

# **Producción hidropónica de lechuga integrada con el cultivo de tilapia con tres niveles de potasio y hierro**

**Arnoldo Arriaza Castañeda  
José Luis Martínez Cabrera**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre; 2009



ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCION AGROPECUARIA

# **Producción hidropónica de lechuga integrada con el cultivo de tilapia con tres niveles de potasio y hierro**

Proyecto Especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura.

Presentado por

**Arnoldo Arriaza Castañeda**  
**José Luis Martínez Cabrera**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre; 2009



# **Producción hidropónica de lechuga integrada con el cultivo de tilapia con tres niveles de potasio y hierro**

Presentado por:

Arnoldo Arriaza Castañeda  
José Luis Martínez Cabrera

Aprobado:

---

Daniel Meyer, Ph.D.  
Asesor Principal

---

Miguel Vélez, Ph.D.  
Director  
Agropecuaria

---

Claudio Castillo, Ing. Agr.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

John Jairo Hincapié, Ph.D.  
Coordinador Área Temática  
Zootecnia

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector  
Rector

## RESUMEN

Arriaza, A. y Martínez, J. 2009. Producción hidropónica de lechuga integrada con el cultivo de tilapia con tres niveles de potasio y hierro. Proyecto Especial de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano, Honduras. 14 p.

Se han desarrollado dentro de la hidroponía técnicas para producir plantas en combinación con el engorde de peces de agua dulce. El objetivo de este estudio fue evaluar la aplicación de hierro y potasio en la producción integrada hidropónica de lechuga Parris Island con cultivo de tilapia en Zamorano. El estudio se realizó en la Estación de Acuicultura de la Escuela Agrícola Panamericana utilizando nueve pilas de concreto con las dimensiones de  $2.5 \times 3.0 \times 1.0$  m y llenadas de  $7.5 \text{ m}^3$  de agua potable fertilizada con N (120 ppm) y P (50 ppm). Se plantaron 243 lechugas de la variedad Parris Island de 18 días de edad a razón de 27 plántulas por cada pila, distribuidas nueve plántulas en cada una de tres láminas de poli-estireno expandido. Ciento veinte ejemplares de tilapia del Nilo de aproximadamente 15 g de peso promedio fueron sembrados en una jaula colocada en cada pila. Se evaluaron nueve tratamientos en un arreglo factorial  $3 \times 3$  aplicando el 0%, 50% y 100% de la dosis recomendada de potasio y hierro. Todas las plantas sobrevivieron hasta finalizar el ensayo en el día 28. La mejor producción de lechuga se obtuvo con la combinación de minerales  $\text{K}100 \times \text{Fe}0$  con un peso promedio superior a todos los demás tratamientos. La concentración de potasio disminuyó en las pilas fertilizadas con muriato de potasio. La concentración de hierro se mantuvo baja y constante a lo largo del estudio. La concentración de calcio aumentó probablemente debido al contenido de harina de carne y hueso en el concentrado usado para alimentar a los peces.

**Palabras clave:** acuaponía, Centro América, piscicultura, producción hortícola

## ABSTRACT

Arriaza, A. y Martínez, J. 2009. Hydroponic lettuce production integrated with tilapia culture with three levels of potassium and iron. Graduation Project of the Program of Agricultural Engineering. Zamorano. Honduras. 14 p.

There have been developed within the hydroponic techniques to produce plants in combination with the growing of freshwater fish. The objective of this study was to evaluate the application of iron and potassium in the integrated production of hydroponic lettuce Parris Island with tilapia culture in Zamorano. The study was conducted at the Aquaculture Station of the Escuela Agrícola Panamericana using nine piles of concrete with dimensions of  $2.5 \times 3.0 \times 1.0$  m and  $7.5 \text{ m}^3$  filled with potable water fertilized with N (120 ppm) and P (50 ppm). Were planted 243 Parris Island lettuce 18 days of age at a rate of 27 seedlings for each cell, distributing new seedlings in each of three sheets of expanded polystyrene. One hundred and twenty specimens of Nile tilapia of approximately 15 g average weight were stocked in the cages in each pile. Nine treatments were evaluated in a  $3 \times 3$  factorial arrangement using the 0%, 50% and 100% of the recommended dose of potassium and iron. All plants survived until the end of the test on day 28. The best lettuce production was obtained with the combination of minerals  $\text{K100} \times \text{Fe0}$  with an average weight than all other treatments. The potassium concentration decreased in cells fertilized with KCl. The iron concentration remained low and constant throughout the study. Calcium concentration increased probably because of the content of meat and bone meal in the concentrate used to feed the fish.

