita.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

### 2.1. Generalidades del cultivo

#### 2.1.1. Origen y domesticación

Diversos estudios han definido como el principal centro de origen del género *Capsicum* una gran área ubicada entre el Sur de Brasil y el Este de Bolivia, Oeste de Paraguay y Norte de Argentina, pues en esta región ha sido observada la mayor distribución de especies silvestres del mundo (Dewitt y Bosland, 1993). Posteriormente fue distribuida por toda América desde el Sur de los Estados Unidos hasta Argentina.

Las cinco especies más cultivadas son derivadas de diferentes ancestros localizados en tres distintos centros de origen. México es el principal centro de origen para *C. annuum* junto con Guatemala; *C. frutescens* y *C. chinense* se encuentran en la Amazonía y el Perú; y *C. baccatum* y *C. pubescens* son originarios de Bolivia. No obstante, la especie de mayor distribución geográfica es *C. frutescens*, la cual se encuentra en México, Centroamérica y el Caribe.

A diferencia de las otras especies domésticas de *Capsicum*, no se cuenta con evidencia fósil de *C. frutescens* en los yacimientos arqueológicos americanos, pero se supone que se domesticó en Centroamérica, probablemente en Panamá, difundiéndose paulatinamente por el área del Caribe y el norte de Sudamérica. Es endémica de Centro y Sudamérica, Guyana Francesa, Surinam, Venezuela, Brasil, Colombia, Ecuador y Perú.

#### 2.1.2. Distribución geográfica

El ají fue traído al viejo mundo por Colón en su primer viaje en el año 1493, en el siglo XVI, ya se había difundido su cultivo en España, desde donde se distribuyó al resto de Europa y del mundo con la colaboración de los portugueses, su introducción en Europa supuso un avance culinario, ya que vino a complementar e incluso sustituir a otro condimento muy

empleado como era la pimienta negra (*Piper nigrum* L.), de gran importancia comercial entre Oriente y Occidente (Smith, 1987).

### 2.1.3. Clasificación taxonómica

Clasificación sistemática que reporta <http://es.wikipedia.org/wiki/capsicum>.

- Reino : Plantae
- División : Magnoliophyta
- Clase : Magnoliopsida
- Orden : Solanales
- Familia : Solanaceae
- Género : *Capsicum*
- Especie : *C. frutescens* L.

El vocablo ají se utiliza para nombrar materiales picantes, mientras que para los no picantes se utiliza pimentón.

Todas las formas de los chiles, pimientos o 'ajíes' utilizadas por el hombre pertenecen al género *Capsicum*. Este nombre deriva del griego *Kapso* (picar) haciendo mención a la pungencia del fruto. Según otros autores este nombre proviene del latín *Capsicon* (Cápsula o caja) debido a la forma del fruto. Este género se incluye en la extensa familia de las Solanáceas (Pozo *et al.* 1991; Nuez *et al.* 1996).

### 2.1.4. Características botánicas.

(Según Tela Botánico, 2009). El *Capsicum frutescens* L. pertenece a la Familia de las solanáceas, cuyas características botánicas son las siguientes:

- **Hábito** : Es un arbusto
- **Tallo** : Erecto y ramificado
- **Hojas** : Son ovoides, elípticas, agudas, acabadas en punta



lisas, de color verde claro y mide unos 8 cm de largo.

- **Inflorescencia :** Las flores solitarias, raramente en pares, en las axilas de las hojas. Los pedicelos más largos que las flores, curvados hacia el ápice.
- **Flores :** Son de color blanquecino o amarillento, son de hábito vertical y se presentan individualmente.
- **Los frutos :** Son bayas amarillas o verdes, tornándose de color anaranjado intenso al madurar; de acuerdo a la variedad, miden entre 2 y 5 cm de largo. Se desprenden fácilmente del pedúnculo para facilitar su dispersión; una planta vigorosa puede producir más de 120 frutos.
- **Semillas :** Semillas numerosas, circulares aplanadas, amarillentas.

### 2.1.5. Características de la especie.

El ají charapita es una planta herbácea que alcanza el metro de altura, aunque su tamaño varía de acuerdo a la riqueza del suelo y a la temperatura, desarrollándose en mayor grado en climas más cálidos. Presenta un follaje más denso y compacto que otras especies de *Capsicum*. Es habitualmente bianual, aunque puede sobrevivir hasta seis años; la producción de frutos disminuye abruptamente con la edad, sin embargo, sólo se la conserva por su valor decorativo.

**2.1.5.1. Altitud y clima:** El cultivo de ají charapita es el que se adapta a un rango muy amplio de altitudes, desde el nivel del mar hasta 3000 m.s.n.m, de acuerdo con la especie cultivada, el rango de temperatura mayormente para este cultivo se da entre 18 a 30 °C.

[http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/tec-chile.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-chile.pdf).

**2.1.5.2. Suelo:** Es recomendable suelos livianos, de textura areno arcillosos, un buen drenaje y moderado contenido de materia orgánica. En el

caso de suelos arcillosos deben tener buen drenaje y estar bien preparados antes de la siembra para evitar cúmulos de agua que favorecen la incidencia de enfermedades en la raíz. El pH puede oscilar entre 5.5 y 6.5, ya que este cultivo es moderadamente tolerante a la acidez.

[http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/tec-chile.pdf](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-chile.pdf).

## **2.2. Ciclo del cultivo de ají.**

Según Villachica (1996), la germinación del ají se produce entre los 15 y 17 días, después de la siembra, la floración se produce 60 a 120 días después del trasplante y las épocas de producción alrededor de 120, 150 y 210 días después del trasplante. La máxima fructificación se produce entre 160 a 240 días después del trasplante dependiendo de la variedad.

## **2.3. Importancia del ají a Nivel Nacional y Regional**

En el antiguo Perú el ají era el ingrediente ideal para la elaboración de numerosos potajes. La capsaicina es la sustancia responsable (pungencia) del sabor picante de los frutos del ají y se encuentra concentrada en sus semillas y membrana (Nervaduras). La importancia que se le da a este cultivo es por el gran uso que tiene en la cocina, ya que se emplea para sazonar comidas. Es utilizado en encurtido natural, macerados con limón, ensaladas y ceviches regionales. También para dar gusto a sopas regionales como: inchicapi, mazamorra de gamitana, caldo de gallina regional etc., e incluso en guisos y otros platos amazónicos, debido a su característico picor.

## **2.4. Elementos esenciales en las plantas**

Son aquellos elementos que la planta requiere para un óptimo desarrollo y complementar su ciclo de vida. Para que un elemento sea esencial debe considerar los siguientes aspectos: los síntomas de deficiencia deben ser corregidos únicamente cuando la planta es abastecida con el elemento correspondiente, o sea que el elemento en cuestión no debe ser sustituido o remplazado totalmente por ningún otro elemento. Y un segundo aspecto es con la ausencia del elemento en cuestión no es posible

un desarrollo normal de la planta y esta es incapaz de completar su ciclo de vida (Arnon *et al.*, 1939).

Cuando un elemento esencial es eliminado del medio nutritivo, primero el crecimiento se detiene y luego ocurre la muerte, pero antes de que la planta muera hacen su aparición síntomas de deficiencia (clorosis, necrosis, malformaciones) los cuales reflejan un estado de decadencia en las plantas (Alcázar *et al.*, 2007).

#### **2.4.1. Nitrógeno.**

El Nitrógeno es móvil en la planta, por lo que se desplaza de los tejidos maduros a los tejidos jóvenes, estimula el crecimiento de la planta, especialmente en la etapa inicial de crecimiento vegetativo, da el color intenso a las plantas, y genera un alto índice de área foliar prolongando el periodo útil de las hojas a través del tiempo.

**Sintomatología de deficiencia.** Este elemento se suele manifestar con un color verde amarillamiento en las hojas adultas, crecimiento y desarrollo lento de la planta, disminución de la floración, fructificación y reducido rendimiento de materia seca (Pérez, 1998).

#### **2.4.2. Fósforo.**

Es un elemento estructural de ácidos nucleicos y fosfolípidos, componentes esenciales de la membrana celular. Promueve el desarrollo de raíces, índice de área foliar, floración y permite adelantar la maduración. Es muy importante en las primeras etapas de crecimiento, ya que cumple un rol importante en el almacenamiento y transferencia de energía (ATP y otras nucleoproteínas).

**Sintomatología de deficiencia.** La deficiencia de fósforo causa aspecto raquítico de la planta, desarrollo y madurez lento, y produce coloración morada en el follaje de algunas plantas debido a que acumulan gran cantidad de azúcares en los tejidos, lo que ocasiona un notable aumento de los pigmentos morados llamados antocianinas (Gardner *et al.* 1990).

### 2.4.3. Potasio.

Las plantas bien alimentadas con potasio pierden poca agua, ya que el potasio incrementa el potencial osmótico y tiene una influencia favorable en el cierre estomático. También sirve para balancear las cargas de los aniones y tiene influencia en su toma y transporte.

**Sintomatología de deficiencia.** Los síntomas se muestran en las hojas mediante:

**Clorosis.** Amarillamiento y quemaduras marginales en las hojas medias y bajas de la planta.

**Defoliación.** Si no se corrige la deficiencia, las plantas deficientes en potasio pierden sus hojas antes de lo que deberían. Las hojas se vuelven amarillas marrones, y finalmente se caen una a una.

[www.hydroenvironment.com/deficienciasdelosnutrientesenlasplantas.com](http://www.hydroenvironment.com/deficienciasdelosnutrientesenlasplantas.com).

### 2.4.4. Calcio.

Es esencial para la división y alargamiento celular, porque es un componente de la pared celular, particular de las sustancias cementantes, los pectatos de calcio. Se encuentra también como oxalato de calcio y carbonato de calcio en las vacuolas. Estas sales supuestamente estabilizan los ácidos orgánicos a niveles no tóxicos.

**Sintomatología de deficiencia.** Una deficiencia de calcio causa malformación y muerte de meristemas (raíces, brotes, frutos y nódulos) posiblemente debido a las fallas en el transporte por floema y su inmovilidad en la planta (*Gardner et al. 1990*). La deficiencia se desarrolla en los órganos jóvenes y limita su crecimiento.

## 2.5. Cultivo en soluciones nutritivas

El cultivo sin suelo está ganando importancia, ya que es más fácil el control de las propiedades físicas del sustrato, en comparación con la utilización del suelo directamente. En dicha condición, las plantas pueden ser cultivadas en agua o sustratos con baja o nula actividad química, las

cuales abastecen con los nutrimentos esenciales para su desarrollo mediante la adición de alguna de las soluciones nutritivas conocidas (Calderón F.S., 1997).

Cabe afirmar que esta técnica permite optimizar el crecimiento y desarrollo del cultivo, logrando reducir su periodo vegetativo con un bajo consumo de agua. Además de la obtención de plantas saludables y libres de enfermedades lo cual genera importantes ventajas de tipo sanitario. Asimismo, permite el aprovechamiento de pequeñas áreas.

### **2.5.1. Control y manejo de la solución nutritiva.**

Existen diversos factores que se deben considerar para un adecuado control y manejo de la solución nutritiva, lo cual repercutirá directamente en la calidad del producto obtenido.

#### **2.5.1.1. Conductividad Eléctrica (C. E.)**

La conductividad eléctrica indica el contenido de sales en la solución. El rango de conductividad eléctrica requerido para un adecuado crecimiento del cultivo se encuentra entre 0 a 3 mS/cm. y varía según la especie. Se recomienda realizar esta evaluación por lo menos una vez por semana en las etapas de post- almácigo y trasplante definitivo.

Si la solución nutritiva supera el límite del rango óptimo de C.E se debe agregar agua o en caso contrario renovarla totalmente.

La medición de este parámetro se puede realizar con un medidor portátil denominado conductivímetro el cual debe calibrarse según las indicaciones de su proveedor, para evitar errores en el manejo de la solución nutritiva.

#### **2.5.1.2. pH**

El pH indica el grado de acidez o alcalinidad de una solución. Si una solución es ácida su valor es menor que 7, si es alcalina su

valor es mayor a 7 y es neutro si su valor es 7. La disponibilidad de nutrientes varía de acuerdo al pH de la solución nutritiva, por eso es recomendable mantenerla dentro de un rango que va 5.5 a 6.5, en el cual los nutrientes están disponibles para la planta.

Para disminuir el pH se agrega ácido sulfúrico o ácido nítrico y para aumentar el pH adicionar una base o álcali como hidróxido de potasio o hidróxido de sodio (excepto para aguas con niveles significativos de sodio). Se sugiere el uso de un pHmetro o cinta de pH para el control de este parámetro.

### **2.5.1.3. Duración y cambio de agua.**

La vida útil de la solución de nutrientes depende principalmente del contenido de iones que no son utilizados por las plantas.

La vida media de una solución nutritiva que haya sido ajustada por medio de análisis semanales suele ser de dos meses. En caso de no efectuarse dichos análisis se recomienda un cambio total de la solución nutritiva a las 2 o 3 semanas.

## **2.6. Solución Stock**

Hoagland y Arnon (1950), formularon dos soluciones nutritivas las cuales han sido ampliamente utilizadas y el término "Solución de Hoagland" proviene de los laboratorios caseros del mundo, dedicados a la nutrición de las plantas a nivel mundial. La solución 2 de Hoagland contiene iones amonio como también de nitrato dando como resultado una mejor solución buffer que la 1.

**Cuadro 1. Solución Stock (SE) de componentes de solución nutritiva de Hoagland.**

Si	Sustancia	g/lt	Mol.	Concentración de elementos (ppm)					
				Ca	N	K	Mg	S	P
	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O Nitrato de calcio	236.16	1	40,080	28,020	-----	-----	-----	-----
<b>B</b>	KNO <sub>3</sub> Nitrato de potasio	101.10	1	-----	14,010	39,160	-----	-----	-----
<b>C</b>	SO <sub>4</sub> Mg Sulfato de magnesio	120.37	1	-----	-----	-----	24,310	32,060	-----
<b>D</b>	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> Fosfato monopotásico	135.15	1	-----	-----	39,160	-----	-----	30,970
<b>E</b>	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) Fosfato monocalcico	2.7	0.01	400	-----	-----	-----	-----	640
<b>F</b>	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Sulfato de potasio	87.5	0.5	-----	-----	39,160	-----	16,030	-----
<b>G</b>	CaSO <sub>4</sub> 2H <sub>2</sub> O Sulfato de calcio	1.72	0.01	400	-----	-----	-----	320	-----
<b>H</b>	Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> Nitrato de magnesio	148.33	1	-----	28,020	-----	24,310	-----	-----
<b>I</b>	Micronutrientes								
<b>J</b>	Fe-EDTA Quelato de hierro	26,10 24,90	Dilución en 700 ml de agua destilada conteniendo 268 ml de NaOH (40 g/L) y completado a un litro.						

Fuente: Pérez, 1 998. Guía de Prácticas de Fisiología Vegetal.

**Cuadro 2. Solución de Micronutrientes**

SUSTANCIA	g/lt	Concentración de elementos (ppm)							
		Mn	Cl	B	Zn	S	Cu	Mo	
MnCl <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O Cloruro de manganeso	1.81	502	628	---	---	---	---	---	
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> Acido bórico	2.86	---	---	439	---	---	---	---	
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O Sulfato de zinc monohidratado	0.1	---	---	---	29.2	14.2	---	---	
SO <sub>4</sub> Cu·5H <sub>2</sub> O Sulfato de cobre	0.1	---	---	---	---	12.9	25	---	
H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O Acido molibdico	0.1	---	---	---	---	---	---	53	

Fuente: Pérez, 1 998. Guía de Prácticas de Fisiología Vegetal.

## 2.7. Técnica del elemento faltante

La técnica del elemento faltante es un procedimiento que permite generar y caracterizar las deficiencias nutrimentales en las plantas, en ésta

el tratamiento testigo recibe todos los elementos esenciales en los niveles e intervalos adecuados. El tratamiento de eliminación consiste en excluir el elemento que se está investigando, mientras que todos los demás son proporcionados de manera adecuada, lo que hace posible comparar los elementos (Schenkel et al., 1970).

## **2.8. Síntomas visuales de deficiencias nutricionales.**

### **2.8.1. Síntoma de deficiencia nutricional.**

La determinación de una deficiencia nutrimental también se puede efectuar mediante el diagnóstico visual.

### **2.8.2. Diagnóstico visual.**

El diagnóstico visual consiste en una apreciación directa del cultivo o planta. La carencia de un elemento se manifiesta en un síntoma característico. En la observación se tienen en cuenta dos puntos: las hojas jóvenes y las viejas (Rodríguez, 1996). Sin embargo también se pueden comparar, raíces, frutos, tallos y otros órganos de la planta (Sánchez *et al.*, 2007).

El diagnóstico visual es una herramienta práctica, útil y sencilla para diagnosticar alteraciones nutrimentales en campo, pero una de sus limitantes es que cuando aparece un síntoma de deficiencia, el crecimiento y la producción en un cultivo podrían estar limitados por lo que se conoce como "hambre oculta" (deficiencia latente). (Alcázar et al. 2007).

