

**Evaluación del consumo de agua y nutrientes  
en chile (*Capsicum annuum*) variedades  
Taranto, Zidenka y Sympathy, en hidroponía  
y condiciones de altura en Mulacagua,  
Comayagua, Honduras**

**Juan Carlos Cabrera García**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre; 2009

ZAMORANO  
CARRERA DE CIENCIA Y PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

**Evaluación del consumo de agua y nutrientes  
en chile (*Capsicum annuum*), variedades  
Taranto, Zidenka y Sympathy en hidroponía  
y condiciones de altura en Mulacagua,  
Comayagua, Honduras**

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

Presentado por

**Juan Carlos Cabrera García**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre; 2009

**Evaluación del consumo de agua y nutrientes  
en Chile (*Capsicum annuum*) variedades  
Taranto, Zidenka y Sympathy, en hidroponía  
y condiciones de altura en Mulacagua,  
Comayagua, Honduras**

Presentado por:

Juan Carlos Cabrera García

Aprobado:

---

Gloria Arévalo, M.Sc.  
Asesora principal

---

Miguel Vélez, Ph.D.  
Director de Carrera  
Ciencia y Producción Agropecuaria

---

Jeffery Pack, D. P. M.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Abelino Pitty, Ph.D.  
Coordinador Fitotécnica

---

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

## RESUMEN

Cabrera, J. 2009. Evaluación del consumo de agua y nutrientes en Chile (*Capsicum annuum*), variedades: Taranto, Zidenka y Sympathy, en hidroponía y condiciones de altura en Mulacagua, Comayagua Honduras. 24p.

Los productores del valle de Comayagua, Honduras han optado por intensificar la producción para exportar a los mercados de Estados Unidos y Europa. Es necesario evaluar si las recomendaciones de oferta de agua y nutrientes adaptadas de otros países son válidas en las condiciones locales. El objetivo fue evaluar el consumo de nutrientes y agua en un sistema hidropónico en tres etapas fenológicas del cultivo de Chile (etapa I 0-7 semanas después del trasplante [SDT]; etapa II 8-19 SDT; III 20-31 SDT) en las variedades Zidenka, Sympathy y Taranto. El estudio se realizó en tres invernaderos a 1450 msnm usando fibra de coco como sustrato y una densidad de 30780 plantas/ha. Se midió el volumen de agua de riego y drenaje durante todo el ciclo y la concentración de nutrientes en el tejido vegetal, en el agua de riego y el agua de drenaje al final de cada etapa. No hubo diferencia en el consumo del agua ni de nutrientes ( $P > 0.05$ ) entre variedades. El consumo total de agua fue de 85 L/planta en la variedad Zidenka, 90 L/planta en la variedad Sympathy y 100 L/planta en la variedad Taranto. El consumo de nutrientes varió entre las variedades en N: 300 a 400 kg/ha; K: 475 a 650 kg/ha; P: 10% del nitrógeno; Ca: 150 a 200 kg/ha que es cuatro veces el Mg y el S. En micronutrientes Fe 1.7 a 3.3 kg/ha, Mn 0.75 a 1.5 kg/ha, Zn de 0.6 a 1 kg/ha y Cu fluctúa de 0.1 a 3.1 kg/ha por aplicación de pesticidas. El drenaje se mantuvo alrededor de 20% en las etapas I y III y 30% en la etapa II. La conductividad eléctrica y concentración de nutrientes del agua de drenaje fueron superiores a las determinadas en el agua de riego para todas las variedades. En el agua de drenaje el cultivo que reportó mayores conductividades eléctricas (CE) fue la variedad Zidenka. Se encontró que la etapa de mayor requerimiento nutricional fue la etapa II.

**Palabras clave:** Conductividad eléctrica, fibra de coco, invernadero, sustrato

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>3</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>17</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>18</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>19</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>20</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

### Cuadro

1. Densidad aparente, densidad real y espacio poroso del sustrato de fibra de coco al inicio del ciclo en el cultivo de chile de las variedades Zidenka (tres ciclos), Sympathy (dos ciclos) y Taranto (dos ciclos), Comayagua, Honduras. 2009.....	9
2. Densidad aparente, densidad real y espacio poroso del sustrato de fibra de coco al final del ciclo en el cultivo de chile de las variedades Zidenka (tres ciclos), Sympathy (dos ciclos) y Taranto (dos ciclos), Comayagua, Honduras. 2009.....	9
3. Volumen de riego, drenaje y consumo de agua de las variedades de chile Zidenka, Sympathy y Taranto por etapas, Comayagua, Honduras, 2009.....	10
4. Consumo de nutrientes (kg/ha) por etapas en el cultivo de chile variedad Zidenka, Comayagua, Honduras. 2009.....	12
5. Consumo de nutrientes (kg/ha) por etapas en el cultivo de chile variedad Sympathy, Comayagua, Honduras. 2009.....	13
6. Consumo de nutrientes (kg/ha) por etapas en el cultivo de chile variedad Taranto, Comayagua, Honduras. 2009.....	13
7. Contenido total de nutrientes (kg/ha) al final de la etapa III del cultivo de chile, Comayagua, Honduras. 2009.....	13
8. Balance de elementos (kg/ha) contenidos en el sustrato, la planta, el agua de riego y el agua de drenaje durante las etapas I, II y III para el cultivo de chile variedad Zidenka en Comayagua, Honduras, 2009.....	14
9. Balance de elementos (kg/ha) contenidos en el sustrato, la planta, el agua de riego y el agua de drenaje durante las etapas I, II y III para el cultivo de chile variedad Sympathy en Comayagua, Honduras, 2009.....	15
10. Balance de elementos (kg/ha) contenidos en el sustrato, la planta, el agua de riego y el agua de drenaje durante las etapas I, II y III para el cultivo de chile variedad Taranto en Comayagua, Honduras, 2009.....	16

### Figura

1. Conductividad eléctrica del agua de riego y del agua de drenaje en chile de la variedad Zidenka, Comayagua, Honduras 2009.....	11
---	----

2. Conductividad eléctrica del agua de riego y del agua de drenaje en chile de la variedad Sympathy, Comayagua, Honduras 2009.....	11
3. Conductividad eléctrica del agua de riego y del agua de drenaje en chile de la variedad Taranto, Comayagua, Honduras 2009.....	12

## Anexo

1. Contenido nutricional de la planta por etapas para la variedad Zidenka, Comayagua, Honduras, 2009.....	20
2. Contenido nutricional de la planta por etapas para la variedad Sympathy, Comayagua, Honduras, 2009.....	20
3. Contenido nutricional de la planta por etapas para la variedad Taranto, Comayagua, Honduras, 2009.....	20
4. Peso húmedo y seco y porcentaje de humedad de la planta por órganos para el cultivo de chile por variedades, Comayagua, Honduras. 2009.....	21
5. Biomasa promedio contenida en las podas durante las etapas II y III.....	22
6. Análisis foliares de las variedades Sympathy y Taranto, Comayagua, Honduras. 2009.....	22
7. Contenido nutricional del agua de riego para chile de la variedad Zidenka, Comayagua, Honduras. 2009.....	22
8. Contenido nutricional del agua de drenaje para chile de la variedad Zidenka, Comayagua, Honduras. 2009.....	22
9. Contenido nutricional del agua de riego para chile de la variedad Sympathy, Comayagua, Honduras. 2009.....	22
10. Contenido nutricional del agua de drenaje para chile de la variedad Sympathy, Comayagua, Honduras. 2009.....	23
11. Contenido nutricional del agua de riego para chile de la variedad Taranto, Comayagua, Honduras. 2009.....	23
12. Contenido nutricional del agua de drenaje para chile de la variedad Taranto, Comayagua, Honduras. 2009.....	23
13. Producción acumulada en t/ha de las variedades Zidenka, Sympathy y Taranto, Comayagua, Honduras. 2009.....	24

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente los países centroamericanos, con el afán de alcanzar nuevos mercados y aprovechar nuevas ventanas, han intensificado la producción de hortalizas de exportación. Tal es el caso de muchas empresas localizadas en el Valle de Comayagua, Honduras.