Keywords: Aquaponics, Central America, fish farming, vegetable production

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Abstract.....	iv
Contenido.....	v
Índice de cuadros y figuras.....	vi
1. <b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
2. <b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	3
3. <b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	6
4. <b>CONCLUSIONES</b> .....	12
5. <b>RECOMENDACIONES</b> .....	13
6. <b>LITERATURA CITADA</b> .....	14



## ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

### Cuadro

1. Pesos promedios y sobrevivencia de los peces en jaulas con tres dosis de potasio y hierro en el agua durante el estudio de 28 días, en Zamorano, Honduras ..... 6
2. Concentraciones de minerales en el agua de nueve pilas llenadas originalmente con agua potable y fertilizada con nueve combinaciones de muriato de potasio, hidróxido de calcio y sulfato de hierro, como fracciones de la dosis recomendada para cada uno. .... 8
3. Evaluación del crecimiento de lechugas en hidroponía con cultivo de tilapia con diferentes dosis de potasio y hierro durante los 28 días en Zamorano, Honduras..... 9

### Figura

1. Promedios finales del largo y el peso de la raíz y el follaje (28 días) para lechugas de la variedad Parris Island producidas en una sistema integrado con tilapia con tres niveles de potasio en el agua en Zamorano, Honduras. Cada promedio incluye los datos combinados de 243 plantas tratadas con 0, 50 y 100 % de la dosis recomendada de hierro..... 10
2. Promedios finales del largo y peso de la raíz y el follaje (28 días) para lechugas de la variedad Parris Island producidas en una sistema integrado con tilapia con tres niveles de hierro en el agua en Zamorano, Honduras. Cada promedio incluye los datos combinados de 243 plantas tratadas con 0, 50 y 100 % de la dosis recomendada de potasio..... 11



## 1. INTRODUCCIÓN

La hidroponía es una técnica para producir plantas sin la utilización del suelo. La hidroponía puede ser realizada en diferentes sistemas, que incluyen raíz flotante, raíz flotante con flujo continuo y el sistema NFT. En cada uno de éstos, el principio es el mismo, las raíces de los cultivos reciben una solución nutritiva con los macro y micronutrientes disueltos en ella (Alpizar 2004).

La hidroponía tiene varias ventajas respecto a otros sistemas de producción convencionales: no depende de la calidad del suelo, se tiene un mejor control sobre plagas, parásitos, bacterias, hongos y virus y permite un mejor uso del agua porque ésta es reciclada (Alpizar 2004)

En el sistema de raíz flotante, las raíces están permanentemente en la solución sostenidas por una plancha de poliestireno perforada que actúa como soporte mecánico. La producción de hortalizas bajo el sistema de raíz flotante es menos costosa, requiere menos trabajo y permite un uso más eficiente del agua en comparación con otros sistemas de hidroponía (Pérez 2007).

La tilapia es una de las especies piscícolas más importantes en el mundo. Crece rápidamente, es resistente a enfermedades y parásitos, es tolerante al agua de pobre calidad, con amplios hábitos alimenticios y su carne es muy apreciada. En Honduras el cultivo comercial de tilapia es una alternativa para aprovechar el recurso hídrico nacional y el clima favorable (Teichert-Coddington y Green 1997).

El engorde de peces resulta en una contaminación del agua por una variedad de sustancias químicas que pueden ser de valor para la nutrición y crecimiento de las plantas. Los desechos de los peces incluyen el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), compuesto altamente tóxico para los animales pero que puede ser aprovechado por las plantas. Al remover el  $\text{NH}_3$  se reduce la necesidad del recambio del agua (Diver 2006).

Se han desarrollado dentro de la hidroponía técnicas para producir plantas en combinación con el engorde de peces de agua dulce. Esto es un sistema integral que combina las técnicas de la acuicultura o cultivo de peces, con la hidroponía. Los desperdicios de un sistema biológico sirven como fuente de nutrientes para el otro sistema.

El policultivo de plantas con peces resulta en un aumento en la diversidad y productividad del sistema, y usualmente en un uso más eficiente del espacio y del recurso agua. Frecuentemente los sistemas integrados de producción son más rentables. La integración



de sistemas de producción agropecuaria requiere conocimientos más amplios y obliga a hacer una mayor inversión inicial en infraestructura.

