

SEP

SECRETARÍA DE
EDUCACIÓN PÚBLICA



Tecnológico Nacional de México Instituto Tecnológico de la Zona Maya

USO DE GRAVILLA COMO SUSTRATO EN SEIS ESPECIES HORTÍCOLAS EN SISTEMA HIDROPÓNICO CERRADO

**Reporte Preliminar de Residencia Profesional
Que presenta la C. MONTIEL MONTIEL YURIDIA
N° de Control "12870093"
Carrera: Ingeniería en Agronomía Especialidad
Agrícola Sustentable**

**Asesor Interno: Mc. Víctor Eduardo Casanova
Villarreal**

Juan Sarabia, Quintana Roo

Diciembre 2016



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE LA ZONA MAYA

El Comité de revisión para Residencia Profesional del estudiante de la carrera de INGENIERÍA EN AGRONOMÍA, **Yuridia Montiel Montiel**; aprobado por la Academia del Instituto Tecnológico de la Zona Maya integrado por el asesor interno M en C. Víctor Eduardo Casanova Villarreal, la asesora externa, Dra. Esmeralda Cázares Sánchez, habiéndose reunido a fin de evaluar el trabajo titulado: **USO DE GRAVILLA COMO SUSTRATO EN SEIS ESPECIES HORTÍCOLAS EN SISTEMA HIDROPÓNICO CERRADO**, que presenta como requisito parcial para acreditar la asignatura de Residencia Profesional de acuerdo al Lineamiento vigente para este plan de estudios, dan fe de la acreditación satisfactoria del mismo y firman de conformidad.

ATENTAMENTE

Asesor Interno



M en C. Víctor Eduardo Casanova Villarreal

Asesora Externa



Dra. Esmeralda Cázares Sánchez

Juan Sarábia, Quintana Roo, diciembre, 2015.

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN	1
II. JUSTIFICACION	3
2.1 Ventajas de utilizar el método de hidroponía	5
2.2 Ventajas del empleo de invernaderos	5
2.3 Melón.....	6
2.4 Pepino verde	6
2.5 Sandía	6
2.6 Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i>).....	7
2.7 Chile habanero (<i>Capsicum chinense</i> Jacq.).....	7
2.8 Chile verde (<i>Capsicum frutescens</i>).....	8
III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO EL ESTUDIANTE	9
IV OBJETIVO GENERAL	11
V MATERIALES Y MÉTODOS	12
VI RESULTADOS Y DISCUSIÓN	14
VII PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES	19
VIII COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS	20
IX CONCLUSIONES	21
X RECOMENDACIONES	22
XI REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

figura 1 Ubicación del lugar	figura
2 Estructura del invernadero hidropónico.....	9
figura 3 Diseño experimental de bloques completamente al azar	13
figura 4 Respuesta de la variable altura en tres especies de solanáceas (habanero, chele verde y tomate), en dos soluciones diferentes (químico y químico más humus).	14
figura 5 Respuesta de la variable diámetro en tres especies de solanáceas (habanero, chile verde y tomate), en dos soluciones diferentes (químico y químico más humus).....	15
figura 6 respuesta del rendimiento agronómico en tres especies de solanáceas (chile habanero, chile verde y tomate)	15
figura 7, Respuesta de variable de Cantidad de fruto en tres especies de solanáceas (chile habanero, chile verde y tomate), en dos soluciones diferentes (químico y químico más humus).	15
figura 8, Respuesta de variable Altura en tres especies de cucurbitáceas (sandía, melón y pepino), en dos soluciones diferentes (químico y químico más humus)..	16
figura 9 Respuesta de variable Diámetro, en tres especies de cucurbitáceas (sandía, melón y pepino), en dos soluciones diferentes (químico y químico más humus).	16
figura 10 , Respuesta de variable de Cantidad de fruto en tres especies de cucurbitáceas (sandía, melón y pepino en dos soluciones diferentes (químico y químico más humus).	17
figura 11 Respuesta de variable de Cantidad de fruto en tres especies de cucurbitáceas (sandía, melón y pepino en dos soluciones diferentes (químico y químico más humus).	18

cuadro 1 análisis comparativo de cultivos tradicionales e hidropónicos o sin suelo	4
Cuadro 2 solución universal	13

I. INTRODUCCIÓN

Gericke originalmente definió la hidroponía como un crecimiento de cultivos en soluciones minerales, sin ningún medio sólido para las raíces. El autor académico más clásico de la hidroponía es Howard Resh.