El diagnóstico visual requiere de un enfoque sistemático que puede ser simplificado evaluando el: **tipo de síntoma** (clorosis, enanismo etc.) y **localización del síntoma** (hojas viejas, hojas jóvenes). Algunos tipos de síntoma son:

**a. Clorosis o amarillamiento uniforme o en los bordes.** El síntoma más común se debe a una falta en el desarrollo de la clorofila. Las hojas



cloróticas varían su color desde un verde claro a un color amarillo.  
[www.sintomasvisuales.pdf](http://www.sintomasvisuales.pdf).

**b. Clorosis intervenal.** Las venas de las hojas se mantienen verdes, mientras el tejido entre-medio de las hojas se torna amarillo.  
[www.sintomasvisuales.pdf](http://www.sintomasvisuales.pdf).

**c. Necrosis.** Ocurre muerte o secamiento del tejido asociada con deshidratación y descoloración de los órganos de la planta. Daños asociados con sequía, herbicidas, enfermedades y exceso de sales también pueden causar necrosis.

**d. Enanismo (achaparramiento).** Una reducción en la tasa de crecimiento está asociado a casi todos los síntomas nutricionales. La forma del enanismo puede variar con la deficiencia. [www.sintomasvisuales.pdf](http://www.sintomasvisuales.pdf).

**e. Coloración anormal.** Algunas deficiencias nutricionales están caracterizadas por coloración roja, púrpura, marrón o verde-oscuro.  
[www.sintomasvisuales.pdf](http://www.sintomasvisuales.pdf).

### **2.8.3. Clave de diagnosis de deficiencias de nutrientes en las plantas.**

De acuerdo a la clave de diagnosis de deficiencias de nutrientes en las plantas según el manual de prácticas de fisiología vegetal (**Pérez, 1998**), indican lo siguiente:

A. Las hojas más viejas son las más afectadas; efectos generales o localizados.

a. Efectos más o menos generalizados; desecamientos más o menos marcado de las hojas inferiores; planta de color verde pálido u oscuro.

1. Planta de color verde pálido; hojas inferiores amarillos que pasan al secarse a pardo claro; tallos cortos y finos en fases avanzadas de crecimiento..... **Nitrógeno.**

2. Planta de color verde oscuro; con frecuencia aparecen coloraciones verdes o purpúreas; hojas inferiores amarillas pasando al secarse a un color pardo verdoso o negruzco; tallos cortos y finos en estado avanzado de crecimiento..... **Fósforo.**

b. Efectos casi siempre localizados; moteados o clorosis en las hojas inferiores, pueden o no presentarse zonas necróticas.

1. Clorosis localizada, sin aparición de otros pigmentos por lo general zonas necróticas grandes o pequeñas distribuidas irregularmente. Clorosis en ápices y bordes principalmente y con zonas internervales, seguidas por necrosis de estas mismas zonas, tallos finos..... **Potasio.**

B. Las hojas más jóvenes de las plantas y las yemas terminales se hallan afectadas. Síntomas generalmente localizados.

a. La yema terminal muere y aparecen distorsiones en el ápice o en la base de las hojas jóvenes.

1. Las hojas se enrollan típicamente y presentan clorosis y luego necrosis, principalmente en el ápice y bordes de la lámina. Las yemas laterales permanecen dormantes..... **Calcio.**

## 2.9. Antecedentes de la investigación.

**Calderón (1997)**, señala que las plantas se nutren rápidamente de las soluciones nutritivas que es una fuente efectiva en el aporte de nutrientes, estimulando el desarrollo y mayor producción de los cultivos.

**Resh (1992)** indica que los fertilizantes sintéticos o minerales llegan más directo en la nutrición vegetal, de ahí que las fertilizaciones deben ser pocas pero constantes para hacerlo más eficiente y las cantidades en cada labor dependen de la solubilidad de los fertilizantes, la disponibilidad de nutrientes en la solución y de las exigencias del cultivo.

**FAR** (Fundación para la Investigación Agronómica) Citado por **Díaz (2007)**, señala que el **Nitrógeno** puede ser el primer nutriente limitante en plantas no leguminosas y que en ausencia de cantidades adecuadas de otros nutrientes, este no podría cumplir con su cometido, siendo los productos de la fotosíntesis los responsables del incremento en el crecimiento de una planta.

**Dickson & Isebrands (1991)**, señala que el crecimiento de la planta depende en esencia de la expansión foliar: Las hojas crecen para interceptar la luz, tomar CO<sub>2</sub> y proporcionar carbono a toda la planta así como para transpirar y regular la temperatura.

**Kiesselbach (1916)** indica que el factor nutriente interacciona de modo importante con el factor agua, de modo que si la planta tiene deficiencias en un elemento su tallo y hojas la harán exigir poca agua, pero por efecto de su irregular metabolismo usa el agua con poca eficiencia y necesita muchos gramos de ella para hacer un gramo de materia seca, es decir, desperdicia el agua. El nutriente corrige el metabolismo de manera que necesita menos agua por gramo de materia seca, pero al mismo tiempo, al aumentar la talla, el número y el tamaño de las hojas, la demanda total de agua crece.

**CATIE, (1990)** indica que los elementos nutricionales críticos para el cultivo de Chile, en el área de Centro América son: Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Zinc (Zn), Boro (B) y Nitrógeno (N). Todos los elementos son necesarios e indispensables, pero el Fósforo y el Nitrógeno son los elementos con los cuales hay mayor respuesta del cultivo.

**Navarro y Navarro, 2000.** Resalta que cuando empieza a manifestarse la deficiencia en los elementos móviles, el elemento que está almacenado en las hojas maduras tiende a desplazarse a las más jóvenes para cubrir sus necesidades, por lo que los síntomas de estos se presentan en las hojas maduras de la parte basal de la planta o ramas.

### **III. MATERIALES Y METODOS.**

#### **3.1. Ubicación y duración del estudio.**

El presente trabajo de investigación se realizó en el Módulo de Hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali. Ubicado en el Km. 6.500 de la carretera Federico Basadre, pertenece al Distrito de Manantay, Provincia de Coronel Portillo del Departamento de Ucayali. Geográficamente el área está situado a 08° 23' 39.6" de latitud Sur y 74° 34' 39.8" de longitud Oeste a 154 m.s.n.m.

El trabajo de investigación tuvo una duración de 3 meses, iniciándose con la fase de almácigo el 08 de Febrero del 2013 y se culminó el 30 de Abril del 2013.

#### **3.2. Condiciones de clima.**

##### **3.2.1. Clima.**

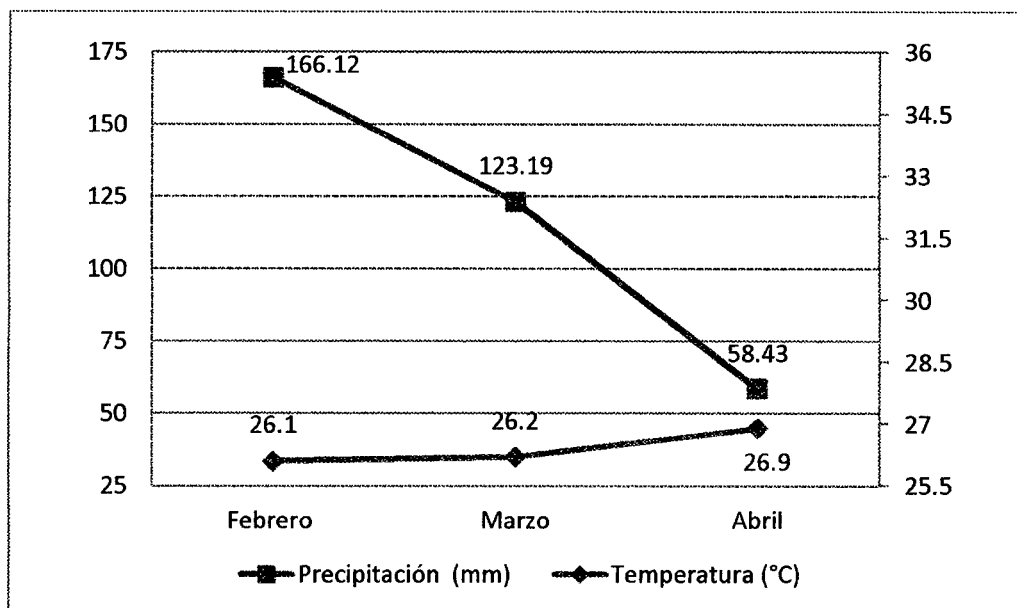
Según (Cochrane *et al.*, 1992), el Departamento de Ucayali corresponde al ecosistema de bosque tropical semi siempre verde estacional, y se caracteriza por ser cálida y húmeda.

Durante los meses que duró el experimento, la mayor temperatura media fue de 26.9 °C en el mes de Abril y el menor promedio fue de 26.1 °C en el mes de Febrero.

La precipitación pluvial promedio comprendió de 166.12 mm a 58.43 mm, siendo el mes de Abril que obtuvo menor precipitación (58.43 mm), mientras que el mes más lluviosos fue Febrero con (166.12 mm). Ver Gráfico 1

La humedad relativa fue mayor en el mes de Febrero con un 85.1 %, y menor en el mes de Abril con un 81.6%.

**Gráfico 1. Registro de Temperatura media en °C y Precipitación pluvial en mm. registrados desde Febrero hasta Abril del 2013. Pucallpa, 2013.**



### **3.3. Componentes en estudio.**

#### **3.3.1. Material genético.**

La semilla de ají charapita, utilizada para el trabajo de investigación fue obtenida de una plantación que se encuentra ubicada dentro de la Universidad Nacional de Ucayali, interior 1.500 km. margen izquierdo. En el campo se encontró 200 plantas aproximadamente de ají charapita en forma de monocultivo, la edad de la plantación fue de 8 meses, las plantas se encontraban en producción siendo seleccionada la planta promisorio para poder extraer los frutos.

#### **3.3.2. Tratamientos en estudio.**

Los tratamientos establecidos en esta investigación fueron 5, a continuación se describe:

### Cuadro 3. Descripción de los Tratamientos en Estudio.

TRATAMIENTO	CONTENIDO DE SOLUCIÓN	Nº DE PLANTAS/ TRATAMIENTO
T <sub>0</sub>	Solución Nutritiva Completa	8
T <sub>1</sub>	Solución Nutritiva – Nitrógeno (N)	8
T <sub>2</sub>	Solución Nutritiva – Fósforo (P)	8
T <sub>3</sub>	Solución Nutritiva – Potasio (K)	8
T <sub>4</sub>	Solución Nutritiva – Calcio (Ca)	8

### 3.4. Metodología de la Investigación.

#### 3.4.1. Diseño experimental.

Los tratamientos fueron aplicados en un Diseño Completo Randomizado (DCR), con cinco tratamientos y cuatro repeticiones haciendo un total de 20 unidades experimentales, teniendo 2 plantas de ají charapita por unidad experimental. La comparación de media de los tratamientos se hizo mediante la prueba de promedios de Tuckey a un nivel de 0.05 de probabilidad.

#### 3.4.2. Análisis estadístico.

El modelo matemático es como sigue:

$$Y_{ij} = U + T_i + E_{ij}.$$

Donde:

Y <sub>ij</sub>	=	Cualquier observación en estudio.
U	=	Media general.
T <sub>i</sub>	=	Efecto del i-ésimo tratamiento en estudio.
E <sub>ij</sub>	=	Error o residuo

### Cuadro 4. Esquema de análisis de Variancia (ANVA)

FUENTE DE VARIACIÓN	G.L.
Tratamientos t-1	4
Error ≠	15
Total (t x r) – 1	19

### **3.5. Ejecución del proyecto.**

#### **3.5.1. Obtención de semillas de ají**

##### **3.5.1.1. Selección de la planta madre y cosecha de los frutos.**

La planta madre seleccionada tuvo una altura de 1 m, con un diámetro de copa de 90 cm. La cosecha de los frutos fue manual, extrayendo de la planta los frutos maduros que se encontraron, se obtuvo de la planta 200 g. de frutos de ají.

##### **3.5.1.2. Selección de los Frutos.**

Una vez obtenida los frutos cosechados de la planta se realizó la selección de estos con la finalidad de obtener homogenización con respecto a los frutos. Para la selección se consideró los siguientes criterios: Madurez total (color naranja), forma y tamaño uniforme (redondos), se descartó los frutos que presentaron menor tamaño, deformes o algún tipo de daño.

##### **3.5.1.3. Obtención de las Semillas.**

Se seleccionó 100 frutos los cuales fueron pesados en una balanza gramera obteniendo un peso de 32.5 g.

La extracción de las semillas se realizó en forma manual presionando a los frutos con la mano, luego fueron oreadas por espacio de dos días, para facilitar la selección de semillas, se eliminó semillas deformes, pequeñas o en algunos casos malogradas. Posteriormente las semillas fueron conservadas en envase estéril hasta contar con la cama germinadora.

#### **3.5.2. Fase de almácigo**

##### **3.5.2.1. Acondicionamiento de la cama germinadora.**

La cama germinadora estuvo instalada en el módulo de hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali, interior 500 m. de la carretera Federico Basadre.

Se realizó la limpieza y el lavado de la cama germinadora, siendo las dimensiones de 10 m. de largo por 1 m. de ancho y 0.50 m. de alto. El área empleada para la germinación de las semillas fue de 1 m<sup>2</sup>. conteniendo como sustrato arena de río, que es un material inerte y no aporta nutrientes, previo al llenado de la cama germinadora, se tamizó el sustrato para eliminar las impurezas presentes (restos de semillas, piedras, etc).

Luego a la cama germinadora se sometió a un proceso de desinfección empleando una solución de Hipoclorito de Sodio al 2% a razón de 400 ml/m<sup>2</sup> para después ser regada con agua a temperatura ambiente para eliminar los restos del desinfectante, dejándolo secar por 24 horas.

Una vez desinfectado el sustrato, este se distribuyó uniformemente por la cama germinadora, nivelándola con ayuda de una tabla de madera, dejando así la cama germinadora lista para la siembra.

### **3.5.2.2. Siembra de las Semillas.**

Antes de realizar la siembra, en la cama germinadora se hizo una prueba de germinación a las semillas que fueron almacenadas, con la finalidad de determinar su poder germinativo. Se obtuvo el 71 % y 90 % de germinación entre el quinto día y el séptimo día respectivamente. También se pesó 1 gramo de semilla para conocer la cantidad que se sembraría obteniendo 454 semillas de ají charapita, esto se realizó empleando una balanza analítica. Las semillas de ají charapita fueron remojadas un día antes de la siembra. Después se realizó un tratamiento a las semillas seleccionadas con Tiofanate metil + tiram (Homai W.P) a una dosis de 3 g en 250 ml. de agua, dejando remojar las semillas por 20 minutos, para después dejar reposar por 20 minutos más, esto con la finalidad de prevenir el ataque de hongos fitopatógenos en la fase de germinación y emergencia de las plántulas.

Con las semillas ya tratadas, conociendo su poder germinativo y la cantidad que se requería, se procedió a la siembra, después de acondicionar la cama



germinadora (08 de Febrero del 2013). El método de siembra fue a chorro continuo, la cantidad de semilla que se empleó fue de 2 gr., teniendo como densidad de siembra 2 gr. de semilla/m<sup>2</sup>.

### **3.5.2.3. Días a la germinación**

Se observó que al quinto día empezaron a germinar (40%) obteniendo hasta los 10 días después de la siembra el 90 % de germinación.

### **3.5.2.4. Riego del almácigo**

El riego para la germinación de las semillas se realizó por aspersión, utilizando los aspersores acondicionados junto a la cama germinadora y la frecuencia de riego se realizó dos veces por día (7 a.m. y 5 pm.).

## **3.5.3. Establecimiento del experimento**

### **3.5.3.1. Acondicionamiento de los contenedores.**

Para el acondicionamiento de los contenedores se emplearon baldes con capacidad de 4 litros con sus respectivas tapas, en cada tapa se hizo dos orificios con la ayuda de un taladro y broca de 1 pulgada, los cuales fueron pintados con pintura esmalte color aluminio con la finalidad de retener el paso de la luz y prevenir el crecimiento de algas dentro de la solución nutritiva. Luego se dejó secar al aire durante 24 horas, una vez secos, dichos contenedores se lavaron con agua corriente y detergente, posteriormente fueron desinfectados con hipoclorito de sodio al 2%, seguidamente se enjuagaron 2 a 3 veces con agua destilada, dejándolos secar en el mismo ambiente. Al momento del trasplante de las plántulas a los contenedores estos fueron etiquetados con sus respectivas claves, para posteriormente ser ubicados bajo un techo con malla verde (Raschel) de 50% de sombra, para protegerlo de la alta luminosidad.

