



RESUMEN:

TÍTULO: “EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO HIDROPÓNICO DE 3 VARIEDADES DE PIMIENTO (*Capsicum annum*), BAJO INVERNADERO EN LA SOLUCIÓN NUTRITIVA LA MOLINA”

La presente investigación se realizó durante 8 meses en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, su objetivo principal fue Evaluar la producción hidropónica de tres variedades de pimiento, en la solución Nutritiva “LA MOLINA”. Se determinó la variedad de pimiento que brinda la mayor producción, se analizó los costos de producción de los tratamientos estudiados y el comportamiento de las variedades. Para el ensayo se utilizó un Diseño de Bloques al Azar (DBA) con tres tratamientos y 5 repeticiones. Los tratamientos fueron: Tropical Irazú, Marconi y Cubanelle. En cascarilla de arroz y biocarbon a proporciones 1:1. La fertilización se realizó a Diario debido a que el sustrato son medios inertes y no brindan ningún nutriente a la planta. Por los rendimientos alcanzados y beneficio económico se recomienda la utilización de la variedad Tropical Irazú con una producción de 19 440 Kg/Ha. y una relación benéfico /costo \$1.30. Con este tratamiento el agricultor puede mejorar el rendimiento en sus cosechas.

PALABRAS CLAVES: Hidroponía, pimiento, sustrato, la Molina, nutrientes.

ÍNDICE

CONTENIDO

| | Pág. |
|--------------------------------------|-------------|
| I. INTRODUCCIÓN | 8 |
| II. OBJETIVOS | 9 |
| OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO | 9 |



| | |
|--|----|
| OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL PROYECTO | 9 |
| III. HIPÓTESIS | 9 |
| 3. 1 HIPÓTESIS ALTERNATIVA (HA) | 9 |
| IV REVISIÓN DE LITERATURA | 10 |
| 4.1. PIMIENTO (<i>capsicum annum</i>) | 10 |
| 4.1.1. Taxonomía | 10 |
| 4.1.2. Generalidades | 10 |
| 4.1.3. Descripción de la planta | 11 |
| a) Sistema radicular | 11 |
| b) Tallo principal | 11 |
| c) Hoja | 11 |
| d) Flor | 12 |
| e) Fruto | 13 |
| 4.1.4. Composición y valor nutricional | 13 |
| 4.1.5. Requerimientos edafoclimáticos | 14 |
| 4.1.5.1 Clima | 14 |
| a) Temperatura | 14 |
| b) Humedad | 15 |
| c) Luminosidad | 15 |
| 4.1.5.2. Suelo | 15 |
| 4.1.6. Variedades | 16 |
| a) Cubanelle | 16 |
| b) Tropical Irazú | 17 |
| c) Marconi | 18 |
| 4.2. CULTIVOS HIDROPÓNICOS | 18 |
| 4.2.1. Definición | 18 |
| 4.2.2. Origen | 19 |
| 4.2.3. Ventajas de los cultivos hidropónicos | 19 |
| 4.2.4. Análisis comparativo de cultivos tradicionales e hidropónicos o sin suelo | 20 |
| 4.2.5. Nutrición de las plantas | 20 |
| 4.2.5.1. Funciones de los elementos nutritivos en las plantas | 21 |
| a) Elementos mayores | 21 |
| b) Elementos secundarios | 23 |
| c) Elementos menores | 24 |



| | |
|---|----|
| 4.2.5.2. Composición de las soluciones nutritivas | 27 |
| 4.2.5.3. Solución hidropónica madre “La Molina” | 28 |
| a) Preparación | 29 |
| b) Mezcla de soluciones | 31 |
| c) Aplicación de la solución | 32 |
| d) Solución específica para solanáceas | 32 |
| e) Concentración de macro y micro nutrientes en ppm | 34 |
| f) Tabla de compatibilidad entre sales | 34 |
| 4.3 FISIOLÓGÍA DE LA PLANTA | 35 |
| 4.3.1. Germinación | 36 |
| 4.3.2. Crecimiento vegetativo | 36 |
| 4.3.3. Floración | 36 |
| 4.3.4. Fructificación | 36 |
| 4.3.5. Maduración | 37 |
| 4.4 PLAGAS Y ENFERMEDADES | 37 |
| 4.4.1. Plagas | 37 |
| a) Afidos /pulgones (<i>Aphis gossypii</i> , <i>Macrosiphum euphorbiae</i> , y <i>Myzus persicae</i>) | 37 |
| b) Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>) | 39 |
| c) Minadores de la hoja (<i>Liriomyza sativae</i> , <i>liriomiza trifolii</i>) | 40 |
| d) Moscas blancas (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> , <i>Bemisia tabaci</i> y <i>Bemisia argentifolii</i>) | 41 |
| e) Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i> , <i>Thrips tabaci</i>) | 44 |
| 4.4.2. Enfermedades | 45 |
| a) Moho gris/moho blanco (<i>Botrytis cinerea</i> / <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) | 45 |
| b) Seca o tristeza del pimiento (<i>Phytophthora capsici</i>) | 47 |
| 4.5. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PIMIENTO HIDROPÓNICO | 48 |
| 4.5.1. Producción de plántulas | 48 |
| 4.5.2. Trasplante | 49 |
| 4.5.3. Distancia de siembra | 49 |
| 4.5.4. Sustrato | 49 |
| 4.5.5. Cascarilla de | 50 |



| | |
|---|----|
| arroz | |
| 4.5.6. Biocarbón | 51 |
| 4.5.7. Prácticas culturales para el pimiento en invernadero | 52 |
| 4.5.8. Cosecha | 54 |
| 4.6. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA | 54 |
| 4.6.1. Calidad del agua | 54 |
| 4.6.2. Alcalinidad o acidez de la solución nutritiva (pH) | 55 |
| 4.6.3. Conductividad eléctrica (CE) | 56 |
| 4.6.4. Luz y temperatura del aire | 56 |
| 4.6.5 Humedad relativa (HR) | 57 |
| 4.7. INVESTIGACIONES REALIZADAS DEL PIMIENTO EN CULTIVO HIDROPÓNICO | 57 |
| a) “Evaluación agronómica de cultivares de pimiento en cultivo hidropónico” | 57 |
| b) Producción de pimiento comparando 2 sistemas de cultivo: Hidropónico y a campo abierto | 58 |
| c) Evaluación del rendimiento de tres híbridos de pimiento | 60 |
| V MATERIALES Y MÉTODOS | 61 |
| 5.1. MATERIALES | 61 |
| 5.1.1. Materiales físicos | 61 |
| 5.1.2. Materiales biológicos | 62 |
| 5.1.3. Materiales químicos | 63 |
| 5.2. MÉTODOS: | 63 |
| 5.2.1. Área de estudio | 63 |
| 5.2.2. Descripción del lugar de investigación | 63 |
| 5.2.2.1. Características del lugar del experimento | 64 |
| 5.2.3. Metodología para la investigación experimental | 64 |
| a) Instalación de los canales metálicos | 64 |



| | |
|--|----|
| b) Producción de plántulas de pimiento | 64 |
| c) Proceso para desinfección de la cascarilla de arroz | 65 |
| d) Colocación del sustrato en los canales | 65 |
| e) Instalación del sistema de riego | 65 |
| f) Preparación de la solución nutritiva “LA MOLINA” | 66 |
| g) Transplante | 66 |
| h) Tutoraje | 67 |
| i) Poda | 67 |
| j) Control fitosanitario | 67 |
| k) Cuidados y mantenimiento de las unidades experimentales | 68 |
| l) Cosecha en verde | 69 |
| m) Comercialización | 69 |
| 5.3. DISEÑO EXPERIMENTAL | 69 |
| 5.3.1 Análisis estadístico del ADEVA | 70 |
| 5.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES. | 70 |
| a) Porcentaje de germinación | 70 |
| b) Altura de las plantas (mensual hasta el límite de crecimiento) | 71 |
| c) Número de frutos por planta determinando pequeños , medianos y grandes | 71 |
| d) Tamaño de los frutos | 72 |
| e) Producción por planta | 72 |
| f) Producción por unidad experimental | 73 |
| g) Producción estimada en kg./ha | 73 |
| | |
| VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 73 |
| 6.1. PORCENTAJE DE GERMINACIÓN | 73 |
| 6.2. ALTURA DE LAS PLANTAS (MENSUAL HASTA EL LÍMITE DE CRECIMIENTO) | 74 |
| 6.3. NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA | 85 |



| | |
|---|------------|
| DETERMINANDO PEQUEÑOS, MEDIANOS Y GRANDES | |
| 6.4. PRODUCCIÓN POR PLANTA | 93 |
| 6.5. PRODUCCIÓN POR UNIDAD EXPERIMENTAL | 95 |
| 6.6. TAMAÑO DE LOS FRUTOS | 96 |
| 6.7. LONGITUD | 96 |
| 6.8. DIÁMETRO DEL FRUTO | 98 |
| 6.9. PRODUCCIÓN ESTIMADA EN TM/HA | 100 |
| VII. ANALISIS ECONÓMICO | 104 |
| 7.1. COSTOS FIJOS | 104 |
| 7.2. COSTOS VARIABLES | 106 |
| 7.3. COSTO TOTAL | 107 |
| 7.4. BENEFICIO BRUTO | 107 |
| 7.5. RELACIÓN BENEFICIO COSTO | 107 |
| VIII CONCLUSIONES | 108 |
| IX RECOMENDACIONES | 108 |
| X RESUMEN | 109 |
| XI SUMMARY | 113 |
| XII BIBLIOGRAFÍA | 116 |
| 12.1. PUBLICACIONES | 116 |
| 12.2. VÍNCULOS DE INTERNET | 116 |
| XII ANEXOS | 119 |



UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

“EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL CULTIVO HIDROPÓNICO DE 3 VARIEDADES DE PIMIENTO (Capsicum annum), BAJO INVERNADERO EN LA SOLUCIÓN NUTRITIVA LA MOLINA”

*Tesis previo a la obtención del
Título de Ingeniero Agrónomo*

Autores:

Carlos Mauricio Orellana Yanza

Eugenia Esperanza León Pacheco

Director:

Ing, Agr. Fernando Larrea

Cuenca- Ecuador

2011

Autores: Carlos Orellana Y. y Eugenia León



I. INTRODUCCIÓN

El pimiento (*Capsicum annuum*) es una hortaliza que ha venido aumentando su consumo en el país en los últimos años, esto se debe a que es una hortaliza con mayor contenido de vitamina C (tres veces más que la naranja), y posee altos contenidos de vitaminas A, B y algunos minerales.

El pimiento tiene una gran demanda en el mercado nacional e internacional y es importante en la agroindustria para la elaboración de deshidratados, conservas, congelados, curtidos, etc. Se cultiva tradicionalmente a campo abierto; la variación de los factores de producción es muy alta, llevando al cultivo a ser más susceptible a plagas y enfermedades que se vuelven más resistentes; causando uso indiscriminado de agroquímicos; elevando los costos de producción por los controles fitosanitarios y las labores culturales.

Por las razones expuestas en la presente investigación se buscó una alternativa de cultivo que es la hidroponía con una nutrición controlada mediante la alimentación directa a las raíces de las plantas, riego oportuno, niveles de pH y conductividad eléctrica, controles fitosanitarios y una reducción de mano de obra.

El objetivo de la investigación fue evaluar la productividad del cultivo hidropónico de pimiento bajo invernadero con la solución nutritiva “La Molina”, en búsqueda de una alternativa, esta técnica de cultivo disminuye los costos de producción y obtiene un producto más limpio y de mejor calidad que los cultivos tradicionales.



II. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO

- Evaluar la producción hidropónica de tres variedades de pimiento, en la solución Nutritiva “LA MOLINA”.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS DEL PROYECTO

- Determinar la variedad de pimiento que brinda la mayor producción.
- Analizar los costos de producción de los tratamientos estudiados.
- Comportamiento de las variedades.

III. HIPÓTESIS

3.1. HIPÓTESIS ALTERNATIVA (Ha)

- La variedad A, B y C brindan diferente producción, Ha: $A \neq B \neq C$



IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. PIMIENTO (*Capsicum annuum*)

4.1.1. Taxonomía

Wikipedia. 2011, según esta página cita la siguiente taxonomía:

- ✓ **Reino:** Plantae
- ✓ **División:** Magnoliophyta
- ✓ **Clase:** Magnoliopsida
- ✓ **Orden:** Solanales
- ✓ **Familia:** Solanáceae
- ✓ **Género:** *Capsicum*
- ✓ **Especie:** *annuum*

4.1.2. Generalidades

Rodríguez, M. 2008. En el artículo “Evaluación de 3 híbridos de Pimiento” manifiesta que el pimiento es originario de la zona de Bolivia y Perú, donde además de *Capsicum annum* se cultivaban al menos otras cuatro especies. Fue llevado al Viejo Mundo por Colón en su primer viaje (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.

En el Ecuador se estima que se siembra alrededor de 1.420 Has. con una producción que bordea las 6.955 toneladas y un rendimiento promedio de 4.58 Ton/Ha, este promedio es bajo con los registrados en otros países y esto se debe a varios factores entre ellos las variedades, deficientes prácticas de fertilización, ataque de plagas y enfermedades y las densidades no apropiadas de siembra para cada genotipo.

4.1.3. Descripción de la planta

Infoagro.com. 2011. En el artículo “Cultivo de Pimiento” describe al pimiento como una planta herbácea perenne, con ciclo de cultivo anual de porte variable entre los 0,5 metros (en

determinadas variedades de cultivo al aire libre) y más de 2 metros (gran parte de los híbridos cultivados en invernadero).

a) Sistema radicular: pivotante y profundo (dependiendo de la profundidad y textura del suelo), con numerosas raíces adventicias que horizontalmente pueden alcanzar una longitud comprendida entre 50 centímetros y 1 metro.



Fig. 1. Raíz del pimiento

b) Tallo principal: de crecimiento limitado y erecto. A partir de cierta altura (“cruz”) emite 2 o 3 ramificaciones (dependiendo de la variedad) y continua ramificándose de forma dicotómica hasta el final de su ciclo (los tallos secundarios se bifurcan después de brotar varias hojas, y así sucesivamente).



Fig. 2. Tallo del pimiento

c) Hoja: entera, lampiña y lanceolada, con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un pecíolo largo y poco

aparente. El haz es glabro (liso y suave al tacto) y de color verde más o menos intenso (dependiendo de la variedad) y brillante. El nervio principal parte de la base de la hoja, como una prolongación del pecíolo, del mismo modo que las nerviaciones secundarias que son pronunciadas y llegan casi al borde de la hoja. La inserción de las hojas en el tallo tiene lugar de forma alterna y su tamaño es variable en función de la variedad, existiendo cierta correlación entre el tamaño de la hoja adulta y el peso medio del fruto.



Fig. 3. Hoja del pimiento

d) Flor: las flores aparecen solitarias en cada nudo del tallo, con inserción en las axilas de las hojas. Son pequeñas y constan de una corola blanca. La polinización es autógama, aunque puede presentarse un porcentaje de alogamia que no supera el 10%.



Fig. 4. Flor del pimiento

e) Fruto: baya hueca, semicartilaginosa y deprimida, de color variable (verde, rojo, amarillo, naranja, violeta o blanco); algunas variedades van pasando del verde al anaranjado y al rojo a medida que van madurando. Su tamaño es variable, pudiendo pesar desde escasos gramos hasta más de 500 gramos. Las semillas se encuentran insertas en una placenta cónica de disposición central. Son redondeadas, ligeramente reniformes, de color amarillo pálido y longitud variable entre 3 y 5 milímetros.



Fig. 5. Fruto del pimiento

4.1.4. Composición y valor nutricional

Consumer, E. 2011. En el artículo “Guía Práctica de Hortalizas y Verduras” da a conocer la composición nutricional por 100 gramos de porción comestible de Pimiento:

| | |
|----------------------|------|
| Energía (Kcal) | 19,3 |
| Agua (g) | 92 |
| Proteínas (g) | 0,9 |
| Hidratos carbono (g) | 3,7 |
| Fibra (g) | 1,4 |
| Potasio (mg) | 210 |
| Fósforo (mg) | 25 |
| Magnesio (mg) | 13,5 |
| Folatos (mcg) | 25 |
| Vitamina C (mg) | 131 |



| | |
|------------------------------------|------|
| Vitamina A (mcg de Eq. de retinol) | 67,5 |
|------------------------------------|------|

4.1.5. Requerimientos edafoclimáticos

COMP Diaz. 2010. En el artículo “Cultivo de Pimentón” cita los siguientes requerimientos de clima y suelo para el cultivo de Pimiento:

4.1.5.1. Clima

a) **Temperatura:** es una planta exigente en temperatura (más que el tomate y menos que la berenjena). No soporta las heladas. Es una planta que exige un clima cálido o templado. En otoño e invierno sólo es posible criarlo en invernaderos.

En las zonas más frías no está de más proteger los plantones con campanas o túneles de plástico, para asegurar un calor suficiente hasta que la temperatura aumente.

Temperaturas críticas para pimiento en las distintas fases de desarrollo

| FASES DEL CULTIVO | TEMPERATURA (°C) | | |
|----------------------------|------------------------------|--------|--------|
| | ÓPTIMA | MÍNIMA | MÁXIMA |
| Germinación | 20-25 | 13 | 30 |
| Crecimiento vegetativo | 20-25 (día) 16-18 (noche) | 15 | 32 |
| Floración y fructificación | 26-28 (día) 18-20 (noche) | 18 | 35 |

Los saltos térmicos (diferencia de temperatura entre la máxima diurna y la mínima nocturna) ocasionan desequilibrios vegetativos.

La coincidencia de bajas temperaturas durante el desarrollo del botón floral (entre 15 y 10°C) da lugar a la formación de flores



con alguna de las siguientes anomalías: pétalos curvados y sin desarrollar, formación de múltiples ovarios que pueden evolucionar a frutos distribuidos alrededor del principal, acortamiento de estambres y de pistilo, engrosamiento de ovario y pistilo, fusión de anteras, etc.

Las bajas temperaturas también inducen la formación de frutos de menor tamaño, que pueden presentar deformaciones, reducen la viabilidad del polen y favorecen la formación de frutos partenocárpicos. Las altas temperaturas provocan la caída de flores y frutitos.

b) Humedad: la humedad relativa óptima oscila entre el 50% y el 70%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y dificultan la fecundación. La coincidencia de altas temperaturas y baja humedad relativa puede ocasionar la caída de flores y de frutos recién cuajados.

c) Luminosidad: es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de desarrollo y durante la floración.

En nuestro clima sería aconsejable iniciar la ventilación del invernadero a primeras horas del día.

4.1.5.2. Suelo

El pimentón se puede producir en un amplio rango de suelos, siempre y cuando el drenaje sea bueno.

El suelo puede ser arenoso si existe una buena disponibilidad de agua; sin embargo las mejores texturas son las franco-limoso y franco-arenosos que permiten un buen drenaje y buena retención de humedad. Necesita un buen drenaje, pues los pimientos sufren de asfixia radicular.

Para esto, ayuda mucho un buen contenido de materia orgánica, libre de piedras; 110 soporta los terrenos anegados, es menos resistente a la salinidad que el tomate.

En suelos con un poco de arcilla el desarrollo del sistema radicular parece ser mejor; esto es muy importante en la producción para el procesamiento. Los suelos deben ser profundos pues el sistema radicular es muy extenso.

El pimentón resiste suelos ligeramente ácidos desde 5.5, pero su mejor desarrollo se obtiene con pH de 6.0 a 6.5 Por lo tanto, en suelos muy ácidos es importante el encalamiento y si los niveles de magnesio son bajos debe utilizarse cal dolomítica.

El exceso de sales en el suelo puede resultar una pudrición apical del fruto por deficiencias de calcio.

Los suelos más adecuados para el cultivo del pimiento son los franco-arenosos, profundos, ricos, con un contenido en materia orgánica del 3-4% y principalmente bien drenados.

En cuanto al agua de riego el pH óptimo es de 5.5 a 7. Es una especie de moderada tolerancia a la salinidad tanto del suelo como del agua de riego, aunque en menor medida que el tomate.

4.1.6. Variedades

a) Cubanelle



Fig. 6. Pimiento variedad Cubanelle

LowFatLifestyle. 2009. En esta página describe al pimiento Cubanelle como una variedad de pimientos dulces de la

especie *Capsicum annum* . Que cuando está tierno luce un color verde amarillento, pero se vuelve rojo brillante si se le permite madurar. En comparación con otros pimientos tiene más delgada carne, es más largo, y tiene un aspecto ligeramente más arrugado y se lo utiliza extensamente en la cocina como ensaladas, guisos y para pizzas. Son ricos en vitamina C y maduran a los 75 días.

b) Tropical Irazú



Fig. 7. Pimiento variedad Tropical Irazú

Holguín, P. 2002. En el artículo “Estudio de prefactibilidad para la producción de Pimiento en la Península de Santa Elena” describe la variedad Tropical Irazú: El ciclo es de 100 días, el color varía de verde claro a rojo, el tamaño del fruto es de 12-18 por 7 cm., su forma es alargada, el tamaño de la planta es de 100 cm. y su pulpa es delgada.

c) Marconi



Fig. 8. Pimiento variedad Marconi

Jardineros Maestros de Extensión. 2010. En esta página describe al pimiento Marconi como una variedad de pimiento con frutos grandes y carnosos, se siembra en semilleros y se trasplanta a 40 – 50 cm. de distancia. Se lo utiliza para asar en la parrilla como para rellenar. Producen pimientos de 6-8 pulgadas (15-20 cm.) de largo.

Las plantas son resistentes al Virus de la Papa “Y” y del virus del mosaico del tabaco, lo que significa que las plantas tienden a vivir más de un rendimiento mejorado. En verde los pimientos se pueden cosechar en aproximadamente 72 días desde el trasplante.

4.2. CULTIVOS HIDROPÓNICOS

4.2.1. Definición

Andrade, R. 2007. En el artículo “Cultivo Hidropónico” cita que los cultivos hidropónicos o hidroponía pueden ser definidos como la técnica del cultivo de las plantas sin utilizar el suelo, usando un medio inerte, al cual se añade una solución de nutrientes que contiene todos los elementos esenciales vitales por la planta para su normal desarrollo. Puesto que muchos de estos métodos hidropónicos emplean algún tipo de medio de cultivo se les denomina a menudo cultivo sin suelo, mientras



que el cultivo solamente en agua sería el verdadero hidropónico.

4.2.2. Origen

Andrade, R. 2007. En el artículo “Cultivo Hidropónico” dice que el cultivo de las plantas sin suelo se desarrolló a partir de investigaciones llevadas a cabo para determinar que sustancias permitían crecer a las plantas y la composición de ellas. A comienzos de los años treinta, científicos de la Universidad de California, pusieron los ensayos de nutrición vegetal a escala comercial, denominando Hidropónico a este sistema de cultivo, palabra derivada de las griegas hydro (agua) y ponos (labor, trabajo), es decir literalmente trabajo en agua.

La primera aplicación comercial se inició durante la Segunda Guerra Mundial, ocasión en que las tropas norteamericanas solucionaron su problema de abastecimiento de verduras frescas con esta técnica de cultivo.

Hacia los años 60 – 70 como consecuencia de los diversos problemas que plantea el suelo, entre los que se destaca el difícil control hídrico nutricional y su creciente población de patógenos, la investigación de los países más avanzados técnicamente, sobre todo en el campo de la horticultura, se orientó hacia la búsqueda de sustratos que pudiesen sustituir al suelo.

4.2.3. Ventajas de los cultivos hidropónicos

Andrade, R. 2007. En el artículo “Cultivo Hidropónico”, da a conocer las siguientes ventajas de los cultivos hidropónicos.

- Provee a las raíces en todo momento de un nivel de humedad constante, independiente del clima o de la etapa de crecimiento del cultivo.
- Reduce el riesgo por excesos de irrigación.
- Evita el gasto inútil de agua y fertilizantes.
- Asegura la irrigación en toda el área radicular.



- Reduce considerablemente los problemas de enfermedades producidas por patógenos del suelo.
- Aumenta los rendimientos y mejora la calidad de producción.
- Utiliza poco espacio.
- Brinda una mayor producción.

4.2.4. Análisis comparativo de cultivos tradicionales e hidropónicos o sin suelo

Cuadro N° 1 Analisis comparativo del cultivo tradicional e hidropónico

| | Sobre Suelo | Sin Suelo |
|---|---|---|
| Nutrición de Planta | Muy variable Difícil de controlar | Controlada, estable Fácil de chequear y corregir |
| Espaciamiento | Limitado a la fertilidad | Densidades mayores, mejor uso del espacio y la luz |
| Control de Malezas | Presencia de malezas | Prácticamente inexistentes |
| Enfermedades y Patógenos del suelo y nematodos. | Enfermedades del suelo | No existen Patógenos del suelo |
| Agua | Plantas sufren estrés Ineficiente uso del agua | No existe estrés hídrico Pérdida casi nula |

Fuente: Universidad de OSAKA, Japón, JICA, Curso de Horticultura Protegida 1998.