Se define la Hidroponía como un sistema de producción en el que las raíces de las plantas se irrigan con la mezcla de elementos nutritivos esenciales disueltos en agua, y en lugar de suelo se utiliza como sustrato un material inerte y estéril, o simplemente la misma Solución Nutritiva (Sánchez et al.,1991, Gonzalez,2006 b).

Desde un punto de vista práctico, los cultivos hidropónicos pueden clasificarse en: cultivos hidropónicos (cultivo en agua más nutrientes o sobre materiales inertes) y cultivos en sustrato (cultivo sobre materiales químicamente activos, con capacidad de intercambio catiónico) (Abad y Noguera, 1997).

El cultivo sin suelo, es la técnica que más se utiliza para producir hortalizas en invernadero. Una Solución Nutritiva verdadera es aquella que contiene las especies químicas indicadas en la solución, por lo que deben de coincidir con las que se determinen mediante el análisis químico correspondiente (Steiner, 1961).

De acuerdo con Castañeda et al. (2007) el sistema de producción en invernadero hidropónico ofrece la ventaja de que establece una barrera entre el medio ambiente externo y el cultivo. Esta barrera crea un microclima que permite protegerlo del viento, granizo, heladas, plagas, enfermedades, hierbas y animales.

En México existe una creciente demanda de sustratos para la producción de horticultura protegida. El sustrato, puede intervenir o no en el proceso de nutrición mineral de la planta, por lo que se pueden clasificar como químicamente activos (turbas, corteza de pino, fibra o polvo de coco, etc.) o químicamente inertes (perlita, lana de roca, roca volcánica, entre otros) (Cadahía, 2005; Urrestarazu, 2004; Pastor, 1999).

Con respecto al tezontle (gravilla) Vargas et al. (2008), reportan que la densidad aparente y la densidad real aumentaron conforme disminuyó el tamaño de la partícula; mientras que el espacio poroso total se incrementó con el aumento en el tamaño de partícula.

Las partículas de tamaño uniforme mejoran el suministro de oxígeno a las raíces, comparado con mezclas de partículas de diferentes tamaños (Steiner, 1968; Biran y Eliassaf, 1980; Gislserod, 1997).

La planta absorbe mayor cantidad de agua que de nutrientes, lo cual propicia que la Solución Nutritiva (SN) tienda a aumentar su concentración. Además, los iones disueltos en la SN cambian su relación mutua entre ellos debido a su absorción diferencial (Chazelle, 1996). En este sentido, el sistema hidropónico influye de manera decisiva en sistemas cerrados, donde la SN se recicla, lo que es fundamental considerar, debido a que se debe ajustar periódicamente la concentración y la relación mutua entre los iones.

En los sistemas de producción bajo condiciones protegidas, el estrés nutricional de los cultivos puede evitarse adicionando otras fuentes de nutrición. El té de vermicomposta (VC), es una solución resultante de la fermentación aeróbica del VC en agua de la llave, o pozo, este puede utilizarse como fuente nutritiva, debido a que contiene elementos nutritivos, sustancias solubles y microorganismos benéficos (Edwards et al., 2010).

La hidroponía te permite diseñar estructuras simples y/o complejas favoreciendo las condiciones ambientales idóneas para producir cualquier planta de tipo herbáceo aprovechando en su totalidad cualquier área (azoteas jardines, suelos infértiles, terrenos escabrosos, etc.) sin importar las dimensiones como el estado físico de estas.

II. JUSTIFICACION

Este sistema de producción requiere un continuo abastecimiento de nutrimentos, el cual se suministra por medio de una solución nutritiva (SN) que contiene los elementos esenciales para el Óptimo desarrollo de los cultivos. El conocimiento de cómo preparar y manejar la Solución Nutritiva permite aprovecharla al máximo, para así obtener un mayor rendimiento de los cultivos y una mejor calidad de los frutos. Un elemento es esencial cuando es de utilidad para el productor, desde el punto de vista práctico (Bennett, 1997).