En el caso de la producción combinada y complementaria se utiliza un mismo espacio para la producción de peces y plantas para alcanzar una mayor eficiencia y rentabilidad. Al combinar el cultivo de plantas con peces típicamente falta suficiente potasio, calcio y hierro en el agua lo que limita el desarrollo normal de las plantas (Rakocy *et al.* 2004). El potasio es importante en la síntesis de proteínas y en el funcionamiento de los estomas de las hojas. El calcio es un componente de la pared celular vegetal, es importante en el mantenimiento y permeabilidad de la membrana, y activa algunas enzimas. El hierro es requerido para la síntesis de la clorofila y los citocromos en la célula vegetal (Raven *et al.* 2005).

El objetivo general fue evaluar la aplicación de hierro y potasio en la producción integrada de lechuga Parris Island con el cultivo de tilapia en Zamorano. Los objetivos específicos fueron evaluar la sobrevivencia y el crecimiento de la lechuga con 0, 50 y 100% de la dosis recomendada de potasio en el agua y tres niveles de hierro con aplicaciones foliares, evaluar las concentraciones de potasio y hierro en el agua usada para la hidroponía de lechuga y cultivo de tilapia en jaulas, y comparar la sobrevivencia y el crecimiento de los peces y de la calidad del agua (concentración de potasio y hierro, pH y transparencia).



## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 UBICACIÓN DEL ESTUDIO**

El estudio se realizó en la Estación de Acuicultura de la Escuela Agrícola Panamericana (EAP), valle del Río Yegüare, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, ubicada a 32 km al este de Tegucigalpa, a una altura de 800 msnm, una temperatura y precipitación promedio anual de 24°C y 1100 mm respectivamente.

### **2.2 PILAS**

Nueve pilas de concreto de  $2.5 \times 3.0 \times 1.0$  m fueron llenadas con aproximadamente  $7.5 \text{ m}^3$  de agua potable cinco días antes de empezar el ensayo. El agua de cada pila recibió aireación continua por medio de dos difusores de 10 cm de largo conectados por medio de tubos de PVC (25 mm de diámetro) a un soplador de aire (motor de 2.5 HP).

### **2.3 LAS PLANTAS**

Se compró una bandeja con aproximadamente 300 plántulas de lechuga variedad Parris Island de un productor comercial en Valle de Ángeles, F.M., Honduras. Las plántulas tenían aproximadamente 18 días de edad al momento de su compra.

Se trasladaron nueve plántulas a igual número de agujeros de 4 cm diámetro en cada una de 27 láminas de poli-estireno expandido (Durapox<sup>®</sup>) de  $120 \times 60 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ . Cada agujero tenía una canasta de malla de plástico para sostener a la plántula. En el momento del traslado se seleccionaron plántulas uniformes en su tamaño y color, y que no presentaron daño físico ni defectos en el follaje. Tres láminas con las plántulas fueron puestas en cada pila.

### **2.4 LOS PECES**

Ciento veinte ejemplares de tilapia del Nilo de 15 g de peso promedio fueron sembrados en una jaula colocada en cada pila. Las jaulas son de forma cilíndrica y fabricadas de malla Vexar<sup>®</sup> (HDPE) con aberturas de 6 mm. En la parte superior de cada jaula hay un marco de tubo de PVC de 50 mm de diámetro para su flotación en el agua. El volumen útil de cada jaula fue estimado en  $1.0 \text{ m}^3$ .

Los peces recibieron alimento para tilapia fabricado por Alimentos Concentrados Nacionales, S.A. (ALCON) con 28% de proteína, procesado en perdigones de 5 mm de diámetro. El alimento fue ofrecido a razón de 8% de la biomasa estimada de los peces en cada jaula.

## **2.5 FERTILIZACIÓN**

Tres días antes del iniciar el ensayo se encaló el agua de cada pila con hidróxido de calcio a razón de 173 g/m<sup>3</sup>. Se agregó 2,280 g de fosfato-di-amónico y 2,860 g de nitrato de sodio (Nutrilake<sup>®</sup>) al agua de cada pila para suplir fósforo y nitrógeno para alcanzar los niveles recomendados de estos nutrientes para la hidroponía de hortalizas en Florida (Hochmuth y Hochmuth 1990).