El uso intensivo de la tierra para obtener mayores producciones en espacios reducidos ha motivado a los horticultores a desarrollar y modificar estructuras donde el clima y el uso del suelo pueden ser manipulados (Balladares 2002). Entre los factores determinantes en la agricultura hidropónica se tienen: climáticos (temperatura, humedad relativa, radiación solar), agronómicos (suministro de nutrientes, agua y control de plagas) (Mossler 2004).

Cada productor tiene que evaluar la relación entre esos factores para obtener un balance a fin de optimizar el uso de recursos y obtener los resultados deseados en cada ciclo de producción. Muchas empresas que han adoptado estos sistemas trabajan con modelos y datos que se generan en el extranjero. Por ejemplo, los productores de chile dulce de colores en Comayagua, Honduras, manejan sus explotaciones con información que se ha obtenido de la producción española. Sin embargo, las condiciones climáticas en Honduras y España son bastante diferentes debido a que España presenta un clima mediterráneo y Honduras tiene un clima subtropical. Debido a esto, se determinó si las recomendaciones dadas por los extranjeros deben modificarse para las condiciones locales y si las cantidades de riego y fertilización suplen los requerimientos en cada etapa del cultivo.

El chile dulce de exportación es propio de climas cálidos y muy sensibles a temperaturas de congelamiento. El porcentaje de germinación en semillas baja rápidamente por debajo de los 25 °C. En el día el rango óptimo para el crecimiento está entre 24 y 30 °C y en la noche entre 9 y 12 °C (Hartz y Cantwell 2008).

En el 2008 se realizó el primer trabajo de ésta índole en la zona de Mulacagua, Comayagua (Castellanos Oseguera 2008), en la cual se obtuvo información del comportamiento en relación con el clima, el riego y la nutrición de tres variedades (Zidenka, Sympathy y Lírica con colores rojo, anaranjado y amarillo respectivamente). En la misma se determinó que había una alta pérdida de riego y nutrientes en la primera etapa del cultivo y que no hubo diferencia en el consumo de los mismos entre estas variedades.

Con el presente estudio se generaron datos que ayuden a los productores a mejorar el manejo de su explotación, utilizar los recursos de una manera eficiente, entender mejor las relaciones existentes entre el clima, el riego y la nutrición con la producción y así mejorar la producción. Este estudio se limita a la zona alta del municipio de Lamaní, Comayagua,

Honduras, debido a las condiciones climáticas que se presentan en la zona. También, por razones de tiempo se limita a las tres primeras etapas establecidas en la metodología.

El objetivo general del estudio fue evaluar el consumo de nutrientes y agua de las variedades de chile (*Capsicum annuum*) Taranto, Zidenka y Sympathy, en hidroponía y condiciones de altura. También se determinó el consumo de nutrientes en las diferentes etapas fenológicas, la eficiencia en el consumo de agua en cada una de las variedades de chile, la aptitud de uso del sustrato de fibra de coco después de dos ciclos de producción, se comparó la concentración de sales del agua de riego con el agua de drenaje mediante la conductividad eléctrica y se determinó la absorción de nutrientes por etapa de cultivo.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **2.1 UBICACIÓN**

El estudio se hizo en la zona de Mulacagua, municipio de Lamaní, departamento de Comayagua, Honduras. Se encuentra a una altura de 1450 msnm, con una temperatura promedio de 22 °C en la época del estudio de Febrero a Septiembre de 2009.

### **2.2 SISTEMA DE PRODUCCIÓN**

Comprende las estructuras y registros necesarios para llevar a cabo la producción.

#### **2.2.1 Invernadero**

Los invernaderos son de 100 × 100 m con una altura mínima de 3.5 m cubiertos con polietileno transparente bañado con cal para disminuir la intensidad lumínica. El invernadero acomodó 30,780 plantas por hectárea al momento del trasplante y se realizó un nuevo conteo luego del retrasplante. El invernadero está dividido en nueve capillas cada una con seis camas de doble hilera de 40 cm de ancho y separadas a 1.4 m de centro a centro de cama.

#### **2.2.2 Sustrato**

El sustrato utilizado como medio de anclaje para las plantas es elaborado a base de fibra de coco empacado en bolsas de 1.0 m de largo × 15 cm de ancho × 15 cm de alto, cada bolsa tiene espacio para tres plantas. Se analizó el sustrato evaluando parámetros de pH, nutrientes, conductividad eléctrica (CE) y volumen poroso (%) al inicio y al final del cultivo. Se puso el sustrato en agua por cuatro horas, luego se filtró y se hizo un lavado hasta llegar a un volumen de 200 mL, del filtrado se procedió a hacer las diluciones (Rhue y Kidder s.f). Los elementos fueron determinados según se indica a continuación:

- N: Kjeldahl
- P: colorimetría, fosfomolibdeno azul
- S: turbidimetría
- K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn: absorción atómica, Mehlich III (Arévalo y Gauggel 2008)

### 2.2.3 Sistema de riego

El cultivo contó con un sistema de riego por goteo, con goteros autocompensados con un caudal de 1.0 L/h localizados en cada una de las plantas; cada par de líneas de plantas compartieron el mismo lateral de riego. El agua de riego proviene de lagunas y es propulsada por un sistema automatizado marca Rítec<sup>®</sup>.

### 2.2.4 Registro climático

Existen estaciones climatológicas dentro y fuera de los invernaderos, de las cuales se tomaron datos de radiación solar interna y externa, humedad relativa interna y externa, temperatura promedio interna y externa. Solamente había una estación externa y una ubicada en el lote donde estaba la variedad Zidenka; al momento de analizarlos se encontraron datos errados, por lo que no se pudo completar el análisis.

## 2.3 CULTIVO

Para el estudio se utilizaron tres variedades de chile: Zidenka (rojo), Sympathy (anaranjado) y Taranto (amarillo). El cultivo se manejó en cuatro etapas. Estas etapas fueron las mismas que se utilizaron para la recolección de plantas con el objetivo de realizar el análisis de los nutrientes aprovechados por la planta.

**Etapas I:** Del trasplante a inicio de floración de interés (tercer brote floral) (7 SDT)

**Etapas II:** Del inicio de floración de interés a primera cosecha efectiva (8-19 SDT)

**Etapas III:** De inicio de recolección hasta la cosecha del quinto o sextoto nudo productivo (20-31 SDT)

**Etapas IV:** Mantenimiento (32-43 SDT)

### 2.3.1 Sistema de siembra

Se utilizaron plántulas de 40 días de edad crecidas en invernaderos en la localidad de Valle de Ángeles, Francisco Morazán, Honduras. Se trasplantó una densidad inicial de 30780 plantas por hectárea para cada variedad. La variedad Zidenka se sembró el 16 de febrero de 2009, las variedades Sympathy y Taranto el 2 de marzo de 2009.

### 2.3.2 Actividades agronómicas

Luego del trasplante se regó dos veces para mantener húmedo el sustrato y promover el anclaje de la planta en el sustrato. Luego se suspendió el riego por cinco días para promover el enraizamiento de las plántulas, seguidamente se iniciaron los riegos rutinarios. Al inicio de la floración se podó el primer y segundo fruto en formación para promover el desarrollo radicular de la planta.

### 2.3.3 Riego

La frecuencia diaria de riego dependió del porcentaje del volumen de agua drenada del volumen del agua ofrecida. Se regó cuando el porcentaje era menor de 30%.

### 2.3.4 Fertilización

La fertilización se realizó con cada riego siguiendo un programa de inyección con flujómetros regulados por un cabezal de riego. Los programas de fertilización están desarrollados según la etapa del cultivo. Inicialmente se contó con cuatro programas de fertilización, pero actualmente la empresa utiliza el programa para la etapa II del cultivo para todas las etapas.

### 2.3.5 Tutoreo

El tutoreo consta de un alambre galvanizado instalado sobre las camas y del cual cuelgan cabuyas amarradas en la base del tallo con un anillo plástico para guiar el crecimiento de la planta. El tutoreo busca mejorar la ventilación e iluminación de toda la planta y optimizar el uso del espacio (Peña 2009).