4.2.5. Nutrición de las plantas

Andrade, R. 2007. En el artículo “Cultivo Hidropónico” dice que los nutrientes para las plantas a través del sistema de hidroponía son suministrados en forma de soluciones nutritivas



que se consiguen en el comercio agrícola. Las soluciones pueden ser preparadas por los mismos cultivadores cuando ya han adquirido experiencia en el manejo de los cultivos o tienen áreas lo suficientemente grandes como para que se justifique hacer una inversión en materias primas para su preparación. Alternativamente, si las mismas estuvieran disponibles en el comercio, es preferible comprar las soluciones concentradas, ya que en este caso sólo es necesario disolverlas en un poco de agua para aplicarlas al cultivo. Las soluciones nutritivas concentradas contienen todos los elementos que las plantas necesitan para su correcto desarrollo y adecuada producción de raíces, bulbos, tallos, hojas, flores, frutos o semillas.

4.2.5.1. Funciones de los elementos nutritivos en las plantas

Andrade, R. 2007. En el artículo "Cultivo Hidropónico" menciona que de los 16 elementos químicos considerados necesarios para el crecimiento saludable de las plantas, 13 son nutrimentos minerales. Ellos en condiciones naturales de cultivo (suelo) entran a la planta a través de las raíces. El déficit de sólo uno de ellos limita o puede disminuir los rendimientos y, por lo tanto, las utilidades para el cultivador; por ello se dice que todo el conjunto de elementos mayores y menores son necesarios para el normal desarrollo y crecimiento de las plantas.

a) Elementos mayores

Andrade, R. 2007. En el artículo "Cultivo Hidropónico", publica la siguiente descripción de los macroelementos nutritivos:

El nitrógeno, fósforo y potasio se denominan elementos mayores porque normalmente las plantas los necesitan en cantidades tan grandes que la tierra no puede suministrarla en forma completa. Se consumen en grandes cantidades.

➤ **Nitrógeno (N):** Es absorbido en forma de NO_3 y NH_4 .

Características: Da el color verde intenso a las plantas, fomenta el rápido crecimiento, aumenta la producción de hojas,



mejora la calidad de las hortalizas, aumenta el contenido de proteínas en los cultivos de alimentos y forrajes.

Deficiencia: Aspecto enfermizo de la planta, color verde amarillento debido a la pérdida de clorofila, desarrollo lento y escaso, amarillamiento inicial y secado posterior de las hojas de la base de la planta que continua hacia arriba.

Toxicidad: Cuando se le suministra en cantidades desbalanceadas en relación con los demás elementos, la planta produce mucho follaje de color verde oscuro, pero el desarrollo de las raíces es reducido, la floración y la producción de frutos y semillas se retarda.

➤ **Fósforo (P):** Las plantas lo toman en forma de P_2O_5 .

Características: Estimula la rápida formación y crecimiento de las raíces, facilita el rápido y vigoroso crecimiento de las plantas, acelera la maduración y estimula la coloración de los frutos, ayuda a la formación de semillas, da vigor a los cultivos para defenderse del rigor del invierno.

Deficiencia: Aparición de hojas, ramas y tallos de color purpúreo; este síntoma se nota primero en las hojas más viejas, desarrollo y madurez lenta y aspecto raquítico en los tallos, mala germinación de las semillas, bajo rendimiento de frutos y semillas.

Toxicidad: Los excesos de fósforo no son notorios a primera vista, pero pueden ocasionar deficiencia de cobre o de zinc.

➤ **Potasio (K):** Las plantas lo toman en forma de K_2O .

Características: Otorga a las plantas gran vigor y resistencia contra las enfermedades y bajas temperaturas, ayuda a la producción de proteína de las plantas, aumenta el tamaño de las semillas, mejora la calidad de los frutos, ayuda al desarrollo de los tubérculos, favorece la formación del color rojo en hojas y frutos.



Deficiencia: Las hojas de la parte más baja de la planta se queman en los bordes y puntas; generalmente la vena central conserva el color verde; también tienden a enrollarse; debido al pobre desarrollo de las raíces, las plantas se degeneran antes de llegar a la etapa de producción. En las leguminosas da lugar a semillas arrugadas y desfiguradas que no germinan o que originan plántulas débiles.

Toxicidad: No es común la absorción de exceso de potasio, pero altos niveles de él en las soluciones nutritivas pueden ocasionar deficiencia de magnesio y también de manganeso, hierro y zinc.

b) Elementos secundarios

Andrade, R. 2007. En el artículo “Cultivo Hidropónico” indica que estos elementos se llaman así porque las plantas los consumen en cantidades intermedias, pero son muy importantes en la constitución de los organismos vegetales.

★ **Calcio (Ca):** Es absorbido en forma de CaO.

Características: Activa la temprana formación y el crecimiento de las raicillas, mejora el vigor general de las plantas, neutraliza las sustancias tóxicas que producen las plantas, estimula la producción de semillas, aumenta el contenido de calcio en el alimento humano y animal.

Deficiencia: Las hojas jóvenes de los brotes terminales se doblan al aparecer y se queman en sus puntas y bordes. Las hojas jóvenes permanecen enrolladas y tienden a arrugarse. En las áreas terminales pueden aparecer brotes nuevos de color blanquecino. Puede producirse la muerte de los extremos de las raíces.

Toxicidad: No se conocen síntomas de toxicidad por excesos, pero éstos pueden alterar la acidez del medio de desarrollo de la raíz y esto sí afecta la disponibilidad de otros elementos para la planta.



★ **Magnesio (Mg):** Las plantas lo absorben como MgO.

Características: Es un componente esencial de la clorofila, es necesario para la formación de los azúcares, ayuda a regular la asimilación de otros nutrientes. Actúa como transportador del fósforo dentro de la planta, promueve la formación de grasas y aceites.

Deficiencia: Pérdida del color verde, que comienza en las hojas de abajo y continua hacia arriba, pero las venas conservan el color verde, los tallos se forman débiles, y las raíces se ramifican y alargan excesivamente, las hojas se tuercen hacia arriba a lo largo de los bordes.

Toxicidad: No existen síntomas visibles para identificar la toxicidad por magnesio.

★ **Azufre (S)**

Características: Es un ingrediente esencial de las proteínas. Ayuda a mantener el color verde intenso, activa la formación de nódulos nitrificantes en algunas especies leguminosas (porotos, arvejas, habas, soya), estimula la producción de semilla, ayuda al crecimiento más vigoroso de las plantas.

Deficiencia: Cuando se presenta deficiencia, lo que no es muy frecuente, las hojas jóvenes y sus venas toman un color verde claro; el espacio entre las nervaduras se seca, los tallos son cortos, endebles, de color amarillo, el desarrollo es lento y raquítico.

c) Elementos menores

Andrade, R. 2007. En el artículo "Cultivo Hidropónico" menciona que las plantas los necesitan en cantidades muy pequeñas, pero son fundamentales para regular la asimilación de los otros elementos nutritivos. Tienen funciones muy importantes especialmente en los sistemas enzimáticos.



Si uno de los elementos menores no existiera en la solución nutritiva, las plantas podrían crecer pero no llegarían a producir o las cosechas serían de mala calidad.

♣ **Cobre (Cu)**

Características: El 70% se concentra en la clorofila y su función más importante se aprecia en la asimilación.

Deficiencia: Severo descenso en el desarrollo de las plantas, las hojas más jóvenes toman color verde oscuro, se enrollan y aparece un moteado que va muriendo; escasa formación de la lámina de la hoja, disminución de su tamaño y enrollamiento hacia la parte interna, lo cual limita la fotosíntesis.

Toxicidad: Clorosis férrica, enanismo, reducción en la formación de ramas y engrosamiento y oscurecimiento anormal de la zona de las raíces.

♣ **Boro (B)**

Características: Aumenta el rendimiento o mejora la calidad de las frutas, verduras y forrajes, está relacionado con la asimilación del calcio y con la transferencia del azúcar dentro de las plantas, es importante para la buena calidad de las semillas de las especies leguminosas.

Deficiencia: Anula el crecimiento de tejidos nuevos y puede causar hinchazón y decoloración de los vértices radicales y muerte de la zona apical (terminal) de las raíces, ocasiona tallos cortos en el apio, podredumbre de color pardo en la cabeza y a lo largo del interior del tallo de la coliflor, podredumbre en el corazón del nabo, ennegrecimiento y desintegración del centro de la betarraga.

Toxicidad: Se produce un amarillamiento del vértice de las hojas, seguido de la muerte progresiva, que va avanzando desde la parte basal de éstas hasta los márgenes y vértices. No se deben exceder las cantidades de este elemento dentro de



las soluciones nutritivas ni dentro de los sustratos, porque en dosis superiores a las recomendadas es muy tóxico.

♣ Hierro (Fe)

Características: No forma parte de la clorofila, pero está ligado con su biosíntesis.

Deficiencia: Causa un color pálido amarillento del follaje, aunque haya cantidades apropiadas de nitrógeno en la solución nutritiva, ocasiona una banda de color claro en los bordes de las hojas y la formación de raíces cortas y muy ramificadas. La deficiencia de hierro se parece mucho a la del magnesio, pero la del hierro aparece en hojas más jóvenes.

Toxicidad: No se han establecido síntomas visuales de toxicidad de hierro absorbido por la raíz.

♣ Manganeso (Mn)

Características: Acelera la germinación y la maduración, aumenta el aprovechamiento del calcio, el magnesio y el fósforo, cataliza en la síntesis de la clorofila y ejerce funciones en la fotosíntesis.

Deficiencia: Presenta síntomas de clorosis, se presenta igualmente entre las venas de las hojas viejas o jóvenes, dependiendo de la especie; estas hojas posteriormente mueren y se caen.

♣ Zinc (Zn)

Características: Es necesario para la formación normal de la clorofila y para el crecimiento. Es un importante activador de las enzimas que tienen que ver con la síntesis de proteínas, por lo cual las plantas deficientes en zinc son pobres en ellas.

Deficiencia: Su deficiencia ocasiona un engrosamiento basal de los pecíolos de las hojas, pero disminuye su longitud; la lámina foliar toma una coloración pálida y una consistencia gruesa, apergaminada, con entorchamiento hacia fuera y con



ondulaciones de los bordes. El tamaño de los entrenudos y el de las hojas se reduce, especialmente en su anchura.

Toxicidad: Los excesos de zinc producen clorosis férrica en las plantas.

♣ **Molibdeno (Mo)**

Características: Es esencial en la fijación del nitrógeno que hacen las legumbres.

Deficiencia: Los síntomas se parecen a los del nitrógeno, porque la clorosis (amarillamiento) avanza desde las hojas más viejas hacia las más jóvenes, las que se ahuecan y se queman en los bordes, no se forma la lámina de las hojas, por lo que sólo aparece la nervadura central, afecta negativamente el desarrollo de las especies crucíferas (repollo, coliflor, brócoli), la betarraga, tomates y legumbres.

Toxicidad: En tomate, los excesos se manifiestan con la aparición de un color amarillo brillante; en la coliflor, con la aparición de un color púrpura brillante en sus primeros estados de desarrollo.

♣ **Cloro (Cl)**

Deficiencia: Se produce marchitamiento inicial de las hojas, que luego se vuelven cloróticas, originando un color bronceado; después se mueren. El desarrollo de las raíces es pobre y se produce un engrosamiento anormal cerca de sus extremos.

Toxicidad: Los excesos producen el quemado de los bordes y extremos de las hojas; su tamaño se reduce y hay, en general, poco desarrollo.

4.2.5.2. Composición de las soluciones nutritivas

Andrade, R. 2007. En el artículo “Cultivo Hidropónico” indica que además de los elementos que los vegetales extraen del aire y del agua (carbono, hidrógeno y oxígeno) ellos consumen con diferentes grados de intensidad los siguientes elementos:



- ◆ Indispensables para la vida de los vegetales, son requeridos en distintas cantidades por las plantas: nitrógeno, el fósforo y el potasio. En cantidades intermedias el azufre, el calcio y el magnesio. En cantidades muy pequeñas (elementos menores) el hierro, manganeso, cobre, zinc, boro y molibdeno.
- ◆ Útiles pero no indispensables para su vida: cloro, sodio, silicio.
- ◆ Innecesarios para las plantas, pero necesarios para los humanos que las consumen: cobalto, yodo.
- ◆ Tóxicos para el vegetal: aluminio.

Es muy importante tener en cuenta que cualquiera de los elementos antes mencionados pueden ser tóxicos para las plantas si se agregan al medio en proporciones inadecuadas, especialmente aquellos que se han denominado elementos menores.

4.2.5.3. Solución hidropónica madre “la molina”

Universidad Nacional Agraria, La Molina. 2005. En el artículo “Solución Nutritiva La Molina” pública que la solución hidropónica La Molina fue formulada después de varios años de investigación en el Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Con el propósito de difundir la hidroponía con fines sociales, se eligieron para su preparación, fertilizantes que se pueden conseguir con facilidad en las diferentes provincias del Perú.

En hidroponía es común la aplicación de dos soluciones concentradas, denominadas A y B. La fórmula de la solución hidropónica La Molina se prepara con los siguientes fertilizantes:



- ♣ **Solución Concentrada A:** (para 5.0 litros de agua, volumen final)

| ELEMENTO | CANTIDAD |
|--|----------|
| Nitrato de potasio 13.5% N, 45% K ₂ O | 550 g |
| Nitrato de amonio 33% N | 350 g |
| Superfosfato triple 45% P ₂ O ₅ , 20%CaO | 180 g |

- ♣ **Solución Concentrada B:** (para 2.0 litros de agua, volumen final)

| ELEMENTO | CANTIDAD |
|-----------------------------|----------|
| Sulfato de magnesio 16% MgO | 220 g |
| Quelato de hierro 6% Fe | 17 g |
| Solución de Micronutrientes | 400 ml |

- ♣ **Solución Concentrada de Micronutrientes:** (para un 1 litro de AGUA DESTILADA)

| ELEMENTO | CANTIDAD |
|----------------------|----------|
| Sulfato de Manganeso | 5.0 g |
| Ácido Bórico | 3.0 g |
| Sulfato de Zinc | 1.7 g |
| Sulfato de Cobre | 1.0 g |
| Molibdato de Amonio | 0.2 g |

- ♣ **Concentración de solución nutritiva preparada con solución hidropónica “La Molina”**

Universidad Nacional Agraria, La Molina. 2005. En el artículo “Solución Nutritiva La Molina” menciona la concentración de los diferentes elementos:

| Elemento | ppm. | Elemento | ppm. |
|----------|------|----------|------|
| K | 210 | Fe | 1,00 |
| N | 190 | Mn | 0,50 |
| Ca | 150 | B | 0,50 |
| S | 70 | Zn | 0,15 |



| | | | |
|----|----|----|------|
| Mg | 45 | Cu | 0,10 |
| P | 35 | Mo | 0,05 |

a) Preparación

Universidad Nacional Agraria, La Molina. 2005. En el artículo “Solución Nutritiva La Molina” indica el proceso de preparación de la solución nutritiva:

Pesar por separado y con cuidado los fertilizantes en las cantidades indicadas.

Solución Concentrada A:

- En un recipiente graduado, remojar por 24 horas el superfosfato triple en aproximadamente 200-250 ml. de agua.
- Con la ayuda de un mazo, agite presionando las partículas del superfosfato continuamente. Verter el sobrenadante en otro recipiente. Repetir esta operación varias veces, agregando agua (muy poca, apenas 30-50 ml.), hasta deshacer totalmente el fertilizante. Eliminar el residuo final (arenilla).
- En otro recipiente, agregar un (1) litro de agua y el nitrato de potasio. Agitar hasta que se diluya el fertilizante.
- Echar sólo el sobrenadante (el líquido transparente) sobre la solución de superfosfato triple, cuidando que no pase el nitrato de potasio no disuelto.
- Agregar más agua (500 ml. aproximadamente) sobre el nitrato de potasio no disuelto y agitar. Echar nuevamente el sobrenadante sobre el superfosfato triple. Repetir esta operación (2-3 veces) hasta disolver todo el nitrato de potasio y verter sobre el superfosfato triple.
- En otro recipiente, agregar 500 ml. de agua aproximadamente y el nitrato de amonio. Agitar hasta que se diluya todo el fertilizante. Luego añadir al recipiente que contiene el superfosfato triple y el nitrato de potasio disueltos.
- Ahora los tres fertilizantes están en un solo balde o recipiente.
- Agregar agua hasta completar un volumen de cinco litros (volumen final) de solución concentrada A.



- Almacenar la solución concentrada A en un recipiente con tapa.

Solución Concentrada B:

- En un 1 litro de agua agregar el sulfato de magnesio y agitar hasta que los cristales se hayan disuelto totalmente.
- Agregar 400 ml de la solución de micronutrientes y agitar.
- Agregar el quelato de hierro y remover hasta disolverlo totalmente.
- Agregar agua hasta completar un volumen de 2 litros de solución concentrada B.
- Almacenar la solución concentrada B. Para mayor duración, guardar en frasco oscuro y en un lugar fresco.

Solución Concentrada de Micronutrientes:

- Disolver en 200 ml. de agua destilada, aproximadamente, una por una las sales según el siguiente orden: sulfato de cobre, sulfato de zinc, molibdato de amonio, ácido bórico y sulfato de manganeso.
- Agregar agua destilada hasta completar un 1 litro.
- Guardar la solución en frasco de vidrio o de plástico limpio.

NOTA: Nunca se debe mezclar las soluciones concentradas A y B, de lo contrario algunos de los nutrientes podrían precipitar y no estarían disponibles en la solución nutritiva.

b) Mezcla de soluciones

Universidad Nacional Agraria, La Molina. 2005. En el artículo "Solución Nutritiva La Molina" menciona que una vez preparada la solución se debe agitar previamente las soluciones concentradas A y B. Para preparar un litro de solución nutritiva, añadir 5 ml de la solución concentrada A y 2 ml. de la solución concentrada B en un litro de agua. Si desea preparar 20, 50 ó 100 litros de solución nutritiva, aplicar la misma relación.



c) Aplicación de la solución

Universidad Nacional Agraria, La Molina. 2005. En el artículo “Solución Nutritiva La Molina” dice que para regar almácigos se aplica la mitad de la dosis: 2.5 ml. de solución A y 1.0 ml. de solución B por litro de agua. La mitad de dosis se aplica diariamente desde la aparición de la primera hoja verdadera durante los primeros días del almácigo (5-7 días); luego se continúa el riego con la dosis completa.

Para producir forraje verde hidropónico se usa la cuarta parte de la dosis: 5 ml. de solución A y 2 ml. de solución B para cuatro 4 litros de agua. El riego con solución nutritiva se aplica desde el 4º hasta el 7º día; luego regar con agua hasta la cosecha (10-12 días).

La solución preparada a partir de las soluciones concentradas A y B de la solución hidropónica La Molina, es una solución nutritiva promedio que puede ser utilizada para producir diferentes cultivos, dando muy buenos resultados en: lechuga, apio, albahaca, acelga, berro, espinaca, rabanito, fresa, pimiento, tomate, papa, betarraga, nabo, zanahoria, brócoli, menta, orégano, entre otros. También se ha probado en plantas ornamentales, otras aromáticas y medicinales; asimismo, en flores y también para producir forraje verde hidropónico. Pero el crecimiento y rendimiento puede ser optimizado usando una formulación específica para cada cultivo.

d) Solución específica para solanáceas

Cuadro N°2. Cantidades de fertilizantes (g) para preparar 1000 litros de solución nutritiva para el cultivo de solanáceas según el estado de crecimiento y desarrollo de la planta.



| Fertilizantes | Crecimiento o vegetativo | Floración | Fructificación |
|--|---|------------------|-----------------------|
| Macro nutrientes | | | |
| Nitrato de Potasio, 13%N y 46%K ₂ O | 400 | 450 | 480 |
| Nitrato de Amonio, 31%N | 270 | 155 | 235 |
| Nitrato de Calcio, 16%N y 27%CaO | 400 | 400 | 400 |
| Fosfato Monopotásico, 52%P ₂ O ₅ y 34%K ₂ O | 180 | 220 | 245 |
| Sulfato de Magnesio, 16%MgO y 38%SO ₄ | 270 | 270 | 375 |
| Micronutrientes | | | |
| Quelato de Hierro 6%Fe | 25 | 25 | 25 |
| Sulfato de manganeso | 4 | 4 | 4 |
| Acido bórico | 2.3 | 2.3 | 2.3 |
| Sulfato de Zinc | 1 | 1 | 1 |
| Sulfato de Cobre | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Molibdato de Amonio | 0.13 | 0.13 | 0.13 |

Fuente: Rodríguez, A. 2007. En la publicación “Curso Práctico Internacional de Hidroponía” da a conocer la fertilización para el cultivo de solanáceas.



- e) Concentración de macro y micro nutrientes en ppm. para el cultivo de solanáceas según el estado de crecimiento y desarrollo de la planta.

Cuadro Nº 3. Concentración de macro y micro nutrientes en ppm. de la solución nutritiva en las etapas de crecimiento, floración y fructificación.

| Fertilizantes | Crecimiento vegetativo | Floración | Fructificación |
|-------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------------|
| Macro nutrientes | | | |
| Nitrógeno | 200 | 170 | 200 |
| Fosforo | 40 | 50 | 55 |
| Potasio | 200 | 250 | 300 |
| Calcio | 200 | 200 | 200 |
| Magnesio | 50 | 50 | 60 |
| Azufre | 77 | 77 | 90 |
| Micronutrientes | | | |
| Hierro | 1,5 | 1,5 | 1,5 |
| Manganeso | 1 | 1 | 1 |
| boro | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| Zinc | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Cobre | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Molibdeno | 0.07 | 0.07 | 0.07 |

Fuente: Rodríguez, A. 2007. En la publicación “Curso Práctico Internacional de Hidroponía” da a conocer la concentración de nutrientes para el cultivo de solanáceas.



f) Tabla de compatibilidad entre sales

Fuente: Melgar, R. 2005. En el artículo "Fertilizantes y

| | Urea | amonio | amonio | calcio | magnesio | monoamónico | monopotásico | potasio | Potasio | Potasio | Acido fosfórico | Acido nítrico | Acido sulfúrico |
|-------------------------|------|--------|--------|--------|----------|-------------|--------------|---------|---------|---------|-----------------|---------------|-----------------|
| Urea | | | | | | | | | | | | | |
| Nitrato de amonio | | | | | | | | | | | | | |
| Sulfato de amonio | | | | | | | | | | | | | |
| Nitrato de calcio | | | | | | | | | | | | | |
| Nitrato de magnesio | | | | | | | | | | | | | |
| Fosfato monoamónico | | | | | | | | | | | | | |
| Fosfato monopotásico | | | | | | | | | | | | | |
| Nitrato de potasio | | | | | | | | | | | | | |
| Sulfato de potasio | | | | | | | | | | | | | |
| Cloruro de potasio | | | | | | | | | | | | | |
| Acido fosfórico | | | | | | | | | | | | | |
| Acido nítrico | | | | | | | | | | | | | |
| Acido sulfúrico | | | | | | | | | | | | | |
| Sulfatos Fe, Zn, Cu, Mn | | | | | | | | | | | | | |
| Quelatos Fe, Zn, Cu, Mn | | | | | | | | | | | | | |
| Sulfato de magnesio | | | | | | | | | | | | | |

Soluciones Concentradas"

Compatible 

Se reduce la solubilidad 

Incompatible 

4.3. FISIOLÓGÍA DE LA PLANTA.

Osoria, D. 2003. En la publicación "Producción de Pimentón, Tomate y Lechuga en Hidropónicos" describe la fisiología del pimiento:



4.3.1. Germinación: Es un proceso complejo en el que se distinguen tres fases, la fase de hidratación, la de germinación estricta y la de crecimiento. Los cultivares de *Capsicum annuum* no presentan latencia seminal, si las semillas están inmaduras se retrasa la germinación, sobre la germinación inciden diversos factores, destacando la necesidad de humedad y aireación, así como un rango térmico de 20-30 °C. A temperaturas próximas a 30 °C la germinación es más rápida que con temperaturas más bajas. A 35 °C no se produce germinación.

4.3.2. Crecimiento vegetativo: El crecimiento se realiza durante todo el cultivo, el crecimiento es simpodial (de cada nudo salen 2 o 3 tallos).

4.3.3. Floración: Para que se produzca la floración, se materializa con la presencia mínima de 12-14 hojas, es una planta refloreciente y flores solitarias.

4.3.4. Fructificación: No todas las flores se desarrollan a frutos. El término cuajado indica que se ha iniciado el desarrollo del fruto. La proporción de cuajado depende de los siguientes factores: En primer lugar existe una correlación negativa entre el número de frutos en desarrollo y el cuajado de nuevas flores. Entre los factores exógenos, la reducción de la intensidad luminosa reduce el porcentaje de cuajado, quizás el factor externo más importante es la temperatura. A temperaturas diurnas superiores a 30°C el cuajado es muy escaso, aumentando este a medida que la temperatura baja hasta un óptimo de 20°C. Podemos decir que cuando la temperatura es menor de 10°C durante la floración, la fructificación si se produce es partenocárpica y los frutos así formados son de pequeño tamaño y sin semillas. Una planta joven sometida durante la noche a una temperatura de 12°C produce un mayor número de flores que esa misma planta sometida a temperaturas nocturnas de 18°C, las bajas temperaturas nocturnas (8-10°C) reducen la viabilidad del polen, pero favorecen la formación de frutos partenocárpicos.

No hay técnicas de cuajado salvo la temperatura, para que se produzca el cuajado del fruto en pimiento California la temperatura tiene que ser mayor de 16°C y en Lamuyo mayor de 10°C. El fruto se desarrolla entre 35-50 días.