### 3.5.3.2. Preparación de la Solución Nutritiva.

Para la preparación de soluciones se usaron reactivos químicamente puros de macro y micronutrientes conteniendo concentraciones de elementos en ppm. Se prepararon las soluciones nutritivas de Hoagland y Arnon (1950) empleando agua destilada estéril de acuerdo a la siguiente tabla:

Para obtener la solución stock completa de macronutrientes se prepararon de acuerdo a la siguiente tabla:

S.S	Compuesto	g/lt	Mol	Concentración de elementos (ppm)					
				Ca	N	K	Mg	S	P
A	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O Nitrato de calcio	236.16	1	40,080	28,020	-----	-----	-----	-----
B	KNO <sub>3</sub> Nitrato de potasio	101.10	1	-----	14,010	39,160	-----	-----	-----
C	SO <sub>4</sub> Mg Sulfato de magnesio	120.37	1	-----	-----	-----	24,310	32,060	-----
D	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> Fosfato monopotásico	135.15	1	-----	-----	39,160	-----	-----	30,970
E	Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> Fosfato monocalcico	2.7	0.01	400	-----	-----	-----	-----	640
F	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> Sulfato de potasio	87.5	0.5	-----	-----	39,160	-----	16,030	-----
G	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O Sulfato de calcio	1.72	0.01	400	-----	-----	-----	320	-----
I	Micronutrientes								
J	Fe-EDTA Quelato de Hierro	26.10 24,90		Dilución en 700 ml de agua destilada conteniendo 268 ml de NaOH (40 g/L) y completado a un litro.					

Fuente: Pérez, 1 998. Guía de Prácticas de Fisiología Vegetal.

Para obtener la solución stock completa de micronutrientes (I) se prepararon de acuerdo a los Cuadros 2 y 1:

SUSTANCIA	g/lt	Concentración de elementos (ppm)						
		Mn	Cl	B	Zn	S	Cu	Mo
MnCl <sub>2</sub> ·H <sub>2</sub> O	1.81	502	628	-----	-----	-----	-----	-----
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	2.86	-----	-----	439	-----	-----	-----	-----
ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.1	-----	-----	-----	29.2	14.2	-----	-----
SO <sub>4</sub> Cu·5H <sub>2</sub> O	0.1	-----	-----	-----	-----	12.9	25	-----
H <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	0.1	-----	-----	-----	-----	-----	-----	53

Pérez, 1 998. Guía de Prácticas de Fisiología Vegetal.

Los materiales empleados en la preparación como baldes, pipetas, vaquetas, probetas, etc; antes y después de ser usados fueron lavados con detergentes y enjuagados con agua destilada.

### 3.5.3.3. Aplicación de la Solución Nutritiva.

Para inducir los síntomas específicos de deficiencia atribuidos a un elemento en particular, se utilizó la "Técnica del elemento faltante" que consistió en establecer un tratamiento testigo que recibió todos los nutrientes esenciales en los niveles e intervalos de tiempo adecuados y tratamientos de eliminación que consistieron en excluir el elemento que se está investigando, mientras que todos los demás se proporcionaron de manera adecuada, lo que hace posible comparar los tratamientos.

La aplicación de la solución nutritiva de Hoagland y Arnon (1950), se realizó a cinco tratamientos con cuatro repeticiones, que fueron: Completa y carente de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Calcio. Las soluciones stock sirvieron para estructurar las siguientes formulaciones de los tratamientos los cuales fueron depositadas en los baldes de capacidad de 4 litros, de acuerdo a los tratamientos (considerando solución y dosis, ver anexo 4), como se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 5. Cantidades de soluciones nutritivas para Tratamientos.**

Tratamiento	SOLUCIÓN	CANTIDADES DE SOLUCIONES STOCK EN MILILITROS PARA PREPARAR 4 LITROS DE SOLUCIÓN NUTRITIVA									
		A	B	C	D	E	F	G	I	J	Agua
T0	Completo	20	20	8	4	-	-	-	4	4	3.940
T1	Sin N	-	-	2	-	200	80	800	4	4	2.910
T2	Sin P	30	-	8	-	-	80	-	4	4	3.874
T3	Sin K	30	-	8	-	200	-	-	4	4	3.754
T4	Sin Ca	-	60	8	4	-	-	-	4	4	3.920

Cabe mencionar que la cantidad de solución nutritiva para cada tratamiento se elevó a 4 litros, capacidad de cada balde. Las soluciones nutritivas se aplicaron durante 2 meses (28 de febrero al 30 de abril del 2013) y en cuatro

niveles de dosis (25%, 50%, 75% y 100%) (Ver anexos 5, 6, 7 y 8), donde se fueron presentando los síntomas de deficiencia.

#### **3.5.3.4. Trasplante de las plántulas a la solución nutritiva.**

Esta actividad se realizó cuando las plántulas alcanzaron un promedio de 2.25 cm hasta 2.41 cm. de altura y con dos hojas verdaderas a los 20 días después de la siembra (28/02/2013).

El trasplante se realizó extrayendo las plántulas de la cama germinadora con la ayuda de una espátula, evitando romper el sistema radicular para ser inmediatamente colocadas en una bandeja con agua destilada con la finalidad de lavar las raíces, para en seguida envolverlas con esponjas sintéticas de 1 pulgada hasta la altura del cuello del tallo, inmediatamente se le colocó en cada orificio de la tapa del balde asegurando el contacto de las raíces con la solución nutritiva. Posteriormente instaladas las plántulas, se procedió a colocar los contenedores al azar en sus respectivos lugares, bajo un techo con malla verde de 50% de sombra, para protegerlos de la alta luminosidad.

#### **3.5.3.5. Cuidados después del trasplante.**

Para garantizar el éxito del experimento se tuvo cuidado de mantener el contacto permanente de la solución nutritiva con la raíz de la planta, en casos en que la solución nutritiva iba disminuyendo debido al consumo de agua por las plantas, se fue añadiendo agua destilada hasta llegar al nivel inicial de la solución nutritiva; además, se realizó el cambio de las soluciones nutritivas cada 15 días, midiendo la conductividad eléctrica, el pH, antes y después del cambio y la evaluación de parámetros de crecimiento.

#### **3.5.3.6. Cambios de solución nutritiva.**

Esta labor se realizó cada 15 días desde el primer día del trasplante; haciendo un total de 4 cambios de solución nutritiva durante el desarrollo del experimento.

Esta Labor consistió en desechar la solución nutritiva de los baldes con la finalidad de mantener en condiciones adecuadas el contenido de nutrientes, y el pH.

### **3.5.4. Variables Evaluadas.**

#### **3.5.4.1. Crecimiento**

##### **a) Altura de planta**

Se midió la altura de la planta desde la base de la tapa del balde, hasta el punto más alto de la planta (ápice vegetativo); para ello se empleó una wincha de 3 m. Se realizó desde el primer día del trasplante y luego quincenalmente, la medición se registró en cm.

##### **b) Longitud de raíces.**

Consistió en medir la longitud desde el inicio de origen de la raíz hasta la punta terminal de la raíz; para ello se empleó una wincha de 3m. Se realizó desde el primer día del trasplante y luego quincenalmente, la medición se registró en cm.

##### **c) Tamaño de hoja.**

Se midió el tamaño de la hoja de edad media, consistió en medir desde la base del peciolo hasta el ápice de la hoja; para ello se empleó un vernier. Se realizó desde el primer día del trasplante y luego quincenalmente, la medición se registró en cm.

##### **d) Diámetro de tallo**

Se midió el diámetro del tallo a partir de los 2 a 3 cm de la base de la tapa del balde, con el empleo de un vernier. Se evaluó desde el primer día del trasplante y luego quincenalmente, la medición se registró en cm.

##### **e) Diámetro de Copa.**

Se midió con una wincha el diámetro de copa de la planta. Esto se realizó desde el primer día del trasplante y luego quincenalmente, la medición se registró en cm.

#### **f) Número de ramas**

Se contabilizó el número de ramas primarias de cada planta en evaluación del T<sub>0</sub> (Solución Nutritiva Completa) y del T<sub>4</sub> (Carente de calcio). Se evaluó desde los 30 días d/t, momento en que las plantas emitieron sus ramas y luego quincenalmente. (Anexo 9).

#### **3.5.4.2. Síntomas de deficiencias según respuesta al tratamiento.**

##### **a. Color de raíz, tallos y hojas.**

Para determinar los síntomas de deficiencia como color de raíz, tallos y hojas, se utilizó el método del diagnóstico visual establecidos por (Sánchez 2007), (Rodríguez, 1996) y según el manual de prácticas de fisiología vegetal (Pérez, 1998), donde se determinó según respuesta al tratamiento, teniendo en cuenta, el color, forma, tamaño y localización del síntoma. Se evaluó desde el primer día del trasplante hasta la culminación del trabajo de investigación.

### **3.6. Observaciones registradas.**

#### **3.6.1. Datos climatológicos.**

Se consideró los datos de temperatura, precipitación pluvial y humedad relativa durante los meses que duró el trabajo de investigación. Estos datos fueron proporcionados por la estación meteorológica de la Universidad Nacional de Ucayali. (Anexo 1).

#### **3.6.2. pH.**

Al mismo tiempo de la toma de datos de conductividad eléctrica, con ayuda de un pHmetro digital, se registró los datos del pH de todos los tratamientos, al aplicarse y eliminarse la solución nutritiva. (Anexo 2).

#### **3.6.3. Conductividad Eléctrica.**

Estos datos se registraron en todos los tratamientos tanto al realizarse la aplicación de la solución nutritiva, como al eliminarse. Para ello se empleó un conductivímetro. (Anexo 3).

#### **3.6.4. Fecha de Siembra**

Se registró la labor de siembra de ají charapita en la cama germinadora el 08 de Febrero del 2013.

#### **3.6.5. Días a la Germinación**

Se observó que al quinto día después de la siembra (13 de Febrero del 2013), empezaron a germinar (40%), este proceso se observó hasta los 10 días después de la siembra (18 de Febrero del 2013, con 90 % de germinación)

#### **3.6.6. Días al Trasplante:**

El trasplante se realizó a los 20 días después de la siembra (28 de febrero del 2013), cuando las plántulas alcanzaron un promedios de 2.25 cm. hasta 2.41 cm de altura.

#### **3.6.7. Evaluación fenológica**

El resultado de la observación fenológicas del cultivo se detallan en el anexo 10.

##### **a) Presencia de botones florales**

Se observó botones florales a partir de los 34 días después del trasplante (54 días después de la siembra).

##### **b) Días a la floración**

Se determinó mediante la observación directa en cada uno de los tratamientos, considerando el tiempo transcurrido desde la fecha del trasplante hasta el momento que el 90% de las plantas estuvieron florecidas en el T<sub>0</sub> (SNC) y con 10% en el T<sub>3</sub> (Carente de potasio).

Se observó el inicio de la floración a partir de los 44 días después del trasplante (64 días después de la siembra).

### **c) Días al inicio de la fructificación**

Se observó el inicio de fructificación a partir de los 46 días después del trasplante (66 días después de la siembra).

### **3.6.8. Presencia de plagas.**

Durante el tiempo que duró el experimento, se pudo observar la presencia de *Toxóptera sp.* en el cultivo.

#### **a) Para el control de insectos:**

A los 19 días después del trasplante, en el experimento se presentó problemas de ataque de *Toxóptera sp.* Para su control se aplicó AMIDOR 250 EC a razón de 1ml/1litro de agua. Se realizó dos aplicaciones en el tiempo que duró el experimento. Realizando la primera aplicación de este producto a los 20 días después del trasplante y la segunda aplicación a los 15 días después de la primera.

En cuanto enfermedades no se registraron daños.



## IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

### 4.1. Análisis estadístico

La comparación de medias y el análisis de varianza de las variables: Altura de planta, Diámetro de copa, Tamaño de hojas, Diámetro de tallo y longitud de raíz, se muestran en el Cuadro 6 y en el anexo 11 respectivamente.

**Cuadro 6. Prueba de Promedio Tuckey en el incremento para las variables: Altura de planta, Diámetro de copa, Tamaño de hoja, Diámetro de tallo y Longitud de raíces del efecto de la carencia de macro elementos en el cultivo de ají charapita (*Capsicum frutescens* L.) en Pucallpa. Ucayali, Perú, 2013.**

TRATAMIENTOS	CRECIMIENTO				
	Altura de planta (cm)	Diámetro de Copa (cm)	Tamaño de hoja (cm)	Diámetro de tallo (cm)	Longitud de raíz (cm)
T0 (Solución nutritiva completa)	38.48 a	40.60 a	6.97 a	0.63 a	26.38 b
T1 (Solución nutritiva - Nitrógeno)	5.27 e	5.25 d	1.58 c	0.09 e	21.80 c
T2 (Solución nutritiva - Fosforo)	13.66 d	10.36 c	3.23 b	0.21 d	35.11 a
T3 (Solución nutritiva - Potasio)	26.36 c	11.54 c	3.57 b	0.31 c	25.09 b
T4 (Solución nutritiva - Calcio)	30.03 b	19.05 b	6.64 a	0.55 b	26.26 b

Letras iguales en la misma columna no presentan diferencias significativas (Tuckey  $P > 0.05$ ).

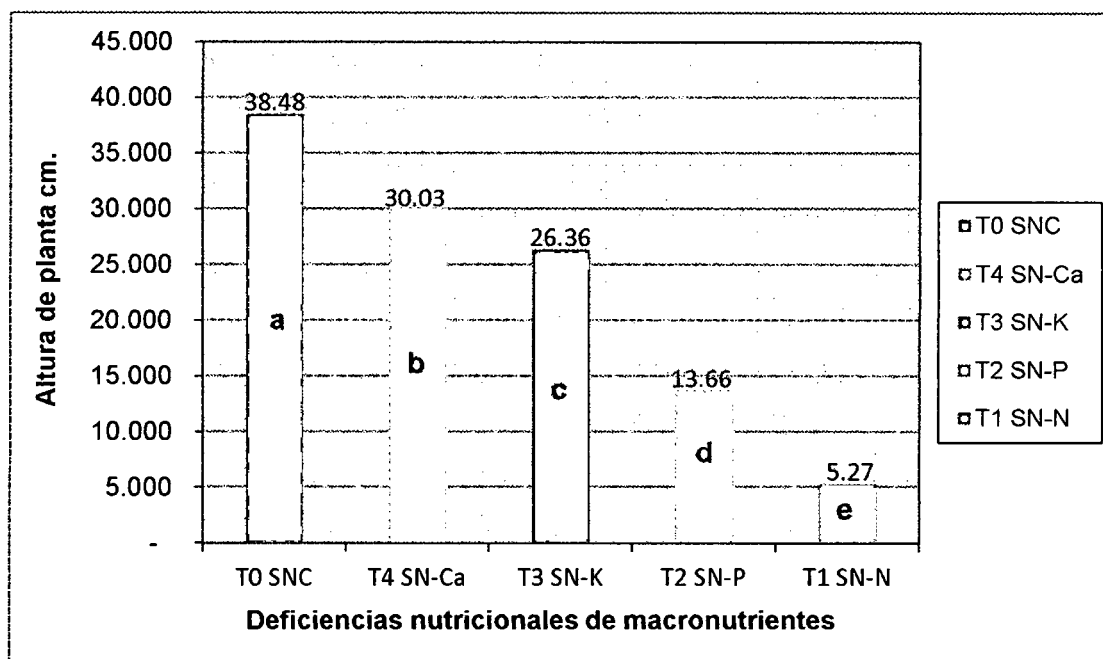
## 4.1.1. Crecimiento

### 4.1.1.1 Altura de planta.

En el anexo 11, se presenta el análisis de varianza de la variable altura de planta según los diferentes tratamientos carentes de macronutrientes en estudio, durante los 60 días de establecimiento de las plantas en solución nutritiva. Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre tratamientos, lo cual indica que hasta el final del experimento el **T<sub>0</sub> (Solución Nutritiva Completa)** mostró un incremento significativo en la variable altura de planta con respecto a los demás tratamientos. El coeficiente de variabilidad al aplicar los tratamientos fue de 4.89 %.

Al realizar la Prueba de Promedios de Tuckey ( $P \leq 0.05$ ) en el incremento para la variable altura de planta en los 5 tratamientos estudiados (**Cuadro 6** y **Gráfico 2**), nos indica que el **T<sub>0</sub> (Solución Nutritiva Completa)** obtuvo mayor incremento en altura con **38.48 cm**, mostrando diferencias significativas con los tratamientos: **T<sub>4</sub> (Carente de Calcio)**, **T<sub>3</sub> (Carente de potasio)**, **T<sub>2</sub> (Carente de Fósforo)** y **T<sub>1</sub> (Carente de Nitrógeno)** los que alcanzaron incrementos de: **30.03, 26.36, 13.66 y 5.27 cm**, respectivamente, determinando que hasta la fecha de evaluación (60 días d/t.) el **T<sub>0</sub> (Solución Nutritiva Completa)**, dió mejor respuesta, debido a que contenía todos los nutrientes y el **T<sub>1</sub> (Carente de Nitrógeno)**, obtuvo el menor incremento en altura, debido a que las plantas en ausencia del elemento nitrógeno presentan un desarrollo lento y escaso, por eso este elemento es indispensable en la planta ya que es el encargado de fomentar el rápido crecimiento, como menciona (**Pérez, 1998**), quien señala que cuando las soluciones nutritivas contienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto crecimiento y desarrollo, la planta crece normalmente y no presenta síntomas de deficiencias, pero cuando la solución nutritiva carece de un elemento nutritivo esencial, las plantas presentan deficiencia en su crecimiento y desarrollo.

**Gráfico 2.** Incremento de la variable altura de planta (cm) por evaluación de Efecto de la Carencia de Macronutrientes (N, P, K, Ca) en el Crecimiento y Desarrollo del cultivo de ají charapita (*Capsicum frutescens* L.) en Pucallpa. Ucayali, Perú, 2013.