### 2.3.6 Podas

Las podas que se realizan son: podas de crecimiento, podas sanitarias, podas de frutos enfermos o mal formados, podas foliares y eliminación de plantas muertas y virulentas. Las podas se realizaron dependiendo del desarrollo de la planta y cuando fue necesario según la apreciación visual del encargado de cada hectárea (Anexo 10).

### 2.3.7 Cosechas

Las cosechas se realizan dos veces por semana los martes y jueves. Sólomente se cosecha el fruto que esté con 40% de madurez, cortando la base del pedúnculo con tijeras que se sumergen en una solución de yodo para desinfectarlas.

### 2.3.8 Control de plagas y enfermedades

La enfermedad de mayor impacto económico para el cultivo es la pudrición de flores (*Botrytis* sp.) que es combatida con los fungicidas Bellis<sup>®</sup>, Biolife<sup>®</sup>, Bravo<sup>®</sup>, Decis<sup>®</sup>, Equation<sup>®</sup>, Amistar<sup>®</sup>, Phyton<sup>®</sup>, Previcur<sup>®</sup>, Trichozam<sup>®</sup>, Mimoten<sup>®</sup>, Savon<sup>®</sup> y Vondozeb<sup>®</sup>. Se realizan aplicaciones de Acaramix<sup>®</sup> y Cinnalys<sup>®</sup> contra el ácaro rojo (*Tetranychus urticae*) que es una de las plagas de mayor importancia.

## 2.4 BALANCE DE NUTRIENTES Y CONSUMO DE AGUA

Para establecer el balance de nutrientes se instalaron bandejas de 2.3 m × 0.20 m sobre las cuales se montaron dos bolsas con tres plantas cada una. Se colocó un recipiente de cinco litros de capacidad para recolectar el agua de riego, el cual contaba con seis goteros para

simular el riego de las seis plantas colocadas sobre la bandeja. Debajo de la bandeja se colocó otro recipiente que colectaba el agua que drenaban las seis plantas colocadas sobre la bandeja. Para determinar el balance de nutrientes se hizo un balance de masas en sistema abierto. El interés está en conocer la cantidad de nutrientes aprovechados realmente por la planta para la producción.

1. El balance de masas se realizó:

$$E = (R+S) - (Cpl+Cp) - Sa \quad [1]$$

Donde:

E =entradas de nutrientes del sistema en kg/ha.

R=aporte de nutrientes en el riego en kg/ha.

S =contenido de nutrientes en el sustrato en kg/ha.

Cpl= nutrientes contenidos en las plantas en kg/ha.

Cp =nutrientes en el material de podas en kg/ha.

Sa =nutrientes que salen en el agua de drenaje en kg/ha.

2. La eficiencia en el consumo de nutrientes se estimó:

$$ECN = (AP/E) \times 100 \quad [2]$$

Donde:

ECN = eficiencia en el consumo de nutrientes (%).

AP =nutrientes absorbidos por la planta en kg/ha.

E =entradas de nutrientes en kg/ha.

$$AT = R - Sa \quad [3]$$

Donde:

AT =absorción teórica de nutrientes en kg/ha.

R =cantidad de nutrientes aportados en el riego en kg/ha.

Sa =nutrientes que salen en el agua de drenaje en kg/ha.

$$ECAL = ((AE-AT)/AE) \times 100 \quad [4]$$

Donde:

ECAL =eficiencia del cálculo (%).

AE =nutrientes absorbidos por etapa en kg/ha.

AT =absorción teórica de nutrientes en kg/ha.

#### 2.4.1 Aporte de nutrientes

Del volumen de la solución nutritiva en el agua de riego se determinó la cantidad de nutrientes. Se guardó agua de cada día acumulándola (10% del volumen de riego) en un recipiente cerrado y guardado en un lugar aislado de la luz solar. Los métodos utilizados para determinar los nutrientes fueron:

- Nitrógeno: Kjeldahl modificado
- K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn: absorción atómica, Mehlich III
- P: colorimetría, fosfomolibdeno azul
- S: turbidimetría (Arévalo y Gauggel 2008)

### 2.4.2 Consumo de nutrientes de las plantas

Se analizó el tejido para determinar la absorción de nutrientes que acumuló la planta en los tejidos (Anexos 1, 2 y 3). Al final de cada etapa se recolectó una planta entera de cada réplica para determinar peso húmedo y seco por órgano (Anexo 4) y contenido nutricional. También se pesó el material de las podas de dos camas por variedad para estimar la extracción de nutrientes en las podas (Anexo 5). La extracción de nutrientes en el tejido vegetal se hizo por digestión total y determinados por:

- Nitrógeno: Kjeldahl
- K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn: absorción atómica, Mehlich III
- P: colorimetría, fosfomolibdeno azul
- S: turbidimetría (Mills y Benton Jones Jr 1996)

Se realizó un análisis foliar en las variedades Sympathy y Taranto al final de la primera etapa antes de floración, en las hojas maduras más jóvenes y establecerlo como medida de control (Anexo 6). Los elementos determinados fueron N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn y Zn y sirvieron como referencia para posteriores cultivos. Se digirieron las muestras a una temperatura aproximada de 80 °C y con un ácido fuerte como ácido sulfúrico, cada elemento se determinó por:

- N: micro Kjeldhal
- P, B y S: espectrofotometría
- K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn: absorción atómica (Mills y Benton 1996)

### 2.4.3 Agua de riego

En cada etapa del cultivo se recolectó 10% del agua de riego ofrecida en cada riego acumulándola en un recipiente aislado de la luz solar, posteriormente se hizo un análisis de nutrientes para determinar pH, CE, N total,  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $SO_4^-$ ,  $Cl^-$ ,  $CO_3^{--}$ ,  $HCO_3^-$ , Fe, Mn y Zn (Anexos 7, 9 y 11). Los métodos utilizados fueron:

- Nitrógeno: Kjeldahl modificado
- K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn: absorción atómica, Mehlich III
- P: colorimetría, fosfomolibdeno azul
- S: turbidimetría (Arévalo y Gauggel 2008)

### 2.4.4 Agua de drenaje

Se midió y recolectó el volumen de agua drenada 20 minutos pasado el riego registrando el pH, la conductividad eléctrica y la temperatura (con un conductímetro de mano). De cada etapa del cultivo se recolectó 10% del agua drenada acumulándola en un recipiente aislado de luz solar, posteriormente se hizo un análisis de nutrientes para determinar la concentración de: pH, CE, N total,  $K^+$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $SO_4^-$ ,  $Cl^-$ ,  $CO_3^{--}$ ,  $HCO_3^-$ , Fe, Mn y Zn (Anexos 8, 10 y 12). Los métodos utilizados fueron:

- Nitrógeno: Kjeldahl modificado
- K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn: absorción atómica, Mehlich III
- P: colorimetría, fosfomolibdeno azul

- S: turbidimetría (Arévalo y Gauggel 2008)

## **2.5 VARIABLES MEDIDAS**

- Volumen, pH, conductividad eléctrica (salinidad [ppm]=CE × 640) y temperatura del agua de riego y drenaje.
- Concentración de nutrientes en el sustrato, al inicio de la etapa I y final de la etapa III.
- Peso de la materia seca de la planta por órganos, al final de cada etapa (Anexo 4).
- Peso del material desechado en las podas y cosechas de dos camas seleccionadas por cada variedad., estas plantas no fueron utilizadas para medir consumo de agua (Anexo 10).
- Nutrientes consumidos por la planta en cada etapa fenológica, determinados por análisis de tejido (Anexos 1, 2 y 3).
- Aprovechamiento de nutrientes en la planta (porcentaje contenido en la planta).

## **2.6 TRATAMIENTOS**

Cada variedad estudiada es un tratamiento (Zidenka, Sympathy y Taranto). Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones.