4.3.5. Maduración: La madurez fisiológica se alcanza cuando está verde y vira a rojo o amarillo. Durante la maduración del fruto se producen cambios cuantitativos en su composición asociados a cambios cualitativos de color, sabor, textura y olor.

Un factor decisivo en la maduración es la temperatura, siendo por lo común temperaturas necesarias entre 15-35°C para una adecuada maduración.

4.4. PLAGAS Y ENFERMEDADES

Productores de Hortalizas, 2004. En el artículo “Plagas y Enfermedades de Chiles y Pimientos” da a conocer las siguientes plagas y enfermedades que se presentan en el cultivo de Pimiento:

4.4.1. Plagas

- a) Afidos /pulgones (*Aphis gossypii*, *Macrosiphum euphorbiae*, y *Myzus persicae*)



Fig. 9. Pulgones (*Myzus persicae*)

Descripción: Estos insectos tienen forma de pera y cuerpos flexibles con o sin alas y protuberancias en el abdomen.



Algunas especies presentan reproducción vivípara sin apareamiento.

Aphis gossypii: los adultos conocidos como áfidos del melón, son alrededor de 2 mm. de largo, de color verde pálido en la temporada cálida y seca, y rosado en temporadas más frescas.

Macrosiphum euphorbiae: los adultos, que se conocen como áfidos de la papa, son entre 2.5 y 3.5 mm. de largo y su color varía entre rosa, rosa-verde moteado, y verde claro con una raya oscura.

Myzus persicae: conocido como áfido verde, es una de las especies de áfidos más comunes en pimientos. Su tamaño oscila entre 1.6 y 2.4 mm. y son de color amarillo pálido a verde.

Síntomas y daño al cultivo: También conocidos como piojos de planta, los áfidos pueden atacar a cualquier hortaliza. Se alimentan punzando las hojas y succionando la savia. Como resultado, las hojas se enrollan hacia abajo y se arrugan; prosigue el marchitamiento y la decoloración de la hoja. El daño es más frecuente en las hojas jóvenes del centro de la planta. Su acción ocasiona la reducción de la calidad y de la cantidad de frutos. Las plantas gravemente infestadas se vuelven de color café y mueren. Los áfidos tienden a extenderse rápidamente de un campo a otro transmitiendo una variedad de enfermedades virales entre las que se incluyen varios tipos de mosaico.

Monitoreo y búsqueda: Se pueden usar trampas amarillas en la base del tallo y trampas horizontales. Típicamente los áfidos se congregan en el envés de la hoja y en los brotes apicales. La mielecilla secretada por los áfidos vuelve a las plantas pegajosas y favorece el desarrollo de un moho negro en el follaje.

Manejo: Existen varios enemigos naturales, depredadores o parasitoides, para el control de estos pulgones, y también se pueden controlar con prácticas culturales y aplicaciones de

insecticidas. Se debe sembrar en suelo bien preparado y fértil para obtener un cultivo vigoroso con mayor capacidad de tolerar los ataques de áfidos, y evitar la siembra en campos pre-infestados o en suelos cercanos a campos infestados.

b) Araña roja (*Tetranychus urticae*)



Fig. 10. **Araña roja (*Tetranychus urticae*)**

Descripción: El adulto posee ocho patas y es casi microscópico, pues solamente mide de 0.3 a 0.5 mm. de largo. La hembra, de forma oval, tiene un color que va del amarillento al verde, con dos o cuatro manchas dorsales oscuras. El macho, que es más activo, tiene el cuerpo más angosto y el abdomen más apuntado. Los huevecillos son esféricos, diminutos y transparentes al principio de ser depositados. Luego adoptan gradualmente un color amarillento-verdoso.

La larva tiene seis patas y no es mucho más grande que el huevecillo. No tiene color con excepción de los ojos carmín. Durante las dos etapas de ninfa es de color gris pálido, de forma oval y de ocho patas. El par de manchas oscuras es visible en esta etapa de desarrollo.

Síntomas y daño al cultivo: Los ácaros de araña roja penetran la epidermis y extraen la savia del envés de las hojas. El follaje infestado adopta pronto un aspecto blancuzco o bronceado. Las hojas ligeramente infestadas muestran manchas o erupciones pálidas transparentes; cuando éstas son gravemente infestadas se tornan completamente pálidas y se secan. El envés de las hojas se ve recubierto de tejido sedoso sobre el cual los ácaros

se arrastran. Las hojas infestadas pueden estar recubiertas de estas telarañas. Una revisión minuciosa revela a los ácaros adultos en las hojas, aunque son las larvas quienes inician los daños.

Monitoreo y búsqueda: Los ácaros se distribuyen por el campo de dos maneras: migración de hembras, que forma una zona de ligera a abundante, y transporte natural o mecánico de ácaros mediante viento, mamíferos o el hombre. Por tanto, los “focos calientes” deben investigarse al final, no a la entrada del campo. El desarrollo de los adultos es más rápido durante la temporada cálida y seca.

Manejo: Una forma de control es destruir las malezas alrededor del campo tras la cosecha o antes de la resiembra. No es aconsejable la destrucción de las malezas colindantes durante la temporada de cultivo, ya que esto obliga a los ácaros a emigrar al campo. Seleccionar variedades de semillas con resistencia a la araña roja.

c) Minadores de la hoja (*Liriomyza sativae*, *liriomyza trifolii*)



Fig. 11. Minador (*Liriomyza trifolii*)

Descripción: El *Liriomyza sativae* adulto es una mosca negra lustrosa con marcas amarillas variables que van de 1 a 1.8 mm. de largo. El *Liriomyza trifolii* difiere en que tiene el tórax cubierto de pelos traslapados que le proporcionan un color gris plateado; la porción de la cabeza detrás de los ojos es predominantemente amarilla. Estas especies tienen una



actividad similar: insertan los huevos en las hojas y las larvas se alimentan entre las superficies de las hojas, lo que crea una mina. Los huevecillos, de cerca de 0.2 mm. de largo, son en ocasiones visibles a través de la epidermis superior de la hoja. Las larvas amarillentas y las pupas marrones, semejantes a semillas de estas especies, son muy similares y difíciles de distinguir en el campo.

Síntomas y daño al cultivo: El minador de la hoja efectúa en las hojas ondulaciones irregulares. Las galerías tienen generalmente la forma de una “S” y pueden estar agrandadas en el extremo. En las hojas más dañadas, se reduce grandemente la eficacia fotosintética y las plantas pueden perder la mayor parte de sus hojas. Si esto sucede al comienzo del periodo de fructificación, la defoliación podría reducir el rendimiento y el tamaño del fruto y exponer éste a la quemadura del sol. Además, las hojas infestadas constituyen un hábitat propicio para las bacterias y los patógenos fúngicos de las plantas.

Monitoreo y búsqueda: La población de minadores de la hoja es más elevada en los climas tropicales y en condiciones de invernadero. Para comprobar si hay minadores, revítese el tejido de las hojas. La vigilancia de las colonias de plaga puede hacerse mediante trampas amarillas en la base del tallo y con trampas horizontales.

Manejo: A pequeña escala, el retirar las hojas infestadas ayuda a mantener un nivel manejable de minadores de la hoja, aunque el empleo de insecticidas es un método de control más confiable. No aplicar el tratamiento a menos que estén presentes las pupas. Su ausencia, aún ante la presencia de nuevos minadores, indica que los controles naturales están funcionando. Las avispas parasitarias ayudan a mantener en bajos niveles las colonias de minadores de la hoja.

d) Moscas blancas (*Trialeurodes vaporariorum*, *Bemisia tabaci* y *Bemisia argentifolii*)



Fig. 12. Mosca blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)

Descripción: *Trialeurodes vaporariorum*: es una minúscula plaga de invernadero (alrededor de 1.5 mm de largo). Las plantas se cubren con mosquitas blancas de cuatro alas blancas de aspecto cerúleo. Las pupas son ovaladas, la parte superior plana, con filamentos que emergen desde arriba.

***Bemisia tabaci*:** las moscas adultas son de cuatro alas y alrededor de 1.5 mm. de largo. La identificación de los adultos de especies *B. tabaci* y *T. vaporariorum* es fácil de diferenciar por la posición de las alas. *T. vaporariorum* tiene las alas horizontales, mientras que *B. tabaci* las tiene inclinadas sobre el cuerpo. Las larvas son igualmente fáciles de diferenciar; pues la larva de *T. vaporariorum* tiene todo el perímetro lleno de pelos o quetas, mientras que la larva de *B. tabaci* contiene como máximo 7 pares de quetas.

Bemisia argentifolii*:** (conocida como mosca blanca "silverleaf"). Aunque varias especies de mosca blanca pueden infestar los cultivos de chiles y pimientos, se dice que ***B. argentifolii es la que causa mayores pérdidas económicas para los productores. Utilícese una lupa para identificar esta especie frente a otras mediante el examen de ejemplares inmaduros y adultos. La pupa es ovalada, blancuzca y blanda. Un extremo de la pupa pende de la superficie de la hoja y posee escasos y cortos filamentos cerúleos en su perímetro (comparada con



otras pupas de mosca blanca que tienen numerosos filamentos).

Las moscas adultas son más pequeñas (siendo las hembras alrededor de 0.96 mm y los machos alrededor de 0.82 mm.). Son de color amarillo más intenso que otras moscas blancas. Mantienen las alas a un ángulo de 45°, lo que les da la apariencia de ser más delgadas.

Síntomas y daño al cultivo: Las plantas infectadas presentan menos vigor y las hojas están cubiertas con mielecilla. La mosca blanca se alimenta del tejido de las hojas, extrayendo la savia de la planta lo cual entorpece su crecimiento. Las hojas se vuelven amarillentas y se caen en las plantas infectadas. Se desarrolla un hongo semejante a hollín en las hojas cubiertas del rocío viscoso producido por la mosca blanca.

Monitoreo y búsqueda: Para detectar la invasión prematuramente se pueden utilizar placas amarillas en la base del tallo. La plaga se alimenta principalmente de las hojas nuevas en la parte superior. El desarrollo y la reproducción de la mosca blanca de invernadero dependen de la temperatura y aumenta con las temperaturas más elevadas. Lo importante es observar bien las plagas, tanto en el cultivo como sobre las placas adhesivas. Un buen monitoreo es indispensable para realizar un control efectivo a tiempo.

Manejo: El manejo de la mosca blanca requiere un programa integrado que se enfoque en la prevención y se base en la integración del control biológico cuando éste sea posible. Algunos ejemplos de manejo integrado son la colocación de mallas en las bandas de los invernaderos; limpieza de malas hierbas y tejidos de cultivos muertos, y la colocación de placas adhesivas / trampas amarillas. La avispa parásita (*Encarsia formosa*) es un ejemplo de los enemigos naturales que se puede emplear en condiciones de invernadero, pero a una temperatura por debajo de 24°C se puede limitar la reproducción de este parásito. Se deben seleccionar los insecticidas cuidadosamente, ya que algunos son más efectivos

cuando se asperjan contra las moscas adultas. En algunos casos, se necesitan aplicaciones regulares de insecticidas para controlar la población adulta que emerge hacia el final de la generación. En cuanto a *Bemisia argentifolii*, los productos que contienen el aceite de neem son tóxicos para las ninfas menores e inhiben la crianza y desarrollo de las ninfas mayores.

e) Trips (*Frankliniella occidentalis*, *Thrips tabaci*)



Fig. 13. Trips (*Thrips*

Descripción: Los adultos *Frankliniella occidentalis* son de 1.5 mm. de largo, y sus ojos tienen un pigmento rojo. El color de la hembra varía de amarillo hasta café oscuro, mientras el macho siempre es de color amarillo pálido. Los huevos de tono amarillo no se pueden ver ya que son depositados en el tejido de la planta. Los adultos *Thrips tabaci* son también de color amarillo pálido hasta café oscuro y pueden medir hasta 1.3 mm. de largo; sus ojos son de color gris. Las delgadas alas de estos insectos están bordeadas por pequeños hilillos. Prefieren depositar los huevos en la hoja, el cotiledón, o el tejido floral. Los huevos son blancos y de 0.25 milímetros de largo.

Síntomas y daño al cultivo: *Frankliniella occidentalis*, que se conoce como trips de la flor occidental, se ha vuelto una de las especies más predominantes entre las que atacan a los cultivos de invernadero. Se alimenta de cualquier planta que produzca flores, chupando los fluidos de la planta. Es un vector importante del virus del bronceado del tomate (TSWV) que afecta al pimiento y a otras hortalizas. *Thrips tabaci*, que se conoce como trips de la cebolla, ataca tanto a los cultivos de invernadero como a los de campo abierto. Típicamente todas

las formas de estos trips se alimentan en la base de las hojas jóvenes; se puede encontrar en el suelo en forma de pupa y en las flores cuando es adulto. Los trips se alimentan de los jugos de la planta. Algunas hojas se deforman y enroscan hacia arriba (lo que no se debe confundir con el daño de pulgones que ocasiona el enroscamiento de las hojas hacia abajo). Las infestaciones retardan la maduración de la planta.

Monitoreo y búsqueda: Las señales del daño incluyen manchas plateadas en las hojas que brillan en el sol y se agrandan cuando crecen las hojas. Se puede vigilar a los adultos de ambas especies con trampas amarillas o blancas en la base del tallo, y con trampas rosadas en la parte superior de la planta. Se debe concentrar la inspección de los trips de la flor occidental en las flores y en los brotes o capullos, y la de los trips de la cebolla en las hojas más jóvenes.

Manejo: A veces resulta difícil controlar a los trips de flor occidental con productos químicos porque se alimentan en las flores y en los brotes donde encuentran protección. La colocación de mallas en las bandas del invernadero puede ser útil.

4.4.2. Enfermedades

- a) Moho gris/moho blanco (*Botrytis cinerea* / *Sclerotinia sclerotiorum*)



Fig. 15. *Botrytis cinerea*



Fig. 14. *Sclerotinia sclerotiorum*



El hongo *Botrytis cinerea* penetra generalmente a través de las heridas. Las esporas de *B. cinerea* sobreviven en los tejidos muertos de cultivos anteriores, los cubren como terciopelo gris y conducen a la subsiguiente infección del fruto. El hongo polífago *Sclerotinia sclerotiorum* ataca a la mayoría de cultivos hortícolas, y produce “damping-off” en plántulas. La enfermedad comienza a partir de esclerocios del suelo procedentes de infecciones anteriores, que se desarrollan en condiciones de humedad alta.

Síntomas y daño al cultivo: Los síntomas de *B. cinerea* incluyen lesiones del tallo en las plántulas a nivel del suelo o por debajo. Las infecciones se extienden desde flores y frutos hacia el tallo; éste se vuelve de marrón a blancuzco y desarrolla una llaga. El fruto inmaduro adopta un color ligeramente marrón a blanco. Posteriormente, se desarrolla una pelusa fungosa y se puede formar un esclerocio negro en la superficie hospedera o debajo de ella.

Consiste en un anillo negro y un interior ligero compuesto de una densa masa de hiladas de hongos. *B. cinerea* puede causar un colapso repentino de los tejidos suculentos de hojas, tallos y flores. Las condiciones óptimas para la infección y el desarrollo son una elevada humedad con temperaturas entre 18° y 20° C.

S. sclerotiorum produce un moho blando, inodoro y acuoso al principio; que posteriormente se seca más o menos según la succulencia de los tejidos afectados, cubriéndose de un abundante micelio lanoso blanco, con la presencia de numerosos esclerocios blancos al principio y negros más tarde. Los ataques al tallo usualmente colapsan la planta, la cual muere rápidamente.

Manejo: Se puede lograr un control efectivo de *B. cinerea* mediante el espaciado y la poda adecuados para favorecer la ventilación; el manejo cuidadoso para prevenir lesiones, y el retiro de fuentes inoculantes con la adopción de adecuadas medidas fitosanitarias. Debe tratarse el cultivo con fungicidas

y/o biológicos antes de que la infección se establezca y mientras prevalecen condiciones de frío y humedad.

Prevención para el *S. sclerotiorum* incluye eliminación de malezas y tejidos infectados de plantas; utilización de cubiertas plásticas en el invernadero que absorban rayos ultravioleta; empleo de patrones de cultivo adecuados que permitan la ventilación; manejo del riego, y solarización.

b) Seca o tristeza del pimiento (*Phytophthora capsici*)



Fig. 16. *Phytophthora capsici*

Descripción: Este hongo se origina en el suelo y se desarrolla rápidamente en condiciones húmedas y templadas. Puede atacar tanto plántulas como plantas maduras, dependiendo la severidad de varios factores como condiciones climáticas, cantidad de inóculo, variedad del cultivo, estado vegetativo de la planta, etc.

Daños al cultivo: *Phytophthora capsici* puede ser responsable de varios desórdenes que van desde la marchitez de la hoja, hasta la pudrición del fruto o de la raíz. La planta sobre la tierra manifiesta una marchitez irreversible, sin previo amarillamiento.

En las raíces se produce un moho que se manifiesta con un engrosamiento y chancro en la parte del cuello. Es posible confundir los síntomas con la asfixia radicular. Presenta zoosporas que son diseminadas por lluvia y riego.

Monitoreo y búsqueda: Es típico ver áreas en el campo donde las plantas infectadas están agrupadas, con las otras plantas



sanas a su alrededor y sin estar afectadas por la enfermedad. Cuando esto ocurre en áreas particulares, es una indicación del riego excesivo que ocasionó la diseminación de las esporas infectadas.

Manejo: Es una enfermedad que se puede prevenir, pero su curación resulta difícil. El control preventivo incluye cultivo en semilleros levantados para favorecer el drenaje; uso de plántulas y sustratos sanos; eliminación de tejidos de la cosecha anterior, especialmente las raíces y el cuello; empleo de patrones de cultivo adecuados que permitan la aireación; manejo adecuado del riego; uso de la solarización, y realización de rotaciones regulares con cultivos como lechuga, repollo y cebollas. Para controlar la enfermedad, se puede aplicar mfenoxam al plantar y de nuevo 30 y 60 días después de transplantar, mediante aspersion dirigida a la base de la planta. Pero la enfermedad es tan agresiva que esta estrategia sólo funciona cuando la presión es de baja a moderada. Además, se ha reportado que mfenoxam ha desarrollado una resistencia en algunas regiones productivas. Por eso, el manejo integrado es necesario. Un estudio reciente de la Universidad de Nuevo México indica que la infección de *P. capsici* en la planta es favorecida por los niveles de salinidad en el suelo. Según éste, la salinidad promueve el desarrollo de la enfermedad en plantas de chiles susceptibles a la misma. Los resultados sugieren que un manejo efectivo debería incluir la selección de variedades con tolerancia a la salinidad y resistencia a *P. capsici*.

4.5. SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PIMIENTO HIDROPÓNICO

4.5 .1 Producción de plántulas

Se pueden sembrar al voleo y a chorro, encima se le aplica una capa de dos a tres centímetros de sustrato, distancia de siembra entre semillas 3cm. Para evitar competencia por luz y facilitar el entresaque cuando se realice el trasplante.



Cuando la planta posee tres o cuatro hojas verdaderas se puede proceder a trasplantar (35 a 40 días después de la siembra). Para fortalecer el vigor y tiempo de germinación y además evitar problemas de virus, se puede tratar las semillas con hipoclorito de sodio al 1% durante 10 minutos y luego lavarlas con agua limpia.

4.5.2Trasplante

Cuando la planta alcanza alrededor de 14 a 20 cm. de altura y de cuatro a seis hojas (35-40 días). Si el semillero se tiene con el mismo sustrato del sitio definitivo, el trasplante se puede efectuar desde las primeras horas de la mañana.

El sustrato definitivo debe tener suficiente humedad antes del trasplante y después de sembrada la planta se debe aplicar riego inmediatamente. Tener la programación diaria de los riegos y las formulaciones, tanto de nutrientes mayores y menores, como de los suplementos Fe, Nitro K y otros. Después del trasplante, se debe hacer una aplicación de Nitro K y no se debe podar la planta. La raíz se cubre con el sustrato y se le puede aplicar una solución de Vitavax con Benlate. Conviene mantener temperatura ambiente entre 22 Y 24°C en días soleados, de 18 a 21°C en días nublados y en la noche, mientras la planta tiene más hojas. La humedad relativa no debe superar el 65%.

Luego se debe mantener una temperatura ambiente entre 23 y 25°C y una humedad relativa del 75%.

4.5.3Distancia de siembra

De acuerdo al desarrollo promedio de la planta, puede quedar a una distancia de 40 x 40 cm. La profundidad de siembra en sustrato es de 10 cm. para el sitio definitivo.

4.5.4Sustrato

Medio que sirve de soporte a las raíces y mantienen la humedad necesaria; se han obtenido buenos resultados con:

- Cascarilla de arroz.
- Cascarilla de arroz mezclada con arena en proporción de 3 a 1; pues tiene buena aireación para las raíces, es liviano, de bajo costo y de muy buena disponibilidad.

a) Cascarilla de arroz



Fig. 17. Cascarilla de arroz

Hernández, J. 2010. en el artículo “Cascarilla de arroz” dice que es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundantemente en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico. Entre sus principales propiedades físico-químicas tenemos que es un sustrato orgánico de baja tasa de descomposición, es liviano, de buen drenaje, buena aireación y su principal costo es el transporte. La cascarilla de arroz es el sustrato empleado para los cultivos hidropónicos bien sea cruda o parcialmente carbonizada. El principal inconveniente que presenta la cascarilla de arroz es su baja capacidad de retención de humedad y lo difícil que es lograr el reparto homogéneo de la misma (humectabilidad) cuando se usa como sustrato único en camas.

b) Biocarbón



Fig. 18. Biocarbón

Guo, M. 2009. en el artículo “Agricultura revitalizada durante siglos por el biocarbón” manifiesta que los científicos han llegado a la conclusión de que el carbón derivado de la biomasa sobrecalentada, el llamado "biocarbón", tiene una capacidad sin precedentes para mejorar la fertilidad del suelo, una capacidad que supera a las del compost, el estiércol animal, y todos los otros productos bien conocidos para la mejora de tierras de cultivo.

Los investigadores afirman que empleando este "oro negro agrícola" como técnica agrícola revolucionaria, se podría contar con una estrategia eficiente y barata para reducir los gases de efecto invernadero atrapándolos en suelos enriquecidos con este carbón.

La conclusión del investigador Mingxin Guo y sus colegas es que la fertilización con biocarbón puede mejorar de manera sostenida el contenido de materia orgánica en el suelo, aumentando así la calidad de los suelos, que se mantiene durante miles de años.

En lo que los autores del estudio, de la Universidad Estatal de Delaware, describen como una investigación pionera, encontraron que los suelos que reciben el carbón producido a partir de desechos orgánicos absorbieron de manera significativa más agua y nutrientes y produjeron cultivos con mayor rendimiento de biomasa. Los resultados demuestran que



la mejora mediante el biocarbón es un enfoque revolucionario para el aumento de la calidad de la tierra a largo plazo.

El deterioro de los suelos debido a la disminución de la materia orgánica es un problema global en constante agravamiento que contribuye al hambre y a la malnutrición. Por regla general, es el resultado de la agricultura no sostenible, el abuso de los fertilizantes químicos, y el azote de las sequías. Las principales armas para combatir el problema (el compost, los estiércoles y los desechos de los cultivos) se descomponen con rapidez.

Guo cree que esta "innovadora" técnica agrícola puede ayudar a alimentar a las naciones con mala calidad de sus suelos. "Tenemos la esperanza de que esta tecnología muy pronto se extenderá por todo el mundo", declara Guo. "La productividad de la tierra cultivable con la que hoy contamos puede ser aumentada de manera significativa aportando más alimentos y fibras para las poblaciones en crecimiento. Nos gustaría llamar a esto la segunda revolución agrícola, o la revolución del oro negro".

Guo supone que la producción de esa clase de carbón ha sido practicada durante al menos 3.000 años. Pero hasta ahora, nadie se había percatado de que este carbón pudiera mejorar la fertilidad del suelo hasta que los arqueólogos tropezaron, hace varios años, con el terreno amazónico antes mencionado.

4.5.5 Prácticas culturales para el pimiento en invernadero

Control de temperatura y humedad relativa: no deben bajar o subir bruscamente, pues los promedios pueden afectar la producción.

Control de oxígeno y anhídrido Carbónico: El nivel de CO₂ está relacionado con la energía solar y la temperatura, cuando el invernadero está cerrado todo el día, la planta absorbe el CO₂ y no es devuelto hacia el exterior. En las tardes, los niveles de CO₂ en días nublados son muy bajos, casi 200 ppm. para subsanar la deficiencia de CO₂ dentro del invernadero, se



puede producir humo con desechos de hojas o madera quemada en una hornilla. El oxígeno es generalmente suficiente.

Aplicación foliar de nutrientes: Esto con el fin de complementar la fertilización, que se da en la solución nutritiva aplicada en el riego, pero balanceada para evitar exceso o intoxicaciones de la planta.

Poda: Es preciso suprimir los brotes antes de que crezcan más de 5 cm. (hacerlo en la mañana); con el fin de evitar que muchos frutos crezcan en una rama hasta quebrarla y que se deformen al contacto de unos con otros.