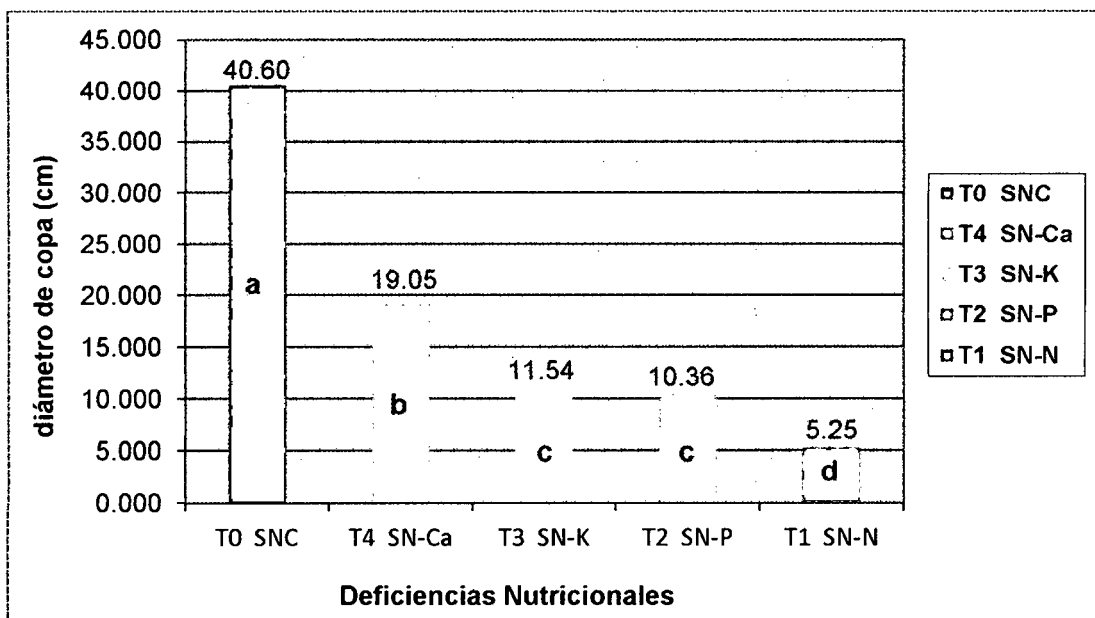
#### 4.1.1.2 Diámetro de copa

En el anexo 11, se presenta el análisis de varianza del incremento de la variable diámetro de copa según los diferentes tratamientos carentes de macronutrientes en estudio, durante los 60 días de establecimiento de las plantas en solución nutritiva. Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre tratamientos, lo cual indica que hasta el final del experimento el **T<sub>0</sub> (Solución Nutritiva Completa)** mostró un incremento significativo en la variable diámetro de copa con respecto a los demás tratamientos. El coeficiente de variabilidad al aplicar los tratamientos fue de 3.646 %.

Al realizar la Prueba de Promedios de Tuckey ( $P \leq 0.05$ ) en el incremento para la variable diámetro de copa en los 5 tratamientos estudiados (**Cuadro 6 y Gráfico 3**), nos indica que el **T<sub>0</sub> (Solución Nutritiva Completa)** obtuvo mayor incremento con **40.60 cm**, mostrando diferencias significativas con los tratamientos: **T<sub>4</sub> (Carente de Calcio)**, **T<sub>3</sub> (Carente de potasio)**, **T<sub>2</sub> (Carente de Fósforo)** y **T<sub>1</sub> (Carente de Nitrógeno)** los que alcanzaron incrementos

de: **19.05, 11.54, 10.36 y 5.25 cm.** respectivamente. Sin embargo, el tratamiento **T<sub>3</sub> (Carente de potasio)** y el **T<sub>2</sub> (Carente de Fosforo)** no presentan diferencias significativas entre ellos, pero si con los demás tratamientos, determinando así hasta el final del estudio (60 días) que el **T<sub>0</sub> (SNC)** dió mejor respuesta, debido a que contenía todos los nutrientes y el **T<sub>1</sub> (-N)**, obtuvo el menor incremento en diámetro de copa, debido a que las plantas en ausencia del elemento nitrógeno presentan un desarrollo lento y escaso, pues este elemento es el encargado de fomentar el rápido crecimiento en las plantas. Esto se corrobora con **(Pérez, 1998)**, quien señala que cuando las soluciones nutritivas contienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto crecimiento, desarrollo y adecuada producción de hojas, la planta crece normalmente y no presenta síntomas de deficiencias, pero cuando la solución nutritiva carece de un elemento nutritivo esencial, ocurre lo contrario. Al respecto **Dickson & Isebrands (1991)**, manifiestan que el crecimiento de la planta depende en esencia de la expansión foliar.

**Gráfico 3.** Incremento de la variable diámetro de copa (cm.) por evaluación de Efecto de la carencia de Macronutrientes (N, P, K, Ca) en el Crecimiento y Desarrollo del cultivo de ají charapita (*Capsicum frutescens* L.) en Pucallpa. Ucayali, Perú, 2013.



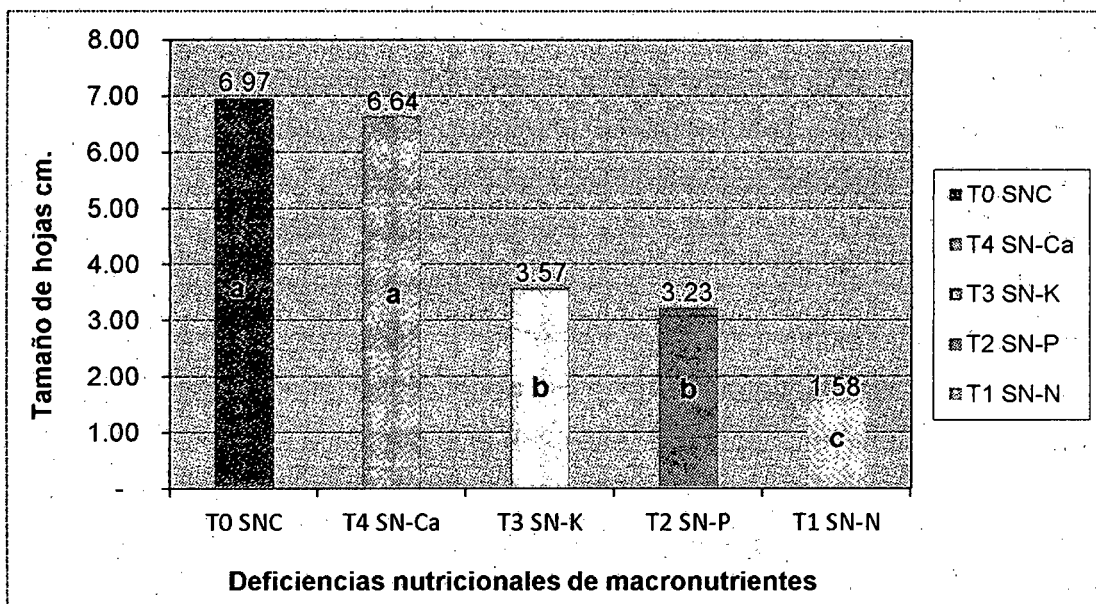
#### 4.1.1.3 Tamaño de hoja

En el anexo 11, se presenta el análisis de varianza del incremento de la variable tamaño de hoja según los diferentes tratamientos carentes de macronutrientes en estudio, durante los 60 días de establecimiento de las plantas en solución nutritiva. Los resultados muestran que existen diferencias significativas entre tratamientos, lo cual indica que hasta el final del experimento, el **T<sub>0</sub> (Solución Nutritiva Completa)**, mostró un incremento significativo en la variable tamaño de hoja con respecto a los demás tratamientos. El coeficiente de variabilidad al aplicar los tratamientos fue de 6.479 %.

Al realizar la Prueba de Promedios de Tuckey ( $P \leq 0.05$ ) en el incremento para la variable tamaño de hoja en los 5 tratamientos estudiados (**Cuadro 6** y **Gráfico 4**), nos indica que el **T<sub>0</sub> (Solución Nutritiva Completa)** obtuvo mayor incremento en tamaño de hoja con **6.97 cm**, seguido del **T<sub>4</sub> (Carente de Calcio)**, **T<sub>3</sub> (Carente de potasio)**, **T<sub>2</sub> (Carente de Fósforo)** y **T<sub>1</sub> (Carente de Nitrógeno)** los que alcanzaron incrementos de: **6.64, 3.57, 3.23** y **1.58 cm**. respectivamente. Sin embargo, el **T<sub>0</sub> (SNC)** no es significativo con el **T<sub>4</sub> (-Ca)**, pero si con los demás tratamientos, y el **T<sub>3</sub> (Carente de potasio)** no es significativo con el **T<sub>2</sub> (Carente de Fosforo)**, pero si con los demás tratamientos, determinando así hasta el final del estudio (60 días) que el **T<sub>0</sub> (SNC)** dió mejor respuesta, debido a que contenía todos los nutrientes y el **T<sub>1</sub> (-N)**, obtuvo el menor incremento en tamaño de hoja, debido a que las plantas en ausencia del elemento nitrógeno no presentan una adecuada producción de hojas, pues este elemento es el encargado de fomentar el rápido crecimiento en las plantas, como menciona (**Pérez, 1998**), quien señala que cuando las soluciones nutritivas contienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto crecimiento, desarrollo y adecuada producción de hojas, la planta crece normalmente y no presenta síntomas de deficiencias, pero cuando la solución nutritiva carece de un elemento nutritivo esencial, ocurre lo contrario.

Al respecto **Dickson & Isebrands (1991)** menciona que: Las hojas crecen para interceptar la luz, tomar CO<sub>2</sub> y proporcionar carbono a toda la planta así como para transpirar y regular la temperatura.

**Gráfico 4.** Incremento de la variable tamaño de hoja (cm) por evaluación de Efecto de la carencia de Macronutrientes (N, P, K, Ca) en el Crecimiento y Desarrollo del cultivo de ají charapita (*Capsicum frutescens* L.) en Pucallpa. Ucayali, Perú, 2013.



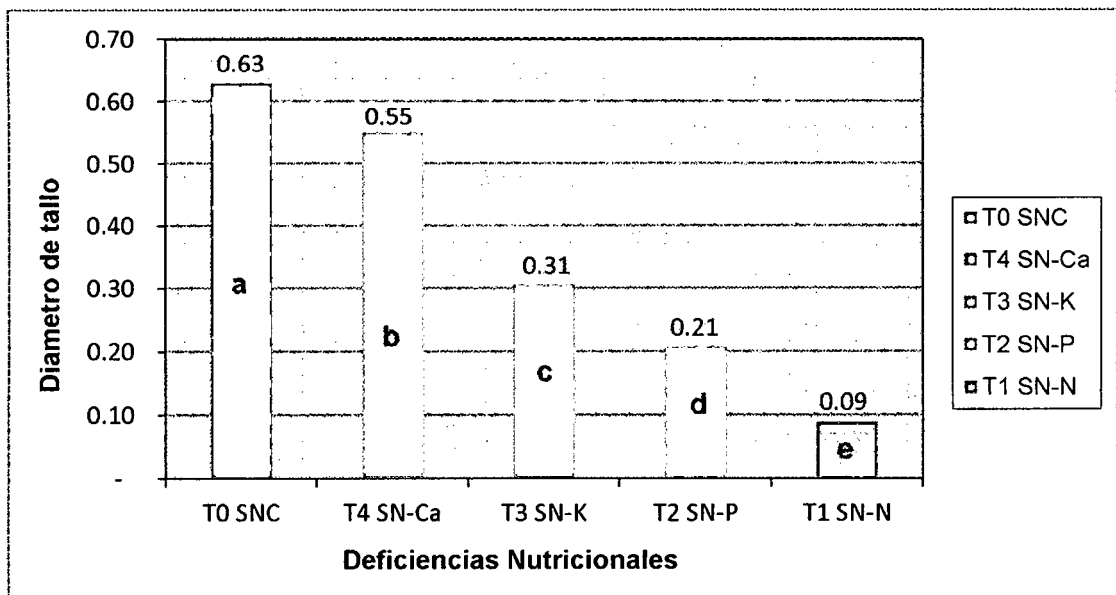
#### 4.1.1.4 Diámetro de Tallo

En el anexo 11, se presenta el análisis de varianza del incremento de la variable diámetro de tallo en el incremento para la variable diámetro en los 5 tratamientos estudiados según los diferentes tratamientos carentes de macronutrientes en estudio, durante los 60 días de establecimiento de las plantas en solución nutritiva. Los resultados muestran que existe diferencias significativas entre tratamientos, lo cual indica que hasta el final del experimento el **T<sub>0</sub> (Solución Nutritiva Completa)** mostró un incremento significativo en la variable diámetro de tallo con respecto a los demás tratamientos. El coeficiente de variabilidad al aplicar los tratamientos fue de 3.929 %.

Al realizar la Prueba de Promedios de Tuckey ( $P \leq 0.05$ ) en el incremento para la variable diámetro de tallo en los 5 tratamientos estudiados (**Cuadro 6** y

**Gráfico 5)**, nos indica que el **T<sub>0</sub> (Solución Nutritiva Completa)** obtuvo mayor incremento en diámetro de tallo con **0.63 cm**, mostrando diferencias estadísticas con los tratamientos: **T<sub>4</sub> (Carente de Calcio)**, **T<sub>3</sub> (Carente de potasio)**, **T<sub>2</sub> (Carente de Fósforo)** y **T<sub>1</sub> (Carente de Nitrógeno)** los que alcanzaron incrementos de: **0.55, 0.31, 0.21 y 0.09 cm**. respectivamente, determinando que hasta la fecha de evaluación (60 días d/t.) el **T<sub>0</sub> (Solución Nutritiva Completa )**, dió mejor respuesta, debido a que contenía todos los nutrientes y el **T<sub>1</sub> (-N)** obtuvo el menor incremento en diámetro de tallo, debido a que las plantas en ausencia del elemento nitrógeno presentan un desarrollo lento y amarillamiento de las hojas, pues este elemento es el encargado de fomentar el rápido crecimiento en las plantas, como menciona (**Pérez, 1998**), quien señala que cuando las soluciones nutritivas contienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto crecimiento, desarrollo y adecuada producción de tallos, la planta crece normalmente y no presenta síntomas de deficiencias, pero cuando la solución nutritiva carece de un elemento nutritivo esencial, las plantas presentan deficiencia.

**Gráfico 5.** Incremento de la variable diámetro de tallo (cm) por evaluación de Efecto de la carencia de Macronutrientes (N, P, K, Ca) en el Crecimiento y Desarrollo del cultivo de ají charapita (*Capsicum frutescens* L.) en Pucallpa. Ucayali, Perú, 2013.



#### 4.1.1.5 Longitud de Raíz.

En el anexo 11, se presenta el análisis de varianza del incremento de la variable longitud de raíz según los diferentes tratamientos carentes de macronutrientes en estudio, durante los 60 días de establecimiento de las plantas en solución nutritiva. Los resultados muestran que existe diferencias significativas entre tratamientos, lo cual indica que hasta el final del experimento el **T<sub>2</sub> (Carente de Fosforo)** mostró un incremento significativo con respecto a los demás tratamientos. El coeficiente de variabilidad al aplicar los tratamientos fue de 3.407 %.

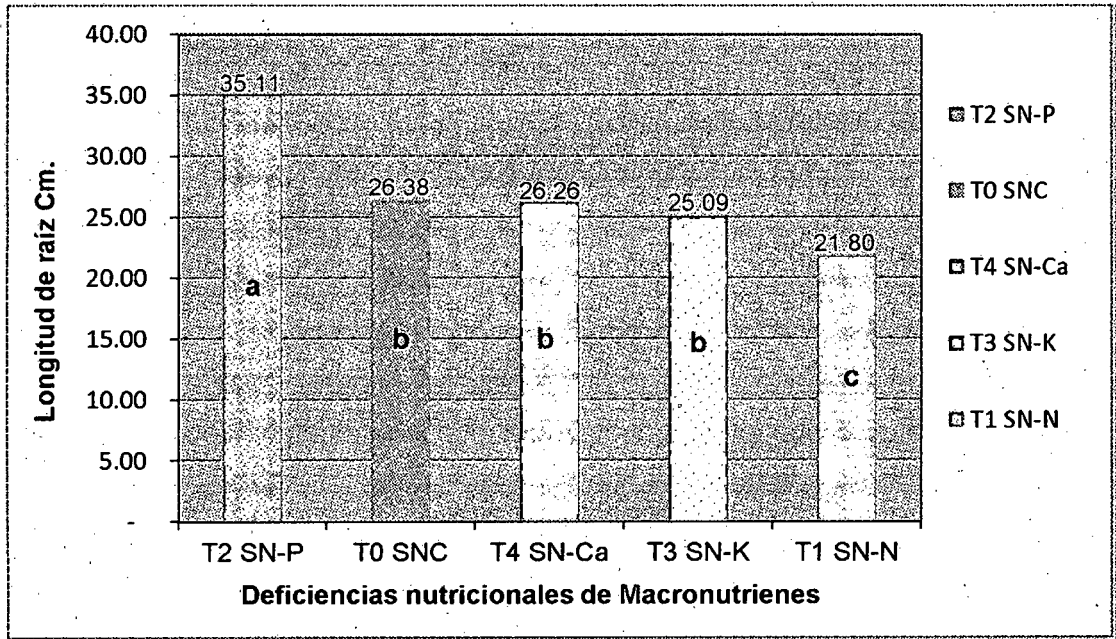
Al realizar la Prueba de Promedios de Tuckey ( $P \leq 0.05$ ) en el incremento para la variable longitud de raíz en los 5 tratamientos estudiados (**Cuadro 6 y Gráfico 6**), se observa que el **T<sub>2</sub> (Carente de Fósforo)** obtuvo mayor incremento en longitud de raíz con **35.11 cm.**, seguido del **T<sub>0</sub> (Solución Nutritiva Completa)**, **T<sub>4</sub> (Carente de Ca)**, **T<sub>3</sub> (Carente de potasio)** y el **T<sub>1</sub> (Carente de Nitrógeno)** los que alcanzaron incrementos de: **26.38, 26.26, 25.09 y 21.80 cm.** respectivamente. Sin embargo el **T<sub>0</sub> (Solución Nutritiva Completa)** con el **T<sub>4</sub> (Carente de Calcio)**, y el **T<sub>3</sub> (Carente de Potasio)** no presentan diferencias significativas entre ellas, pero si con los demás tratamientos, determinando así hasta la fecha de evaluación (60 días d/t.), que el **T<sub>2</sub> (-P)** tuvo mayor incremento en longitud de raíz, mas no un adecuado desarrollo, debido a que las raíces de las plantas se elongan o profundizan buscando nutrientes para cumplir el desarrollo de la planta, y el **T<sub>1</sub> (-N)** obtuvo el menor incremento en longitud de raíz, debido a que las plantas en ausencia del elemento nitrógeno presentan un desarrollo lento, pues este elemento es el encargado de fomentar el rápido crecimiento en las plantas, como menciona la FAR (Fundación para la Investigación Agronómica), citado por **Díaz (2007)**, quien indica que en el sistema radicular de una planta, las raíces se expanden y exploran pudiendo desarrollar un sistema radicular de variable profundidad para conseguir agua y nutrientes.