## **2.7 DISEÑO EXPERIMENTAL**

Se siguió un diseño de parcelas divididas en espacio. La distribución de las unidades experimentales se realizó de tal manera que cubran diferentes posiciones con respecto a la pendiente del invernadero. Se colocaron dos unidades en los extremos y dos en la parte media. Las bandejas de monitoreo tuvieron una dimensión de 2.2 × 0.2 m, elaboradas de láminas de zinc. Cada unidad experimental contó con 18 plantas, de las cuales, seis plantas se montaron sobre una bandeja de monitoreo para capturar el agua de drenaje. Las 12 plantas restantes se utilizaron para determinar el contenido de nutrientes al final de cada etapa.

## **2.8 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Análisis por medio de estadística descriptiva utilizando promedios y un Análisis de Varianza y separación de medias mediante el procedimiento Tukey utilizando el programa estadístico MINITAB® con un nivel exigido de  $P < 0.05$ .

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 SUSTRATO

La fibra de coco tiene un espacio poroso mayor al 90% según la etiqueta del fabricante. Al inicio del estudio se encontró que el sustrato en las variedades Zidenka (tres ciclos) y Taranto (dos ciclos) poseían una porosidad de 82% (Cuadro 1) y al final del estudio una de 80% (Cuadro 2). Esta reducción se debe a que es un sustrato elaborado de materia orgánica que con el tiempo se va degradando. El espacio poroso para la variedad Sympathy (dos ciclos) se mantuvo durante el estudio.

Cuadro 1. Densidad aparente, densidad real y espacio poroso del sustrato de fibra de coco al inicio del ciclo en el cultivo de chile de las variedades Zidenka (tres ciclos), Sympathy (dos ciclos) y Taranto (dos ciclos), Comayagua, Honduras. 2009.

Ciclos	Volumen (ml)	Peso(g)	DAP§	Volumen comprimido(ml)	DR β	EPδ (%)
Tres	164.89	16	0.097	29.89	0.535	82
Dos	155.73	17	0.109	29.89	0.569	81
Dos	162.60	16	0.098	29.16	0.549	82

§: Densidad aparente (g/mL)

β: Densidad real (g/mL)

δ: Espacio poroso

Cuadro 2. Densidad aparente, densidad real y espacio poroso del sustrato de fibra de coco al final del ciclo en el cultivo de chile de las variedades Zidenka (tres ciclos), Sympathy (dos ciclos) y Taranto (dos ciclos), Comayagua, Honduras. 2009.

Ciclos	Volumen (ml)	Peso(g)	DAP§	Volumen comprimido(ml)	DR β	EPδ (%)
Tres	162.60	15	0.092	32.81	0.457	80
Dos	155.73	14	0.090	29.89	0.468	81
Dos	164.89	15	0.091	32.81	0.457	80

§: Densidad aparente(g/mL)

β: Densidad real (g/mL)

δ: Espacio poroso

### 3.2 RIEGO, DRENAJE Y EFICIENCIA EN EL CONSUMO DE AGUA

No hubo diferencia en el consumo de agua entre las variedades que varió entre 85 y 99 L/planta durante las 31 semanas de cultivo. La eficiencia de consumo de agua fue mejor en la variedad Zidenka (77 a 84%) que en las variedades Sympathy (64 a 73%) y Taranto (68 a 79%) lo que indica que el riego tuvo un mejor control en la variedad Zidenka (Cuadro 3).

Cuadro 3. Volumen de riego, drenaje y consumo de agua de las variedades de Chile Zidenka, Sympathy y Taranto por etapas, Comayagua, Honduras, 2009.\*

Etapa	Variedad	Riego (L/planta)	Drenaje (L/planta)	Consumo (L/planta)	Drenaje (%)	Eficiencia (%)
I	Zidenka	5	1	4	20	80a
	Sympathy	12	4	8	36	64b
	Taranto	10	3	7	32	68b
II	Zidenka	42	10	32	23	77a
	Sympathy	54	15	40	27	73a
	Taranto	54	13	41	23	77a
III	Zidenka	59	9	49	16	84a
	Sympathy	57	15	42	27	73b
	Taranto	65	14	51	21	79a
Total	Zidenka	105	20	86	19	81a
	Sympathy	123	34	89	28	72b
	Taranto	129	30	100	23	77a

\*Letras diferentes en cada columna difieren significativamente  $P \leq 0.05$ .

### 3.3 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DEL AGUA DE RIEGO Y DE DRENAJE

La conductividad eléctrica (CE) es uno de los parámetros más importantes a tener en cuenta bajo condiciones de producción hidropónica ya que es un indicativo de la concentración de sales en soluciones acuosas. Altas conductividades eléctricas en el sustrato y la solución pueden afectar el desarrollo y desempeño de las plantas y hacerlas más susceptibles a plagas y enfermedades. La CE del agua de riego se mantuvo constante, cerca de los 2 dS/m a través del tiempo en todas las variedades.

En la variedad Zidenka se observaron conductividades eléctricas cerca de 5.5 dS/m en el agua de drenaje (Figura 1). Estos resultados difieren de los obtenidos por Castellanos Oseguera (2008), en los cuales mostraba que la conductividad eléctrica del agua de riego y de drenaje eran similares. Esta diferencia de conductividad eléctrica se puede atribuir a que la planta no consumió todos los nutrientes que se le suministraron y estos se concentraron. En las variedades Sympathy y Taranto (Figuras 2 y 3) la conductividad

eléctrica del agua de drenaje estuvo por encima de la conductividad eléctrica del agua de riego, cercana a 3 dS/m que es el máximo que tolera el cultivo pero más cercano a la CE del agua de riego, lo que indica que los nutrientes fueron mejor absorbidos en estas dos variedades. De la semana 18 a la 24 no se tomaron datos por problemas de logística al momento de la toma de datos.

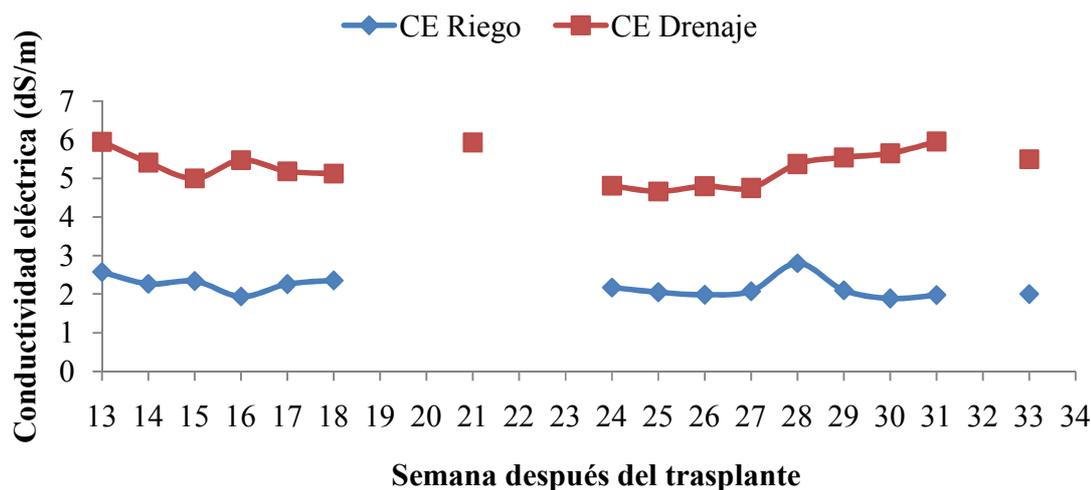


Figura 1. Conductividad eléctrica del agua de riego y del agua de drenaje en Chile de la variedad Zidenka, Comayagua, Honduras 2009.