Se debe dejar de 14-20 frutos por planta. Se debe suprimir el ápice de la planta para evitar un gran crecimiento de esta y darle mayor tamaño a los frutos, igualmente se debe eliminar los brotes que no fructifiquen.

Polinización: Generalmente es autógena; debido a que es en invernadero, no se presenta mucha polinización por el viento y los insectos, para una mejor polinización se debe dar movimiento a las plantas valiéndose de tutores con el objeto de que el polen se desprenda y alcance el pistilo. Para que haya una polinización eficiente la temperatura debe ser menor de 27°C y la humedad relativa mayor al 60%.

Aporque: Es muy importante pues ancla la planta y conserva la humedad.

Tutorado y amarre: Se puede usar el enmallado y la tensión de alambres sobre los que se amarra tutores de nylon, polietileno, etc.

- ★ Evitan daño en las ramas por el peso de los frutos.
- ★ Soporta y amarra la planta.

Control de malezas: Es muy poco en cultivos hidropónicos.



Riego: es un factor que se debe controlar muy bien, ya que si les falta agua, las hojas se tornan flácidas y decaídas. El riego debe aplicarse de cuatro a seis veces por día según el clima.

Floración y Fructificación: A cada racimo se le debe dejar un máximo de 12 flores; las flores fecundadas producen entre 14 y 20 frutos por floración. Las tres primeras son las más productivas.

Control de frutas para mercadeo: En Hidroponía, se deben controlar los tamaños y pesos haciendo podas de frutos, de tal manera que la planta quede bien balanceada y el tamaño del fruto cumpla las exigencias del mercado. En hidroponía una planta puede alcanzar dos kilos de peso. Se pueden tener cinco plantas por metro cuadrado con una distancia de siembra de 35 y 45 cm de calle.

En una hectárea se pueden cultivar 50 000 plantas y obtener dos kilos por planta o sea 100 toneladas por hectárea.

4.5.6 Cosecha

Según el clima la cosecha se puede comenzar a los 65 días en variedades como: California Wonder 300, Keystone Resistant Giant. En híbridos la cosecha puede comenzar entre 54 y 60 días o más. La cosecha de pimientos rojos y pintones se hace dos veces por semana.

4.6. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA

4.6.1 Calidad del agua

Gilsanz, J. 2007. En el artículo “Hidroponía”, describe que así como en los sistemas convencionales la calidad del suelo es determinante del éxito, en los sistemas hidropónicos la calidad del agua es esencial tanto desde el punto de vista microbiológico como en su calidad química. El agua deberá estar exenta de contaminantes microbianos que de alguna manera puedan ser un perjuicio para la salud humana, ya que



no debemos olvidar que producimos hortalizas que van a ser consumidas en fresco. Respecto a la calidad química, deberán usar aguas con bajos contenidos de sales. Los contenidos elevados del calcio o magnesio (mayores a 30ppm en cada caso), obligarán a realizar correcciones en la formulación de la solución nutritiva. Por su parte, elementos como sodio o cloro en forma excesiva podrán ser tóxicos para la planta.

En todos los casos se recomienda la realización de análisis del agua antes de comenzar con estos sistemas, además de análisis cíclicos, es especial cuando la fuente es subterránea.

4.6.2 Alcalinidad o acidez de la solución nutritiva (pH)

Gilsanz, J. 2007. En el artículo “Hidroponía” manifiesta que el parámetro a controlar en los sistemas hidropónicos es el pH de la solución nutritiva, es decir el grado de acidez o alcalinidad de la solución. El nivel de pH influye directamente sobre la absorción de los nutrientes por parte de la planta. Entre los valores de pH 5.5-7.0, se encuentra la mayor disponibilidad de nutrientes para las plantas. Fuera de este rango las formas en que se pueden encontrar los nutrientes resultan inaccesibles para ser absorbidos por la planta, por lo que es fundamental mantener el rango de pH. En caso de encontrarnos con valores de pH superiores a 7.0 es posible corregir la solución nutritiva mediante la acidificación, usando ácidos nítrico, fosfórico y/o sus mezclas. Deberá contemplarse en la reformulación los respectivos aportes de nitrógeno y fósforo realizado por estos ácidos.

En caso de pretender elevar el pH, por encontrarnos frente a una solución extremadamente ácida, deberemos utilizar el hidróxido de potasio, considerando también el aporte de potasio realizado por esta vía.

Sánchez, R. Moreno, R. Puente, M. Araiza, Ch, 2004, 2004. Considera que el pH de un sustrato se prefiere que sea ligeramente ácido 5.5-6.5.



4.6.3 Conductividad eléctrica (CE)

Gilsanz, J. 2007. en la publicación “Hidroponía”, manifiesta que la conductividad eléctrica es un indicador indirecto de la concentración salina del agua y de la solución nutritiva; nos puede dar un indicio si el agua a utilizar es la adecuada y sobre la vida útil de la solución nutritiva en el sistema. Al comienzo el agua de nuestra fuente deberá contar con el nivel más bajo posible de conductividad eléctrica; son adecuados valores de 0.7-1.2 ms/cm. Luego del agregado de sales, al formular la solución, la conductividad dependerá del cultivo y el estado de crecimiento, por ejemplo la lechuga tiene márgenes bajos para su desarrollo (entre 2-2.5), el tomate tolera valores más altos. Al tener valores más altos de sales disueltas en la solución, la absorción de nutrientes por la planta se ve limitada, repercutiendo en el normal desarrollo del cultivo.

Sánchez, R. Moreno, R. Puente, M. Araiza, Ch, 2004. Considera que la conductividad eléctrica ideal para pimiento es de 2.0 ms./ cm. y la máxima es de 4,5 ms./ cm.

4.6.4 Luz y temperatura del aire

Urrestarazu, M. 2004, en el libro “Tratado de cultivo sin suelo” dice que la intensidad lumínica es el factor principal que afecta a la fotosíntesis y las temperaturas ambientales durante el día. Las absorciones de agua y de nutrientes generalmente aumentan a medida que la intensidad lumínica y la temperatura del aire se elevan. Sin embargo a temperaturas muy altas los cultivos tienden a marchitarse y la absorción de agua es incapaz de mantener el vigor de las hojas. En forma similar existen temperaturas máximas para las raíces sobre las cuales el metabolismo de las raíces se afecta y se reduce la absorción de nutrientes; sin embargo las excesivas temperaturas pueden causar daños al cultivo, por lo que la ventilación en el invernadero es un método importante para el control de temperatura.



4.6.5 Humedad relativa (HR)

Castillo, J. 2004. En el artículo “Guía de cultivo del Pimiento en Invernadero” manifiesta que en periodo de crecimiento admite HR superiores a 70%. Pero en periodo de floración y cuajado la humedad relativa óptima está entre el 50-70%. Con humedades superiores se corre el riesgo de padecer enfermedades criptogámicas.

4.7. INVESTIGACIONES REALIZADAS DEL PIMIENTO EN CULTIVO HIDROPÓNICO

a) “Evaluación agronómica de cultivares de pimiento en cultivo hidropónico”.

En una investigación realizada por López, E. 2000 en el Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, con el fin de evaluar catorce cultivares de pimiento bajo condiciones de invernadero en función de ocho caracteres de interés agronómico, se obtuvo que las plantas del cultivar Ha769 tuvieron una mayor altura y una mayor longitud de entrenudos (Cuadro N° 1). Para la variable número de hojas por planta, las plantas de los cultivares Pe1208 y Pe1209 tuvieron un mayor número de hojas. El mayor número de frutos cuajados fue obtenido en plantas de pimiento del cultivar HMX0643.

Después de nueve semanas de cosecha, se presentaron diferencias significativas en la variable rendimiento total expresado en Kg/m² (Cuadro N° 2). Las plantas del cultivar HMX0640 produjeron el más alto rendimiento con 39 Tm/Ha. Las plantas de pimiento del cultivar HMX0643 obtuvieron más frutos por metro cuadrado que las plantas de los demás cultivares. El mayor peso promedio por fruto fue obtenido en frutos cosechados de las plantas de pimiento correspondientes al cultivar HMX0645, sin embargo, este cultivar también produjo el mayor porcentaje de frutos no vendibles. Las plantas del cultivar Eagle produjo el mayor porcentaje de frutos comercializables.



El Diseño experimental utilizado fue Completamente al Azar (DCA). Las variables de crecimiento fueron evaluadas mensualmente y consistieron en: altura de la planta, número de hojas planta, longitud de entrenudos y porcentaje de frutos cuajados. Los frutos de pimiento fueron cosechados semanalmente durante nueve semanas para obtener el rendimiento total, el número de frutos por m², el peso promedio por fruto y el porcentaje de frutos no vendibles.

Cuadro N° 1. Efecto del cultivar sobre el crecimiento de plantas de pimiento después de doce semanas de inicio de los tratamientos.

| Cultivar | Altura de planta (cm.) | Número de hojas por planta | Longitud de entrenudos (cm.) | Frutos cuajados (%) |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| Pe1208 | 110.3 ab | 46.2 a | 5.0 abcd | 35.5 ab |
| Ha769 | 128.5 a | 41.7 abc | 6.5 a | 28.9 ab |
| Ha744 | 89.5 abc | 43.2 ab | 4.5 abcd | 40.2 ab |
| Sentry | 83.6 bc | 40.0 abc | 4.8 abcd | 39.6 ab |
| HMX0644 | 77.8 bc | 43.2 ab | 4.5 abcd | 42.6 ab |
| HMX0643 | 82.4 bc | 40.2 abc | 4.2 bcd | 43.6 a |
| HMX0640 | 83.7 bc | 22.0 d | 3.6 cd | 34.9 ab |
| Crusader | 75.8 bc | 36.7 bc | 4.2 bcd | 38.1 ab |
| Legionaire | 97.4 ab | 40.2 abc | 5.6 abc | 34.7 ab |
| HMX0641 | 107.0ab | 41.5 abc | 5.0 abcd | 31.9 ab |
| HMX0645 | 98.2 ab | 39.5 abc | 6.2 ab | 28.5 ab |
| Orion | 77.7 bc | 39.0 abc | 4.5 abcd | 41.5 ab |
| Pe1209 | 106.3ab | 46.2 a | 5.2 abc | 33.7 ab |
| Eagle Ez | 54.4 c | 32.7 c | 3.0 d | 23.5 b |

Fuente: López, E. 2000



Cuadro Nº 2. Efecto del cultivar sobre el rendimiento de plantas de pimiento después de nueve semanas de cosecha. La densidad de plantación utilizada fue de 3 plantas/m².

| Cultivar | Rendimiento total kg/m ² | Frutos por m ² | Peso promedio por fruto | Frutos no vendibles (%) |
|------------|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Pe1208 | 2.7 bcd | 11.1 bc | 199.1 abc | 8.7 cd |
| Ha769 | 3.9 ab | 12.9 abc | 225.6 ab | 18.5 abcd |
| Ha744 | 3.2 abcd | 15.7 ab | 195.2 abc | 1.9 cd |
| Sentry | 3.3 abcd | 13.9 abc | 192.6 abc | 9.0 cd |
| HMX0644 | 3.4 abc | 12.9 abc | 227.4 ab | 16.9 bcd |
| HMX0643 | 3.2 abcd | 17.7 a | 157.9 c | 5.4 cd |
| HMX0640 | 3.9 a | 13.2 abc | 231.4 ab | 18.9 abcd |
| Crusader | 3.4 abc | 14.9 abc | 215.9 abc | 32.3 abc |
| Legionaire | 3.4 abc | 12.9 abc | 224.8 ab | 32.5 abc |
| HMX0641 | 3.0 abcd | 12.2 bc | 221.2 abc | 46.7 ab |
| HMX0645 | 2.9 abcd | 11.1 bc | 244.2 a | 47.6 a |
| Orion | 3.0 abcd | 10.4 bc | 234.5 ab | 25.5 abcd |
| Pe1209 | 2.5 cd | 13.7 abc | 181.0 abc | 24.0 abcd |
| Eagle Ez | 2.2 d | 9.9 c | 175.6 bc | 0.0 D |

Fuente: López, E. 2000

b) Producción de pimiento comparando 2 sistemas de cultivo: Hidropónico y a campo abierto.

Universidad Nacional Agraria La Molina , 2001. En el artículo “Producción hidropónica en invernaderos” hace una comparación de la producción de pimiento bajo el sistema hidropónico, utilizando la solución hidropónica La Molina, con el sistema tradicional a campo abierto y presenta los siguientes datos:

Rendimientos del cultivo de pimiento, crecidas hidropónicamente en invernaderos y en campos abiertos.



| | Cultivo hidropónico | Cultivo a Campo Abierto |
|----------------|--|--------------------------------|
| Cultivo | Tm/Ha #cultivos Tm/Ha/año | |
| Pimiento verde | 57 2 114 | 16 |
| Pimiento rojo | 45 2 90 | 10 |

Fuente: López, E. 2000

c) Evaluación del rendimiento de tres híbridos de pimiento.

Rodríguez, M. 2008. En la publicación “Evaluación de tres híbridos de Pimiento”, indica que la producción máxima de pimiento la obtuvo en el híbrido Tres puntas con 15530 kg/Ha, la mayor altura obtenida fue el híbrido Quetzal con 76.46 cm., el mayor número de frutos por planta fue el híbrido Quetzal con 9.34. En cuanto al peso de los frutos por planta el híbrido Tres puntas con 0.91 kg. es la que mayor peso alcanzó, en la variable longitud y diámetro de fruto el híbrido Salvador con 11.47 cm. fue el fruto más largo mientras que el híbrido Tres puntas con 60.1 mm. fue el de mayor diámetro.

En la variable días a la cosecha se obtuvieron los siguientes datos:

| HÍBRIDOS | MEDIA (días) | RANGO |
|-----------------|---------------------|--------------|
| Salvador | 89.0 | a |
| Quetzal | 89.0 | a |
| Tres Puntas | 87.0 | b |

Fuente: López, E. 2000



V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. MATERIALES:

5.1.1. Materiales físicos

- Alambre galvanizado
- Bomba de ½ HP con salida de 1”.
- Balanza
- Cámara de fotos
- Canales metálicos
- Cinta de goteo
- Cinta masking
- Clavos de 2” y 4”
- Conductímetro
- Cubetas para germinación.
- Gavetas plásticas.
- Higrotermómetro
- Invernadero
- Libreta de campo.
- Manguera de 25 mm.
- Palos de madera
- Piola de tutoraje
- Programador digital de riego (TIMER).
- pH metro
- Tanque hidroneumático 30 litros.



- Tijera de podar
- Válvula solenoide de 1”
- Válvula paso y accesorios.

5.1.2. Materiales biológicos

- Biocarbón
- Cascarilla de arroz
- Semillas de pimiento (V. Tropical Irazú, V. Marconi y V. Cubanelle).
- Turba

5.1.3. Materiales químicos

- ❖ Solución nutritiva “La Molina”.
 - Ácido bórico
 - Agua.
 - Agua destilada.
 - Fosfato mono potásico
 - Molibdato de amonio
 - Nitrato de amonio
 - Nitrato de potasio
 - Nitrato de calcio
 - Sulfato de magnesio
 - Sulfato de hierro
 - Sulfato de manganeso
 - Sulfato de cobre

- Sulfato de zinc
- ❖ Plaguicidas
 - Dimethoato
 - Profenofos
 - Difenoconazol
 - Sulfato de cobre pentahidratado
 - Imidacloprid

5.2. MÉTODOS:

5.2.1. Área de estudio



5.2.2. Descripción del lugar de investigación

El presente trabajo investigativo se realizó desde el 4 de Octubre del 2010 al 24 de Junio del 2011, en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, la cual se encuentra ubicada al Sureste de la ciudad de Cuenca (Anexo 5)

- **Parroquia:** Yanuncay
- **Cantón:** Cuenca
- **Provincia:** Azuay
- **Altitud:** 2535 m.s.n.m.



- **Temperatura promedio:** 12 a 17°C aproximadamente
- **Precipitación promedio:** 847 mm/año
- **Latitud sur:** 2° 50' 24'' S
- **Longitud:** 78° 52' 3'' W

5.2.2.1. Características del lugar del experimento

El lugar donde se llevó a cabo esta investigación, corresponde a un invernadero que tiene las siguientes características:

- ❖ Cubierta y paredes con plástico de polietileno.
- ❖ Estructura metálica.
- ❖ Altura de 3 m. y 7 m. de ancho.
- ❖ Temperatura promedio de 32 °C durante el día y 10 °C en la noche.
- ❖ La humedad relativa promedio de 50%.
- ❖ Área total del invernadero es de 336 m² de lo cual el área utilizada para este experimento fue de 196 m², el área restante estaba utilizada con cultivos de otras hortalizas.

5.2.3. Metodología para la investigación experimental

a) Instalación de los canales metálicos

Para la instalación de los canales se procedió a plantar 15 estacas por los dos lados del invernadero a 0.80 m. de distancia, luego con una piola amarrada a los dos costados nivelamos el suelo con la ayuda de una azadilla. Terminada esta labor colocamos los canales centrados a la dirección de la piola, quedando con una separación de 0.50 m. entre canales. Las medidas de los canales metálicos son las siguientes: 10.50 m. de largo, 0.15 m. de alto y 0.30 m. de ancho. (Anexo 3).

b) Producción de plántulas de pimiento

Para la obtención de las plántulas de pimiento de las variedades Cubanelle, Tropical Irazú y Marconi, se procedió a humedecer la turba en un balde hasta que esté en su



capacidad de campo, luego de forma manual se realizó el llenado de tres cubetas germinadoras de 196 compartimentos por cada variedad cubriéndolas al ras, a continuación se realizó la siembra, en la que se colocó 1 semilla por cada compartimento a una profundidad de 10mm después se las tapó.

Para esta actividad se utilizarán 196 semillas de la variedad Cubanelle, 196 semillas de la variedad Tropical Irazú y 196 semillas de la variedad Marconi. A los 42 días de iniciada esta labor se obtuvieron plántulas de pimiento listas para el transplante.

Para mantener una humedad adecuada de las semillas y facilitar su germinación se realizó riegos periódicos para mantener un nivel de agua adecuado y así tener un alto grado de germinación de las semillas.

c) Proceso para desinfección de la cascarilla de arroz.

Para realizar este proceso se utilizó tanques metálicos de 200 litros leña y agua, se procedió a colocar los sacos de cascarilla en los tanques llenos de agua a fuego hasta que hierva y luego se colocó la cascarilla en un plástico para realizar una solarización durante 3 días.

Este proceso permite la eliminación de microorganismos de la cascarilla.

d) Colocación del sustrato en los canales

Para este proceso realizamos la mezcla del sustrato en proporción 1:1, la cascarilla de arroz con el biocarbón de forma manual. Y luego llenamos los canales metálicos en todo el largo del canal 10.5 m. y a 0,14 m. de alto.

e) Instalación del sistema de riego.

Aprovechando que ya se tiene instalada la bomba, el programador de riego digital, y los tanques de reserva con sus respectivas tuberías de entrada y salida de la solución nutritiva,



procedimos a hacer las conexiones de la tubería principal, a la tubería secundaria, y finalmente se hizo la conexión de 2 cintas de goteo por cada unidad experimental.

Una vez realizada la instalación del sistema de riego se procedió a probarla para comprobar si estaba funcionando correctamente.

La programación del riego fue de 3 riegos por día con una duración de 3 minutos (264 cc.) en la etapa de crecimiento vegetativo y floración y de 4 minutos (352 cc.) en fructificación. Los riegos se realizaban a las 10H00, 12H00 y 14H00.

Cuadro N° 1. Riego según las etapas de cultivo

| Etapa fisiológica | Número de días por etapa | Cantidad de Agua (litros) |
|------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Crecimiento vegetativo | 72 | 21 384 |
| Floración | 28 | 83 16 |
| Fructificación | 90 | 35 640 |
| Total | 190 | 65 340 |

f) Preparación de la solución nutritiva “LA MOLINA”

La preparación se realizó siguiendo el procedimiento de la solución nutritiva madre.

Para esta actividad se pesó por separado y con cuidado los fertilizantes en las cantidades indicadas para evitar deficiencias o sobredosis.

g) Transplante

Esta labor se realizó el día 15 de Noviembre del 2010, a los 42 días de la siembra cuando las plántulas tenían 4-5 hojas verdaderas, para esto se realizó un riego en las cubetas de germinación para poder sacar las plántulas. Luego se procedió hacer agujeros en el sustrato (cascarilla + biocarbón) con el



transplantador a 0.40 m. y se colocaron las plántulas en el centro de los canales quedando 25 plántulas por unidad experimental, dando un total de 375 plántulas en toda la investigación. Después se programó el TIMER de modo que la bomba se prendiera a las horas establecidas y mantenga regadas las plantas.

h) Tutoraje

Se utilizó postes de madera de eucalipto, alambre galvanizado # 10 y piola de tutoraje. Se realizó a la octava semana del transplante, cuando las plantas empezaron a formar una “Y” en el tallo, se colocaron 2 piolas en cada planta para evitar la caída de las mismas.

i) Poda

Esta actividad se la realizó en diferentes etapas del cultivo, la primera fue sacando los chupones que estaban por debajo de la “Y” que forman las plantas, esto se hizo para dar una mejor forma. Luego se realizó una poda de hojas bajas y otra de las ramas entrecruzadas para dar ventilación dentro de la plantación.

j) Control fitosanitario

Se realizó monitoreo en el cultivo revisando en todas las parcelas la incidencia y severidad de las plagas y enfermedades.

- Se realizó controles preventivos para *Bemisia tabaci* (mosca blanca), se utilizó el producto Serafin (Imidaclopid) en una dosis de 0.5 cc./litro de agua.
- En forma preventiva para ácaros se utilizó Dimethoato 40 EC (Dimetoato), en una dosis de 0.5 cc./litro de agua.
- Para el control de trips y minadores se aplicó Curacron 500 EC (Profenofos).



CUADRO N° 4. Descripción de Curacron, Serafin, Dimethoato.

| PRODUCTO | NOMBRE COMÚN | DOSIS/LITRO DE AGUA | COLOR (FRANJA) | ACCIÓN FITOSANITARIA |
|------------------|--------------|---------------------|----------------|-----------------------|
| Curacron 500 EC | Profenofos | 1 cc. | Amarilla | Insecticida-Acaricida |
| SERAFIN | Imidacloprid | 0,5 cc. | Amarilla | Insecticida |
| Dimethoato 40 EC | | 0,5 cc. | Verde | Acaricida |

Fuente: Edifarm, 2008.

La incidencia de la pudrición del fruto en nuestra investigación fue de 5.1% de la producción, afectando de una manera más considerable a la variedad Cubanelle.

- Para el control de *Botrytis sp.* (Pudrición del fruto) se aplicó Phyton y Score 250 EC.

CUADRO N° 4.1. Descripción del Phyton y Score 250 EC

| PRODUCTO | N. COMÚN | DOSIS/litro de agua | COLOR (FRANJA) | ACCIÓN FITOSANITARIA |
|--------------|---------------------------------|---------------------|----------------|-----------------------|
| Phyton | Sulfato de cobre pentahidratado | 2 cc. | Amarilla | Fungicida-Bactericida |
| Score 250 EC | Difenoconazol | 0.7 cc. | Azul | Fungicida |

Fuente: Edifarm, 2008.

k) Cuidados y mantenimiento de las unidades experimentales

El mantenimiento de los canales de cultivo se realizó vigilando todos los días que la bomba impulse la solución, que no existan fugas de agua y que la solución no se agote. Así mismo se controló periódicamente que no se altere el pH ni la



conductividad eléctrica de la solución nutritiva la misma que se mantenía dentro de los rangos 5.5. - 6.5 para el pH y de 2 - 4.5 ms/cm para la conductividad para esto utilizamos un pHmetro y un conductímetro. Así también se controlaba dentro del invernadero la humedad relativa y la temperatura esto con un higrotermómetro, realizando riegos en los caminos cuando aumentaba la temperatura y disminuía la humedad relativa.

l) Cosecha en verde

La cosecha se la empezó en la semana 15 a partir del trasplante el día 25 de Febrero del 2011, la misma se la realizó cuando el fruto estaba verde ya que así la consumen mayormente. Se realizó manualmente cortando con la tijera de podar a 2 cm. de largo del peciolo de cada planta, una vez cosechado se recolectó los frutos con identificación para luego pesarlos en una balanza, la cosecha se realizó una vez a la semana y durante 3 meses tomando en cuenta el número y peso de frutos de cada planta.

m) Comercialización

Los datos requeridos en la presente investigación se registraron en la libreta de campo. Para comercializar los pimientos los frutos cosechados que en mayor cantidad fueron pequeños, se vendió mezclados entre pequeños, medianos y grandes a \$ 1.50 el kg.

5.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se utilizó fue un Diseño de Bloques al Azar (DBA), con 3 tratamientos y 5 repeticiones, o sea 15 unidades experimentales. Se utilizó 25 plantas por unidad experimental, que dio un total de 375 plantas para el experimento, (Anexo 2).

Tratamientos utilizados en la investigación.

| TRATAMIENTO | DESCRIPCIÓN |
|-------------|-------------------------|
| A | Variedad Tropical Irazú |
| B | Variedad Marconi |
| C | Variedad Cubanelle |

5.3.1. Análisis estadístico del ADEVA

En los resultados de los tratamientos significativos (*) o altamente significativos (**) se aplicó la prueba de significación de Duncan al 5%.

5.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.