Al respecto (**Pérez, 1998**), señala que cuando las soluciones nutritivas contienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto crecimiento, desarrollo y adecuada producción de raíces la planta crece



normalmente y no presenta síntomas de deficiencias, pero cuando la solución nutritiva carece de un elemento nutritivo esencial, ocurre lo contrario.

**Grafico 6.** Incremento de la variable longitud de raíz (cm) por evaluación de Efecto de la carencia de Macronutrientes (N, P, K, Ca) en el Crecimiento y Desarrollo del cultivo de ají charapita (*Capsicum frutescens* L.) en Puçallpa. Ucayali, Perú, 2013.



## 4.1.2. Síntomas de deficiencias

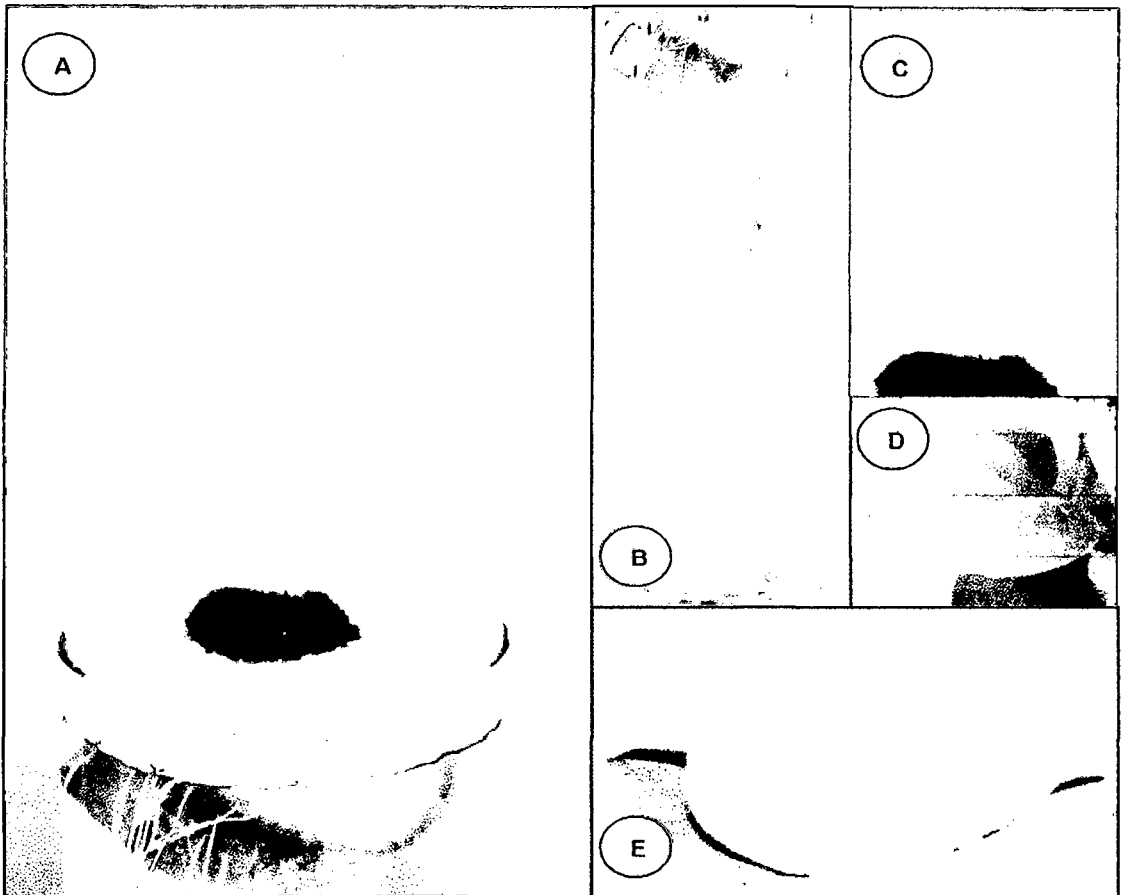
### 4.1.2.1. Solución Nutritiva Completa (T0: SNC) (testigo).



Foto N° 1. A) Planta (testigo), B) Hoja, C) Raíces y D) Tallo; del tratamiento con solución nutritiva completa en ají charapita "*Capsicum frutescens*".

En las fotos 1A, 1B, 1C Y 1D, se observa que en el T<sub>0</sub> (Solución Nutritiva Completa), durante los 60 días que se cultivaron en solución nutritiva, no se presentaron síntomas de deficiencia en cuanto a color, forma, tamaño y localización en ninguna parte de la planta; debido a que contenía todos los nutrientes esenciales para su adecuado crecimiento y desarrollo aplicada a una concentración de 25% hasta 100%., esto se corrobora con Pérez (1998), al indicar que cuando las soluciones nutritivas contienen todos los elementos que la planta necesita para su correcto crecimiento, desarrollo y adecuada producción de raíces, tallos, hojas, flores y frutos, la planta crece normalmente y no presenta síntomas de deficiencias.

#### 4.1.2.2. Deficiencia de Nitrógeno (T1: SN - N).



**Foto Nº 2.** Deficiencia de Nitrógeno en ají charapita *Capsicum frutescens*. **A)** Planta con deficiencia de nitrógeno. **B)** Raíz con deficiencia de nitrógeno **C).** Tallo con deficiencia de nitrógeno. **D)** Hoja a 15 d/t. **E)** Hoja con deficiencia de nitrógeno al final del experimento.

En las fotos 2A, 2B, 2C, 2D Y 2E se presentan los síntomas de deficiencia obtenidos por la carencia del elemento Nitrógeno. Debido a la ausencia de este elemento las plantas tuvieron un desarrollo lento, los tallos se mostraron verde amarillento, delgados y débiles, además no presentaron ramas ni flores y por consiguiente frutos a comparación con el testigo. Los síntomas aparecieron en las hojas inferiores a partir de los 15 días después del trasplante con un color verde claro de las hojas. A los 30 días después del trasplante, las hojas de la parte inferior se tornaron de verde claro a amarillas incluyendo las nervaduras, el tamaño de las hojas y el peciolo fue pequeño a comparación con el testigo. La emisión de las raíces fueron escasas muy finas y alargada. Los síntomas generales se presentaron con una clorosis en las hojas inferiores, que posteriormente llega a toda la planta.

Esto se corrobora con Pérez (1998), al indicar que la deficiencia de nitrógeno muestra un desarrollo lento y escaso en las plantas, las hojas toman un color verde amarillento debido a la pérdida de la clorofila.

Además, Hernández y Pacheco (1986), indican que la deficiencia de nitrógeno en el cultivo de Cardamomo (*Elettaria cardamomum* Maton), se manifiesta primero en las hojas inferiores como una clorosis generalizada pero leve, que evoluciona del margen hacia adentro hasta alcanzar un tono amarillo brillante. A la vez, la planta va perdiendo su tono verde en los entrenudos y hojas superiores.

Al respecto (Nuez *et al.*, 1996). Manifiesta que los síntomas observados por la deficiencia del nitrógeno en el chile manzano (*Capsicum pubescens* R. y P.), además del amarillamiento difuso del follaje, reduce la floración y producción de frutos.

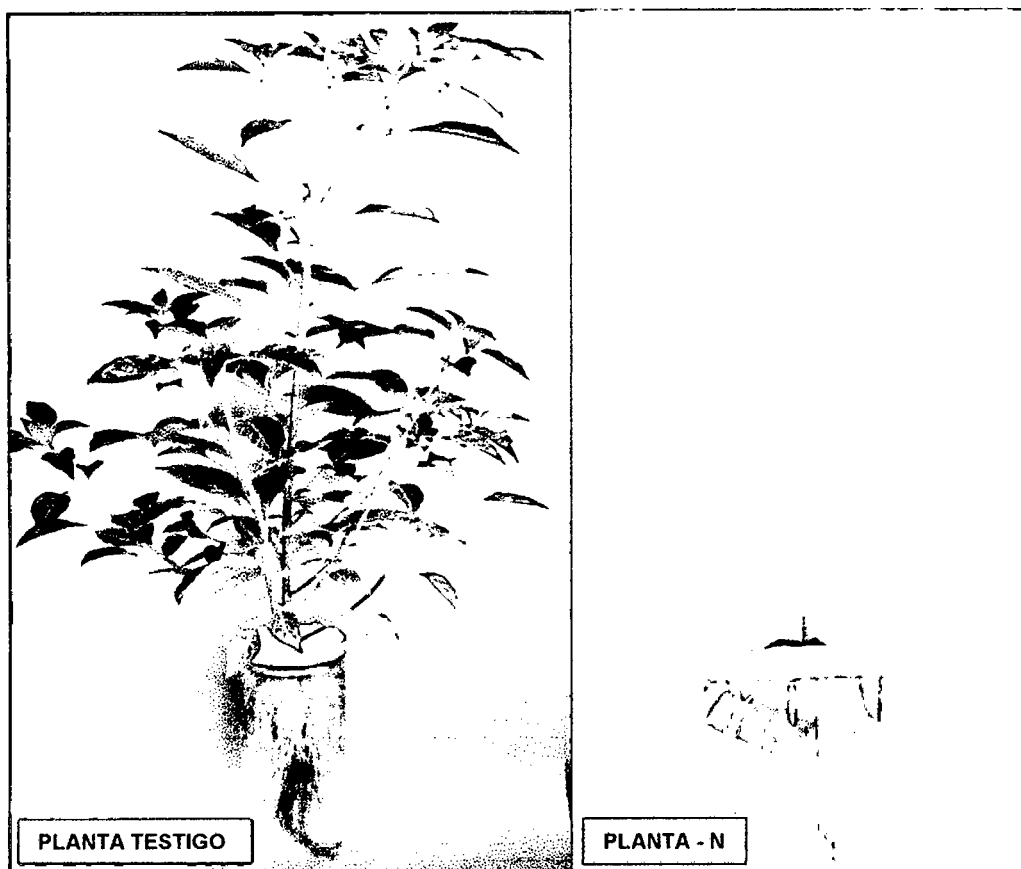
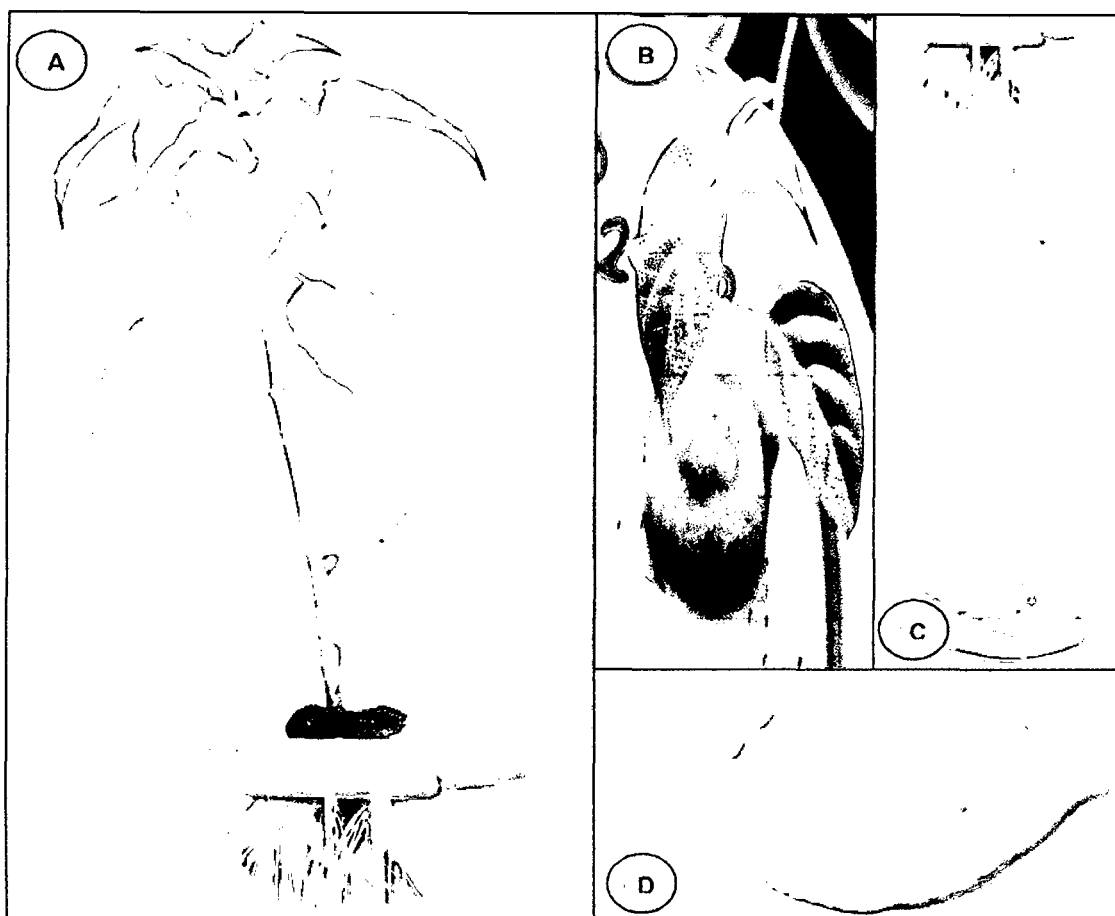


Foto N° 3. Comparación de una planta testigo ante una planta con deficiencia de Nitrógeno.

#### 4.1.2.3. Deficiencia de Fósforo (T2: SN - P).



**Foto N° 4.** Deficiencia de Fósforo en ají charapita *Capsicum frutescens*. **A)** Planta con deficiencia de fósforo. **B)** Planta a los 15 días d/t. **C)** Raíz con deficiencia de fósforo. **D)** Hoja con deficiencia de fósforo.

En las fotos 4A, 4B, 4C, 4D se presentan los síntomas de deficiencia obtenidos con la carencia del fósforo. Debido a la ausencia de este elemento las plantas tuvieron un desarrollo y crecimiento lento. Al igual que en la carencia del nitrógeno, los síntomas de fósforo aparecieron en las hojas inferiores con un color verde oscuro y textura gruesa a partir de los 15 días después del trasplante. A los 30 días después del trasplante, las hojas de la parte inferior tomaron una clorosis generalizada incluyendo las nervaduras, con puntos marrones que se inician cerca de la nervadura central y luego se expande hacia los bordes de las hojas provocando así, un eventual secamiento y caída prematura; el tamaño de las hojas fue pequeño a comparación con el testigo, el tallo se mostró verde claro y delgado, además no presentaron ramas ni flores a comparación con el testigo. La emisión de raíces fue fina y alargada. Los síntomas generales se iniciaron en

hojas viejas desde la parte inferior y posteriormente fueron avanzando hacia la parte superior de la planta al igual que en la carencia del nitrógeno.

Los síntomas observados en ají charapita son similares con los síntomas observados por (Ramírez, 2000) en Paprika, al indicar que los síntomas de fósforo presentan manchas internervales irregulares en las hojas bajas de color marrón, la carencia se mueve de las hojas inferiores a las superiores, tal como es el caso del nitrógeno; las plantas presentan un crecimiento radicular reducido.

Al respecto, Paul (1999) y Angulo (2006), reportan que el fósforo participa de manera importante en el crecimiento de la planta a nivel de elongación de entrenudos ya que estimula la división celular y las plantas que carecen de este elemento presentan enanismo o bajas alturas.