Se aplicó 0, 700 o 1400 g de muriato de potasio (KCl) al agua de tres pilas. Estas cantidades representan el 0, 50 y 100% de la dosis recomendada para la hidroponía de hortalizas en Florida (Hochmuth y Hochmuth 1990).

Se aplicó el 0, 50 o 100% de la dosis recomendada de 1.42 L de Pentamins<sup>®</sup>/ha de producto comercial de sulfato de hierro a las lechugas de cada lámina. Se preparó soluciones con 0.00, 0.45 y 0.90 mL del producto comercial Pentamins<sup>®</sup>/L para ser aplicados a cada lámina con sus nueve plántulas. El hierro se aplicó en la primera y en la tercera semana del ensayo como fertilizante foliar con un atomizador de mano (1L). Se midió el volumen de la descarga del atomizador con un tubo de ensayo y una balanza de precisión (marca Ohaus).

## **2.6 MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA**

Se tomó una muestra de agua potable fertilizada de cada pila el primer y último día del ensayo para analizar su contenido de potasio, calcio y hierro. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos de la Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria de Zamorano utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica.

## **2.7 EVALUACIÓN DE LAS PLANTAS Y LOS PECES**

El día 28 del ensayo se retiraron todas las plantas de las láminas para evaluar su crecimiento. Cada planta fue cortada con un cuchillo para separar las raíces del follaje. Se exprimió el agua de las raíces manualmente. Luego se pesó con una balanza marca Chatillion (g) y se midió con regla (mm) el follaje y la raíz de cada lechuga.

Los peces de cada jaula fueron agrupados y contados y pesados en recipientes con agua de peso conocido en una balanza tipo reloj con capacidad de 800 g.



## **2.8 VARIABLES ANALIZADAS**

Las variables analizadas fueron sobrevivencia, peso fresco (g) de follaje y longitud (mm) de follaje y raíz.

## **2.9 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial  $3 \times 3$  (tres concentraciones de potasio  $\times$  tres concentraciones de hierro) con tres réplicas de cada uno (láminas). Los datos del peso del follaje y de las raíces, y del largo del follaje y las raíces se analizaron usando un ANDEVA ( $P \leq 0.05$ ) y una separación de medias por la prueba de Tukey, con el programa Statistical Analysis System (SAS 2007).



### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 PECES

En promedio los peces presentaron una ganancia de peso de 0.29 g/día. (Cuadro 1). La sobrevivencia general de los peces fue de 92%. La sobrevivencia en la jaula del tratamiento K0 × Fe100 fue del 76%, el menor valor observado en el ensayo. No se pudo determinar una causa para explicar la mortalidad inesperada de estos peces ya que nunca se observó peces muertos en ninguna de las jaulas durante el ensayo (Cuadro 2).

Cuadro 1. Pesos promedios y sobrevivencia de los peces en jaulas con tres dosis de potasio y hierro en el agua durante el estudio de 28 días, en Zamorano, Honduras.

TRT	Peso siembra (g)	Peso cosecha (g)	Crecimiento (g)	Peces Vivos	Sobrevivencia (%)
K0 × Fe0	15	26	11	103	86
K50 × Fe0	15	21	6	110	92
K100 × Fe0	15	21	6	110	92
K0 × Fe50	15	19	4	120	100
K50 × Fe50	15	26	11	112	93
K100 × Fe50	15	28	13	115	96
K0 × Fe100	15	25	10	91	76
K50 × Fe100	15	25	10	108	90
K100 × Fe100	15	16	1	120	100

### 3.2 CALIDAD DEL AGUA

El pH del agua se mantuvo en un valor de 7 durante los 28 días del ensayo. El pH estable del agua de las pilas probablemente se debió a la aplicación de cal previo a comenzar el ensayo (Boyd y Tucker 1990).

En todas las mediciones del disco Secchi la transparencia del agua fue igual a la profundidad de cada pila (100 cm). Se llenaron las pilas con agua potable completamente transparente la cual contiene bajas concentraciones de minerales en solución (Cuadro 2).

En cada pila las láminas cubrieron aproximadamente el 30% de la superficie del agua. Para su proliferación las algas necesitan agua, nutrientes, luz y una temperatura adecuada. Probablemente faltó luz suficiente para el desarrollo de las algas (Boyd y Tucker 1990).