La variable que se evaluó en el presente trabajo investigativo fue el peso, número y tamaño en cm., de los frutos de cada planta durante tres meses de cosecha.

a) Porcentaje de germinación.

Mediante el conteo directo se procedió a contar las semillas germinadas y se expresó en porcentaje, esto se realizó transcurrido a las 2 semanas después de la siembra.



Foto 1. Semillero germinadas



Foto 2. Plántulas

b) Altura de las plantas (mensual hasta el límite de crecimiento).

La altura de la planta se tomó con la ayuda de una cinta métrica desde el nivel del sustrato, hasta la parte apical del tallo, las mediciones fueron tomadas al momento del transplante y luego mensualmente hasta el sexto mes que fue el final de la investigación.



Foto 3. Medición de altura

c) Número de frutos por planta determinando pequeños, medianos y grandes.

Se realizó mediante el conteo directo de los frutos obtenidos durante los tres meses de cosecha en cada una de las plantas. Siendo el peso de los frutos la determinante para diferenciar frutos pequeños, medianos y grandes, para los cuales determinamos los siguientes rangos:

| Pesos | Rangos |
|---------------|-----------------|
| Menos de 20gr | Frutos pequeños |
| 20-40gr | Frutos medianos |
| Más de 40gr | Frutos grandes |

d) Tamaño de los frutos.

En esta variable se determinó la longitud del fruto y también el diámetro del fruto.

1. **Longitud del fruto:** Se procedió a medir el largo del fruto con una cinta métrica, de todos los frutos de cada una de las plantas registrando las mediciones en un cuaderno de campo.
2. **Diámetro del fruto:** Se tomó la medición de la circunferencia en la parte superior del fruto y luego con la fórmula $D = C/2\pi$ obtuvimos el diámetro de todos los frutos de cada una de las plantas.



Foto 4. Medición longitud del fruto



Foto 5. Medición de la circunferencia del fruto

e) Producción por planta

Con la ayuda de una balanza se procedió a pesar los frutos de cada una de las plantas durante el periodo de cosecha, estos datos fueron tomados en gramos pero luego transformados a Kg.



Foto 6. Pesaje de frutos



f) Producción por unidad experimental.

La producción por unidad experimental, se obtuvo sumando la producción obtenida por planta de las 15 unidades evaluadas en la investigación.

g) Producción estimada en kg./ha.

Con los resultados de la producción por planta de cada una de las variedades investigadas, calculamos la producción estimada multiplicando por la densidad de plantas por hectárea, la distancia de siembra que consideramos es de 0.4 m. x 0.80 m.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a los objetivos planteados para esta investigación se presenta a continuación los resultados de la misma, con sus respectivos análisis e interpretaciones estadísticas. (Anexo 4)

6.1 PORCENTAJE DE GERMINACIÓN.

CUADRO N° 1. Resultados promedios del porcentaje de germinación de 3 variedades de Pimiento

| Variedades | Porcentaje (%) de germinación |
|--------------------|-------------------------------|
| Tropical Irazú (A) | 88.27 |
| Marconi (B) | 92.16 |
| Cubanelle (C) | 80.25 |
| \bar{x} | 86.89 |

La germinación promedio de las variedades de pimiento fue 86,89% lo cual es un indicador de plantas de alta calidad y que da garantía para un buen manejo inicial del cultivo.

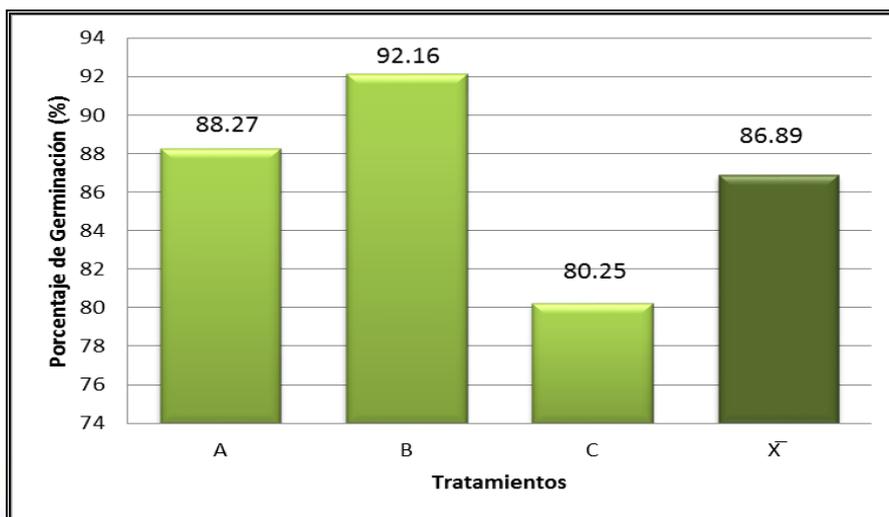


GRAFICO N° 1. Porcentaje (%) de germinación de las variedades y su promedio.

6.2 ALTURA DE LAS PLANTAS (MENSUAL HASTA EL LÍMITE DE CRECIMIENTO)

CUADRO N° 2. Altura en cm. de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico al momento del transplante.

| Repeticiones | Tratamientos | | | Σ Rep. |
|----------------|--------------|-------|-------|------------------|
| | A | B | C | |
| I | 7,28 | 7,52 | 6,26 | 21,06 |
| II | 7,92 | 8,10 | 5,32 | 21,34 |
| III | 7,60 | 7,66 | 5,80 | 21,06 |
| IV | 8,00 | 7,82 | 5,88 | 21,70 |
| V | 7,28 | 6,72 | 6,78 | 20,78 |
| Σ Trat. | 38,08 | 37,82 | 30,04 | 105,94 |
| \bar{x}_i . | 7,62 | 7,56 | 6,01 | 7,06 |

CUADRO N° 2.1. ADEVA de la altura en cm. de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico al momento del transplante.

| F de V | gl. | SC | CM | F Cal. | F tabular | |
|--------------|-----|-------|-----|--------|-----------|----|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 14 | 11,08 | --- | | | |



| | | | | | | |
|------------------------|---|------|------|----------|------|------|
| Tratamientos | 2 | 8,35 | 4,18 | 12,98 ** | 4,46 | 8,65 |
| Repeticiones | 4 | 0,16 | 0,04 | 0,13 NS | 3,84 | 7,01 |
| E. Experimental | 8 | 2,57 | 0,32 | | | |

$$CV = 8.03\%$$

Prueba de Duncan al 5% de la altura plantas en cm al transplante.

| Tratamiento | Tropical Irazu (A) | Marconi(B) | Cubanelle(C) |
|--------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|
| \bar{x}_i | 7.62 | 7.56 | 6.01 |
| Rangos | a | a | b |

Del Análisis de Varianza (ADEVA) de la altura en cm. de tres variedades de pimiento en cultivo hidropónico al momento del transplante, se determina que existen diferencias altamente significativas para tratamientos.

La prueba de Duncan al 5% determina 2 rangos (a y b). El rango **a** involucra las variedades Tropical Irazú con 7.62 cm y Marconi con 7.56 cm. En el rango **b** esta la variedad Cubanelle con 6.01 cm. que es la de menor tamaño al momento del transplante.

Las repeticiones resultaron no significativas es decir que los cinco bloques fueron homogéneos para la altura de las plantas al momento del transplante.

El Coeficiente de Variación de 8.03% indica que la altura de las plantas del pimiento al momento del transplante tuvieron una variación baja.

CUADRO N° 3. Altura en cm. de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico al primer mes del transplante.

| Repeticiones | Tratamientos | | | Σ Rep. |
|---------------------|---------------------|----------|----------|-------------------------|
| | A | B | C | |
| I | 11,40 | 12,16 | 9,92 | 33,48 |



| | | | | |
|--------------------------------|-------|-------|-------|---------------|
| II | 13,28 | 13,08 | 10,48 | 36,84 |
| III | 11,28 | 11,36 | 9,44 | 32,08 |
| IV | 12,24 | 12,80 | 10,56 | 35,60 |
| V | 11,52 | 10,60 | 10,32 | 32,44 |
| ∑ Trat. | 59,72 | 60,00 | 50,72 | 170,44 |
| \bar{x}_i. | 11,94 | 12,00 | 10,14 | 11,36 |

CUADRO N° 3.1. ADEVA de la altura en cm. de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico al primer mes del trasplante.

| F de V | gl. | SC | CM | F Cal. | F tabular | |
|------------------------|-----|-------|------|----------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 14 | 19 | | | | |
| Tratamientos | 2 | 11,15 | 5,57 | 20,32 ** | 4,46 | 8,65 |
| Repeticiones | 4 | 5,66 | 1,41 | 5,16 * | 3,84 | 7,01 |
| E. Experimental | 8 | 2,19 | 0,27 | | | |

$$CV = 4.61\%$$

Prueba de Duncan al 5% para altura en cm. al primer mes del trasplante

| Tratamiento | Marconi | Tropical Irazú | Cubanelle |
|---------------|---------|----------------|-----------|
| \bar{x}_i . | 12.00 | 11.94 | 10.14 |
| Rangos | a | a | b |

Del Análisis de Varianza (ADEVA) de la altura en cm. de tres variedades de pimiento en cultivo hidropónico al primer mes del trasplante, se determina que existen diferencias altamente significativas para tratamientos.

La prueba de Duncan al 5% determina 2 rangos (a y b). El rango **a** involucra a las variedades Marconi con 12 cm. y la variedad Tropical Irazú con 11.94 cm. Con el rango **b** la



variedad Cubanelle con 10.14 cm. que es la de menor tamaño al primer mes del transplante.

Las repeticiones resultaron significativas demostrando que los bloques no fueron homogéneos para la altura de las plantas al primer mes del transplante.

El Coeficiente de Variación de 4.61% indica que la altura de las plantas del pimiento al primer mes del transplante tuvieron una variaciones externas baja.

CUADRO N° 4. Altura en cm. de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico al segundo mes del transplante.

| Repeticiones | Tratamientos | | | Σ Rep. |
|---------------|--------------|--------|--------|---------------|
| | A | B | C | |
| I | 35,96 | 36,88 | 33,24 | 106,08 |
| II | 38,68 | 39,40 | 30,96 | 109,04 |
| III | 33,68 | 34,44 | 31,48 | 99,60 |
| IV | 34,96 | 36,20 | 31,96 | 103,12 |
| V | 32,72 | 32,84 | 33,96 | 99,52 |
| Σ Trat | 176,00 | 179,76 | 161,60 | 517,36 |
| \bar{x}_i . | 35,20 | 35,95 | 32,32 | 34,49 |

CUADRO N° 4.1. ADEVA de la altura en cm. de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico al segundo mes del transplante.

| F de V | gl. | SC | CM | F Cal. | F tabular | |
|------------------------|-----|-------|-------|---------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 14 | 88,96 | | | | |
| Tratamientos | 2 | 36,75 | 18,38 | 5,01* | 4,46 | 8,65 |
| Repeticiones | 4 | 22,85 | 5,71 | 1,56 NS | 3,84 | 7,01 |
| E. Experimental | 8 | 29,36 | 3,67 | | | |

$$CV = 5.55\%$$



Prueba de Duncan al 5% para altura al segundo mes del transplante

| Tratamiento | Marconi | Tropical Irazú | Cubanelle |
|---------------|---------|----------------|-----------|
| \bar{x}_i . | 35.95 | 35.20 | 32.32 |
| Rangos | a | a | b |

Del Análisis de Varianza (ADEVA) de la altura en cm. de tres variedades de pimiento en cultivo hidropónico al segundo mes del transplante, se determina que existen diferencias significativas para tratamientos.

La prueba de Duncan al 5% determina 2 rangos (a y b). El rango **a** involucra las variedades Marconi con 35.95 cm. Y Tropical Irazú con 35.20 cm. en el rango **b** la variedad Cubanelle con 32.32 cm. que es la de menor tamaño al segundo mes del transplante.

Las repeticiones resultaron no significativas es decir que los cinco bloques fueron homogéneos en la altura de plantas al segundo mes del transplante.

El Coeficiente de Variación de 5.55% indica que la altura de las plantas del pimiento al segundo mes del transplante tuvieron una variación baja.

CUADRO N° 5. Altura en cm. de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico al tercer mes del transplante.

| Repeticiones | Tratamientos | | | Σ Rep. |
|----------------|--------------|--------|--------|------------------|
| | A | B | C | |
| I | 78,83 | 80,21 | 73,76 | 232,80 |
| II | 80,15 | 80,52 | 65,00 | 225,68 |
| III | 76,09 | 77,25 | 64,84 | 218,18 |
| IV | 77,52 | 76,09 | 67,35 | 220,96 |
| V | 75,00 | 74,84 | 76,05 | 225,89 |
| Σ Trat. | 387,60 | 388,91 | 346,99 | 1123,50 |
| \bar{x}_i . | 77,52 | 77,78 | 69,40 | 74,90 |

CUADRO N° 5.1. ADEVA de la altura en cm. de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico al tercer mes del transplante.

| F de V | gl. | SC | CM | F Cal. | F tabular | |
|------------------------|-----|--------|--------|--------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 14 | 376,95 | | | | |
| Tratamientos | 2 | 227,17 | 113,59 | 8,39* | 4,46 | 8,65 |
| Repeticiones | 4 | 41,50 | 10,37 | 0,77NS | 3,84 | 7,01 |
| E. Experimental | 8 | 108,29 | 13,54 | | | |

$$CV = 4.91\%$$

Prueba de Duncan al 5% para altura al tercer mes del transplante

| Tratamiento | Marconi | Tropical Irazú | Cubanelle |
|---------------|---------|----------------|-----------|
| \bar{x}_i . | 77.78 | 77.52 | 69.40 |
| Rangos | a | a | b |

Del Análisis de Varianza (ADEVA) de la altura en cm. de tres variedades de pimiento en cultivo hidropónico al tercer mes del transplante, se determina que existen diferencias significativas para tratamientos

La prueba de Duncan al 5% determina 2 rangos (a y b). El rango **a** involucra las variedades Marconi con 77.78 cm. y la variedad Tropical Irazú con 77.52 cm. en el rango **b** la variedad Cubanelle con 69.40 cm. que es la de menor tamaño al tercer mes del transplante.

Las repeticiones resultaron no significativas por lo tanto los bloques fueron homogéneos en la altura de las plantas al tercer mes del transplante.



El Coeficiente de Variación de 4.91% indica que la altura de las plantas del pimiento al tercer mes del transplante tuvieron una variación baja.

CUADRO N° 6. Altura en cm. de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico al cuarto mes del transplante.

| Repeticiones | Tratamientos | | | Σ Rep. |
|----------------|--------------|--------|--------|------------------|
| | A | B | C | |
| I | 101,96 | 106,38 | 88,84 | 297,17 |
| II | 102,23 | 95,70 | 76,00 | 273,93 |
| III | 98,00 | 100,67 | 76,42 | 275,08 |
| IV | 94,84 | 90,36 | 79,65 | 264,86 |
| V | 105,40 | 105,00 | 96,73 | 307,13 |
| Σ Trat. | 502,43 | 498,10 | 417,64 | 1418,17 |
| \bar{x}_i . | 100,49 | 99,62 | 83,53 | 94,54 |

CUADRO N° 6.1. ADEVA de la altura en cm. de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico al cuarto mes del transplante.

| F de V | gl. | SC | CM | F Cal. | F tabular | |
|-----------------|-----|---------|--------|---------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 14 | 1481,08 | | | | |
| Tratamientos | 2 | 912,21 | 456,11 | 24,25** | 4,46 | 8,65 |
| Repeticiones | 4 | 418,41 | 104,60 | 5,56* | 3,84 | 7,01 |
| E. Experimental | 8 | 150,46 | 18,81 | | | |

CV: 4.59%

Prueba de Duncan al 5% para altura al cuarto mes del transplante

| Tratamiento | Tropical Irazú | Marconi | Cubanelle |
|---------------|----------------|---------|-----------|
| \bar{x}_i . | 100.49 | 99.62 | 83.53 |
| Rangos | a | a | |



| | | | |
|--|--|--|---|
| | | | b |
|--|--|--|---|

Del Análisis de Varianza (ADEVA) de la altura en cm de tres variedades de pimiento hidropónico al cuarto mes del transplante, se determina que existen diferencias altamente significativas

La prueba de Duncan al 5% determina 2 rangos (a y b). El rango a involucra **a** las variedades Tropical Irazú con 100.49 cm. y la variedad Marconi con 99.69 cm. en el rango **b** la variedad Cubanelle con 83.53 cm. que es la de menor tamaño al cuarto mes del transplante.

Las repeticiones resultaron significativas por lo tanto bloques no fueron homogéneos en la altura de plantas al cuarto mes del transplante.

El Coeficiente de Variación de 4.59% indica que la altura de las plantas de pimiento al cuarto mes del transplante existieron variaciones externas baja.

CUADRO N° 7. Altura en cm. de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico al quinto mes del transplante.

| Repeticiones | Tratamientos | | | Σ Rep. |
|---------------|--------------|--------|--------|----------------|
| | A | B | C | |
| I | 120,43 | 125,25 | 100,32 | 346,00 |
| II | 122,77 | 117,48 | 94,04 | 334,29 |
| III | 113,77 | 118,46 | 87,83 | 320,06 |
| IV | 110,40 | 110,86 | 91,70 | 312,96 |
| V | 121,52 | 125,84 | 112,77 | 360,13 |
| Σ Trat. | 588,90 | 597,89 | 486,67 | 1673,45 |
| \bar{x}_i . | 117,78 | 119,58 | 97,33 | 111,56 |

CUADRO N° 7.1. ADEVA de la altura en cm. de 3 variedades de pimiento hidropónico al quinto mes del transplante.

Autores: Carlos Orellana Y. y Eugenia León



| F de V | gl. | SC | CM | F Cal. | F tabular | |
|------------------------|-----|---------|--------|---------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 14 | 2176,47 | | | | |
| Tratamientos | 2 | 1526,88 | 763,44 | 37,61** | 4,46 | 8,65 |
| Repeticiones | 4 | 487,22 | 121,80 | 6,00* | 3,84 | 7,01 |
| E. Experimental | 8 | 162,37 | 20,30 | | | |

CV: 4.04%

Prueba de Duncan al 5% para altura al quinto mes del transplante

| Tratamiento | Marconi | Tropical Irazú | Cubanelle |
|---------------|---------|----------------|-----------|
| \bar{x}_i . | 119.58 | 117.78 | 97.33 |
| Rangos | a | a | b |

Del Análisis de Varianza (ADEVA) de la altura en cm. de tres variedades de pimiento en cultivo hidropónico al quinto mes del transplante, se determina que existen diferencias altamente significativas para tratamientos

La prueba de Duncan al 5% determina 2 rangos (a y b). El rango **a** involucra las variedades Marconi con 119.58 cm. y la variedad Tropical Irazú con 117.78 cm. en el rango **b** esta la variedad Cubanelle con 97.33 cm. que es la de menor tamaño al quinto mes del transplante.

Las repeticiones resultaron significativas por lo tanto los bloques no fueron homogéneos al quinto mes del transplante en la altura de plantas.

El Coeficiente de Variación de 4.04% indica que la altura de las plantas del pimiento al quinto mes del transplante tuvieron una variación baja.



CUADRO N° 8. Altura en cm. de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico al sexto mes del transplante.

| Repeticiones | Tratamientos | | | Σ Rep. |
|----------------|--------------|--------|--------|------------------|
| | A | B | C | |
| I | 142,00 | 146,75 | 112,92 | 401,67 |
| II | 136,85 | 131,83 | 110,35 | 379,02 |
| III | 132,91 | 138,67 | 102,71 | 374,28 |
| IV | 127,12 | 127,95 | 103,22 | 358,29 |
| V | 141,63 | 145,40 | 120,05 | 407,07 |
| Σ Trat. | 680,50 | 690,60 | 549,24 | 1920,34 |
| \bar{x}_i . | 136,10 | 138,12 | 109,85 | 128,02 |

CUADRO N° 8.1. ADEVA de la altura en cm. de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico al sexto mes del transplante.

| F de V | gl. | SC | CM | F Cal. | F tabular | |
|-----------------|-----|---------|---------|----------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 14 | 3123,59 | | | | |
| Tratamientos | 2 | 2487,50 | 1243,75 | 105,24** | 4,46 | 8,65 |
| Repeticiones | 4 | 541,55 | 135,39 | 11,46** | 3,84 | 7,01 |
| E. Experimental | 8 | 94,55 | 11,82 | | | |

CV: 2.69%

Prueba de Duncan al 5% para altura al sexto mes del transplante

| Tratamiento | Marconi | Tropical Irazú | Cubanelle |
|---------------|---------|----------------|-----------|
| \bar{x}_i . | 138.12 | 136.10 | 109.85 |
| Rangos | a | b | c |

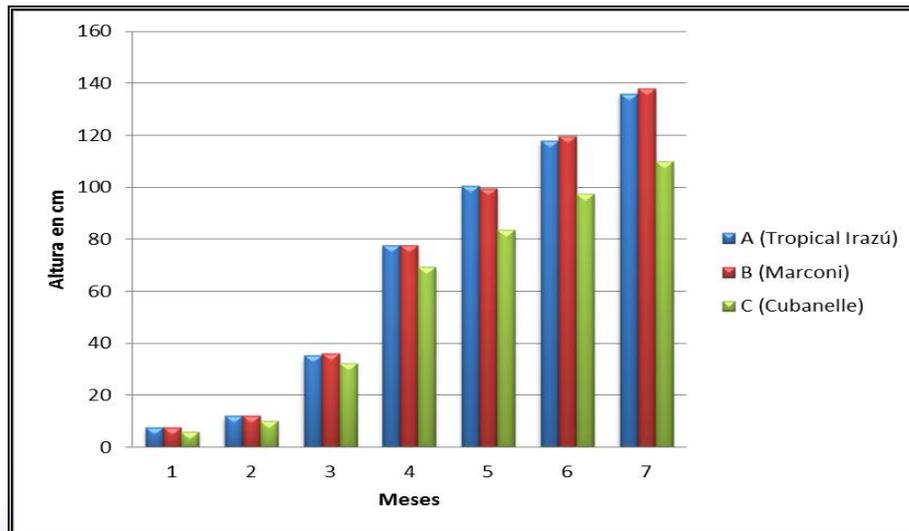


GRAFICO Nº 2. Altura en cm. de las plantas de los tratamientos en investigación mensualmente.

Del Análisis de Varianza (ADEVA) de la altura en cm. de tres variedades de pimiento en cultivo hidropónico al sexto mes del transplante, se determina que existen diferencias altamente significativas para tratamientos

La prueba de Duncan al 5% determina 3 rangos (a, b y c). El rango **a** involucra a la variedad Marconi con 138.12 cm. que es la de mayor tamaño, en el segundo rango **b** se encuentra la variedad Tropical Irazú con 136.10 cm. y en el rango **c** está la variedad Cubanelle con 109.85 cm. que es la de menor tamaño al sexto mes del transplante.

Las repeticiones resultaron altamente significativas por lo que determina que los bloques no fueron homogéneos al sexto mes del transplante.

El Coeficiente de Variación de 2.69% indica que la altura de las plantas del pimiento al sexto mes del transplante existieron una variaciones externas baja.



6.3 NUMERO DE FRUTOS POR PLANTA DETERMINANDO PEQUEÑOS, MEDIANOS Y GRANDES.

CUADRO N° 9. Número de frutos por planta de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los 3 meses de cosecha.

| Repeticiones | Tratamientos | | | Σ Rep. |
|----------------|--------------|--------|--------|------------------|
| | A | B | C | |
| I | 34,57 | 25,33 | 38,12 | 98,02 |
| II | 28,29 | 15,39 | 19,83 | 63,50 |
| III | 42,86 | 34,00 | 37,17 | 114,03 |
| IV | 27,88 | 23,41 | 28,09 | 79,38 |
| V | 47,56 | 18,04 | 25,62 | 91,22 |
| Σ Trat. | 181,15 | 116,17 | 148,82 | 446,15 |
| \bar{x}_i . | 36,23 | 23,23 | 29,76 | 29,74 |

CUADRO N° 9.1: ADEVA del número de frutos por planta de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los 3 meses de cosecha.

| F de V | gl. | SC | CM | F Cal. | F tabular | |
|-----------------|-----|---------|--------|--------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 14 | 1182,44 | | | | |
| Tratamientos | 2 | 422,25 | 211,13 | 6,14* | 4,46 | 8,65 |
| Repeticiones | 4 | 485,07 | 121,27 | 3,53NS | 3,84 | 7,01 |
| E. Experimental | 8 | 275,11 | 34,39 | | | |

$$CV = 19.72\%$$

Prueba de Duncan al 5% para número de frutos por planta

| Tratamiento | Tropical Irazú | Cubanelle | Marconi |
|---------------|----------------|-----------|---------|
| \bar{x}_i . | 36.23 | 29.76 | 23.23 |
| Rangos | a | b | c |

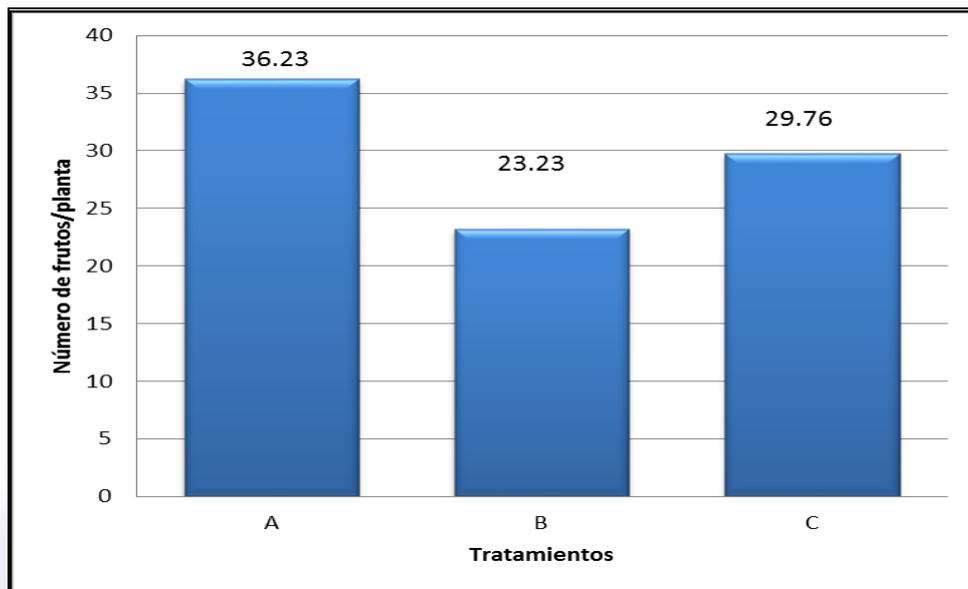


GRAFICO Nº 3. Número de frutos por planta de los tratamientos investigados.

