

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**EFFECTO DE LA DEFICIENCIA DE MICRO NUTRIENTES
(Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, B), EN SOLUCIONES NUTRITIVAS
DEL CRECIMIENTO INICIAL EN EL CULTIVO DE
SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* L.) EN PUCALLPA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO**

MARCOS MESIAS GALVEZ

PUCALLPA - PERÚ

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE AGRONOMIA



EFFECTO DE LA DEFICIENCIA DE MICRO NUTRIENTES ESENCIALES (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, B), EN SOLUCIONES NUTRITIVAS DEL CRECIMIENTO INICIAL EN EL CULTIVO DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis L.*) EN PUCALLPA.

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÓNOMO
MARCOS MESIAS GALVEZ**

PUCALLPA – PERÚ

2013

DEDICATORIA

A Dios, por guiarme al camino del éxito.

A Marcos y Domitila, mis padres; por el amor que me brindan en cada momento de mi vida y a mis abuelos que de una u otra manera los guardo dentro de mi corazón y en especial a mí sobrina Briseida que es la felicidad de la familia.

A mis hermanos Daniel, Esther, Benjamín, Ángelo que Dios ilumine sus caminos. A Domitila y Marcos, por el apoyo moral en los momentos más difíciles.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece a las siguientes instituciones y personas que han contribuido en la realización de la presente tesis:

A la Universidad Nacional de Ucayali, por haberme formado profesionalmente y ser el camino para conseguir el título de Ingeniero Agrónomo y a los docentes de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por impartirme los conocimientos técnicos y científicos de la profesión.

Al Ing. Edwin Poquioma Yuimachi, por el asesoramiento del presente estudio de investigación.

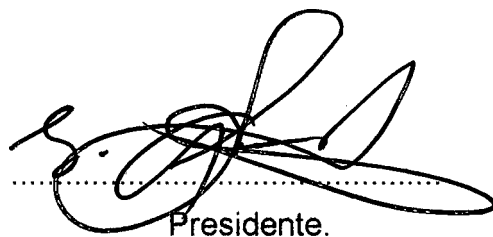
Al módulo de Hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali, por todas las facilidades brindadas durante el desarrollo del experimento, cuya responsabilidad está a cargo del Ing. Fernando Pérez Leal, M.Sc.

Al Ing. Héctor Arbildo Paredes, M.Sc., por el Co asesoramiento de la presente tesis.

A todas las personas que han intervenido de una u otra manera para hacer posible la culminación del presente trabajo.

Tesis aprobada por el Jurado de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, conformado por:

ING. GIRALDO ALMEIDA VILLANUEVA, M.Sc.



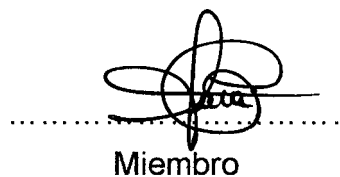
.....
Presidente.

ING. FERNANDO PEREZ LEAL, M.Sc.



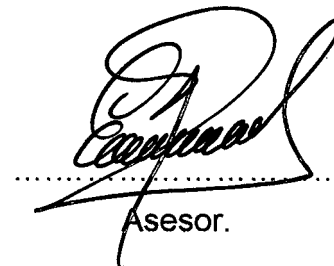
.....
Secretario.

ING. RITA RIVA RUÍZ.



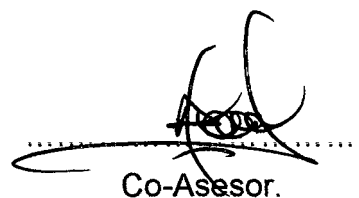
.....
Miembro

ING. EDWIN POQUIOMA YUIMACHI.



.....
Asesor.

ING. HECTOR ARBILDO PAREDES, M. Sc,



.....
Co-Asesor.

BACH. MARCOS MESÍAS GÁLVEZ.



.....
Tesisista.