En algunos cultivos, la deficiencia de fósforo retarda el crecimiento y disminuye la relación brotes/raíces (Alcázar *et al.*, 2007).

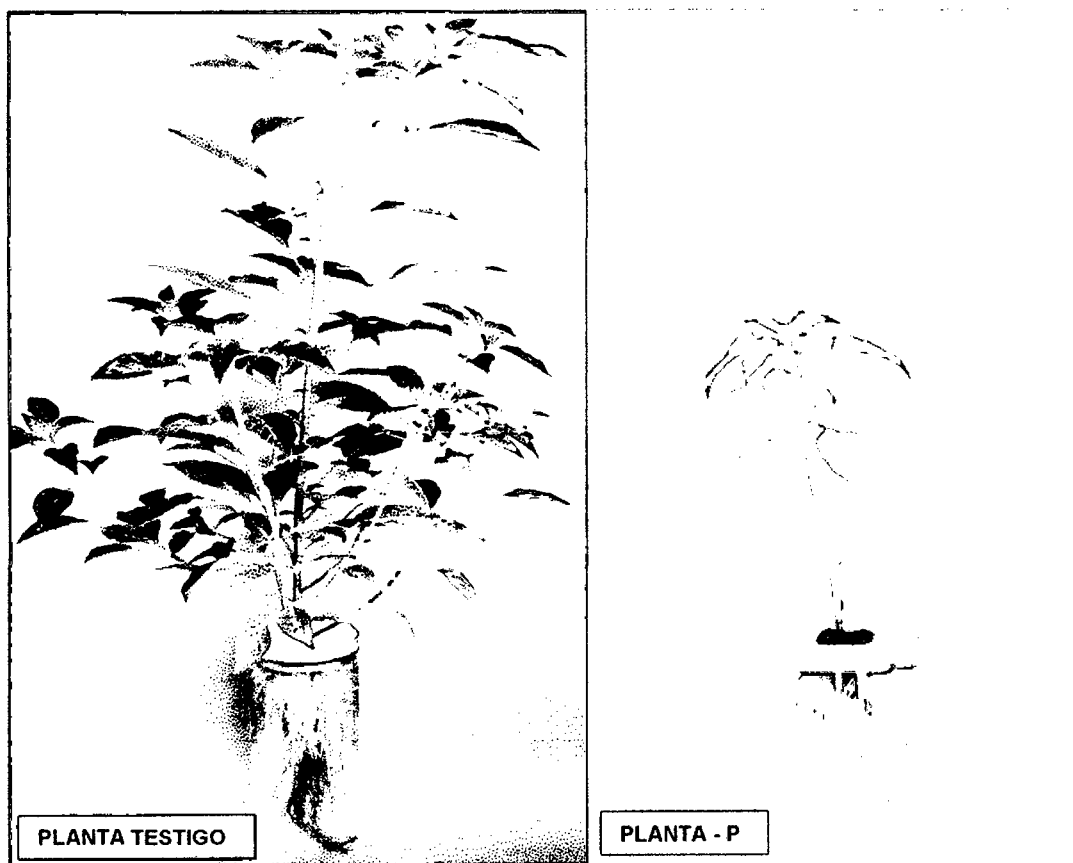


Foto N° 5. Comparación de una planta testigo ante una planta con deficiencia de Fósforo.

#### 4.1.2.4. Deficiencia de Potasio (T3: SN - K).



Foto N° 6. Deficiencia de Potasio en ají charapita *Capsicum frutescens*. A) Planta con deficiencia de potasio. B) Planta en floración. C) Raíz de planta con deficiencia de potasio. D) Hoja a los 30 días d/t. E) Hoja a los 37 días d/t.

En las fotos 6A, 6B, 6C, 6D Y 6E, se presentan los síntomas foliares obtenidos con la carencia del elemento Potasio. Debido a la ausencia de este elemento las plantas tuvieron un crecimiento débil. Los síntomas aparecieron en las hojas inferiores a partir de los 30 días después del trasplante con puntuaciones color crema que se iniciaron en la punta de la hoja difundiéndose en forma general hacia el peciolo. A los 37 días d/t. las hojas tomaron una textura gruesa y clorosis localizada en los ápices y bordes principalmente y en zonas internervales, finalmente la clorosis ocupó toda la lámina foliar y los márgenes de las hojas se curvieron hacia arriba y se caía una a una produciendo defoliación; el tallo se mostró verde claro y delgado acompañado de una defoliación severa, presentaron ramas muy pequeñas, emitieron flores, pero luego se desprendieron. La emisión de raíces fue medianamente escasa y medianamente corta.

Los síntomas en el cultivo de ají charapita son similares con los observados por (Ramírez, 2000) en Paprika, donde la carencia de potasio causa una gran defoliación de las hojas y enanismo de la planta, pero en este caso no se observó enanismo de la planta. Al respecto (Macías, 2008), en Crisantemo (*Dentratheuma grandiflora*), observó que las hojas viejas con deficiencia severa se deforman y presentan los márgenes curvados hacia arriba.

Por otro lado, (Hernández y Pacheco, 1986) en Cardamomo (*Elettaria cardamomum* Maton), observaron clorosis marginal en las hojas inferiores, acompañadas de manchas blancas a cremas, las cuales con el tiempo se transforman en puntos de tejido seco de borde y tamaño irregular, en estado avanzado la clorosis alcanza el centro de la hoja hasta cubrir toda la lámina foliar.

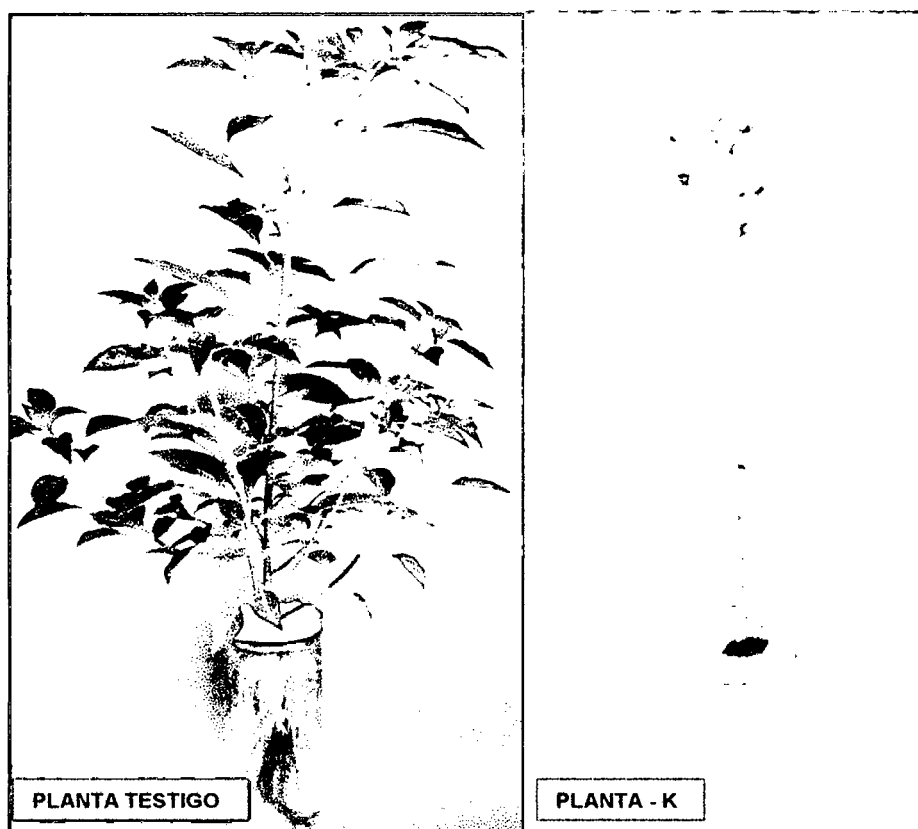


Foto N° 7. Comparación de una planta testigo ante una planta con deficiencia de Potasio.



#### 4.1.2.5. Deficiencia de Calcio (T4: SN - Ca).

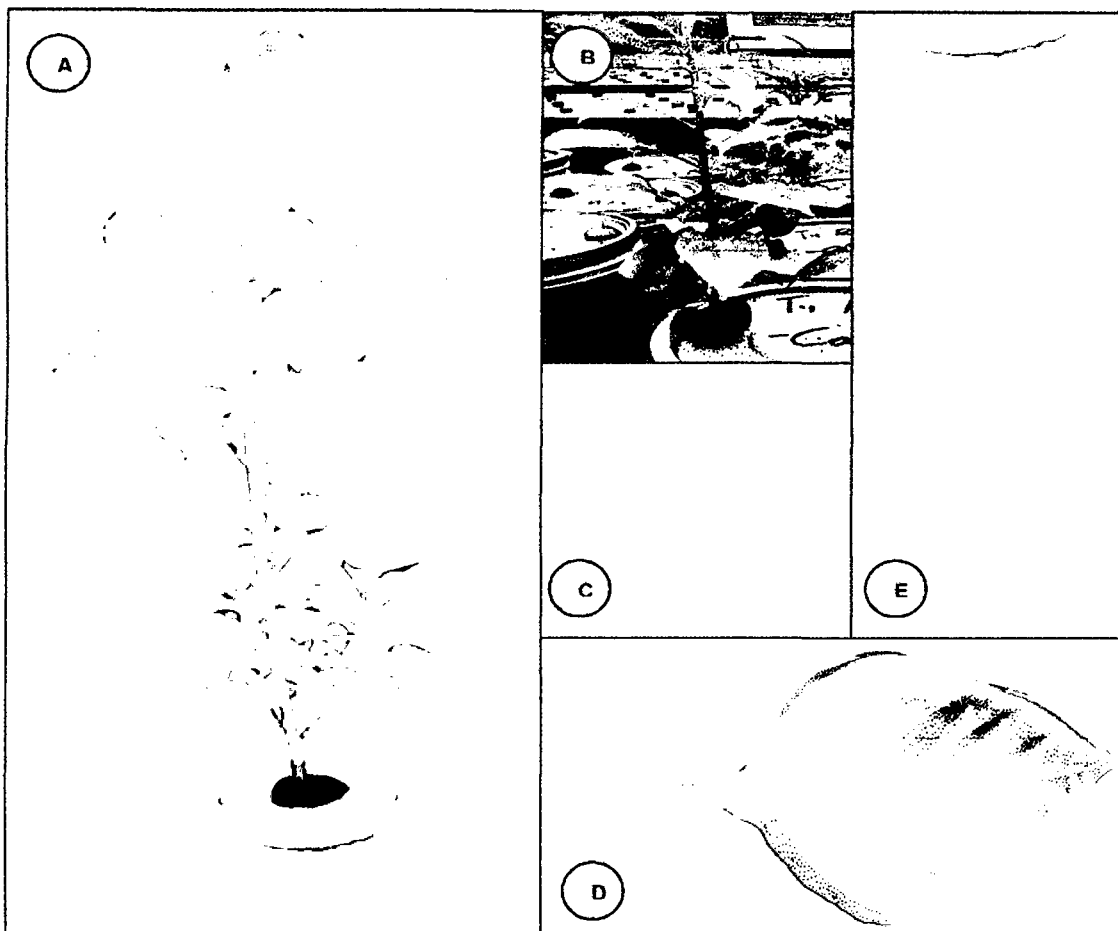


Foto N° 8. Deficiencia de Calcio en ají charapita *Capsicum frutescens* L. A) Planta con deficiencia de calcio. B) Planta a 41 días d/t. C) Hoja de la parte superior. D) Hoja de la parte inferior. E) Raíz con deficiencia de calcio.

En las fotos 8A, 8B, 8C, 8D, se presentan los síntomas de deficiencia obtenidos con la carencia del elemento Calcio. Debido a la ausencia de este elemento las plantas tardaron en desarrollar sus ramas, alcanzó una altura mayor que los tratamientos con carencia de potasio, fósforo y nitrógeno. Los síntomas aparecieron a partir de los 40 días (d/t.) en las hojas tiernas de la parte superior de la planta, con una clorosis, que avanza desde el borde hacia la nervadura central de la hoja. A los 43 días después del trasplante las hojas adultas presentaron clorosis en los bordes que avanzan hacia la nervadura central. El tallo se desarrolló mejor que en los tratamientos con carencia de potasio, fósforo y nitrógeno, pero se mostraron verde en la parte inferior y verde claro en la parte superior, no se observó presencia de flores. La emisión de raíces fue similar al testigo.

Esto se corrobora con (Montoya et al., 2005; Gómez, 2006), donde indica que los síntomas de calcio se inician en hojas jóvenes y superiores de la planta.

Además (Macías L. 2008) en Crisantemo (*Dentratheuma grandiflora*), observa que las hojas jóvenes fueron las primeras afectadas por la deficiencia del calcio, los cuales presentaron lamina foliar deforme con manchas cloróticas que se iniciaron en los bordes y avanzaron hacia la nervadura central; a diferencia que en el cultivo de ají charapita no se observó color purpura en los bordes de las hojas.

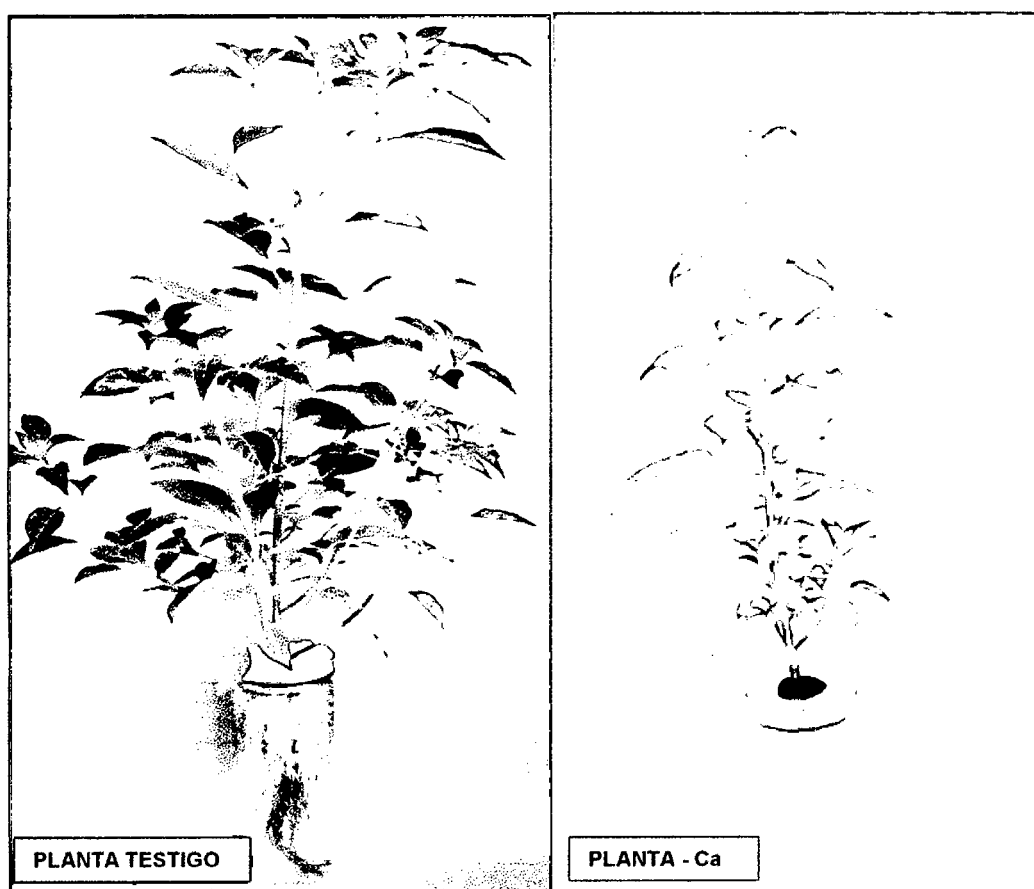


Foto N° 9. Comparación de una planta testigo ante una planta con deficiencia de Calcio.

## V. CONCLUSIONES.

De acuerdo a los objetivos planteados, así como los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 5.1.** Con respecto al incremento de las variables evaluadas: Altura de planta, Diámetro de Copa, Tamaño de Hoja, Diámetro de Tallo y longitud de Raíz; a través del análisis estadístico se determinó que existe diferencias significativas entre tratamientos, observando que el T<sub>0</sub> (SNC) presentó valores superiores a los demás tratamientos carentes de macronutrientes, mientras que el T1 (-N) presentó los valores más bajos en cuanto a las variables evaluadas durante los 60 días de establecimiento del cultivo en soluciones nutritivas.
- 5.2.** El macronutriente carente que más afectó el crecimiento vegetativo del cultivo fue el Nitrógeno, ya que sus síntomas de deficiencia se manifestó con más contundencia a los 30 días (d/t.), mostrando crecimiento lento y reducido de la planta, clorosis en las hojas inferiores, tallos débiles, y raíz muy fina. Asimismo, el Fósforo fue el segundo elemento en afectar al cultivo donde a los 30 días (d/t.) mostró síntomas con clorosis generalizada en las hojas inferiores, con puntos marrones y raíz alargada muy débil.
- 5.3.** La deficiencia de Potasio se observaron a partir de los 30 días d/t. siendo más afectadas a los 37 días d/t. donde las hojas inferiores mostraron textura gruesa, con clorosis localizada en los bordes y en zonas internervales, los márgenes de las hojas curvados hacia arriba y defoliación de la planta.
- 5.4.** Los síntomas de deficiencia con carencia de Calcio, se observaron a partir de los 40 días (d/t.) con clorosis en las hojas tiernas de la parte superior. Posteriormente las hojas adultas de la parte inferior a los 43 días (d/t.) toman una clorosis en los bordes que luego se dirigen hacia la nervadura central.