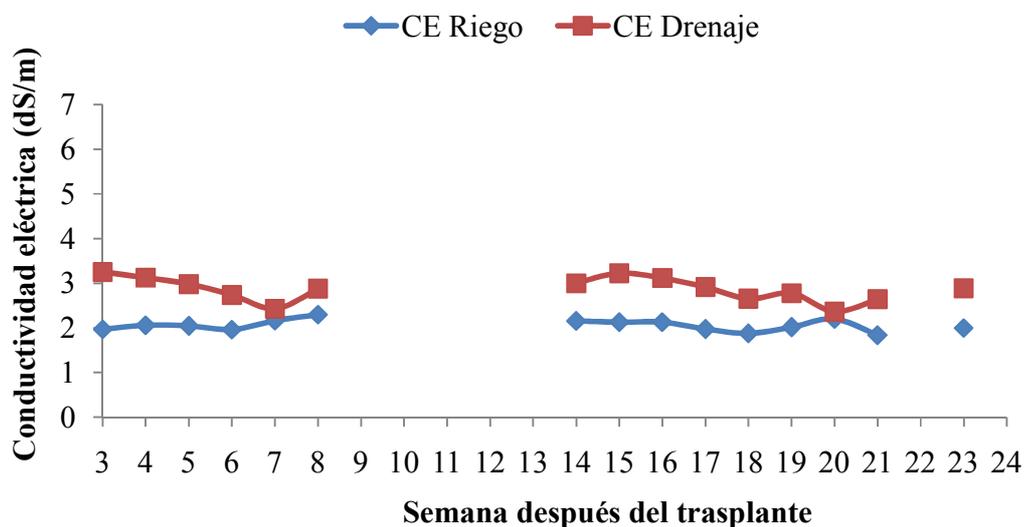


Figura 2. Conductividad eléctrica del agua de riego y del agua de drenaje en Chile de la variedad Sympathy, Comayagua, Honduras 2009.

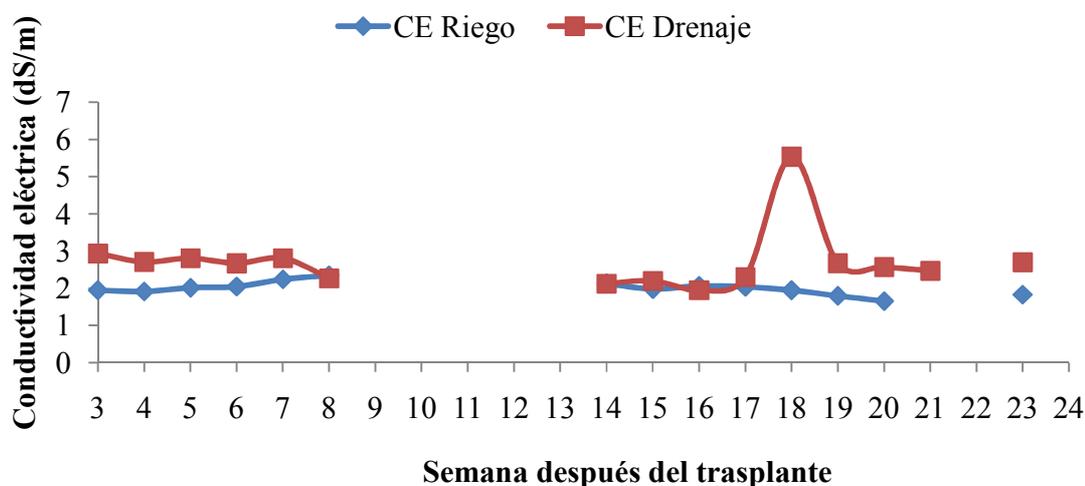


Figura 3. Conductividad eléctrica del agua de riego y del agua de drenaje en chile de la variedad Taranto, Comayagua, Honduras 2009.

### 3.4 CONSUMO DE NUTRIENTES

No se encontraron diferencias ( $P > 0.05$ ) en el consumo de nutrientes por etapas entre las diferentes variedades. Hubo diferencia ( $P < 0.05$ ) en el consumo entre etapas, el consumo de nutrientes durante la etapa I no difirió ( $P > 0.05$ ) del consumo durante la etapa III del cultivo, pero sí de la etapa II cuando fue mayor, esto indica que hay mayores exigencias nutricionales durante la etapa II que representa el crecimiento y desarrollo vegetativo del cultivo. No se encontraron diferencias estadísticas en el consumo de micronutrientes (Cuadros 4, 5 y 6).

Cuadro 4. Consumo de nutrientes (kg/ha) por etapas en el cultivo de chile variedad Zidenka, Comayagua, Honduras. 2009.

Etapa	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
I	18b	3b	32b	9b	3b	2b	0.01	0.29	0.09	0.04
II	253a	25a	387a	106a	27a	29a	0.21	1.95	1.07	0.37
III	129b	19b	240a	66b	19b	18b	2.92	0.00	0.00	0.62
<b>Total</b>	400	46	659	181	49	49	3.13	2.24	1.16	1.03
<b>Absorción por etapa (%)</b>										
I	5	6	5	5	6	5	0	17	12	4
II	63	54	59	58	55	59	7	83	88	36
III	32	40	36	37	39	36	93	0	0	60

Letras diferentes en cada columna difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ).

Cuadro 5. Consumo de nutrientes (kg/ha) por etapas en el cultivo de chile variedad Sympathy, Comayagua, Honduras. 2009.

<b>Etapa</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>
I	24b	3b	36b	10b	3b	3b	0.00	0.47	0.24	0.08
II	244a	24a	366a	121a	23a	39a	0.07	3.12	1.05	0.46
III	5b	3b	73b	19b	5b	4b	0.03	0.00	0.15	0.04
<b>Total</b>	<b>274</b>	<b>30</b>	<b>475</b>	<b>149</b>	<b>31</b>	<b>46</b>	<b>0.11</b>	<b>3.59</b>	<b>1.44</b>	<b>0.58</b>
<b>Absorción por etapa (%)</b>										
I	9	9	8	6	11	6	4	14	17	13
II	89	82	77	81	74	85	65	94	73	79
III	2	9	15	13	15	9	31	0	10	7

Letras diferentes en cada columna difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ).

Cuadro 6. Consumo de nutrientes (kg/ha) por etapas en el cultivo de chile variedad Taranto, Comayagua, Honduras. 2009.

<b>Etapa</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>
I	28b	3b	41b	12b	4b	3b	0.01	0.25	0.14	0.07
II	265a	25a	425a	178a	33a	32a	0.26	3.72	1.38	0.58
III	30b	6b	76b	111a	1b	6b	0.05	-0.68	-0.06	0.01
<b>Total</b>	<b>324</b>	<b>34</b>	<b>542</b>	<b>202</b>	<b>37</b>	<b>41</b>	<b>0.31</b>	<b>3.28</b>	<b>1.46</b>	<b>0.66</b>
<b>Absorción por etapa (%)</b>										
I	9	9	8	6	10	7	2	8	10	11
II	82	74	78	39	88	79	81	113	95	87
III	9	17	14	55	2	14	17	0	0	1

Letras diferentes en cada columna difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ).

El consumo de nutrientes de las diferentes variedades fluctuó entre: N 300 a 400 kg/ha, K 1.7 veces más que el N. El consumo de P representó el 10% del N y el Ca de 150 a 200 kg/ha que representó aproximadamente 4 veces la cantidad de Mg y S. En micronutrientes el consumo osciló en Fe de 1.7 a 3.3 kg/ha, en Mn 0.75 a 1.5 kg/ha, en Zn 0.6 a 1 kg/ha y en Cu 0.1 a 3.1 kg/ha. El Cu presenta grandes fluctuaciones debido a la aplicación de pesticidas. La variedad que consume más nutrientes es la variedad Zidenka (Cuadro 7).

Cuadro 7. Contenido total de nutrientes (kg/ha) al final de la etapa III del cultivo de chile, Comayagua, Honduras. 2009.

<b>Variedad</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>
Zidenka	400	46	659	181	49	49	3.13	1.69	0.74	1.03
Sympathy	274	30	475	149	31	46	0.11	3.33	1.44	0.58
Taranto	324	34	542	202	37	41	0.31	3.28	1.46	0.66

En la variedad Zidenka la eficiencia en el uso de agua fue cerca de 80% en todas las etapas. La alta eficiencia de absorción de los microelementos se debe a las aplicaciones de pesticidas que contienen dichos elementos y hace difícil el cálculo de una eficiencia exacta. Durante la etapa III los requerimientos de la planta se reducen. Eficiencias menores a 100% indican que hubo un exceso de oferta de nutriente, bien sea aplicado vía riego o por medio de aplicaciones foliares con productos químicos. La etapa de mayor exigencia es la etapa II (Cuadro 8).