INDICE

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
2.1. Origen del cultivo de Sacha inchi.....	2
2.2. Morfología general.....	2
2.3. Clasificación taxonómica.....	2
2.4. Descripción botánica.....	3
2.4.1. Tallos.....	3
2.4.2. Hojas.....	3
2.4.3. Flores.....	3
2.4.3.1. Masculinas.....	3
2.4.3.2. Femeninas.....	3
2.4.4. Fruto.....	3
2.4.5. Semilla.....	3
2.5. Características ecológicas.....	4
2.5.1. Clima.....	4
2.5.2. Luz.....	4
2.5.3. Precipitación pluvial.....	4
2.6. Usos y valores nutritivos.....	5
2.7. Nutrición mineral.....	6
2.7.1. Parámetros y medidas de referencia.....	7
2.8. Cultivos hidropónicos.....	7
2.8.1. Sistema de raíz flotante.....	7
2.8.2. Etapas del sistema de raíz flotante.....	8
2.8.2.1. Almacigo.....	8
2.8.2.2. Trasplante.....	8
2.9. Control y manejo de la solución nutritiva.....	8
2.9.1. Conductividad Eléctrica.....	9
2.9.2. pH.....	9
2.9.3. Preparación de la solución nutritiva.....	9
2.9.4. Mantenimiento del volumen de la solución nutritiva.....	10
2.9.5. Duración y cambio de agua.....	10
2.10. Elementos menores (cobre, boro, hierro, manganeso, zinc y molibdeno).....	10
2.10. Hierro (Fe).....	11
2.10.1.1. Deficiencia de hierro.....	12
2.10.2. Zinc (Zn).....	12
2.10.2.1. Deficiencia de zinc (Zn).....	13
2.10.3. Manganeso (Mn).....	13
2.10.3.1. Deficiencia de Manganeso (Mn).....	14
2.10.4. Cobre (Cu).....	14
2.10.4.1. Deficiencia de Cobre (Cu).....	15
2.10.5. Boro (B).....	15
2.10.5.1. Deficiencia de Boro (B).....	17
2.10.6. Molibdeno (Mo).....	17
2.10.6.1. Deficiencia de Molibdeno (Mo).....	18
2.11. Antecedentes de la investigación.....	18
III. MATERIALES Y METODOS.....	21

3.1. Ubicación y duración del experimento.....	21
3.2. Condiciones ecológicas.....	22
3.3. Componentes en estudio.....	23
3.3.1. Plántulas de sachu inchi.....	23
3.3.2. Solución stock nutritiva y de micronutrientes.....	23
3.4. Diseño experimental.....	24
3.5. Ejecución del experimento.....	25
3.5.1. Obtención del material vegetal.....	25
3.5.2. Preparación de la solución stock y solución nutritiva.....	25
3.5.3. Establecimiento de las plantas en la solución nutritiva.....	26
3.5.4. Cuidados después del trasplante.....	27
3.6. Cambios de solución nutritiva.....	27
3.7. Control de plagas.....	27
3.8. Observaciones registradas.....	27
3.8.1. pH.....	27
3.8.2. Variables evaluadas.....	27
3.8.2.1. Crecimiento.....	28
3.8.2.2. Síntomas de deficiencia según respuesta al tratamiento.....	28
3.9. Operacionalización de las variables.....	28
3.9.1. Crecimiento.....	28
3.9.1.1. Longitud de la parte aérea.....	28
3.9.1.2. Peso de la raíz.....	28
3.9.1.3. Peso del tallo.....	28
3.9.1.4. Diámetro del tallo.....	28
3.9.1.5. Número de hojas.....	29
3.9.1.6. Longitud de la raíz.....	29
3.9.1.7. Número de brotes.....	29
3.9.2. Síntomas de deficiencia.....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	31
4.1. Longitud de la parte aérea (cm).....	32
4.2. Número de hojas.....	33
4.3. Longitud de la raíz (cm).....	34
4.4. Diámetro del tallo (cm).....	36
4.5. Número de brotes.....	37
4.6. Peso de la raíz (gr).....	38
4.7. Peso del tallo (gr).....	39
4.8. Síntomas de deficiencia.....	41
4.8.1. Solución nutritiva completa de Hougland y Arnon.....	42
4.8.2. Deficiencia de Fe.....	43
4.8.3. Deficiencia de Cu.....	44
4.8.4. Deficiencia de Zn.....	45
4.8.5. Deficiencia de Mn.....	46
4.8.6. Deficiencia de Mo.....	47
4.8.7. Deficiencia de B.....	48
V. CONCLUSIONES.....	49
VI. RECOMENDACIONES.....	50
VII. BIBLIOGRAFIA.....	51
VIII. ANEXOS.....	54

LISTA DE FOTOS

En el texto.

	Pág.
Iconografías	
1. Muestra de hoja en el tratamiento con solución nutritiva completa.	38
2. Síntomas de deficiencia del elemento	39
3. Síntomas de deficiencia del elemento Cobre...	40
4. Síntomas de deficiencia del elemento	41
5. Síntomas de deficiencia del elemento Manganeso... ..	42
6. Síntomas de deficiencia del elemento Molibdeno.	43
7. Síntomas de deficiencia del elemento	44

En el anexo.

	Pág.
Iconografías	
8. Material vernier utilizado en tesis.....	58
9. Ubicación de síntomas de deficiencia	58
10. Kid (toma de datos de PH), utilizado en la tesis	58
11. Cambio de solución nutritiva..	59
12. Preparación de Hierro.....	59
13. Construcción del área de trabajo	59
14. Tratamiento 2- Síntoma de Hierro	59

RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones del Centro de Módulo de Hidroponía de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en el Km 6.000 de la carretera Federico Basadre Región de Ucayali, provincia de coronel portillo, geográficamente se encuentra ubicado a 74°34'49"de LN, 8° 23' 37,3" de LS y una altitud de 154 msnm. El trabajo de investigación tuvo una duración de 122 días, iniciándose el 8 del mes de enero del 2011 y culminando el 10 de mayo del 2011.

Cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la carencia de micro nutrientes esenciales (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, B), En soluciones nutritivas del crecimiento inicial en el cultivo de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) en Pucallpa, Región Ucayali-Perú.

Para el análisis comparativo, se utilizó la prueba de Tukey, con 8 tratamientos y 4 repeticiones haciendo un total de 32 unidades experimentales, teniendo 2 plantas de "sacha inchi" por unidad experimental. La comparación de medias de los tratamientos se hizo mediante la prueba de Promedios de Tukey a un nivel de 0,05 de probabilidad. Los tratamientos estudiados fueron: T1-solución nutritiva completa (SNC), T2- hierro (-Fe), T3- cobre (-Cu), T4- zinc (-Zn), T5- boro (-B), T6- molibdeno (-Mo), T7- manganeso (-Mn), T8- agua destilada (AD), las variables evaluadas fueron: longitud de la parte aérea, peso de la raíz, peso del tallo, longitud de la raíz, diámetro del tallo, numero de hojas, Número de brotes y los síntomas de deficiencia según respuesta a los tratamientos (color, forma, tamaño, localización parte afectada).

Estadísticamente los resultados de la prueba de promedios indican que las variables que presentaron significancia fueron: Número de brotes, peso de la raíz, peso del tallo, longitud de parte aérea, longitud de raíz, diámetro de tallo, número de hojas, el T2 (Fe) presentó efecto negativo en las variables evaluadas como longitud de parte aérea y longitud de raíz con el valor promedio de 32.13 cm y 12.625 cm respectivamente.

El T2 (-Fe) presentó efecto negativo en la mayoría de las variables evaluadas como Número de hojas con un promedio de 3,13 hojas por planta; diámetro de tallo 0.6725 cm; Número de brotes con 9.125 por planta.

En cuanto a los síntomas observados en los tratamientos con carencia de micro nutrientes, fueron los siguientes: T2 (-Fe) clorosis generalizada, manteniéndose verde

la nervadura; T3 (-Cu) clorosis poco aparente; T4 (-Zn) clorosis marcada en zonas internervales en el ápice y borde, manteniéndose verde las nervaduras de las hojas con pequeñas e irregulares áreas necróticas entre las nervaduras; T5 (-Mn) clorosis internerval con nervios principales cloróticos, pequeñas áreas verdes; T6 (-Mo) hojas con manchas amarillas con el borde delimitado en las nervaduras y algunos puntos necróticos; 17 **(-B)** coloración verde claro de la hoja y que en ciertas partes son retorcidas; de manera que la ausencia de cualquier micro nutriente esencial afecta el normal crecimiento y desarrollo del cultivo.

SUMMARY

The research was conducted in the facilities of Hydroponics Module of the National University of Ucayali, located at Km 6.000 Federico Basadre road Ucayali Region, Colonel wicket province, geographically is located at $74^{\circ} 34' \text{ LN } 49''$, $8^{\circ} 23' 37.3'' \text{ LS}$ and an altitude of 154 meters. The research lasted for 122 days, starting on January 8, 2011 and ending on May 10, 2011.

Aimed at evaluating the effect of the lack of essential micronutrients (Fe, Cu, Zn, Mn, Mo, B), growth in nutrient solutions initial growing Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) in Pucallpa, Region Ucayali, Peru.

For comparative analysis, we used the Tukey test, with 8 treatments and 4 repetitions for a total of 32 experimental units having 2 levels of "sacha inchi" per experimental unit. Comparison of treatment means was done by Tukey test averages a 0.05 level of probability. The treatments were: T1-complete nutrient solution (CNS), T2-iron (-Fe), T3-copper (-Cu), T4-zinc (-Zn), T5-boron (-B), T6-molybdenum (-Mo), T7-manganese (-Mn), T8-distilled water (AD), the variables were: length of the aerial part, root weight, stem weight, root length, stem diameter, number leaves, buds number deficiency symptoms and response to treatments as (color, shape, size, location affected part).

Statistically the results of the test averages indicate that the variables that showed significance were: number of shoots, root weight, stem weight, length of shoot, root length. stem diameter. number of leaves. the T2 (-Fe) had negative effect on the evaluated variables such as length of shoot and root length with the average value of 32.13 cm and 12.625 cm respectively. T2 (-Fe) had negative effect on the majority of the evaluated variables as Number of leaves with an average of 3.13 leaves per plant stem diameter 0.6725 cm: outbreaks Number 9.125 per plant.

As to the symptoms observed in treatments with micronutrient deficiency. were as follows: T2 (-Fe) general chlorosis, remaining green.

rib; T3 (-Cu) chlorosis inconspicuous; T4 (-Zn) marked chlorosis interveinal areas at the tip and edge ribs remaining green leaves with irregular small necrotic areas between the ribs; T5 (-Mn) main rib chlorosis chlorotic, small green areas T6 (-Mo) leaves with yellow spots with the edge defined in the ribs and some necrotic spots; Ti (-B) light green color of the leaf and that in certain parts are twisted, so that the absence of any essential micronutrient affects the regulation of growth and development of the crop.