La concentración de calcio se aumentó a lo largo de los 28 días del ensayo (Cuadro 2). El calcio es poco soluble en agua (Boyd y Tucker 1990). El alimento concentrado ofrecido a los peces contiene ingredientes como harina de carne y hueso, los cuales pudieron haber aportado calcio al agua de cada pila (Amador 1992).

Hubo una reducción en la concentración de potasio en el agua de cada una de las pilas fertilizadas con muriato de potasio. La concentración inicial de potasio se mantuvo en el agua de las pilas no fertilizadas con KCl (Cuadro 2). El potasio es utilizado por las plantas en su crecimiento, principalmente para mantener la presión osmótica dentro de las células. Tiene un papel importante en regular la apertura de las estomas de las hojas de las plantas y en la turgencia de las células vegetales (Raven 2005).

El hierro estuvo a una concentración promedio general de 0.02 mg/L y se mantuvo en el agua de las nueve pilas así sin sufrir modificación por las aplicaciones realizadas (Cuadro 2). El hierro es un metal poco soluble en el agua y es utilizado por las plantas en la biosíntesis de la clorofila.

La mayor cantidad de hierro aplicada a las plantas fue en los tratamientos Fe100 con un total de 120 mg/pila. Esta cantidad sería suficiente para establecer una concentración de 0.02 ppm de hierro en el agua de la pila, si todo lo aplicado entrara en solución. La concentración de hierro en el sistema de agua potable en la EAP esta en un rango de 0.13 a 0.75 ppm en cuatro muestras tomadas en el 2009 y analizadas en un laboratorio comercial en Tegucigalpa<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>Quiroz, 2009. Concentración de hierro en el sistema de agua potable en la EAP. (Entrevista). Zamorano. 15 de Septiembre de 2009.

Cuadro 2. Concentraciones de minerales en el agua de nueve pilas llenadas originalmente con agua potable y fertilizada con nueve combinaciones de muriato de potasio, hidróxido de calcio y sulfato de hierro, como fracciones de la dosis recomendada para cada uno.

Tratamientos	[K <sup>+</sup> ] en mg/L		[Ca <sup>++</sup> ] en mg/L		[Fe <sup>++</sup> ] en mg/L	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
K0 × Fe0	12	12	16	32	0.03	0.02
K50 × Fe0	95	88	26	37	0.01	0.03
K100 × Fe0	150	131	21	44	0.02	0.01
K0 × Fe50	15	11	21	25	0.02	0.01
K50 × Fe50	95	75	21	44	0.03	0.01
K100 × Fe50	169	123	23	40	0.02	0.02
K0 × Fe100	11	13	20	30	0.03	0.04
K50 × Fe100	99	77	23	41	0.02	0.03
K100 × Fe100	172	150	26	43	0.03	0.01

### 3.3 PLANTAS

El 100% de las lechugas sobrevivieron hasta el final del ensayo. Las lechugas del tratamiento K100 × Fe0 alcanzaron el mayor ( $P \leq 0.05$ ) peso promedio final de follaje; Estas plantas pesaron en promedio 56% más que las lechugas del tratamiento K50 × Fe50, que tenían las hojas más largas (Cuadro 3).

Los mayores pesos promedios para la raíz fueron en las plantas del tratamiento K100 × Fe0. Las raíces y follajes más largos fueron observados entre las plantas del tratamiento de K50 × Fe50. Las plantas del tratamiento K50 × Fe0, K0 × Fe50, K0 × Fe100 y K100 × Fe100 tuvieron los menores pesos promedios de follaje (Cuadro 3).

Las plantas de dos de los tres tratamientos con la alta dosis de hierro presentaron los menores pesos promedios del follaje. En la producción comercial de lechugas la parte vendible de la planta es su follaje.

Cuadro 3. Evaluación del crecimiento de lechugas en hidroponía con cultivo de tilapia con diferentes dosis de potasio y hierro durante los 28 días en Zamorano, Honduras.\*