Cuadro 8. Balance de elementos (kg/ha) contenidos en el sustrato, la planta, el agua de riego y el agua de drenaje durante las etapas I, II y III para el cultivo de chile variedad Zidenka en Comayagua, Honduras, 2009.

Etapas	L/planta	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
I											
Programado	5	133.3	0.2	0.4	1.8	0.2	0.3				
Riego	5	18.0	4.7	32.7	38.3	8.4	19.2	0.008	0.360	0.110	0.047
Drenaje	1	6.5	1.4	11.4	19.1	5.4	6.9	0.002	0.015	0.028	0.097
Sustrato		23.6	5.6	33.4	6.1	6.2	2.4	0.020	0.270	0.970	0.420
Planta		18.2	2.7	32.1	8.9	2.8	2.4	0.006	0.289	0.085	0.043
<b>Absorción teórica</b>	<b>4</b>	<b>11.5</b>	<b>3.3</b>	<b>21.3</b>	<b>19.2</b>	<b>2.9</b>	<b>12.3</b>	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>	<b>0.1</b>	<b>-0.1</b>
<b>Eficiencia de absorción%</b>	<b>80</b>	<b>100.7</b>	<b>57.1</b>	<b>98.1</b>	<b>23.2</b>	<b>33.7</b>	<b>12.3</b>	<b>69.3</b>	<b>80.3</b>	<b>77.8</b>	<b>91.6</b>
%Eficiencia de cálculo		36	-22	34	-116	-4	-421	-12	-19	4	219
II											
Programado	42	161.4	1.9	3.8	15.8	1.8	2.7				
Riego	42	244.3	27.0	208.9	325.8	53.9	111.3	0.030	1.310	0.539	0.310
Drenaje	10	71.1	16.9	80.7	210.5	44.9	86.6	0.007	0.312	0.128	0.074
Planta		270.9	27.6	418.8	114.4	29.9	31.5	0.215	2.237	1.159	0.411
Absorción por etapa		252.73	24.91	386.72	105.54	27.06	29.13	0.21	1.95	1.07	0.37
<b>Absorción teórica</b>	<b>32</b>	<b>173.2</b>	<b>10.1</b>	<b>128.1</b>	<b>115.3</b>	<b>9.0</b>	<b>24.7</b>	<b>0.0</b>	<b>1.0</b>	<b>0.4</b>	<b>0.2</b>
<b>Eficiencia %</b>	<b>76</b>	<b>103.5</b>	<b>92.3</b>	<b>185.1</b>	<b>32.4</b>	<b>50.2</b>	<b>26.2</b>	<b>693.7</b>	<b>148.7</b>	<b>199.2</b>	<b>118.8</b>
%Eficiencia de cálculo		31	59	67	-9	67	15	89	49	62	36
III											
Programado	59	224.6	2.6	5.3	22.0	2.5	3.7				
Riego	59	200.9	56.1	348.1	503.9	110.8	214.4	0.079	0.823	0.896	1.005
Drenaje	9	48.1	14.2	66.9	147.9	33.4	64.6	0.007	0.250	0.220	0.766
Sustrato		1,323.0	1,328.6	2,129.5	3,959.6	752.0	1,251.9	0.000	0.001	0.004	0.001
Planta		400.0	46.2	659.3	180.7	49.3	49.0	3.134	1.693	0.742	1.029
Absorción por etapa		129.15	18.63	240.43	66.25	19.39	17.52	2.92	-0.54	-0.42	0.62
<b>Absorción teórica</b>	<b>50</b>	<b>152.8</b>	<b>41.9</b>	<b>281.1</b>	<b>356.0</b>	<b>77.4</b>	<b>149.8</b>	<b>0.1</b>	<b>0.6</b>	<b>0.7</b>	<b>0.2</b>
<b>Eficiencia %</b>	<b>85</b>	<b>64.3</b>	<b>33.2</b>	<b>69.1</b>	<b>13.1</b>	<b>17.5</b>	<b>8.2</b>	<b>3,709.3</b>	<b>-66.0</b>	<b>-46.5</b>	<b>61.4</b>
%Eficiencia de cálculo		-18	-125	-17	-437	-299	-755	98	205	262	61
<b>Total riego</b>	<b>106</b>	<b>463</b>	<b>88</b>	<b>590</b>	<b>868</b>	<b>173</b>	<b>345</b>	<b>0.12</b>	<b>2.49</b>	<b>1.54</b>	<b>1.36</b>
<b>Total drenaje</b>	<b>20</b>	<b>126</b>	<b>33</b>	<b>159</b>	<b>378</b>	<b>84</b>	<b>158</b>	<b>0.02</b>	<b>0.58</b>	<b>0.38</b>	<b>0.94</b>
<b>Consumo</b>	<b>86</b>	<b>337</b>	<b>55</b>	<b>431</b>	<b>491</b>	<b>89</b>	<b>187</b>	<b>0.10</b>	<b>1.92</b>	<b>1.17</b>	<b>0.42</b>
<b>Planta</b>		<b>400</b>	<b>46</b>	<b>659</b>	<b>181</b>	<b>49</b>	<b>49</b>	<b>3.13</b>	<b>1.69</b>	<b>0.74</b>	<b>1.03</b>

Al igual que la variedad Zidenka, la etapa II es la etapa que tiene mayores requerimientos. Se pueden observar eficiencias menores comparada con la variedad Zidenka debido a que la cantidad suministrada en el agua de riego en la variedad Sympathy es mayor que la suministrada a la variedad Zidenka (Cuadro 9).

Cuadro 9. Balance de elementos (kg/ha) contenidos en el sustrato, la planta, el agua de riego y el agua de drenaje durante las etapas I, II y III para el cultivo de chile variedad Sympathy en Comayagua, Honduras, 2009.

Etapas	L/planta	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
I											
Programado		45	1	1	5	0	1				
Riego	12	31	7	60	68	14	40	0.011	0.468	0.151	0.080
Drenaje	4	14	5	33	47	12	33	0.003	0.111	0.074	0.257
Planta		24	3	36	10	3	3	0.005	0.472	0.240	0.077
<b>Absorción teórica</b>	<b>8</b>	17	2	27	21	1	7	0.008	0.358	0.077	-0.177
<b>Eficiencia</b>	<b>64</b>	<b>78</b>	<b>37</b>	<b>60</b>	<b>14</b>	<b>24</b>	<b>7</b>	<b>42</b>	<b>101</b>	<b>160</b>	<b>96</b>
%Eficiencia de cálculo		30	20	24	-122	60	-157	-75	24	68	330
II											
Programado		201	2	5	20	2	3				
Riego	54	330	39	269	397	67	135	0.046	0.301	0.795	0.293
Drenaje	15	57	12	71	123	25	60	0.018	0.596	0.273	0.268
Planta		268	27	402	130	26	42	0.075	3.587	1.294	0.534
Absorción por etapa		244	24	366	121	23	39	0.071	3.115	1.054	0.457
<b>Absorción teórica</b>	<b>40</b>	273	27	198	275	43	75	0.028	-0.294	0.523	0.025
<b>Eficiencia</b>	<b>73</b>	<b>74</b>	<b>62</b>	<b>136</b>	<b>30</b>	<b>34</b>	<b>29</b>	<b>153</b>	<b>1,034</b>	<b>133</b>	<b>156</b>
%Eficiencia de cálculo		-12	-13	46	-128	-87	-89	61	109	50	95
III											
Programado		211	3	5	21	2	4				
Riego	57	155	58	266	313	71	130	0.047	0.619	0.164	0.199
Drenaje	15	81	23	88	252	53	100	0.012	0.156	0.501	1.356
Sustrato		781	173	932	5,008	1,046	2,479	0.000	0.004	0.007	0.002
Planta		274	30	475	149	31	46	0.109	3.331	1.441	0.576
Absorción por etapa		5	3	73	19	5	4	0.033	-0.256	0.147	0.042
<b>Absorción teórica</b>	<b>42</b>	74	35	178	61	18	30	0.035	0.464	-0.337	-1.157
<b>Eficiencia</b>	<b>73</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>27</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>3</b>	<b>71</b>	<b>-41</b>	<b>90</b>	<b>21</b>
%Eficiencia de cálculo		-1,257	-1,258	-146	-214	-281	-623	-5	281	329	2,885
<b>Total riego</b>	<b>111</b>	516	105	596	778	152	305	0.10	1.39	1.11	0.57
<b>Total drenaje</b>	<b>42</b>	152	40	192	422	90	193	0.03	0.86	0.85	1.88
<b>Consumo</b>	<b>89</b>	364	65	404	356	62	112	0.07	0.53	0.26	-1.31
<b>Planta</b>		274	30	475	149	31	46	0.11	3.33	1.44	0.58

Para la variable Taranto no se tomaron datos del riego y el drenaje durante las dos primeras etapas por problemas de logística; pero se cuenta con información de la etapa III del cultivo. Las altas eficiencias reportadas en la absorción de microelementos se deben a aplicaciones de pesticidas que contienen dichos elementos. Se puede apreciar la baja absorción de nutrientes durante la etapa III (Cuadro 10).