## **VI. RECOMENDACIONES.**

Por lo expuesto en el presente trabajo de investigación nos permite sugerir las siguientes recomendaciones:

- 6.1.** La metodología aplicada sirve para determinar síntomas de deficiencias de macronutrientes en el cultivo de ají charapita hasta inicios de la floración bajo condiciones de soluciones nutritivas, sin embargo se recomienda estudiar los síntomas de deficiencias de las plantas en condiciones del agricultor.
- 6.2.** Realizar en cada tratamiento a estudiar análisis foliar, ya que ello indicará el porcentaje de acumulación o deficiencia de nutrientes de cada elemento en estudio.
- 6.3.** Aplicar las soluciones nutritivas en porcentajes desde 25%, 50%, hasta el 75% de concentración de nutrientes.

## VII. BIBLIOGRAFIA.

- Alcázar, G., G.L. I. Trejo-Tellez, L. Fernández P. y Ma. De las N. Rodríguez. 2007. Elementos esenciales, *In: Nutrición de Cultivos*. Alcántar G., G., L. I. Trejo-Téllez. Coord. Editorial Mundi-Prensa-Colegio de Postgraduados. Mexico. pp: 8-47 p.
- Angulo, R. 2006. Lulo: El cultivo. Capítulo 1: Generalidades del cultivo y Capitulo 2: Propagación. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Conciencias y Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales. Bogotá. 99p.
- Arnon, Daniel Israel. y P.R. Stout. 1939. The essentiality of certain elements in minute quantity for plants with special reference to cooper. *Plant physiol.* 14:371-375.
- Calderón F. S. 1997. Preparación de la solución Nutritiva y los Fertilizantes Sólidos. *Hidroponía una Esperanza para Latinoamérica*. Ed. Lima. Universidad Nacional Agraria de la Molina. Pp 365 – 393.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 1990. Cultivo de chiles. Requerimientos nutricionales en el área de Centro América.
- Cochrane, P. y Sánchez, 1992. Caracterización agroecológica para el desarrollo de las pasturas en suelos ácidos de América Tropical *In, J. M. Toledo Ed. 1982. Manual para la Evaluación de Pastos Tropicales*. Cali, Colombia CIAT, 23 – 24 p.
- Dewitt, D; Bosland, P. 1993. El pimiento Garden, desde la campana Sweetest hasta el abanero más caliente. Ten Speed Press, Berkeley California, US. p. 23-220.
- Díaz, Z. 2007. “Manual de fertilidad de suelos”. Universidad Nacional de Ucayali. Pg. 10 – 45.

- Dickson, & Isebrands J.G. (1991). Hojas como reguladores de las respuestas al estrés. En: Mooney HA, Winner nosotros y Pell EJ, (eds). Las respuestas de las plantas a múltiples tensiones. Academia Press, San Diego, California, pp 3 – 34.
- FAR (Fundación para la Investigación Agronómica). Efecto de la fertilización con N y P sobre el valor nutritivo de 2 ecotipos de *Leucaena leucocephala*.
- Gardner, F., Pearce R. y R. Mitctell. 1990. Fisiología de las plantas de cultivo. Segunda edición. Iowa State University Press. AMES. USA: 98-208 p.
- Gómez, M.I. 2006. Manual técnico de fertilización de cultivos. Microfertisa, Produmedios, Bogotá.
- Hernández, R. y R. Pacheco. 1986. Caracterización de síntomas visuales de deficiencias nutricionales en cardamomo (*Elettaria cardamomum*). Agron. Cost. 10 (1-2), 13-27.
- Hoagland y Arnon D (1950). Preparación de Solución Nutritiva Stock. 12 – 15 p.
- Kiesselbach, T. A. (1916). Efecto de los nutrientes en el peso seco y transpiración en el cultivo de maíz. Pg. 44 – 45.
- Macias, Legorreda Jorge Luis. 2008. Caracterización de Deficiencias de N, P, K, Ca y Mg en Crisantemo (*Dendrathera grandiflora*) var. Red Delano.
- Montoya, R., R. Cabrales y J.R. Calderón. 2005. Fertilización y deficiencias. Universidad de Córdoba. Editorial Siglo XXI, Montería, Colombia.
- Navarro, S. y G. Navarro. 2000. Química agrícola. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid.

- Nuez V., F; Gil R. y J. Costa. 1996. El cultivo de pimientos chiles y ajíes. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, Esp. 607 p.
- Paul, V. N. 1999. Programa de fertilización con Macronutrientes. En: Agua, Sustratos y nutrición en los cultivos de flores bajo invernadero. Ball Publishing y Ediciones Horti Tecnia Ltda. Illinois. pp. 168.
- Pérez, L. F. 1998 "Guía de práctica de Fisiología vegetal de la Universidad Nacional de Ucayali ". 19 – 24 p.
- Pozo C., O.S. Montes y E. Redondo. 1991. Descripción de tipos y cultivares de chile (*Capsicum spp.*) en México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Folleto técnico núm. 77. INIA-SARH 40 p.
- Ramírez, F. 2000. Manejo nutricional y fertilización balanceada en el cultivo de pprika. Manejo del cultivo de pprika. Arequipa.
- Resh, H. M. 1992. Cultivos Hidropnicos 3<sup>a</sup>. Ed. Edit. Mundi prensa Madrid, España. Pp 251.
- Rodríguez, S.F. 1996. Fertilizantes de nutrición vegetal. Edit. AGT S.A. Tercera reimpresión: México D.F.
- Sánchez, G.P., C.M. Da Silva, G. Alcántar G. y M. Sandoval Villa. 2007. Diagnostico nutrimental en plantas. In: Nutrición de Cultivos. Alcántar G., G., L.I. Trejo-Téllez Coord. Editorial Mundi-Prensa-Colegio de Postgraduados. Mexico.pp:201-247.
- Schenkel, G.P. Baherle, T.F y Fajardo M. 1970. Exploración de deficiencias nutritivas con suelos en macetas. Experiencias preliminares. Agricultura Técnica de Chile. 30(4):173-187.
- Smith, G.S. Johntson, C.M Cornforth Es, 1983. Comparación de soluciones nutritivas para crecimiento de las plantas en arena cultura. Nueva Phytol. 94:537-548 p.

- Smith, P.; Heiser, Jr. 1987. Estudios taxonómicos y genéticos de los pimientos cultivados, *capsicum annum* L. y *Capsicum frutescens* L. American Journal of Botany 38: 362-368 p.
- Tela botánica, 2009 Descripción Botánica del ají amazónico en la Amazonía, Iquitos- Perú. Pág. 8.
- Villachica, H. 1996. Frutales y hortalizas promisorias de la Amazonia. Tratado de Cooperación Amazónica, Lima.

**Fuentes consultadas:**

- [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/tec-chile.com](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/tec-chile.com)
- <http://www.corpoica.org.co/archivos/publicaciones/caracterizaciónyusopotenciales.com>
- <http://www.hydroenvironment.com/deficienciasdelosnutrientesenplantas>
- <http://www.síntomasvisuales.com>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/capsicum.com>



## **VIII. ANEXOS**

**Anexo 1. Observaciones meteorológicas registradas en la Estación Climatológica de la Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú, Febrero – Abril, 2013.**

PARAMETROS	MESES		
	2013		
	Febrero	Marzo	Abril
Temperatura Media Mensual en °C	26.10	26.20	26.90
Humedad Relativa (%)	85.10	83.9	81.60
Precipitación Mensual en mm	166.12	123.19	58.43

**Anexo 2. Datos de las observaciones registradas sobre el comportamiento del pH. Pucallpa - Perú, 2013.**

DATOS DEL pH DURANTE LOS 60 DIAS DE ESTABLECIDAS LAS PLANTAS DE AJI CHARAPITA EN SOLUCION NUTRITIVA EN CONCENTRACIONES DE 25% HASTA 100%									
TRATAMIENTO	REPET.	25%		50%		75%		100%	
		INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
T0 Solución Nutritiva completa (SNC)	R <sub>1</sub>	6.10	6.25	6.03	6.62	6.32	6.49	6.12	6.32
	R <sub>2</sub>	6.00	6.24	6.03	6.65	6.32	6.48	6.10	6.30
	R <sub>3</sub>	6.00	6.25	6.03	6.62	6.30	6.46	6.09	6.30
	R <sub>4</sub>	6.10	6.25	6.03	6.63	6.31	6.46	6.11	6.32
T1 Solución Nutritiva sin Nitrógeno (SN -N)	R <sub>1</sub>	6.00	6.25	6.20	6.21	6.30	7.30	6.12	7.25
	R <sub>2</sub>	6.10	6.24	6.19	6.25	6.30	7.30	6.12	7.24
	R <sub>3</sub>	6.00	6.25	6.20	6.24	6.32	7.3	6.11	7.30
	R <sub>4</sub>	6.00	6.24	6.20	6.23	6.34	7.31	6.12	7.36
T2 Solución Nutritiva sin Fosforo (SN -P)	R <sub>1</sub>	6.00	6.43	6.24	6.05	6.50	7.16	6.24	7.28
	R <sub>2</sub>	6.10	6.45	6.25	6.05	6.48	7.13	6.24	7.26
	R <sub>3</sub>	6.10	6.41	6.25	5.88	6.50	7.14	6.22	7.28
	R <sub>4</sub>	6.00	6.43	6.25	5.85	6.50	7.14	6.22	7.27
T3 Solución Nutritiva sin Potasio (SN -K)	R <sub>1</sub>	6.00	6.28	6.14	6.9	6.40	7.22	6.01	6.61
	R <sub>2</sub>	6.00	6.28	6.14	6.58	6.40	7.23	6.02	6.59
	R <sub>3</sub>	6.00	6.29	6.14	6.71	6.39	7.23	6.01	6.61
	R <sub>4</sub>	6.10	6.29	6.14	6.45	6.39	7.21	6.01	6.62
T4 Solución Nutritiva sin Calcio (SN -Ca)	R <sub>1</sub>	6.00	6.26	6.20	6.08	6.30	7.21	6.28	6.84
	R <sub>2</sub>	6.00	6.27	6.20	7.04	6.30	7.20	6.28	6.84
	R <sub>3</sub>	6.10	6.28	6.22	7.05	6.28	7.21	6.28	6.82
	R <sub>4</sub>	6.10	6.28	6.22	6.11	6.28	7.21	6.26	6.81

**Anexo 3. Datos de las observaciones registradas sobre el comportamiento de la Conductividad Eléctrica. Pucallpa - Perú, 2013.**

DATOS DE LA C.E. DURANTE LOS 60 DIAS DE ESTABLECIDAS LAS PLANTAS DE AJI CHARAPITA EN SOLUCION NUTRITIVA EN CONCENTRACIONES DE 25% HASTA 100%									
TRATAMIENTO	REPET.	25%		50%		75%		100%	
		INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL
T0 Solución Nutritiva Completa (SNC)	R <sub>1</sub>	0.32	0.42	0.35	0.46	0.46	0.56	0.91	0.24
	R <sub>2</sub>	0.32	0.42	0.35	0.46	0.46	0.53	0.92	0.22
	R <sub>3</sub>	0.32	0.41	0.33	0.48	0.46	0.54	0.91	0.22
	R <sub>4</sub>	0.32	0.42	0.35	0.48	0.46	0.56	0.91	0.21
T1 Solución Nutritiva sin Nitrógeno (SN - N)	R <sub>1</sub>	0.46	0.41	0.64	0.16	0.28	0.41	0.87	1.15
	R <sub>2</sub>	0.45	0.39	0.64	0.17	0.30	0.43	0.90	1.15
	R <sub>3</sub>	0.45	0.42	0.64	0.17	0.30	0.41	0.90	1.17
	R <sub>4</sub>	0.45	0.41	0.64	0.17	0.30	0.42	0.90	1.17
T2 Solución Nutritiva sin Fosforo (SN - P)	R <sub>1</sub>	0.51	0.49	0.55	0.22	1.38	0.31	0.36	0.52
	R <sub>2</sub>	0.52	0.50	0.55	0.21	1.38	0.31	0.34	0.52
	R <sub>3</sub>	0.52	0.50	0.55	0.23	1.38	0.33	0.37	0.54
	R <sub>4</sub>	0.52	0.50	0.55	0.23	1.39	0.32	0.34	0.53
T3 Solución Nutritiva sin Potasio (SN-K)	R <sub>1</sub>	0.31	0.22	0.45	0.10	0.96	0.20	0.31	0.69
	R <sub>2</sub>	0.30	0.22	0.45	0.10	0.96	0.21	0.31	0.65
	R <sub>3</sub>	0.30	0.22	0.42	0.09	0.97	0.20	0.34	0.65
	R <sub>4</sub>	0.30	0.22	0.44	0.11	0.97	0.20	0.36	0.68
T4 Solución Nutritiva sin Calcio (SN- Ca)	R <sub>1</sub>	0.39	0.28	0.51	0.17	1.07	0.22	0.32	0.55
	R <sub>2</sub>	0.37	0.28	0.51	0.18	1.06	0.23	0.56	0.81
	R <sub>3</sub>	0.37	0.28	0.51	0.18	1.06	0.21	0.55	0.84
	R <sub>4</sub>	0.37	0.28	0.51	0.18	1.06	0.23	0.37	0.84

**Anexo 4. Cantidades de Solución Nutritiva en ml. para tratamientos. Pérez, 1998. Guía de Prácticas de Fisiología Vegetal.**

TRATAMIENTO	SOLUCIÓN	CANTIDADES DE SOLUCIONES STOCK EN MILILITROS PARA PREPARAR 1 LITRO DE SOLUCIÓN NUTRITIVA									
		A	B	C	D	E	F	G	I	J	Agua
T0	Completo	5	5	2	1	-	-	-	1	1	985
T1	Sin N	-	-	0.5	-	50	20	200	1	1	728
T2	Sin P	7.5	-	2	-	-	20	-	1	1	969
T3	Sin K	7.5	-	2	-	50	-	-	1	1	939
T4	Sin Ca	-	15	2	1	-	-	-	1	1	980

**Anexo 5. Cantidades de Solución Stock en ml. para preparar 4 Lit. al 25% de solución nutritiva para cada tratamiento. Pucallpa - Perú, 2013.**

CARACTERÍSTICA DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA	CANTIDADES DE SOLUCION STOCK EN MILILITROS PARA PREPARAR 4 Lit. AL 25% DE SOLUCIÓN NUTRITIVA									
	A	B	C	D	E	F	G	I	J	AGUA
Solución Nutritiva Completa	5	5	2	1	-	-	-	1	1	3.985
Solución Nutritiva - N	-	-	0.5	-	50	20	200	1	1	3.728
Solución Nutritiva - P	7.5	-	2	-	-	20	-	1	1	3.969
Solución Nutritiva - K	7.5	-	2	-	50	-	-	1	1	3.939
Solución Nutritiva -Ca	-	15	2	1	-	-	-	1	1	3.980

**Anexo 6. Cantidades de Solución Stock en ml. para preparar 4 Lit. al 50% de solución nutritiva para cada tratamiento. Pucallpa - Perú, 2013.**

CARACTERÍSTICA DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA	CANTIDADES DE SOLUCION STOCK EN MILILITROS PARA PREPARAR 4 Lit. AL 50% DE SOLUCIÓN NUTRITIVA									
	A	B	C	D	E	F	G	I	J	AGUA
Solución Nutritiva Completa	10	10	4	2	-	-	-	2	2	3.970
Solución Nutritiva - N	-	-	1	-	100	40	400	2	2	3.455
Solución Nutritiva - P	15	-	4	-	-	40	-	2	2	3.937
Solución Nutritiva - K	15	-	4	-	100	-	-	2	2	3.877
Solución Nutritiva -Ca	-	30	4	2	-	-	-	2	2	3.960

**Anexo 7. Cantidades de Solución Stock en ml. para preparar 4 Lit. al 75% de solución nutritiva para cada tratamiento. Pucallpa - Perú, 2013.**

CARACTERÍSTICA DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA	CANTIDADES DE SOLUCION STOCK EN MILILITROS PARA PREPARAR 4 Lit. AL 75% DE SOLUCIÓN NUTRITIVA									
	A	B	C	D	E	F	G	I	J	AGUA
Solución Nutritiva Completa	15	15	6	3	-	-	-	3	3	3.955
Solución Nutritiva - N	-	-	1.5	-	150	60	600	3	3	3.182
Solución Nutritiva - P	22.5	-	6	-	-	60	-	3	3	3.905
Solución Nutritiva - K	22.5	-	6	-	150	-	-	3	3	3.815
Solución Nutritiva -Ca	-	45	6	3	-	-	-	3	3	3.940

**Anexo 8. Cantidades de Solución Stock en ml. para preparar 4 Lit. al 100%. de solución nutritiva para cada tratamiento. Pucallpa - Perú, 2013.**

CARACTERÍSTICA DE LA SOLUCIÓN NUTRITIVA	CANTIDADES DE SOLUCION STOCK EN MILILITROS PARA PREPARAR 4 Lit. AL 100% DE SOLUCIÓN NUTRITIVA									
	A	B	C	D	E	F	G	I	J	AGUA
Solución Nutritiva Completa	20	20	8	4	-	-	-	4	4	3.940
Solución Nutritiva - N	-	-	2	-	200	80	800	4	4	2.910
Solución Nutritiva - P	30	-	8	-		80	-	4	4	3.874
Solución Nutritiva - K	30	-	8	-	200	-	-	4	4	3.754
Solución Nutritiva -Ca	-	60	8	4	-	-	-	4	4	3.920

**Anexo 9. Evaluación del número de ramas en el T0 (SNC) y T4 (Carente de Calcio) sobre el efecto de la carencia de macronutrientes (N, P, K y Ca) en el Crecimiento y Desarrollo del Cultivo de ají charapita en Pucallpa. Desde los 30 hasta los 60 días d/t. Ucayali - Perú, 2013.**

EVALUACION DE NÚMERO DE RAMAS DESDE LOS 30 HASTA LOS 60 DIAS DESPUES DEL TRASPLANTE						
REPETICIONES N°	PLANTA	TRATAMIENTOS				
		SNC	SN. - N	SN. - P	SN. - K	SN. - Ca
1	A	9	-	-	-	5
	B	10	-	-	-	6
2	A	8	-	-	-	4
	B	12	-	-	-	7
3	A	13	-	-	-	8
	B	12	-	-	-	7
4	A	11	-	-	-	3
	B	11	-	-	-	8

Anexo 10: Observación fenológica reproductiva del cultivo de ají charapita *Capsicum frutescens* L.