Tratamiento	Peso Promedio (g)		Longitud Promedio (mm)	
	Raíz	Follaje	Raíz	Follaje
K0 × Fe0	67±13 <sup>bc</sup>	137±42 <sup>b</sup>	338±61 <sup>bc</sup>	164±15 <sup>d</sup>
K50 × Fe0	50±19 <sup>cde</sup>	51±25 <sup>c</sup>	262±78 <sup>bc</sup>	134±25 <sup>e</sup> f
K100 × Fe0	88±27 <sup>a</sup>	256±89 <sup>a</sup>	327±131 <sup>bc</sup>	201±18 <sup>b</sup>
K0 × Fe50	53±10.8 <sup>bcde</sup>	85±28 <sup>c</sup>	256±47 <sup>bc</sup>	125±22 <sup>f</sup>
K50 × Fe50	69±21 <sup>b</sup>	168±58 <sup>b</sup>	473±57 <sup>a</sup>	216±66 <sup>a</sup>
K100 × Fe50	63±23 <sup>bcde</sup>	151±73 <sup>b</sup>	314±61 <sup>bc</sup>	196±25 <sup>b</sup> c
K0 × Fe100	46±14 <sup>de</sup>	45±20 <sup>c</sup>	282±61 <sup>bc</sup>	128±18 <sup>e</sup> f
K50 × Fe100	69±27 <sup>b</sup>	157±75 <sup>b</sup>	366±65 <sup>ab</sup>	184±10 <sup>c</sup>
K100 × Fe100	45±15 <sup>e</sup>	64±29 <sup>c</sup>	242±53 <sup>c</sup>	142±14 <sup>e</sup> f

\* Medias en columnas con distinta letra, difieren estadísticamente entre sí ( $P \leq 0.05$ ).

Las lechugas respondieron positivamente a las dosis de potasio en el peso de su follaje (Figura 1). No hay una explicación por el poco desarrollo de las raíces de las plantas con 100% de la dosis de potasio.

Los resultados indican que la mayor dosis de hierro tuvo un posible efecto negativo sobre el desarrollo del follaje (Figura 2). El largo promedio del follaje y el peso de la raíz varían poco en respuesta a las dosis aplicadas de potasio y hierro. Posiblemente cualquier efecto positivo de la concentración de potasio fue contrarrestado por las aplicaciones de hierro.

Al finalizar el ensayo se logró una cosecha de 25.5 kg de lechuga que se vendió a L. 15.40/kg. Las lechugas se vendieron sin sus raíces y con un peso promedio de 124 g. La producción promedio general de lechugas integrada con tilapia fue equivalente a 7,440 kg/ha en un ciclo de 28 días de duración. Con el mejor resultado del ensayo, la producción y venta de lechugas serían equivalentes a 15,360 kg/ha/ciclo y US\$. 12,449.68 de ingresos brutos.

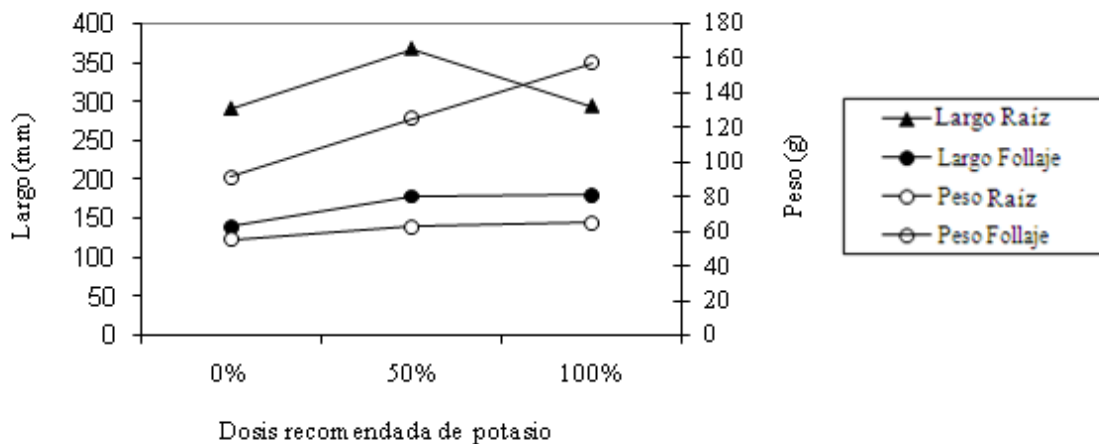


Figura 1. Promedios finales del largo y el peso de la raíz y el follaje (28 días) para lechugas de la variedad Parris Island producidas en una sistema integrado con tilapia con tres niveles de potasio en el agua en Zamorano, Honduras. Cada promedio incluye los datos combinados de 243 plantas tratadas con 0, 50 y 100% de la dosis recomendada de hierro.