Cuadro 10. Balance de elementos (kg/ha) contenidos en el sustrato, la planta, el agua de riego y el agua de drenaje durante las etapas I, II y III para el cultivo de chile variedad Taranto en Comayagua, Honduras, 2009.

Etapas	L/planta	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
I											
Programado		39	0	1	4	0	1	-	-	-	-
Riego	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Drenaje	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Planta		28	3	41	12	4	3	0.006	0.251	0.142	0.073
<b>Absorción teórica</b>	<b>7</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Eficiencia %</b>	<b>68</b>										
II											
Programado		201	2	5	20	2	3	-	-	-	-
Riego	54	194	32	272	380	63	99	0.061	1.752	0.851	0.339
Drenaje	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Planta		294	29	466	91	36	35	0.262	3.968	1.520	0.650
<b>Absorción teórica</b>	<b>41</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Eficiencia %</b>	<b>77</b>										
III											
Programado		240	3	6	24	3	4	-	-	-	-
Riego	65	177	45	279	388	80	145	0.033	1.409	0.658	0.273
Drenaje	14	38	9	54	124	28	63	0.002	0.072	0.117	0.761
Sustrato		312	179	609	707	144	368	0.000	0.006	0.004	0.001
Planta		324	34	542	202	37	41	0.315	3.284	1.458	0.660
Absorción por etapa		30	6	76	111	1	6	0.053	-0.683	-0.062	0.010
<b>Absorción teórica</b>	<b>51</b>	139	36	224	264	52	82	0.002	0.066	0.113	0.760
<b>Eficiencia %</b>	<b>79</b>	<b>66</b>	<b>15</b>	<b>61</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>942</b>	<b>232</b>	<b>220</b>	<b>241</b>
%Eficiencia de cálculo		-357	-519	-194	-137	-6,101	-1,325	96	110	283	-7,692
<b>Total Riego</b>	<b>129</b>	177	45	279	388	80	145	0.033	1.409	0.658	0.273
<b>Total Drenaje</b>	<b>30</b>	38	9	54	124	28	63	0.002	0.072	0.117	0.761
<b>Consumo</b>	<b>100</b>	139	36	224	264	52	82	0.031	1.337	0.541	-0.488
<b>Planta</b>		324	34	542	202	37	41	0.315	3.284	1.458	0.660

-: Datos perdidos

La cantidad de nutrientes disueltos en el agua de riego no fue la programada para todas las variedades. Se observó que se está ofreciendo lo programado para nitrógeno, sin embargo, para los demás elementos se está aplicando menos de lo que se ha programado, esto se atribuye a una calibración deficiente del equipo de fertilización o mal llenado de los tanques de fertilización. Se puede observar que la cantidad de nutrientes ofertados no son aprovechados en su totalidad por las plantas y que estos se pierden por el agua de drenaje en especial la etapa III.

## 4. CONCLUSIONES

- La variedad que más agua consume en las 31 semanas de cultivo es Taranto (100 L/planta) seguido de Sympathy (90 L/planta) y Zidenka (85 L/planta).
- Aritméricamente la variedad Zidenka absorbió más nutrientes que las variedades Sympathy y Taranto
- El consumo de nutrientes hasta la semana 31 fluctúa en N de 300 a 400 kg/ha, K de 475 a 650 kg/ha, P 10% del N, Ca 150 a 200 kg/ha que es cuatro veces más que Mg y S; Fe de 1.7 a 3.3 kg/ha, Mn de 0.78 a 1.5 kg/ha y Zn de 0.6 a 1 kg/ha, respectivamente.
- La absorción de Cu varía fuertemente entre 0.1 a 3.1 kg/ha debido a la aplicación de pesticidas.
- Existen variaciones entre los nutrientes que se programan a aplicar y los realmente aplicados, siendo el N el nutriente en el que mejor se ajusta a la cantidad programada con la aplicada en el riego.
- La absorción de nutrientes por la planta varía según la etapa fenológica en que se encuentra, siendo mayor durante la etapa II del cultivo (semana 8 a 19 después del trasplante).
- El sustrato redujo muy poco el volumen de poros ya que al comienzo del estudio tenía un espacio poroso de 82% y al final 80%.
- El drenaje en el cultivo de chile en Mulacagua tiene un valor cercano a 20% de lo aplicado en las etapas I y III y 30% en la etapa II lo cual se ajusta a lo programado.
- Los valores de conductividad eléctrica del agua de drenaje estuvieron sobre el rango adecuado para el cultivo de chile dulce en el lote con la variedad Zidenka, lo que indica que la planta no estaba absorbiendo todos los nutrientes suministrados en el agua de riego. La conductividad eléctrica del agua de drenaje de las variedades Sympathy y Taranto están sobre la conductividad eléctrica del agua de riego sin sobrepasar el rango óptimo para el cultivo de chile dulce.

## 5. RECOMENDACIONES

- Desarrollar un programa de fertilización diferente para cada etapa del cultivo, incrementando la cantidad de nutrientes durante la etapa II y reduciéndola durante las etapas I y III.
- Reducir el volumen de agua de riego a 50% durante la etapa I, para mejorar la eficiencia en el consumo de agua de las variedades Sympathy y Taranto manteniendo una eficiencia que no sobre pase el 70%.
- Diseñar un sistema de recolección y tratamiento del agua de drenaje para aprovechar los nutrientes drenados.
- Realizar un análisis del sustrato en cada etapa y ver cuál es la dinámica de los nutrientes dentro del mismo.
- Si no se realiza esterilización física al sustrato se recomienda hacer intensos lavados al mismo previo a cualquier tipo de esterilización química con el fin de reducir la concentración de sales en el sustrato.
- Realizar los lavados al sustrato tomando en consideración la conductividad eléctrica del agua de drenaje ya que esta es la que está en contacto con las raíces después de cada riego.

## 6. LITERATURA CITADA

Arévalo, G y Gauggel, C. 2008. Manual de prácticas. Curso de Manejo de Suelos y Nutrición Vegetal. Tercera edición. 51 p.

Balladares Pasantes, J. 2002. Comparación técnica y económica de cuatro niveles de fertilización con cuatro tamaños de bolsa en chile dulce bajo condiciones de macro-túnel. Proyecto especial de Ing. Agr. El Zamorano, Honduras. 52 p.

Castellanos Oseguera, L. 2008. Consumo de nutrientes y de agua en chile dulce (*Capsicum annuum*) variedades: Lírica, Sympathy y Zidenka, bajo condiciones de altura, en Mulacagua, Comayagua, Honduras. Proyecto especial de Ing. Agr. El Zamorano, Honduras

Hartz, T y Cantwell, M. 2008. UC Vegetable Research and Information Center. Bell Pepper production in California. Publication 7217. Oakland California.

Mills, H y Benton Jones Jr, L. 1996. Plant Analysis Handbook II. A practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide. Micro Macro publishing, Inc. USA. p.118.

Mossler, M. 2004. Reduced Use of Restricted and Danger-Labeled Pesticides in Florida Bell Pepper Production. University of Florida, IFAS extension.