Del Análisis de Varianza (ADEVA) del número de frutos por planta de tres variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los 3 meses de cosecha, se determina que existen diferencias significativas para tratamientos.

La prueba de Duncan al 5% determina 3 rangos (a, b y c). El rango **a** involucra a la variedad Tropical Irazú con 36.23 frutos que es la variedad con mayor número de frutos por planta, la variedad Cubanelle con 29.76 frutos ocupa el segundo lugar ocupando el rango **b** y En el rango **c** esta la variedad Marconi con 23.23 frutos por planta siendo la variedad con menos frutos por planta.

Las repeticiones resultaron ser no significativas por lo tanto los bloques fueron homogéneos en el número de frutos por planta en los tres meses de cosecha.

El Coeficiente de Variación de 19.14% indica que el número de frutos por planta de pimiento tuvieron una variación externa alta.



CUADRO N° 10. Número de frutos pequeños (< 20 gr.) por planta de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los tres meses de cosecha.

| Repeticiones | Tratamientos | | | Σ Rep. |
|----------------|--------------|-------|-------|------------------|
| | A | B | C | |
| I | 15,91 | 15,38 | 19,48 | 50,77 |
| II | 7,07 | 6,52 | 5,83 | 19,42 |
| III | 21,68 | 17,92 | 18,00 | 57,60 |
| IV | 13,16 | 12,55 | 13,35 | 39,05 |
| V | 20,32 | 12,00 | 12,00 | 44,32 |
| Σ Trat. | 78,15 | 64,36 | 68,65 | 211,16 |
| \bar{x}_i . | 15,63 | 12,87 | 13,73 | 14,08 |

CUADRO N° 10.1. Número de frutos pequeños (< 20 gr.) por planta de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los tres meses de cosecha.

| F de V | gl | SC | CM | F Cal. | F tabular | |
|-----------------|----|--------|-------|---------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 14 | 347,77 | | | | |
| Tratamientos | 2 | 19,91 | 9,95 | 1,71NS | 4,46 | 8,65 |
| Repeticiones | 4 | 281,29 | 70,32 | 12,08** | 3,84 | 7,01 |
| E. Experimental | 8 | 46,57 | 5,82 | | | |

CV: 17,14%.

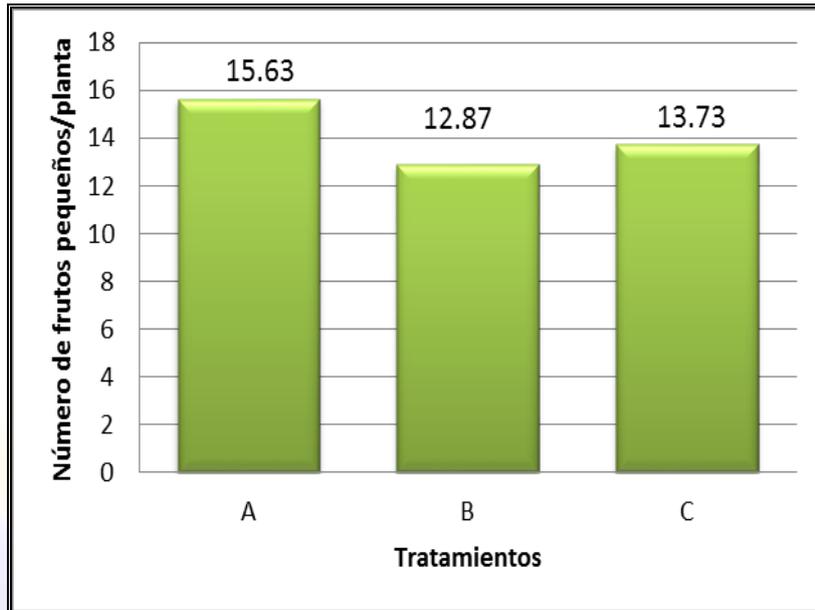


GRAFICO N° 4. Número de frutos pequeños (< 20 gr.) por planta de los tratamientos investigados.

Del Análisis de Varianza (ADEVA) del número de frutos pequeños por planta de tres variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los 3 meses de cosecha, se determina que existen diferencias no significativas para tratamientos por lo que se puede indicar que el número de frutos pequeños por planta fueron homogéneos.

Las repeticiones resultaron ser altamente significativas, es decir que los cinco bloques no fueron homogéneos en el número de frutos pequeños por planta en los tres meses de cosecha.

El Coeficiente de Variación de 17.14% indica que el número de frutos pequeños por planta de pimiento tuvieron una variación externa alta.

CUADRO N° 11. Número de frutos medianos (20 - 40 gr.) por planta de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los tres meses de cosecha.

| Repeticiones | Tratamientos | | | Σ Rep. |
|--------------|--------------|---|---|-----------|
| | A | B | C | |
| | | | | |



| | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|---------------|
| I | 17,87 | 9,67 | 17,08 | 44,62 |
| II | 19,57 | 8,70 | 13,52 | 41,79 |
| III | 20,05 | 15,83 | 18,71 | 54,59 |
| IV | 13,92 | 10,73 | 14,26 | 38,91 |
| V | 26,08 | 5,84 | 12,90 | 44,82 |
| Σ Trat. | 97,49 | 50,76 | 76,48 | 224,73 |
| \bar{x}_i . | 19,50 | 10,15 | 15,30 | 14,98 |

CUADRO N° 11.1. Número de frutos medianos (20 – 40 gr.) por planta de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los tres meses de cosecha.

| F de V | gl. | SC | CM | F Cal. | F tabular | |
|------------------------|-----|--------|--------|--------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 14 | 374,76 | | | | |
| Tratamientos | 2 | 219,05 | 109,52 | 8,02* | 4,46 | 8,65 |
| Repeticiones | 4 | 46,50 | 11,62 | 0,85NS | 3,84 | 7,01 |
| E. Experimental | 8 | 109,22 | 13,65 | | | |

CV: 24.66%.

Prueba de Duncan al 5% para número de frutos medianos por planta

| Tratamiento | Tropical Irazú(A) | Cubanelle(C) | Marconi(B) |
|---------------|-------------------|--------------|------------|
| \bar{x}_i . | 19.50 | 15.30 | 10.15 |
| Rangos | a | b | c |

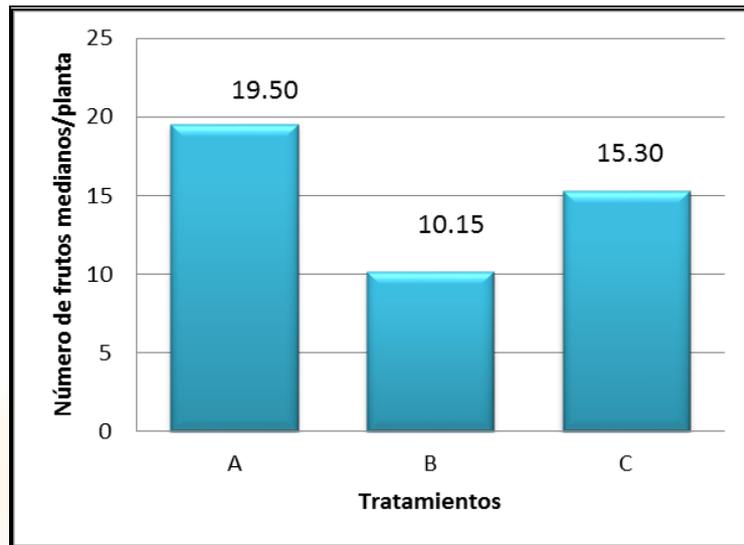


GRAFICO Nº 5. Número de frutos medianos (20 – 40 gr.) por planta de los tratamientos investigados.

Del Análisis de Varianza (ADEVA) del número de frutos medianos (20 – 40 gr.) por planta de tres variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los 3 meses de cosecha, se determina que existen diferencias significativas para tratamientos

La prueba de Duncan al 5% determina 3 rangos (a, b y c). El rango **a** involucra a la variedad Tropical Irazú con 19.50 frutos que es la variedad con mayor número de frutos medianos por planta; en segundo lugar se encuentra la variedad Cubanelle con 15.30 frutos medianos por planta. y en el rango **c** esta la variedad Marconi con 10.15 frutos medianos por planta.

Las repeticiones resultaron ser no significativas por los que todos los bloques fueron homogéneos en el número de frutos medianos por planta en los tres meses de cosecha.

El Coeficiente de Variación de 14.66% indica que el número de frutos medianos por planta de pimiento tuvieron una variación externa alta.

Para la determinación de frutos grandes se tuvo que realizar transformación de datos debido a que en la investigación se obtuvieron poca cantidad de frutos grandes, utilizando la formula $\sqrt{x + 0.5}$, (Anexo 5).

Autores: Carlos Orellana Y. y Eugenia León



CUADRO N° 12. Número de frutos grandes (> 40 gr.) por planta de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los tres meses de cosecha.

| Repeticiones | Tratamientos | | | Σ Rep. |
|----------------|--------------|------|------|------------------|
| | A | B | C | |
| I | 1.13 | 0.89 | 1.44 | 3.46 |
| II | 1.46 | 0.82 | 0.99 | 3.27 |
| III | 1.28 | 0.87 | 0.98 | 3.12 |
| IV | 1.14 | 0.80 | 0.99 | 2.93 |
| V | 1.29 | 0.84 | 1.10 | 3.23 |
| Σ Trat. | 6.30 | 4.21 | 5.49 | 16.01 |
| \bar{x}_i . | 1.26 | 0.84 | 1.10 | 1.07 |

CUADRO N° 12.1. Número de frutos grandes (> 40 gr.) por planta de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los tres meses de cosecha.

| F de V | gl. | SC | CM | F Cal. | F tabular | |
|-----------------|-----|------|------|--------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 14 | 0.68 | | | | |
| Tratamientos | 2 | 0.45 | 0.22 | 9.94* | 4,46 | 8,65 |
| Repeticiones | 4 | 0.05 | 0.01 | 0.57NS | 3,84 | 7,01 |
| E. Experimental | 8 | 0.18 | 0.02 | | | |

CV: 14.03%.

Prueba de Duncan al 5% para número de frutos grandes por planta

| Tratamiento | Tropical Irazú(A) | Cubanelle(C) | Marconi (B) |
|---------------|-------------------|--------------|-------------|
| \bar{x}_i . | 1.26 | 1.10 | 0.84 |
| Rangos | a | b | c |

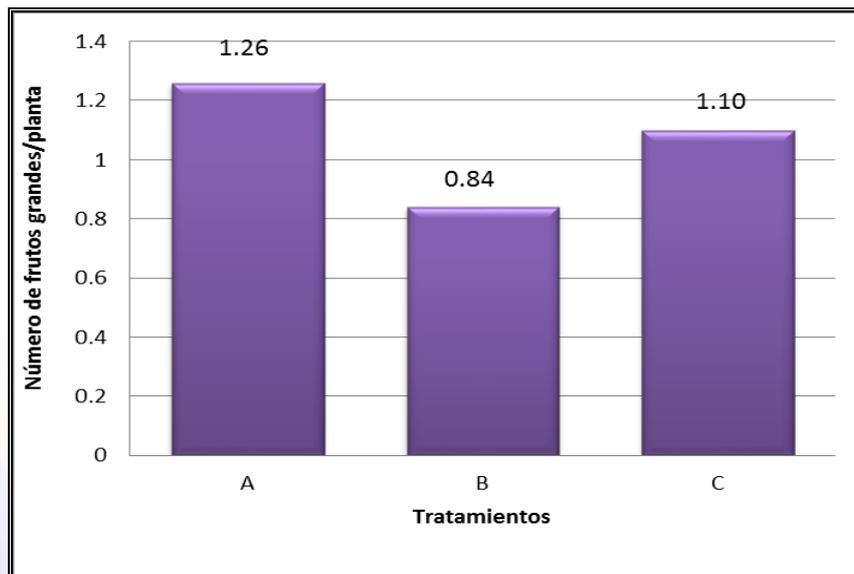


GRAFICO Nº 6. Número de frutos grandes (> 40 gr.) por planta de los tratamientos investigados.

Del Análisis de Varianza (ADEVA) del número de frutos grandes (>40 gr.) por planta de tres variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los 3 meses de cosecha, se determina que existen diferencias significativas para tratamientos

La prueba de Duncan al 5% determina 3 rangos (a, b y c). El rango **a** involucra a la variedad A (Tropical Irazú) con 1.26 frutos que es la variedad con mayor número de frutos grandes por planta. La variedad C (Cubanelle) con 1.10 frutos ocupa el segundo lugar compartiendo el rango **a** y **b**. Con el rango c esta la variedad B (Marconi) con 0.84 frutos medianos por planta.

Las repeticiones resultaron ser no significativas siendo los bloques homogéneos en el número de frutos grandes por planta en los tres meses de cosecha.

El Coeficiente de Variación de 14.03% indica que el número de frutos grandes por planta de pimiento tuvieron una variación alta.



6.4 PRODUCCIÓN POR PLANTA

CUADRO N° 13. Peso en kg de frutos por planta de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los 3 meses de cosecha.

| Repeticiones | Tratamientos | | | Σ Rep. |
|----------------|--------------|------|------|------------------|
| | A | B | C | |
| I | 0,76 | 0,49 | 0,82 | 2,08 |
| II | 0,73 | 0,33 | 0,48 | 1,54 |
| III | 0,90 | 0,70 | 0,78 | 2,38 |
| IV | 0,60 | 0,47 | 0,59 | 1,66 |
| V | 1,07 | 0,33 | 0,56 | 1,96 |
| Σ Trat. | 4,05 | 2,33 | 3,23 | 9,61 |
| \bar{x}_i . | 0,81 | 0,47 | 0,65 | 0,64 |

CUADRO N° 13.1. ADEVA del peso en kg de frutos por planta de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los 3 meses de cosecha.

| F de V | gl. | SC | CM | F Cal. | F tabular | |
|-----------------|-----|------|------|--------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 14 | 0,61 | | | | |
| Tratamientos | 2 | 0,30 | 0,15 | 7,44* | 4,46 | 8,65 |
| Repeticiones | 4 | 0,15 | 0,04 | 1,88NS | 3,84 | 7,01 |
| E. Experimental | 8 | 0,16 | 0,02 | | | |

CV: 22.05%

Prueba de Duncan al 5% para producción en kg por planta.

| Tratamiento | Tropical Irazú (A) | Cubanelle(C) | Marconi(B) |
|---------------|--------------------|--------------|------------|
| \bar{x}_i . | 0.81 | 0.65 | 0.47 |
| Rangos | a | b | c |

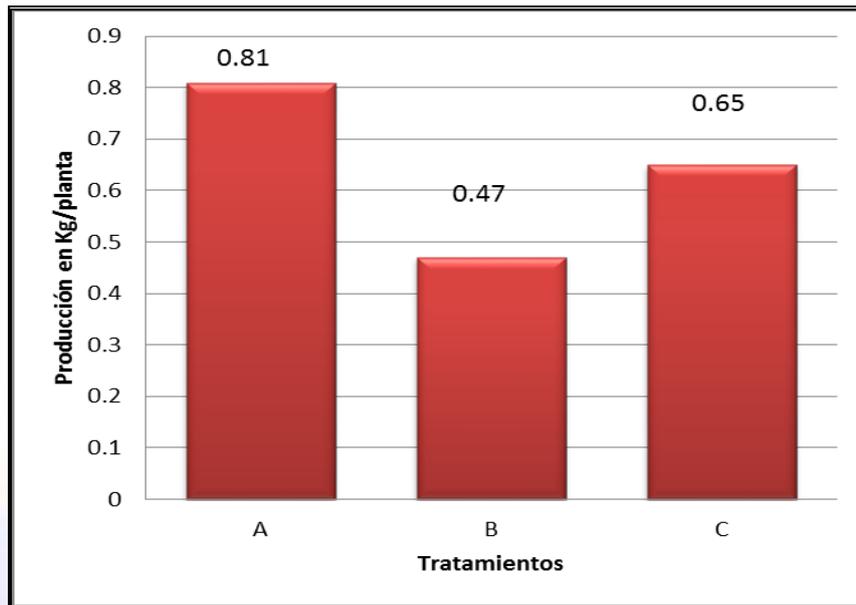


GRAFICO N° 7. Producción en Kg por planta de los tratamientos investigados

Del Análisis de Varianza (ADEVA) de la producción en kg por planta de tres variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los 3 meses de cosecha, se determina que existen diferencias significativas para tratamientos.

La prueba de Duncan al 5% determina 3 rangos (a, b y c). El rango **a** involucra a la variedad Tropical Irazú con 0.81 kg./planta siendo la variedad con mayor producción. La variedad C (Cubanelle) con 0.65 kg./planta ocupa el segundo lugar ubicándose en el rango **b**. Con el rango **c** está la variedad Marconi con 0.47 kg./planta siendo la variedad con menos producción.

Las repeticiones resultaron ser no significativas, es decir que los cinco bloques fueron homogéneos en cuanto a producción por planta.

El Coeficiente de Variación de 22.05% indica que en la producción por planta la variación fue alta.

6.5 PRODUCCIÓN POR UNIDAD EXPERIMENTAL

CUADRO N° 14. Producción en kg./unidad experimental de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los 3 meses de cosecha.

| Repeticiones | Tratamientos | | | Σ Rep. |
|---------------|--------------|-------|-------|---------------|
| | A | B | C | |
| I | 17,53 | 11,77 | 20,62 | 49,93 |
| II | 10,16 | 7,67 | 10,95 | 28,78 |
| III | 19,70 | 16,77 | 18,82 | 55,29 |
| IV | 14,93 | 10,37 | 13,63 | 38,93 |
| V | 26,74 | 8,34 | 11,69 | 46,77 |
| Σ Trat. | 89,07 | 54,93 | 75,70 | 219,70 |
| \bar{x}_i . | 17,81 | 10,99 | 15,14 | 14,65 |

CUADRO N° 14.1: ADEVA de la producción en kg./unidad experimental de 3 variedades de pimiento hidropónico en los 3 meses de cosecha.

| F de V | gl. | SC | CM | F Cal. | F tabular | |
|------------------------|-----|--------|-------|--------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 14 | 396,47 | | | | |
| Tratamientos | 2 | 118,39 | 59,19 | 3,49NS | 4,46 | 8,65 |
| Repeticiones | 4 | 142,53 | 35,63 | 2,10NS | 3,84 | 7,01 |
| E. Experimental | 8 | 135,55 | 16,94 | | | |

CV= 28.10%

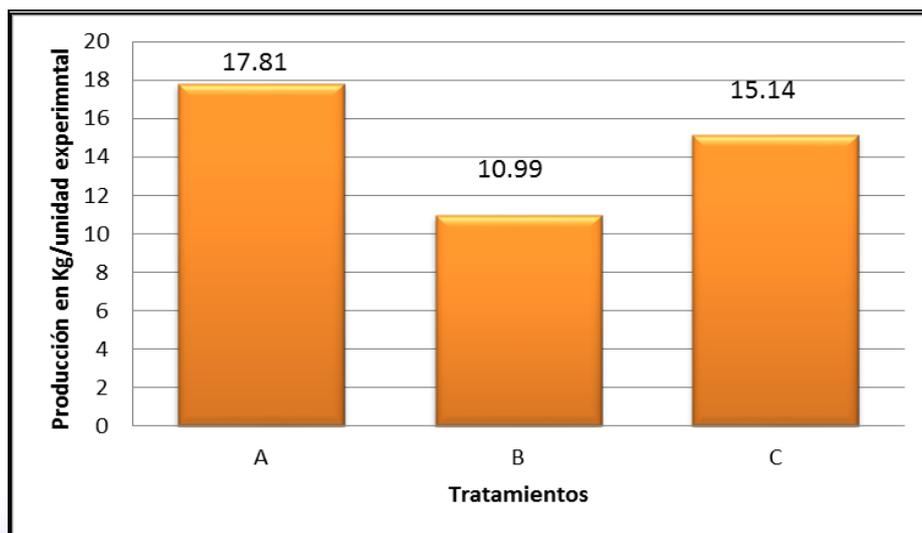


GRAFICO Nº 8. Producción en kg por unidad experimental de los tratamientos investigados.

Del Análisis de Varianza (ADEVA) de la producción en kg por unidad experimental de tres variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los 3 meses de cosecha, se determina que existen diferencias no significativas para tratamientos lo que indica que los tratamientos tuvieron una producción homogénea por unidad experimental.

Las repeticiones resultaron ser no significativas por lo tanto fueron homogéneos en cuanto a producción por unidad experimental en los 3 meses de cosecha.

El Coeficiente de Variación de 28.10% indica que en la producción por unidad experimental existió una variación alta.

6.6 TAMAÑO DE LOS FRUTOS.

6.6.1 Longitud

CUADRO Nº 15. Longitud en cm de los frutos de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico.

| Repeticiones | Tratamientos | | | Σ Rep. |
|--------------|--------------|------|------|------------------|
| | A | B | C | |
| I | 9,68 | 8,15 | 8,20 | 26,04 |



| | | | | |
|--------------------------------|-------|-------|-------|---------------|
| II | 11,23 | 9,65 | 10,09 | 30,96 |
| III | 8,73 | 8,95 | 8,70 | 26,37 |
| IV | 9,64 | 9,60 | 9,20 | 28,44 |
| V | 9,12 | 7,86 | 8,30 | 25,28 |
| ∑ Trat. | 48,40 | 44,20 | 44,49 | 137,09 |
| \bar{x}_i. | 9,68 | 8,84 | 8,90 | 9,14 |

CUADRO N° 15.1: ADEVA de la longitud en cm de los frutos de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico.

| F de V | gl. | SC | CM | F Cal. | F tabular | |
|------------------------|-----|-------|------|--------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 14 | 10.89 | | | | |
| Tratamientos | 2 | 2.20 | 1.10 | 5.38* | 4,46 | 8,65 |
| Repeticiones | 4 | 7.06 | 1.76 | 8.64** | 3,84 | 7,01 |
| E. Experimental | 8 | 1.63 | 0.20 | | | |

$$CV = 4.94\%$$

Prueba de Duncan al 5% para longitud de los frutos

| Tratamiento | Tropical Irazú (A) | Cubanelle(C) | Marconi (B) |
|--------------------------------|--------------------|--------------|-------------|
| \bar{x}_i. | 9.68 | 8.90 | 8.84 |
| Rangos | a | b | b |

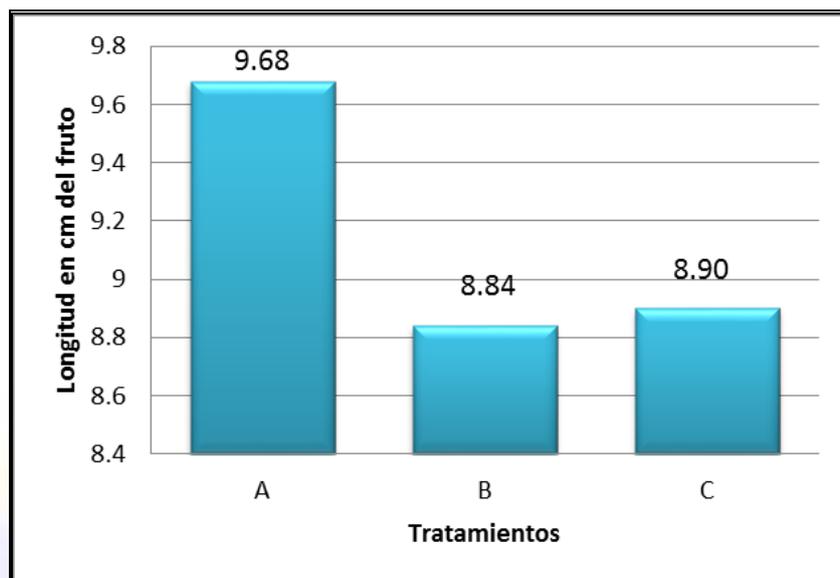


GRAFICO N° 9. Longitud de los frutos en cm de los tratamientos investigados.