Por un lado, el agua es un recurso cada vez más escaso, y por otro, los fertilizantes son cada vez más caros (Huang, 2009). Por lo tanto, para la producción de estos cultivos es necesario considerar que el gasto de agua y fertilizantes es elevado, de tal manera que se hace necesario buscar alternativas de producción para un uso más eficiente de dichos recursos.

Se ha reportado que la recirculación de la solución nutritiva disminuye el gasto de agua y fertilizantes, a niveles en que se puede obtener un ahorro de hasta un 30 % (Dhakal et al., 2005), además de un menor impacto ambiental al evitar la infiltración de sales minerales que finalmente llegan a ríos y mares (Massa et al., 2010 y Páez et al., 2007).

En los cultivos hidropónicos deben tener una alta porosidad, de la cual una buena proporción debe ser de macro poros; mientras que en un suelo la porosidad total en algunas ocasiones puede alcanzar apenas un 50% en suelos bien drenados (meso poros y micro poros). Se entiende por contenedor a cualquier recipiente que tenga una altura limitada y que su base se encuentre a presión atmosférica (Burès, 1998).

Desde el punto de vista medioambiental los criterios más importantes para la elección de un material como sustrato en cultivos sin suelo son: su durabilidad y capacidad para ser reciclado posteriormente (Abad y Noguera, 2000).

Para el estudio de los sustratos es indispensable concebir a los sustratos en contenedor como un sistema formado por tres fases:

Sólida; asegura el anclaje del sistema radical y la estabilidad de la planta.

Líquida; asegura el suministro de agua y nutrientes a la planta.

Gaseosa; Que asegure el intercambio de oxígeno y bióxido de carbono entre las raíces y el medio externo.

Por ello caracterizar un sustrato es evaluar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, para establecer si son adecuadas para el desarrollo de un cultivo o bien es necesario hacer una adecuación para utilizarlo.

cuadro 1 análisis comparativo de cultivos tradicionales e hidropónicos o sin suelo

Características esenciales	Sobre suelo	Sin suelo
Nutrición de la planta	Es difícil controlar debido a su variabilidad por el medio ambiente	Se tiene estabilidad permitiendo monitorear y corregir
Espaciamiento	Se limita su fertilidad y la densidad de plantación es menor	Altas densidades y mayor aprovechamiento de espacio y luz.
Control de maleza	Se tiene mayor presencia de malezas	Disminuye la población y resultan casi inexistentes
Enfermedades y patógenos en el suelo	Son propensas a enfermedades producidas por el suelo	No existen patógenos debido a que se sustituyó el suelo
Agua	Tiende a un estrés hídrico debido que aunque le suelo	No existe tal estrés ya que las técnicas hidropónicas tienen siempre disponible el agua

	tenga agua no está disponible en su totalidad.	
--	--	--

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

2.1 Ventajas de utilizar el método de hidroponía

- Son Cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos y contaminación.
- Reducción de costos de producción.
- Independencia de los fenómenos meteorológicos.
- Permite producir cosechas en contra estación.
- Menos espacio y capital para una mayor producción.
- Se evita la maquinaria agrícola (tractores, rastras, etcétera) y un punto importante que el agua se cambia cada 15 días, es una ventaja que a diferencia de la agricultura tradicional la planta no hace un gasto elevado de agua.
-

2.2 Ventajas del empleo de invernaderos

- Precocidad en los frutos.
- Aumento de la calidad y del rendimiento.
- Producción fuera de época.
- Ahorro de agua y fertilizantes.
- Mejora del control de insectos y enfermedades.

En los sistemas de producción bajo condiciones protegidas, el estrés nutrimental de los cultivos puede evitarse adicionando otras fuentes de nutrición. El té de Vermi Composta(VC), es una solución resultante de la fermentación aeróbica del VC en agua, Esta resultante puede utilizarse como fuente nutritiva, debido a que contiene elementos nutritivos, sustancias solubles y microorganismos benéficos (Edwards et al., 2010).

Vivanco (1998), expresa que el humus es el mejor abono orgánico, ya que posee un contenido muy alto en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio asimilables,

acompañado por gran cantidad de bacterias, hongos y enzimas que continúan el proceso de desintegrar y transformar la materia orgánica.