Peña, A. 2009. ¿Qué es el tutorado? Visitado el 29 de noviembre de 2009. Disponible en [http://www.hydroenvironment.com.mx/catalogo/index.php?main\\_page=page&id=82](http://www.hydroenvironment.com.mx/catalogo/index.php?main_page=page&id=82)

Rhue, D y Kidder, G. s. f. Procedures used by the IFAS Extension Soil Testing Laboratory and Interpretation of Results. Institute of Food and Agricultural Sciences University of Florida. Gainesville, Florida. Circular 596.

## 7. ANEXOS

Anexo 1. Contenido nutricional de la planta por etapas para la variedad Zidenka, Comayagua, Honduras, 2009.

Etapa	g/planta						mg/planta				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
I	0.59	0.09	1.04	0.29	0.09	0.08	0.18	9.38	2.77	1.39	2.45
II	4.40	0.41	7.27	2.18	0.53	0.57	4.02	39.97	21.98	7.13	15.28
III	7.33	0.89	12.69	3.72	0.97	0.95	7.11	56.93	32.86	14.80	17.27

Anexo 2. Contenido nutricional de la planta por etapas para la variedad Sympathy, Comayagua, Honduras, 2009.

Etapa	g/planta						mg/planta				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
I	0.78	0.09	1.17	0.31	0.11	0.09	0.15	15.34	7.80	2.50	3.36
II	4.65	0.45	7.27	2.52	0.48	0.79	1.30	66.83	25.10	9.76	22.42
III	3.50	0.39	7.04	2.50	0.49	0.69	2.37	50.27	22.91	8.11	12.40

Anexo 3 Contenido nutricional de la planta por etapas para la variedad Taranto, Comayagua, Honduras, 2009.

Etapa	g/planta						mg/planta				
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn	B
I	0.92	0.10	1.33	0.41	0.12	0.10	0.19	8.15	4.61	2.37	3.23
II	5.65	0.52	9.26	0.78	0.74	0.70	5.29	80.00	32.01	13.01	28.34
III	4.86	0.50	8.54	3.39	0.56	0.69	5.58	44.83	22.40	9.72	15.88

Anexo 4. Peso húmedo y seco y porcentaje de humedad de la planta por órganos para el cultivo de chile por variedades, Comayagua, Honduras. 2009.

<b>Etapa</b>	<b>Variedad</b>	<b>Órgano</b>	<b>Peso húmedo (g)</b>	<b>Peso seco (g)</b>	<b>Humedad (%)</b>
I	Zidenka	Raíz	20	2	90
		Tallos	70	5	93
		Hojas	90	7	92
		Fruto	0	0	-
	Sympathy	Raíz	-	2	-
		Tallos	-	5	-
		Hojas	-	11	-
		Fruto	0	0	-
	Taranto	Raíz	-	13	-
		Tallos	-	7	-
		Hojas	-	3	-
		Fruto	0	0	-
II	Zidenka	Raíz	45	10	78
		Tallos	257	55	79
		Hojas	323	45	86
		Fruto	373	27	93
	Sympathy	Raíz	71	12	83
		Tallos	268	53	80
		Hojas	261	51	80
		Fruto	500	39	92
	Taranto	Raíz	106	16	85
		Tallos	249	59	76
		Hojas	284	52	82
		Fruto	571	45	92
III	Zidenka	Raíz	80	18	78
		Tallos	410	90	78
		Hojas	440	54	88
		Fruto	64	6	91
	Sympathy	Raíz	96	20	79
		Tallos	264	53	80
		Hojas	271	46	83
		Fruto	63	5	92
	Taranto	Raíz	86	18	79
		Tallos	280	67	76
		Hojas	290	44	85
		Fruto	58	4	93

-: Datos perdidos

## Anexo 5. Biomasa promedio contenida en las podas durante las etapas II y III.

<b>Etapa</b>	<b>Poda</b>	<b>Peso materia seca(kg/ha)</b>
II	Foliales	2209
	Frutos	532
III	Foliales	3924
	Frutos	942

## Anexo 6. Análisis foliares de las variedades Sympathy y Taranto, Comayagua, Honduras. 2009.

<b>Variedad</b>	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>B</b>
	<b>%</b>										
Sympathy	4.78	0.43	7.79	1.93	0.63	0.63	6.99	311.56	775.91	191.73	191.31
Taranto	4.80	0.49	6.89	2.13	0.86	0.61	7.97	275.84	899.22	241.98	213.06

## Anexo 7. Contenido nutricional del agua de riego para chile de la variedad Zidenka, Comayagua, Honduras. 2009.

<b>Etapa</b>	<b>C.E.</b>						<b>mg/L</b>						
	<b>pH</b>	<b>(mmhos/cm)</b>	<b>N total</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	
I	3.9		2.6	117.13	30.65	212.67	249.00	54.50	124.87	0.05	2.34	0.71	0.30
II	2.3		2.3	122.27	20.09	160.00	245.50	41.00	85.02	0.02	1.01	0.42	0.24
III	6		2.5	110.60	30.91	191.67	277.50	61.00	118.04	0.04	0.45	0.49	0.55

## Anexo 8. Contenido nutricional del agua de drenaje para chile de la variedad Zidenka, Comayagua, Honduras. 2009.

<b>Etapa</b>	<b>C.E.</b>						<b>mg/L</b>						
	<b>pH</b>	<b>(mmhos/cm)</b>	<b>N total</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	
I	4.96		5.2	210.93	46.01	371.33	621.00	177.00	224.06	0.06	0.50	0.91	3.17
II	4.26		5.1	231.00	54.84	262.33	684.00	146.00	281.35	0.02	1.88	1.55	5.90
III	5.3		4.1	173.60	51.42	241.67	534.00	120.50	233.23	0.03	0.90	0.79	2.77

## Anexo 9. Contenido nutricional del agua de riego para chile de la variedad Sympathy, Comayagua, Honduras. 2009.

<b>Etapa</b>	<b>C.E.</b>						<b>mg/L</b>						
	<b>pH</b>	<b>(mmhos/cm)</b>	<b>N total</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>S</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	
I	5.5		2	82.95	19.91	162.25	182.63	37.13	106.80	0.03	1.26	0.41	0.22
II	5.46		2.3	116.90	22.35	158.75	229.50	39.38	79.05	0.03	0.18	0.48	0.18
III	6.5		1.9	88.67	33.26	152.00	178.50	40.50	74.31	0.03	0.35	0.09	0.11

Anexo 10. Contenido nutricional del agua de drenaje para chile de la variedad Sympathy, Comayagua, Honduras. 2009.

Etapa	pH	C.E.		mg/L								
		(mmhos/cm)	N total	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
I	5.26	5.2	105.00	39.22	247.50	349.88	93.38	247.17	0.02	0.83	0.55	1.93
II	4.08	2.6	124.60	25.56	156.00	270.00	54.00	131.80	0.04	1.31	0.60	0.59
III	5.5	3.9	172.55	49.01	186.50	535.13	112.13	212.31	0.03	0.33	1.06	2.88

Anexo 11. Contenido nutricional del agua de riego para chile de la variedad Taranto, Comayagua, Honduras. 2009.

Etapa	pH	C.E.		mg/L								
		(mmhos/cm)	N total	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II	5	2.3	116.20	19.22	163.33	228.00	38.00	59.17	0.04	1.05	0.51	0.20
III	5.89	2	88.67	22.67	139.67	194.50	40.00	72.78	0.02	0.71	0.33	0.14

-.: Datos perdidos.

Anexo 12. Contenido nutricional del agua de drenaje para chile de la variedad Taranto, Comayagua, Honduras. 2009.

Etapa	pH	C.E.		mg/L								
		(mmhos/cm)	N total	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Mn	Zn
I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
III	5.6	2.6	89.60	22.16	128.00	292.50	66.00	147.71	0.01	0.17	0.28	1.79

-.: Datos perdidos.

Anexo 13. Producción acumulada en t/ha de las variedades Zidenka, Sympathy y Taranto, Comayagua, Honduras. 2009.