Del Análisis de Varianza (ADEVA) de la longitud en cm. de los frutos de tres variedades de pimiento en cultivo hidropónico, se determina que existen diferencias significativas para tratamientos.

La prueba de Duncan al 5% determina 2 rangos (a y b). El rango **a** involucra la variedad Tropical Irazú con 9.68 cm. siendo la variedad con frutos de mayor longitud. La variedad Cubanelle con 8.90 cm. con la variedad Marconi con 8.84 cm. comparten el rango **b** con longitudes similares.

Las repeticiones resultaron ser altamente significativas lo cual indica que los bloques no fueron homogéneos en la longitud de los frutos.

El Coeficiente de Variación de 4.94% indica que la longitud de los frutos tuvieron una variación baja.

6.6.2 Diámetro del fruto

CUADRO N° 16. Diámetro en cm. de los frutos de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico.

| Repeticiones | Tratamientos | Σ |
|--------------|--------------|----------|
|--------------|--------------|----------|



| | A | B | C | Rep. |
|--------------------------------|----------|----------|----------|--------------|
| I | 3,16 | 2,91 | 3,35 | 9,42 |
| II | 3,16 | 3,03 | 3,33 | 9,52 |
| III | 3,09 | 2,96 | 3,23 | 9,27 |
| IV | 3,03 | 2,92 | 3,22 | 9,17 |
| V | 3,25 | 3,12 | 3,34 | 9,71 |
| ∑ Trat. | 15,68 | 14,93 | 16,47 | 47,09 |
| \bar{x}_i. | 3,14 | 2,99 | 3,29 | 3,14 |

CUADRO N° 16.1. ADEVA del diámetro en cm. de los frutos de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico.

| F de V | GI | SC | CM | F Cal | F tabular | |
|------------------------|----|-------|-------|---------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 14 | 0.312 | | | | |
| Tratamientos | 2 | 0.236 | 0.118 | 61.03** | 4,46 | 8,65 |
| Repeticiones | 4 | 0.060 | 0.015 | 7.86** | 3,84 | 7,01 |
| E. Experimental | 8 | 0.015 | 0.002 | | | |

CV: 1.40%

Prueba de Duncan al 5% para diámetro del fruto

| Tratamiento | Cubanelle(C) | Tropical Irazú (A) | Marconi(B) |
|--------------------------------|--------------|--------------------|------------|
| \bar{x}_i. | 3.39 | 3.14 | 2.99 |
| Rangos | a | b | c |

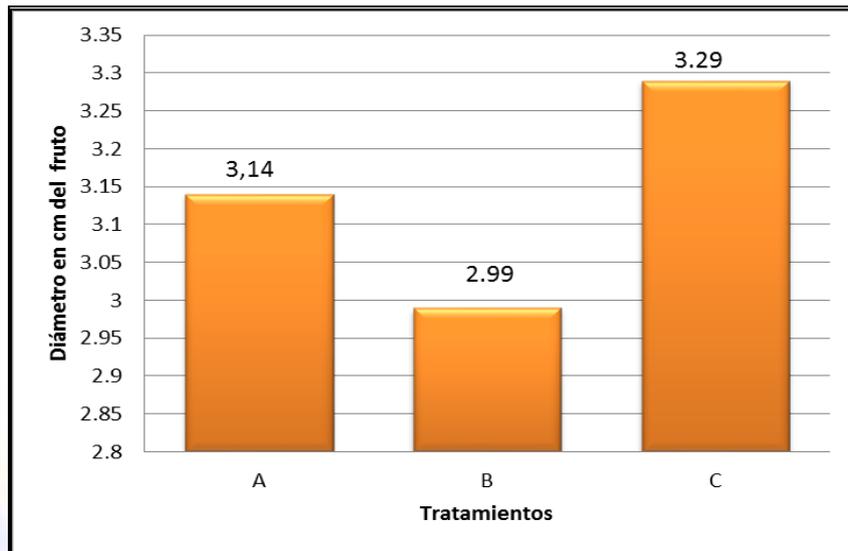


GRAFICO Nº 10. Diámetro de los frutos en cm. de los tratamientos investigados.

Del Análisis de Varianza (ADEVA) del diámetro en cm. de los frutos de tres variedades de pimiento en cultivo hidropónico, determinamos que existen diferencias altamente significativas en tratamientos.

La prueba de Duncan al 5% determina 3 rangos (a, b y c). El rango **a** involucra a la variedad Cubanelle con 3.39 cm. siendo la variedad con frutos de mayor diámetro. en el rango **b** se encuentra la variedad Tropical Irazú con 3.14 cm. y en el rango **c** está la variedad Marconi con 2.99 cm. siendo las variedades con frutos de menor diámetro.

Las repeticiones resultaron ser altamente significativas por lo que se indica que los bloques no fueron homogéneos en cuanto al diámetro de los frutos.

El Coeficiente de Variación de 1.40% indica que el diámetro de los frutos de pimiento obtuvo una variación baja de medios externos.

6.7 PRODUCCIÓN ESTIMADA EN Tm/Ha.

Para la obtención de estos datos debemos recordar que lo máximo de ancho de una nave es de 7 m. y de largo de 63 m. como también cada ocho naves debe existir canales de 3 m., Y

Autores: Carlos Orellana Y. y Eugenia León



3 m. por extremo del invernadero para las anclas. Y también colocamos 1.2 m. en el interior de cada nave para facilitar para facilitar la circulación. Las camas serán colocados a lo largo del invernadero separados 1 m. a los extremos y dos metros en la mitad del invernadero por lo tanto tenemos dos camas de 30 m. de largo. (Anexo 7)

Determinado los datos anteriores tenemos 5 naves de 28 m. de ancho y 63 m. de largo, dando lugar a 32 camas a distancias de 0.80 m. y cada cama posee 150 plantas de pimiento a cada 0.4 m. entre plantas, siendo a 24.000 plantas por hectárea. (Anexo 8)

CUADRO N° 17. Producción estimada en Tm/Ha de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico.

| Variedades | Producción en kg./planta | Producción kg./Ha | Producción Tm./Ha |
|--------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Tropical Irazú (A) | 0,81 | 19440 | 19,4 |
| Marconi (B) | 0,47 | 11280 | 11,3 |
| Cubanelle (C) | 0,65 | 15600 | 15,6 |

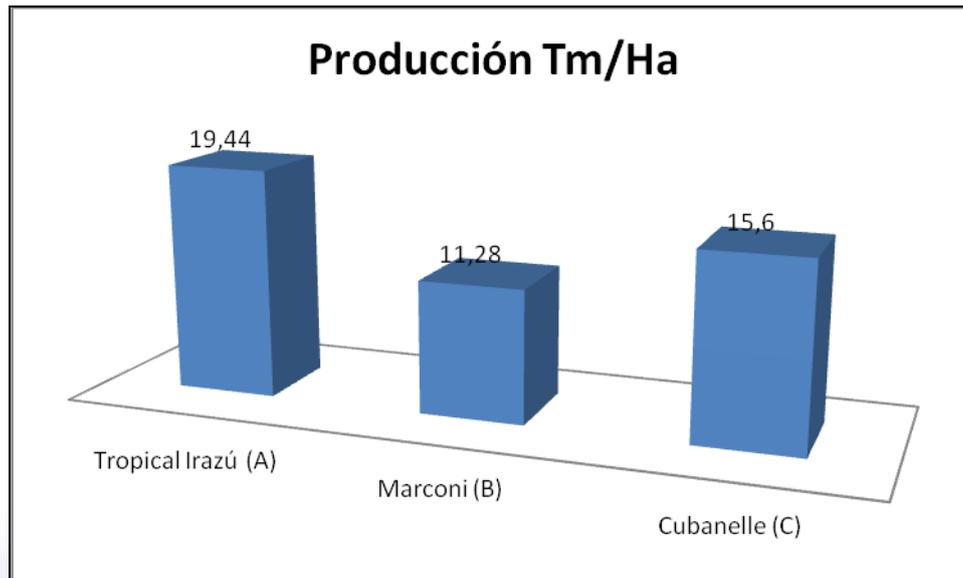


GRAFICO Nº 11. Producción estimada en Tm/Ha de pimiento en cultivo hidropónico por tratamiento.

Con estos resultados determinamos que la variedad Tropical Irazú con 19,44 Tm/Ha es la que nos brinda mayor producción, seguida por la variedad Cubanelle con 15,6 Tm/Ha y por último y con menor producción la variedad Marconi con 11,28 Tm/Ha..

En la investigación realizada por López, E. 2000. en el cual se evaluó agrónomicamente cultivares de pimiento en cultivo hidropónico bajo invernadero, obtuvieron un rendimiento de 22 a 39 Tm/Ha, la altura máxima fue de 128.5 cm., el número de frutos por planta de 5.9, que comparado con el rendimiento que se obtuvo en esta investigación que fue de 8.58 a 10,69 Tm./Ha., con una altura máxima de las plantas de 138.12 cm., el número de frutos por planta de 36.2 es inferior en cuanto al rendimiento pero el tamaño de las plantas fue similar y cómo podemos notar que el número de frutos por planta es superior lo cual nos indica que factores externos como humedad ambiental y Temperatura influyeron en el rendimiento.

Así también en investigaciones realizadas en la Universidad Nacional Agraria La Molina en el año 2001, sobre la producción de pimiento bajo 2 sistemas de cultivo Hidropónico y a Campo Abierto, obtuvieron un rendimiento de 57 Tm/Ha lo cual comparado con los rendimientos de los tratamientos de la



presente investigación que van de 11,28 a 19,44 Tm./Ha., vemos que la diferencia es notable.

En cuanto a la investigación realizada por Rodríguez, R. 2008, en la que se evaluó tres híbridos de pimiento a campo abierto vemos que la producción que obtuvo fue de 15.53 Tm/Ha, con una altura máxima de plantas de 76.46 cm., 9.34 frutos por planta, 0.91 kg. de frutos por planta. En cuanto al tamaño del fruto fue de 11.47 cm. de largo y 6.01 cm. de diámetro. Lo que comparado con los resultados de la presente investigación que fue de 11,28 a 19,44 Tm./Ha., altura de las plantas de 138.12 cm., 36.2 frutos por planta, 0.81 kg. de frutos por planta. El largo de fruto fue de 9.68 cm. y un diámetro de 3.29 cm. Vemos que el cultivo en hidropónico tienen mayor rendimiento que el cultivo a campo abierto y cómo podemos notar los frutos resultaron pequeños por lo que se determinó que una de las posibles causas fue las altas variaciones de temperatura que se registraron en las etapas de floración y fructificación del cultivo, pues se tuvieron en un solo día máximas de 52°C y mínimas de 10°C, las cuales no se pudieron controlar con efectividad debido a que la nave no tenía cortinas para la ventilación y como manifiesta la literatura una de las causas de que los frutos sean pequeños, deformes y partenocárpicos son las bajas temperaturas y la caída de flores y frutos las altas temperaturas nos indica también que la temperatura ideal para el cultivo de pimiento es de 13 – 35°C, en nuestro caso fue de 32°C promedio durante el día y 10°C durante la noche. En lo que se refiere a los días a la cosecha Rodríguez, M. 2008. empezó a cosechar a los 89 días del transplante, comparado con los 105 días que empezamos a cosechar en esta investigación son similares.



VII. ANALISIS ECONÓMICO

7.1. COSTOS FIJOS.

CUADRO N° 18. Costos para un invernadero aproximadamente de 10000 m². de Materiales para la producción de pimiento en cultivo hidropónico, bajo invernadero en la solución nutritiva la Molina por hectárea.

| Materiales | Duración (años) | Unidad de medida | Cantidad | Costo Unitario (U\$) | Costo Total (U\$)/año |
|------------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------------------|------------------------------|
| Invernadero | | | | | |
| Estructuras | 10 | m ² | 10000 | 0,84 | 840 |
| Cubierta | 3 | m ² | 10000 | 0,17 | 566,7 |
| Timer programador) | 10 | Unidad | 1 | 360 | 36 |
| Bomba de 5 HP | 5 | Unidad | 1 | 500 | 100 |
| Tanques de 2000lts | 5 | unidad | 5 | 200 | 200 |
| Manguera de 25mm | 5 | m. | 150 | 0,5 | 15 |
| Tubo PVC 25mm | 5 | unidad | 15 | 3 | 9 |
| Canales metálicos | 10 | m. | 12500 | 2 | 2500 |
| Válvula solenoide | 5 | unidad | 12 | 45 | 108 |
| Válvula de paso y accesorios | 5 | unidad | 2 | 80 | 32 |
| Cubetas para germinación | 5 | unidad | 190 | 2 | 76 |



| | | | | | |
|---------------------------|----|--------|---------|------|----------|
| Balanza | 10 | unidad | 1 | 25 | 2,5 |
| Alambre galvanizado | 5 | kg. | 1500 | 1,1 | 330 |
| Palos para el tutoraje | 3 | unidad | 400 | 1 | 133,33 |
| Clavos | 1 | kg. | 10 | 0,86 | 8,6 |
| Cinta de goteo | 5 | m. | 10800 | 0,3 | 648 |
| Cascarilla de arroz | 3 | saco | 2500 | 1,2 | 1000 |
| Biocarbón | 3 | saco | 2500 | 3 | 2500 |
| Tijera de Podar | 5 | unidad | 1 | 28 | 5,6 |
| Gavetas plásticas | 5 | unidad | 20 | 10 | 40 |
| Pirola plástica | 1 | rollo | 20 | 7 | 140 |
| Turba | 1 | libras | 190 | 1 | 190 |
| solucion nutritiva | | | | | |
| Nitrato de Potasio | 1 | kg. | 2994,75 | 1,48 | 4432,23 |
| Nitrato de Amonio | 1 | kg. | 1905,75 | 0,49 | 933,8175 |
| Nitrato de Calcio | 1 | kg. | 2178 | 0,7 | 1524,6 |
| Fosfato Monopotásico | 1 | kg. | 1170,68 | 2,8 | 3277,904 |
| Sulfato de Magnesio | 1 | kg. | 1197,9 | 0,37 | 443,223 |
| Quelato de Hierro | 1 | kg. | 92,57 | 3,8 | 351,766 |
| Sulfato de Manganeso | 1 | kg. | 27,23 | 1,6 | 43,568 |
| Ácido Bórico | 1 | kg. | 16,34 | 1,8 | 29,412 |
| Sulfato de | 1 | kg. | 9,26 | 2 | 18,52 |



| | | | | | |
|---------------------|---|-----|------|------|-------------------|
| Zinc | | | | | |
| Sulfato de Cobre | 1 | kg. | 5,45 | 4,8 | 26,16 |
| Molibdato de Amonio | 1 | kg. | 1,09 | 70,6 | 76,954 |
| Subtotal | | | | | 20638,8545 |

CUADRO N° 19. Costos en mano de obra para la producción de Pimiento en cultivo hidropónico, bajo invernadero en la solución nutritiva la Molina por hectárea.

| Actividad | Unidad de medida | Cantidad | Costo Unitario (U\$)/ mes | Costo Total (U\$) / año |
|-------------------------------|------------------|----------|---------------------------|-------------------------|
| Manejo permanente del cultivo | jornal | 5 | 250 | 30 000 |
| TOTAL | | | | 30 000 |

7.2. COSTOS VARIABLES

CUADRO N° 20. Costos variables para la producción de pimiento en cultivo hidropónico, bajo invernadero en la solución nutritiva la Molina por hectárea.

| Insumo | Unidad | Cantidad | Costo Unitario (U\$) | Costo Total (U\$) |
|-----------------|--------|----------|----------------------|-------------------|
| Semillas | | | | |
| Tropical Irazú | onzas | 3 | 7 | 21 |
| Marconi | onzas | 2,5 | 6 | 15 |
| Cubanelle | onzas | 3 | 6 | 18 |

7.3. COSTO TOTAL

CUADRO N° 21. Costos fijos y variables de la producción de pimiento en cultivo hidropónico por Ha.

| VARIEDAD | COSTOS FIJOS (U\$) | COSTOS VARIABLES(U\$) | TOTAL |
|-----------------|---------------------------|------------------------------|------------------|
| Tropical Irazú | 20 638,85 | 21 | 20.659,85 |
| Cubanelle | 20 638,85 | 15 | 20.653,85 |
| Marconi | 20 638,85 | 18 | 20.656,85 |

7.4. BENEFICIO BRUTO

CUADRO N° 22. Beneficio bruto de la producción de Pimiento hidropónico por hectárea.

| Tratamiento | Producción (kg./Ha.) | Rendimiento ajustado al - 10% | Valor Unitario (U\$) | Beneficio bruto (U\$) |
|--------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Tropical Irazú(A) | 19440 | 17496 | 1,5 | 26244 |
| Marconi(B) | 11280 | 10152 | 1,5 | 15228 |
| Cubanelle(C) | 15600 | 14040 | 1,5 | 21060 |

7.5. RELACIÓN BENEFICIO COSTO

CUADRO N° 23. Relación beneficio costo de pimiento hidropónico, por hectárea.

| Tratamiento | Costos de Producción (U\$) | Beneficio bruto (U\$) | Beneficio Neto (U\$) | Relación Beneficio/Costo |
|--------------------|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| Tropical Irazú(A) | 20.659,85 | 29160 | 8.500,15 | 0,3 |
| Marconi (B) | 20.653,85 | 16920 | - 3733,854 | -0,2 |



| | | | | |
|--------------|------------------|-------|---------------|-----|
| | | | 5 | |
| Cubanelle(C) | 20.656,85 | 23400 | 2743,145 5 | 0,1 |

VIII. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos es la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Qué la variedad que brindó mejores resultados fue la Tropical Irazú con 19,44 Tm/Ha. y la variedad menos eficiente fue la variedad Marconi, la cual alcanzó una producción de 11,28 Tm/Ha.
2. La variedad que presentó mayor beneficio neto fue la Tropical Irazú, con 29.160 U\$\$/Ha siendo esta la más rentable entre las tres variedades de estudio.
3. En la altura de plantas las variedades Marconi y Tropical Irazú son las que alcanzaron mayor tamaño llegando a medir 138,12 cm. y 136 cm. respectivamente y con menor tamaño la variedad Cubanelle con 109,85 cm.
4. El mayor número de frutos por planta brindo la variedad Tropical Irazú con 36,23 y con menor número fue la variedad Marconi con 23,23.
5. En el tamaño de los frutos, la variedad con mayor longitud fue la variedad Tropical Irazú con 9.68 cm.
6. La variedad con mayor diámetro fue la variedad Cubanelle con 3.29 cm.

IX. RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones obtenidas del presente trabajo investigativo, recomendamos:



1. Implementar sistema de cultivo hidropónico para optimizar los rendimientos y obtener mayores réditos económicos, teniendo en cuenta factores externos que pueden afectar al cultivo, utilizando la variedad Tropical.
2. Cultivar la variedad Tropical Irazú para producción de pimiento hidropónico, por su mayor rentabilidad.
3. Colocar los canales a mayor distancia de a 0,80 m. para evitar el rompimiento de las ramas laterales al momento de las labores culturales y incrementar la ventilación entre plantas.
4. Realizar nuevas investigaciones en invernaderos que tengan cortinas de ventilación ya que el cultivo como máximo soporta los 30°C de temperatura y un mínimo de 15°C, esto evitaría la mal formación de los frutos y aborto de las flores.
5. Realizar investigación utilizando diferentes frecuencias de riego.

X. RESUMEN

INTRODUCCIÓN

El trabajo investigativo “Evaluación de la producción del cultivo hidropónico de 3 variedades de pimiento (*Capsicum annuum*), bajo invernadero en la solución nutritiva la Molina”, se realizó en los invernaderos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Cuenca, la cual se encuentra ubicada al sureste de la ciudad de Cuenca.

OBJETIVOS

Objetivo General

Autores: Carlos Orellana Y. y Eugenia León



- Evaluar la producción hidropónica de tres variedades de pimiento, en la solución nutritiva “La Molina”.

Objetivos Específicos

- Determinar la variedad de pimiento que brinda la mayor producción.
- Analizar los costos de producción de los tratamientos estudiados.
- Comportamiento de las variedades.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para esta investigación se utilizó canales metálicos, sustrato (cascarilla de arroz + biocarbón), tanque de reserva, bomba, programador de riego, cintas de goteo. Se empleó tres variedades de pimiento, la Tropical Irazú, Marconi y Cubanelle, así como fuente de nutrientes para las plantas se empleó la solución nutritiva La Molina.

Se procedió primeramente a la producción de plántulas en cubetas de germinación, a las 6 semanas se realizó el transplante en el sustrato, se dio los cuidados necesarios tales como: riego, humedad relativa, temperatura, ajuste de pH y CE de la solución nutritiva, controles fitosanitarios y también la toma de datos de la altura mensual de las plantas.

A las 15 semanas del transplante se inició con la cosecha, pesado, medición y comercialización de los frutos del pimiento, la cual tuvo una duración de tres meses.

DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental que se utilizó en esta investigación fue un Diseño de Bloques al Azar (DBA), donde se evaluaron 3 tratamientos con 5 repeticiones.

Dándonos 15 unidades experimentales, se utilizaron 25 plantas por unidad experimental, donde se utilizó un total de 375 plantas.



Luego de la toma de datos de los respectivos tratamientos se realizó el Análisis de Varianza (ADEVA) y en los resultados se utilizó la prueba de significación de Duncan al 5% y se realizó también Comparaciones Ortogonales entre las variedades.

RESULTADOS

Realizado el Análisis de Varianza (ADEVA) de la altura de la plantas determinamos que existen diferencias significativas y altamente significativas por lo que aceptamos la hipótesis alternativa planteada de que las variedades tuvieron un desarrollo diferente llegando a medir la variedad Tropical Irazú 138.12 cm., la Marconi 136.10 cm. y la Cubanelle 109.85 cm.

El número de frutos por planta resulto ser significativo para tratamientos por lo que aceptamos la hipótesis planteada y luego de realizar la prueba de Duncan al 5% determinamos que la variedad Tropical Irazú es la más productiva con 36.23 frutos/planta y la variedad Marconi es la menos productiva con 23.23 frutos/planta. También determinamos que existió mayor cantidad de frutos medianos y pequeños.

De acuerdo a la producción la variedad Tropical Irazú es la más productiva en los 3 meses de cosecha que se realizó en esta investigación obteniendo una producción de 0.81 kg./planta.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos es la presente investigación se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Qué la variedad que brindó mejores resultados fue la Tropical Irazú con 19,44 Tm/Ha. y la variedad menos eficiente fue la variedad Marconi, la cual alcanzó una producción de 11,28 Tm/Ha.
2. La variedad que presentó mayor beneficio neto fue la Tropical Irazú, con 29.160 U\$\$/Ha siendo esta la más rentable entre las tres variedades de estudio.



3. En la altura de plantas las variedades Marconi y Tropical Irazú son las que alcanzaron mayor tamaño llegando a medir 138,12 cm. y 136 cm. respectivamente y con menor tamaño la variedad Cubanelle con 109,85 cm.
4. El mayor número de frutos por planta brindo la variedad Tropical Irazú con 36,23 y con menor número fue la variedad Marconi con 23,23.
5. En el tamaño de los frutos, la variedad con mayor longitud fue la variedad Tropical Irazú con 9.68 cm.
6. La variedad con mayor diámetro fue la variedad Cubanelle con 3.29 cm.

RECOMENDACIONES

En base a las conclusiones obtenidas del presente trabajo investigativo, recomendamos:

1. Implementar sistema de cultivo hidropónico para optimizar los rendimientos y obtener mayores réditos económicos, teniendo en cuenta factores externos que pueden afectar al cultivo, utilizando la variedad Tropical.
2. Cultivar la variedad Tropical Irazú para producción de pimiento hidropónico, por su mayor rentabilidad.
3. Colocar los canales a mayor distancia de a 0,80 m. para evitar el rompimiento de las ramas laterales al momento de las labores culturales y incrementar la ventilación entre plantas.
4. Realizar nuevas investigaciones en invernaderos que tengan cortinas de ventilación ya que el cultivo como máximo soporta los 30°C de temperatura y un mínimo de 15°C, esto evitaría la mal formación de los frutos y aborto de las flores.



5. Realizar investigación utilizando diferentes frecuencias de riego.

XI. SUMMARY

INTRODUCTION

The research paper "Evaluation of hydroponic production of 3 varieties of pepper (*Capsicum annuum*), low concentrations in the nutrient solution the Molina" was held in the greenhouse of the Faculty of Agricultural Sciences, University of Cuenca, which is located southeast of the city of Cuenca.

OBJECTIVES

General Objective

- Evaluate the hydroponic production of three varieties of pepper, in the nutrient solution "La Molina".

Specific Objectives

- Determine the variety of pepper that gives higher production.
- Analyze production costs of the treatments studied.
- Performance of varieties.

MATERIALS AND METHODS

For this research channels used metal substrate (rice husks + biochar), storage tank, pump, programmer irrigation drip tape. We used three varieties of peppers, Tropical Irazu Cubanelle Marconi, as well as a source of nutrients for plant nutrient solution was used La Molina.