<u>ETAPA DE BOTÓN FLORAL</u>		<u>ETAPA DE FLORACIÓN</u>			<u>ETAPA DE FRUCTIFICACIÓN</u>	
1	2	1	2	3	1	2
4	4	2		1	2	11
4	8	10	10	11	13	24
<u>ETAPA DE BOTÓN FLORAL</u>		<u>ETAPA DE FLORACIÓN</u>			<u>ETAPA DE FRUCTIFICACIÓN</u>	
1. Botón floral en desarrollo (Palo de Fosforo) 2. Botón floral en desarrollo		1. Inicio de Floración 2. Flor abriéndose 3. Flor abierta			1. Inicio de fruto (pequeño) 2. Fruto Desarrollado (grande)	

**Anexo 11. Análisis de variancia del incremento para las variables: Altura de planta, Diámetro de copa, Tamaño de hojas, Diámetro de tallo y Longitud de raíces en el Efecto de la Carencia de Macronutrientes N, P, K, Ca en el Crecimiento y Desarrollo del cultivo de ají charapita *Capsicum frutescens* en Pucallpa. Ucayali – Perú. 2013**

		CRECIMIENTO				
		Altura de Planta	Diámetro de Copa	Tamaño de Hoja	Diámetro de Tallo	Longitud de Raíz
<b>TRATAMIENTO</b>	G.L.	4	4	4	4	4
	S.C.	2,805.79749	3,090.16923	86.46743	0.8304825	389.711
	C.M	701.449373	772.5423075	21.616858	0.207620625	97.4278
	F.C.	565.347973	1927.885575	266.20927	1,062.45096	115.7471
	F.T.	2.57	2.57	2.57	2.57	2.57
<b>ERROR</b>	G.L.	15	15	15	15	15
	S.C.	2,824.40858	6.010800	1.21804	0.00293125	12.626
	C.M	1.24073917	0.400720000	0.0812025	0.00019542	0.841730
<b>Significancia entre:</b>	TRATAMIENTO	*	*	*	*	*
	C.V. (%)	4.89383	3.646664	6.479321	3.929487320	3.40721

N. S. : No significativo

\* : Significativo al nivel de P<0.05

## **IX. ICONOGRAFÍAS**



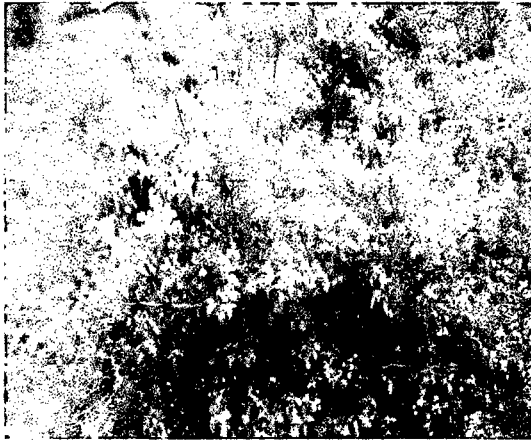


Foto 1. Selección de planta madre



Foto 2. Cosecha de frutos maduros

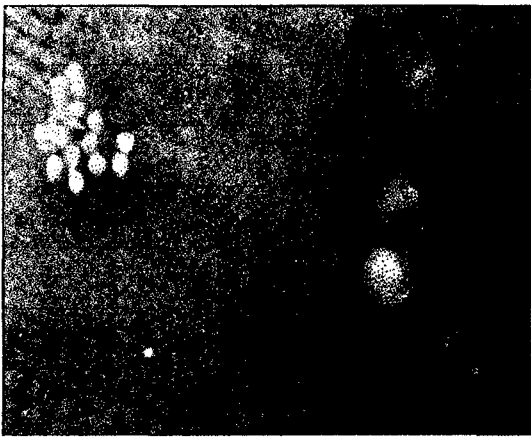


Foto 3. Extracción de semillas de los frutos seleccionados



Foto 4. Pesado de semillas seleccionadas

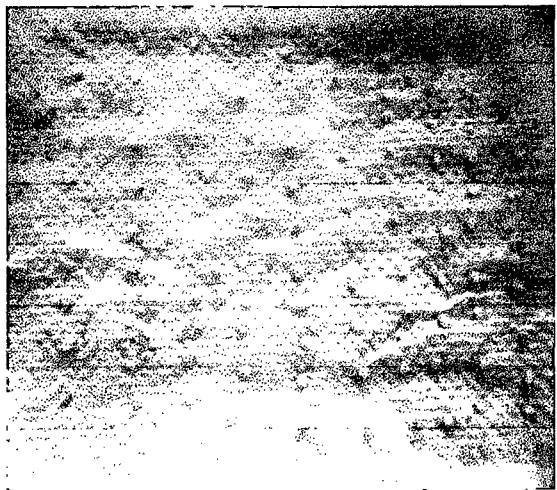


Foto 5. Prueba de germinación

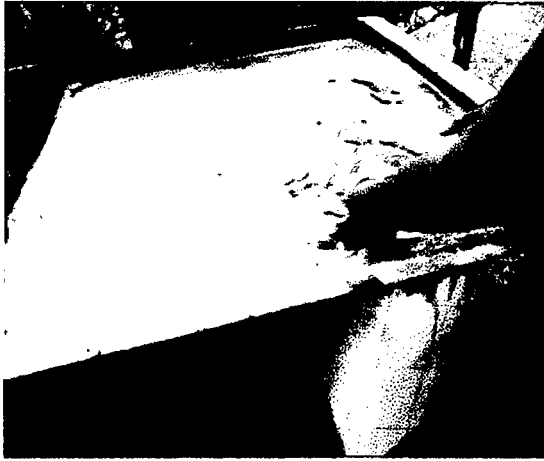


Foto 6. Lavado del sustrato

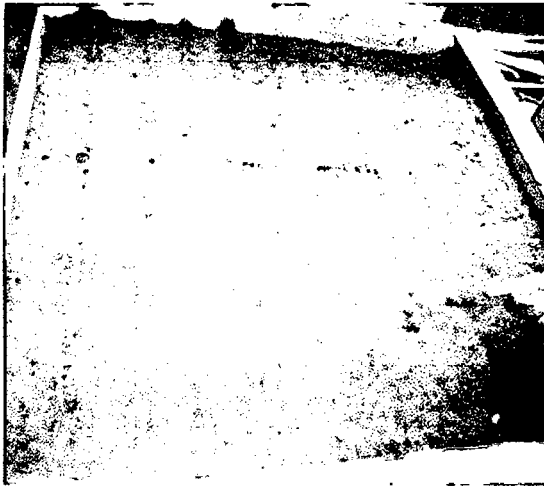
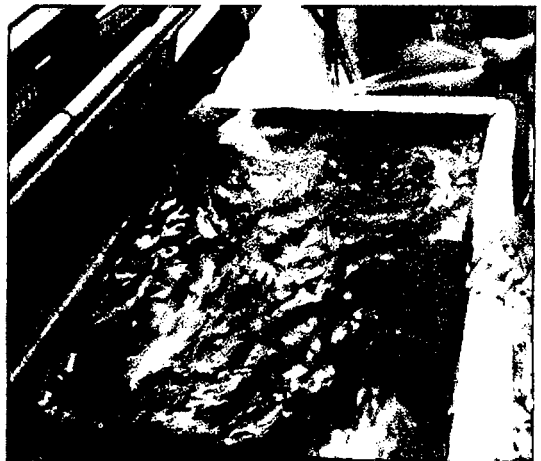


Foto 7. Emergencia de plántulas



Foto 8. Almacigo de ají charapita



Foto 9. Llenado de los baldes

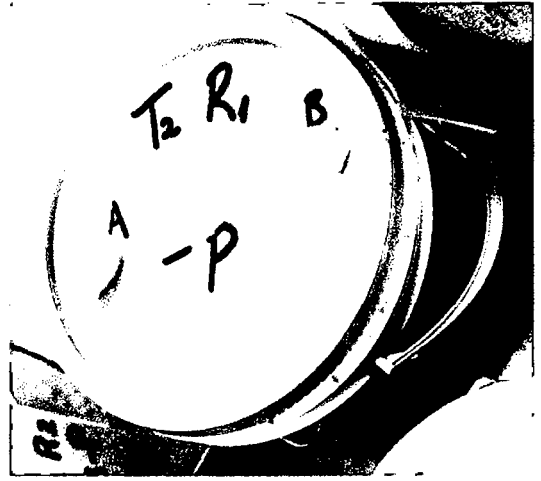


Foto 10. Trasplante a los baldes

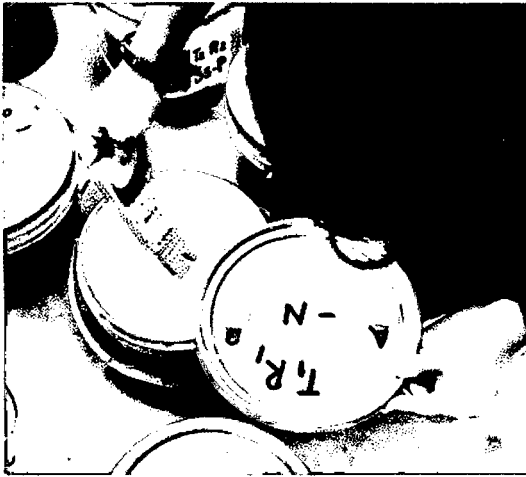


Foto 11. Evaluación de C.E



Foto 12. Etiquetado de los baldes

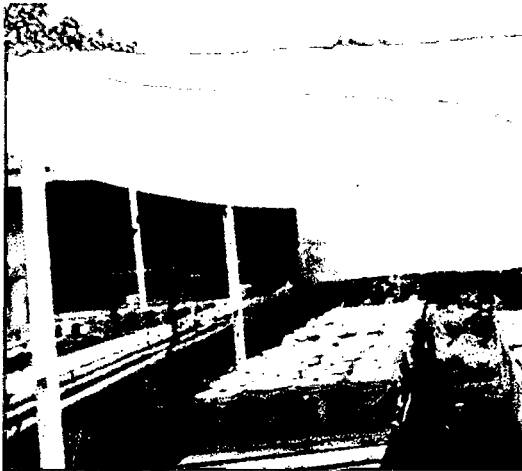


Foto 13. Acondicionamiento de los baldes



Foto 14. Plántulas a 1 semana d/t

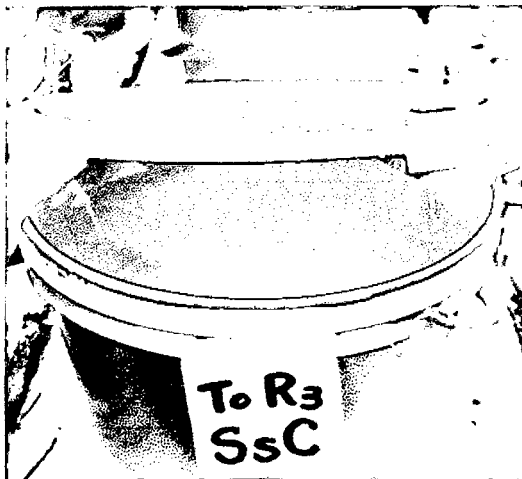


Foto 15. Plantas testigo, 1 sem. d/t



Foto 16. Plantas con carencia de N, 1 Sem.d/t



Foto 17. Plantas con carencia de P, 1 Sem.d/t

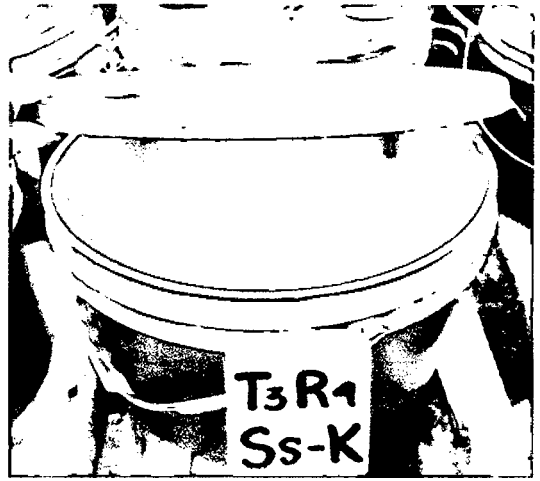


Foto 18. Plantas con carencia de K, 1 Sem.d/t



Foto 19. Plantas con carencia de Ca, Sem.d/t

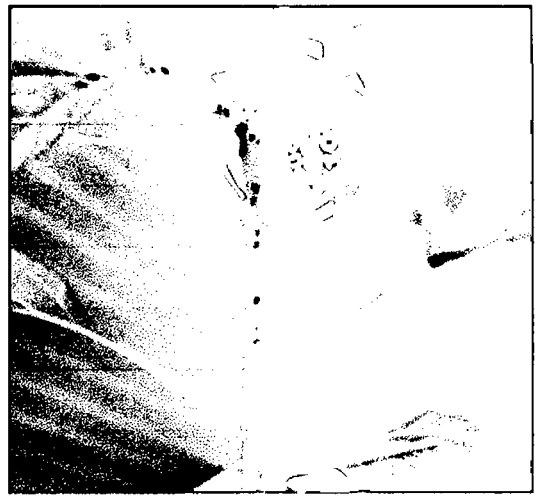


Foto 20. Presencia de *Toxoptera* sp.

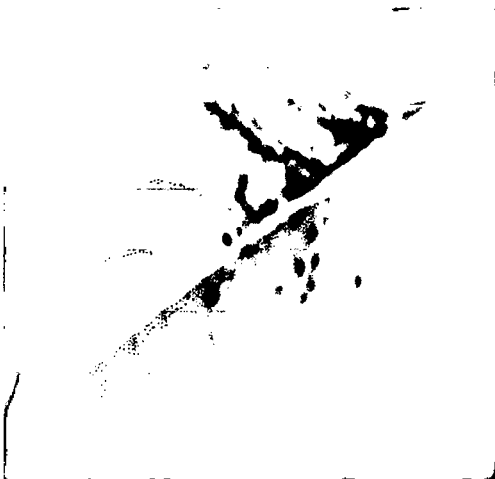


Foto 21. Ataque de *Toxoptera* sp.



Foto 22. Control fitosanitario.



Foto 23. Evaluación de altura de planta



Foto 24. Evaluación de tamaño de hoja.



Foto 25. Evaluación de diámetro de tallo.



Foto 26. Evaluación de longitud de raíz.

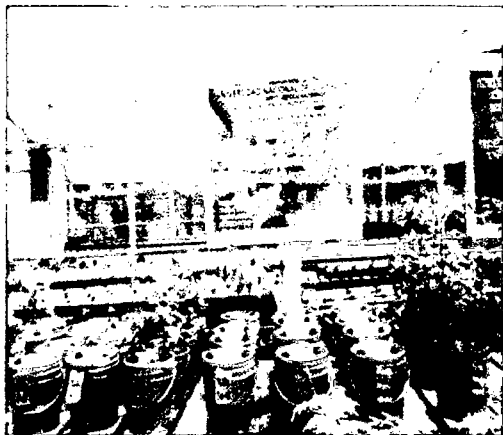


Foto 27. Vista de plantas de ají charapita a los 30 días d/t.



Foto 28. Plantas con solución nutritiva completa.



Foto 29. Planta con agua destilada.

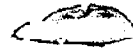


Foto 30. Planta con agua de caño.



Foto 31. Solución de micronutrientes.



Foto 32. Preparación de la solución



Foto 33. Solución de Macronutrientes empleadas en el experimento.



730T