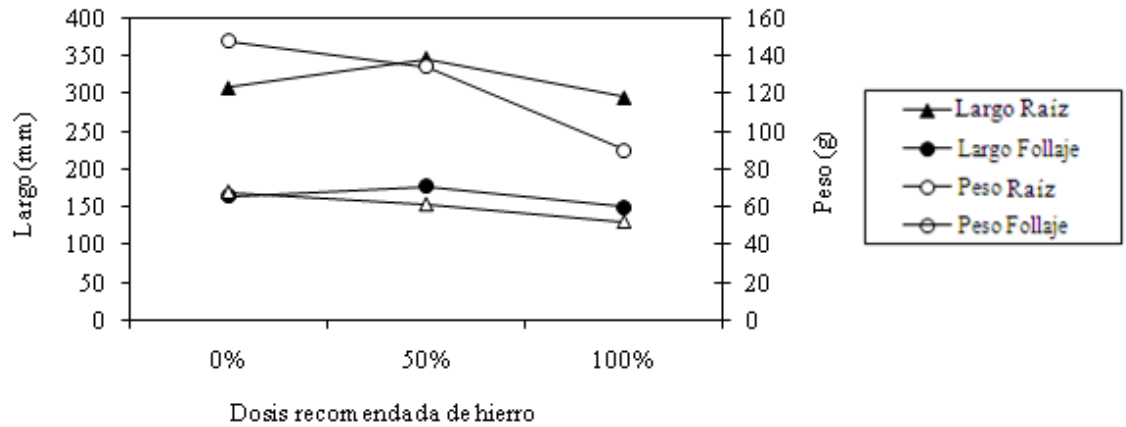


Figura 2. Promedios finales del largo y el peso de la raíz y el follaje (28 días) para lechugas de la variedad Parris Island producidas en una sistema integrado con tilapia con tres niveles de hierro en el agua en Zamorano, Honduras. Cada promedio incluye los datos combinados de 243 plantas tratadas con 0, 50 y 100% de la dosis recomendada de potasio.



#### **4. CONCLUSIONES**

- Todas las plantas sobrevivieron hasta finalizar el ensayo en el día 28.
- La concentración de potasio disminuyó en todas las pilas fertilizadas con muriato de potasio
- La concentración de hierro se mantuvo baja y constante en todas las pilas a lo largo del estudio.
- La concentración de calcio aumentó probablemente debido al contenido de harina de carne y hueso en el concentrado usado para alimentar a los peces.
- La mejor producción de lechuga se obtuvo con la combinación K100 Fe0.

## **5. RECOMENDACIONES**

- Aplicar 100% de la dosis recomendada de muriato de potasio para tener un crecimiento óptimo del follaje de la lechuga.
- Seguir evaluando la dosis adecuada de hierro para el cultivo integrado de lechuga con tilapia en Zamorano.

## 6. LITERATURA CITADA

Alpizar, L. 2004. Hidroponía. Editorial Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 108 p.

Amador, I. 1992. Sistema nacional de clasificación de canales bovinas: Informes preliminares. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 27 p.

Boyd, C; Tucker, C. 1990. Pond Aquaculture Water Quality Management. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, Alabama, USA. 685 p.

Diver, S. 2006. Aquaponics: Integration of Hydroponics with Aquaculture. National Center for Appropriate Technology, Butte, Montana, USA. 28 p.

Hochmuth, G; Hochmuth, R. 1990. Nutrient solution formulation for hydroponic (Perlite, Rockwool, NFT) tomatoes in Florida. Document HS796, Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS), University of Florida, Gainesville, Florida, USA. 12 p.

Pérez, L. 2007. Hidroponía en Casa. Editorial Corazón Verde, San José, Costa Rica. 54 p.

Rakocy J; Bailey, D; Shultz, R; Thomas, E. 2004. Update on tilapia and vegetable production in the UVI aquaponics system. Department of Agricultural Sciences, University of the Virgin Islands, Manila, United States Virgin Islands, USA. s.p.

Raven, P; Johnson, G; Losos, J; Singer, S. 2005. Biology, Seventh Edition. McGraw-Hill Publishers, New York, New York, USA. 1250 p.

SAS. 2007. SAS User's Guides. Statistics. Version 5. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA. s.p.

Teichert-Coddington, D; Green, B. 1997. Experimental and Commercial Culture of Tilapia in Honduras. In B.A. Costa-Pierce and J.E. Rakocy, Eds. Tilapia Aquaculture in the Americas, Volume 1, World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. p 142 – 162.