We proceeded first to the production of seedlings in germination trays at 6 weeks after surgery transplant in the



substrate, care was needed such as: irrigation, relative humidity, temperature, adjust pH and EC of the nutrient solution, phytosanitary controls and making monthly data on the height of the plants.

At 15 weeks of transplantation began with the harvesting, weighing, measuring and marketing the fruits of pepper, which lasted three months.

EXPERIMENTAL DESIGN

The experimental design was used in this study was a randomized block design (DBA), which evaluated 3 treatments with 5 repetitions.

Giving 15 experimental units were used 25 plants per experimental unit, which used a total of 375 plants.

After collecting data from the respective treatments were conducted Analysis of Variance (ADEVA) and the results are used Duncan's significance test at 5% and was also performed orthogonal comparisons between varieties.

RESULTS

Following the analysis of variance (ADEVA) the height of the plants determined that there are significant differences highly significant and thus accept the alternative hypothesis that the varieties raised had a different development measuring range reaching 138.12 cm Tropical Irazu., The Marconi 136.10 cm. and Cubanelle 109.85 cm.

The number of fruits per plant was significant for treatment so that we accept the hypothesis and then testing 5% Duncan determined that the tropical variety is the most productive Irazu with 36.23 fruit / plant and the variety is Marconi less productive with 23.23 fruit / plant. We also determined that there was as many medium and small fruits.



Production according to the variety Tropical Irazu is the most productive in the 3 months of harvest in this research was conducted by obtaining a production of 0.81 kg / plant.

CONCLUSIONS

Based on the results of this investigation is reached the following conclusions:

1. Provided the variety that best results was the Tropical Irazu with 19.44 t / ha. less efficient and variety was the variety Marconi, which reached a production of 11.28 t / ha.
2. The strain that showed higher net profit was the Tropical Irazu, with \$ U \$ 29,160 / Ha being the most profitable among the three varieties studied.
3. At the height of plant varieties and Tropical Marconi Irazu are reaching larger measure reaching 138.12 cm. and 136 cm. smaller, respectively, and the variety Cubanelle to 109.85 cm.
4. The highest number of fruits per plant provides tropical variety with 36.23 Irazu and fewer Marconi was the 23.23 range.
5. The fruit size, variety was more length in the range 9.68 cm Tropical Irazu.
6. The variety with larger diameter was 3.29 cm with Cubanelle variety.

RECOMMENDATIONS

Based on the conclusions drawn from this research work, we recommend:

1. Implement hydroponic system to optimize performance and achieve higher economic returns, taking into account



external factors that may affect the crop, using the tropical variety.

2. Tropical Irazú grow the variety for the production of hydroponic pepper because of its higher profitability.

3. Place the channel at a greater distance than 0.80 m. to prevent the rupture of the lateral branches at the time of cultural work and increase ventilation between plants.

4. Further research in greenhouses with ventilation curtains as the crop supports a maximum of 30 ° C and a minimum temperature of 15 ° C, this would avoid the bad fruit formation and abortion of flowers.

5. Conduct research using different irrigation frequencies.

XII. BIBLIOGRAFÍA

12.1. PUBLICACIONES

1. **EDIFARM, 2008.** Vademécum Agrícola, décima edición, Editorial Soboc Grafic.
Quito-Ecuador.1028 p.
2. **Osoria, D. 2003.** Volvamos al Campo. Grupo Latino LTDA. Colombia. Producción
de Pimentón, Tomate y Lechuga en Hidropónicos. 6-15 p.
3. **Rodríguez, A. 2007.** Curso Práctico Internacional de Hidroponía. Lima –Perú.
22-37 p.
4. **Universidad de OSAKA, 1998.** Curso de Horticultura Protegida. Japón, JICA.
5. **Urrestarazu, M. 2004.** “Tratado del cultivo sin suelo”. Tercera Edición. Ediciones
Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona.914 p.

12.2.1. VÍNCULOS DE INTERNET

1. **Andrade R. 2007.** Cultivo Hidropónico. Chile. Disponible en:
<http://html.rincondelvago.com/cultivo-hidroponico.html>



2. **Castillo, J. 2004.** En el artículo “Guía de cultivo del Pimiento en Invernadero” Disponible en: www.navarraagraria.com/n144/arpimin.pdf
3. **Colaboradores de Wikipedia, 2010.** *Capsicum annum*. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/pimiento>.
4. **COMP DIAZ. 2010.** Cultivo de Pimentón. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/56113899/29399979-Manual-Pimenton>
5. **Consumer, E 2011.** Guía práctica de Hortalizas y Verduras. Disponible en: <http://verduras.consumer.es/documentos/hortalizas/pimiento/intro.php>
6. **Gilsanz, J. 2007.** Hidroponía. Editorial Andes 1365. Montevideo - Uruguay. 16 p. Disponible en http://www.inia.org.uy/publicaciones/documentos/ad/ad_509.pdf
7. **Guo, M. 2009.** Agricultura revitalizada durante siglos por el biocarbón. Editorial Lexur. Granada. 1 p. disponible en: <http://www.solociencia.com/agricultura/08052603.htm>
8. **Hernández, J. 2010.** Cascarilla de arroz. 0901032. Santiago – Chile. 1 p. Disponible en: <http://www.semilleria.cl/desarrollo/DetalleProducto.aspx?id=462&idc=107>
9. **Holguín, P. 2002.** Estudio de prefactibilidad para la producción de Pimiento en la Península de Santa Elena. Ecuador. 25-30 p. Disponible en: http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-31508.pdf
10. **Jardineros Maestros de Extensión. 2010.** Pimiento Gigante Marconi. Estados Unidos. Disponible en:

Autores: Carlos Orellana Y. y Eugenia León



- <http://www.colostate.edu/Dept/CoopExt/4dmg/Whats/Amer/slct/marconi.htm>
11. **López, E. 2000.** “Evaluación agronómica de cultivares de pimiento en cultivo hidropónico”. México. Disponible en:
http://www.global-agronomics.com/hp_002.pdf
 12. **LowFatLifestyle. 2009.** Pimiento Cubanelle. Disponible en:
http://www.lowfatlifestyle.com/flavoring/peppers_fresh_dried_cubanelle.htm
 13. **Melgar, R. 2005.** Fertilizantes y Soluciones Concentradas. Bordenave – Argentina. Disponible en:
<http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizantes%20y%20Soluciones%20Concentradas.asp>
 14. **Productores de Hortalizas. 2004.** Plagas y Enfermedades de Chiles y Pimientos. México. Disponible en:
http://vegetablemndonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Pepper_Spanish.pdf
 15. **Rodríguez, M. 2008.** Evaluación de tres híbridos de Pimiento, Quevedo – Ecuador. 94 p. Disponible en:
<http://www.biblioteca.ueb.edu.ec/bitstream/15001/174/1/TE SIS.pdf>
 16. **Sánchez, R. Moreno, R. Puente, M. Araiza, Ch. 2004.** Selección de sustratos para la producción de hortalizas en invernadero. Torreón - Coahuila – México, 65-67 p. Disponible en:

<http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort04/04-Seleccion->

[sustratos-prodhortinvernadero.pdf](#)

17. Universidad Nacional Agraria La Molina, 2001.

Producción Hidropónica en invernaderos. Lima – Perú. Disponible en:

<http://www.horticom.com/tematicas/pimientos/pdf/capitulo5.pdf>

18. Universidad Nacional Agraria La Molina, 2005. Centro de Investigación de

Hidroponía y nutrición Mineral. Solución Nutritiva La Molina. Lima – Perú.

Disponible en:

www.cannabiscafe.net/foros/attachment.php?attachmentid=89192&d

XIII. ANEXOS

ANEXO Nº 1. FOTOGRAFÍAS

a) Producción de plántulas



Foto Nº 1. Llenado de gavetas con turba.



Foto Nº 2. Siembra



Foto N° 3. Estructura de protección de semilleros.



Foto N° 4. Emergencia de plántulas



Foto N° 5. Plántulas V. Tropical Irazú



Foto N° 6. Plántulas V. Marconi



Foto N° 7. Plántulas V. Cubanelle.



Foto N° 8. Plántulas listas para el transplante (6ta semana de la siembra)

b) Instalación de los canales metálicos.



Foto N° 9. Colocación de canales

c) Desinfección del sustrato (cascarilla de arroz)



Foto N° 10. Sacos de cascarilla



Foto N° 11. Colocación en el tanque



Foto N° 12. Cascarilla luego de hervir.



Foto N° 13. Solarización.

d) Colocación del sustrato en los canales.



Foto N° 14. Colocación de la cascarilla de arroz



Foto N° 15. Colocación del biocarbon



Foto N° 16. Mezcla de la cascarilla con el Biocarbón



Foto N° 17. Sustrato mesclado

e) Instalación del Sistema de Riego



N° 18. Tanques de reserva.
Autores: Carlos Orellana Y. y Eugenia León



Foto N° 19. Instalación de la

Foto

tubería principal.



Foto N° 20. Programador de Riego (TIMER)

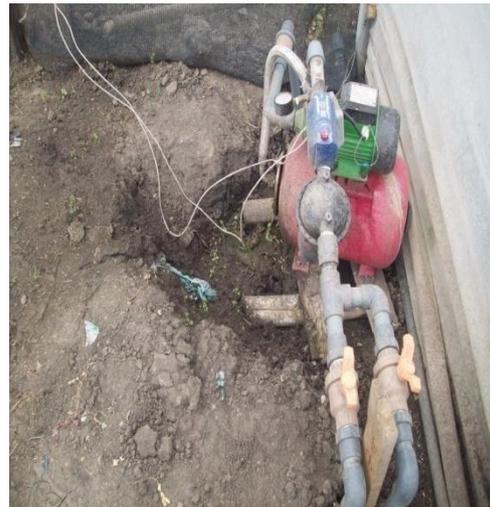


Foto N° 21. Bomba de ½ HP



Foto N° 22. Instalación de la cinta de goteo



Foto N° 23. Adecuación de las cintas de goteo en los canales

f) Preparación y Aplicación de la solución nutritiva La Molina.

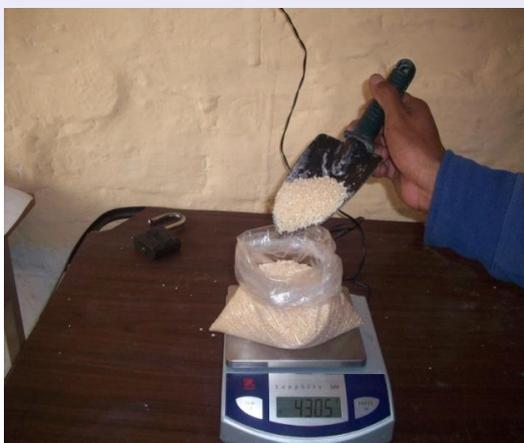


Foto N° 24. Pesaje de los nutrientes.



Foto N° 25. Macroelementos

Autores: Carlos Orellana Y. y Eugenia León



Foto N° 26. Microelementos



Foto N° 27. Dilución de Nutrientes.



Foto N° 28. Aplicación de la solución nutritiva al tanque de reserva



Foto N° 29. Mezcla de la solución nutritiva con el agua

g) Transplante



Foto N° 30. Plántulas y Transplantador.



Foto N° 31. Transplante

Autores: Carlos Orellana Y. y Eugenia León



Foto N° 32 y 33. Plántulas luego del transplante.

h) Tutoraje



Foto N° 34 y 35. Tutorado de Plántulas con una piola.



Foto N° 36 y 37. Colocación de la segunda piola para mejorar el anclaje.

Poda



Foto N° 38. Plantas antes de la poda.



Foto N° 39. Poda de hijuelos.



Foto N° 40 y 41. Plantas luego de la poda



Foto N° 42. Plantas luego de la poda de hojas bajas.

i) Control fitosanitario



Foto N 43 y 44. Control de insectos en el cultivo



Foto N° 45. Productos químicos utilizados para el control de plagas y enfermedades

j) Cuidado y manejo de las unidades experimentales.



Foto N° 46. Ajuste del pH y C.E.



Foto N° 47. Conductímetro



Foto N° 48. pH Meter.



Foto N° 49. Control de Humedad y Temperatura

k) Cosecha en verde



Foto N° 50 y 51. Cosecha e identificación



Foto N° 52. Frutos cosechados V. Tropical Irazú.



Foto N° 53. Frutos cosechados
V. Marconi



Foto N° 54. Frutos cosechados
V. Cubanelle



Foto N° 55. Plantas de pimiento adultas

ANEXO N° 2. DISTRIBUCIÓN DE UNIDADES EXPERIMENTALES

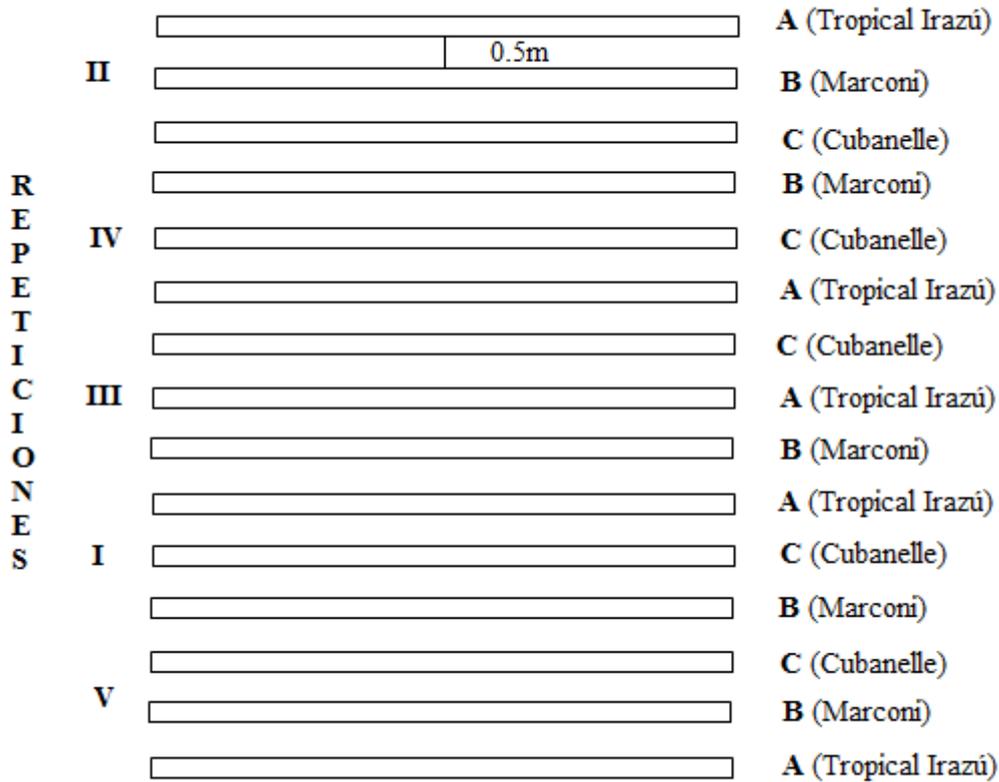
| | | TRATAMIENTOS |
|---------------------|------------|------------------|
| REPETICIONES | II | A Tropical Irazú |
| | | B Marconi |
| | | C Cubanelle |
| | IV | B Marconi |
| | | C Cubanelle |
| | | A Tropical Irazú |
| | III | C Cubanelle |
| | | A Tropical Irazú |
| | I | B Marconi |
| | | A Tropical Irazú |
| | | C Cubanelle |



| | |
|----------|-------------------------|
| V | B Marconi |
| | C Cubanelle |
| | B Marconi |
| | A Tropical Irazú |

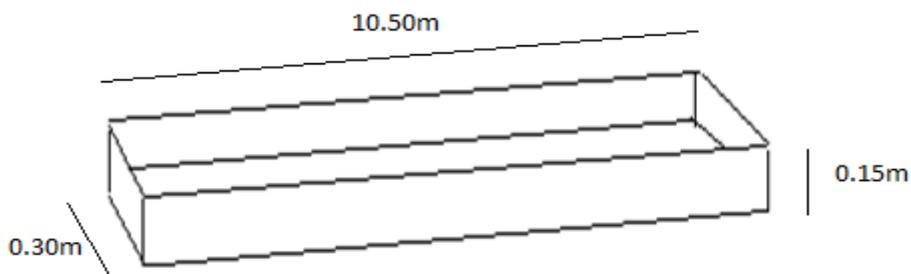
ESCALA:
1:100

TRATAMIENTOS



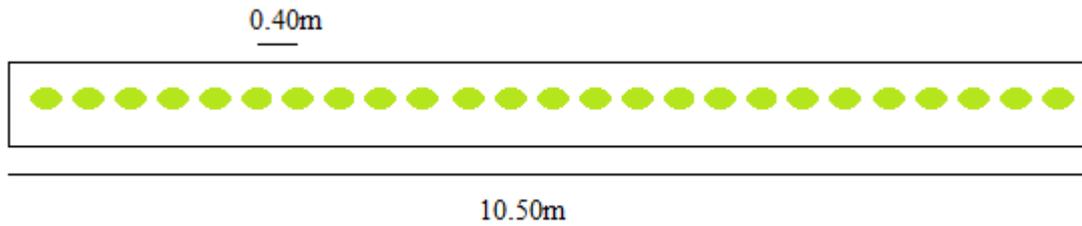
ANEXO Nº 3. CARACTERISTICAS DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

a) Canales metálicos con sus respectivas medidas.



b)

Canales de cultivo con plantas a 0,40m.



ANEXO Nº 4: CÁLCULO DEL ANÁLISIS DE VARIANCIA

CUADRO Nº 2. Altura en cm de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico al momento del transplante.

| Repeticiones | Tratamientos | | | Σ |
|--------------|--------------|-------|-------|---------------|
| | A | B | C | Rep. |
| I | 7,28 | 7,52 | 6,26 | 21,06 |
| II | 7,92 | 8,10 | 5,32 | 21,34 |
| III | 7,60 | 7,66 | 5,80 | 21,06 |
| IV | 8,00 | 7,82 | 5,88 | 21,70 |
| V | 7,28 | 6,72 | 6,78 | 20,78 |
| Σ Trat. | 38,08 | 37,82 | 30,04 | 105,94 |
| $\bar{x}_i.$ | 7,62 | 7,56 | 6,01 | 7,06 |

Cálculos

$$1.- FC = \frac{(\sum X_{ij})^2}{rt} = \frac{(105.94)^2}{15} = 748.22$$

$$2.- SC \text{ Totales} = \sum X^2_{ij} - FC = (7.3)^2 + (7.9)^2 + \dots + (6.8)^2 - FC$$

$$= 759.30 - 748.22 = 11.08$$



$$3. - SC \text{ Tratamientos} = \frac{\sum X^2_i}{r} - FC = \frac{(38.08)^2 + (37.82)^2 + (30.04)^2}{5} - FC$$

$$= 756.57 - 748.22 = \mathbf{8.35}$$

$$4. - SC \text{ Repeticiones} = \frac{\sum X^2_j}{t} - FC = \frac{(21.06)^2 + (21.34)^2 + (21.06)^2 + (21.70)^2 + (20.78)^2}{3}$$

$$= 748.38 - 748.22 = \mathbf{0.16}$$

$$5.- SCE. \text{ Exp.} = Dif = SC \text{ Tot.} - SC \text{ Trat} - SC \text{ Rep}$$

$$= 11.08 - 8.35 - 0.16 = \mathbf{2.57}$$

CUADRO Nº 2.1. ADEVA de la altura en cm de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico al momento del transplante.

| F de V | gl | SC | CM | F Cal | F tabular | |
|------------------------|----|-------|------|----------|-----------|------|
| | | | | | 5% | 1% |
| Total | 14 | 11,08 | --- | | | |
| Tratamientos | 2 | 8,35 | 4,18 | 12,98 ** | 4,46 | 8,65 |
| Repeticiones | 4 | 0,16 | 0,04 | 0,13 NS | 3,84 | 7,01 |
| E. Experimental | 8 | 2,57 | 0,32 | | | |

CV= 8.03%

PRUEBA DE DUNCAN AL 5% PARA ALTURA AL TRANSPLANTE.

| Tratamiento | A | B | C |
|---------------|------|------|------|
| \bar{x}_i . | 7.62 | 7.56 | 6.01 |

a a
 b c

Comparaciones

| | DUNCAN | |
|--------------------------|--------|----|
| A-B = 7.62 - 7.56 = 0.05 | 0.83 | NS |
| A-C = 7.62 - 6.01 = 1.61 | 0.86 | S |
| B-C = 7.56 - 6.01 = 1.56 | 0.83 | S |

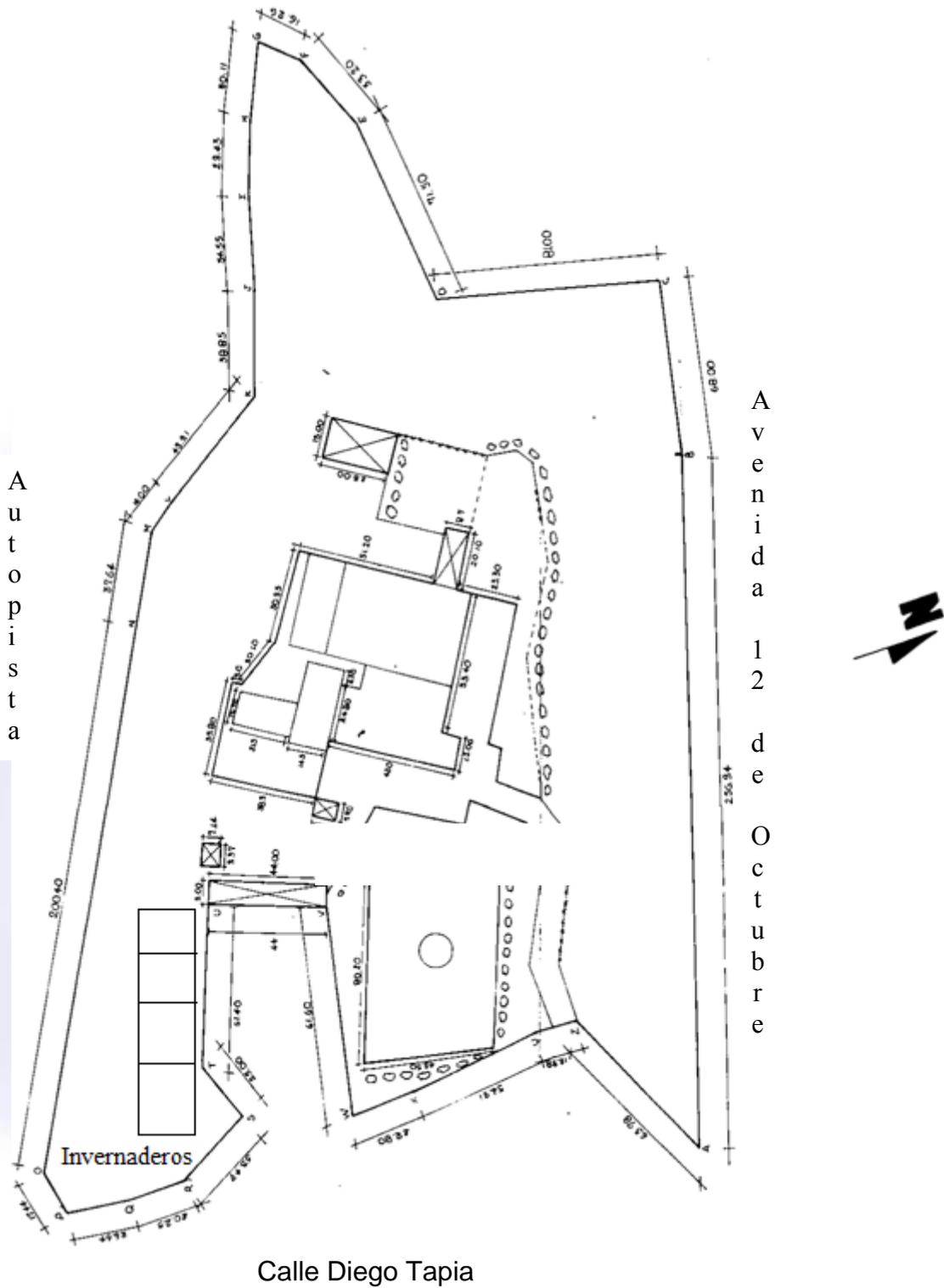
**ANEXO Nº 5. DATOS ANTES DE REALIZAR LA TRANSFORMACIÓN A RAÍZ CUADRADA DEL NÚMERO DE FRUTOS GRANDES.**

CUADRO Nº 24. Número de frutos grandes (>40gr) por planta de 3 variedades de pimiento en cultivo hidropónico en los tres meses de cosecha.

| Repeticiones | Tratamientos | | | Σ |
|----------------|--------------|------|------|--------------|
| | A | B | C | Rep. |
| I | 0.78 | 0.29 | 1.56 | 2.63 |
| II | 1.64 | 0.17 | 0.48 | 2.29 |
| III | 1.14 | 0.25 | 0.46 | 1.85 |
| IV | 0.80 | 0.14 | 0.48 | 1.42 |
| V | 1.16 | 0.20 | 0.71 | 2.07 |
| Σ Trat. | 5.52 | 1.05 | 3.69 | 10.26 |
| \bar{x}_i . | 1.10 | 0.21 | 0.74 | 0.68 |



ANEXO Nº 6. CROQUIS DEL LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN



Facultad de C.C.A.A. (2002)