2.3 Melón

Me nombre común: melón

Nombre científico: *cucumis melo*.

Origen: algunos botánicos sitúan el origen del melón en África, aunque otros lo ubican en el Continente asiático.

El melón es de la familia de las cucurbitáceas. Es una fruta muy refrescante, con un excelente sabor dulce y un alto contenido en agua, lo que hace que sea muy apetecible en verano. Debido a su alto contenido en agua, se recomienda en las dietas de adelgazamiento. Esta fruta previene el estreñimiento debido a la cantidad de fibra que contiene. Además, es una fruta con pocas calorías, aunque con un alto contenido en potasio

2.4 Pepino verde

El pepino (*Cucumis sativus*), familia de las cucurbitáceas es una planta originaria de las regiones tropicales del sur de Asia y se ha cultivado en la India desde hace aproximadamente tres mil años. Con los posteriores movimientos humanos el pepino se extendió poco a poco por el mundo.

El pepino cuenta con vitaminas C y K, minerales como potasio, magnesio, manganeso, sílice. El pepino es sensible a un bajo valor de humedad relativa, por lo que debe mantenerse entre el 60 y 70 por ciento, cuidando que tampoco se eleve demasiado ya que el cultivo es propenso a enfermedades fungosas, las cuales se desarrollan con elevada humedad relativa. algunos antioxidantes que son benéficos para el organismo.

2.5 Sandía

Es una planta monoica, familia de las cucurbitáceas, presentando flores solitarias tanto masculinas como femeninas en las axilas de las hojas. La diferenciación de la flor es sencilla, ya que la flor femenina posee un ovario ínfero que se ve a simple vista

La sandía requiere temperaturas de germinación de 15 °C como mínimo. El óptimo está alrededor de los 25 °C. La floración requiere temperaturas entre 18-25 °C; temperaturas más bajas, pueden interferir negativamente en la polinización y existen flores en diferentes estados; para definir el estado de floración en que se encuentra una plantación se utiliza el concepto de estado más frecuente, definible como el estado que aparece en mayor proporción en ese momento cuajado de frutos y éstos, aunque se desarrollen pueden aparecer deformados.

2.6 Tomate (*Lycopersicum esculentum*)

el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) se mejora el rendimiento y resulta ser el más eficiente en el uso del agua. pertenece a la familia de las Solanáceas y, aunque actualmente es cultivada a lo largo y ancho del planeta, es originaria del continente americano.

Es muy apreciada desde el campo alimenticio por su rico fruto (tipo baya), carnoso y de color rojo, al que llamamos tomate, y que utilizamos cotidianamente tanto crudo como procesado de diferentes maneras. En cuanto a su cultivo, es importante señalar que es una hortaliza con un ciclo de cultivo bastante complejo, y con unos requerimientos vitales y nutricionales muy completos. Necesita riegos abundantes. El sustrato, puede intervenir o no en el proceso de nutrición mineral de la planta, por lo que se pueden clasificar como químicamente activos (turbas, corteza de pino, fibra o polvo de coco, etc.) o químicamente inertes (perlita, lana de roca, roca volcánica, entre otros) (Cadahía, 2005; Urrestarazu, 2004; Pastor, 1999).

2.7 Chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.)

Pertenece a la familia de las Solanáceas.

La producción de chile habanero ha sido limitada por una serie de factores entre los que se encuentran la incidencia de plagas y enfermedades, control de la nutrición y programación eficiente del riego

El chile habanero ocupa un lugar muy importante en la dieta de la población yucateca (Cázares y Duch, 2002) y se ha convertido en un símbolo y ejemplo en pungencia para el resto de los cultivares, debido a su alto contenido de capsaicinoides (Zewdie y Bosland, 2000; Cázares *et al.*, 2005). Este compuesto ha sido determinante en el incremento en su demanda en el mercado nacional e internacional debido a su amplia utilización en la medicina, cosméticos, pinturas, gases lacrimógenos, salsas, etc. (Soria *et al.*, 2002).

2.8 chile verde (*capsicum frutescens*)

Perteneciente a la familia de las solanáceas.

La planta crece aproximadamente entre 60 y 70 cm de alto, tiene hojas de color verde oscuro, de bordes lisos, planas y de forma ovoide y alargada. Las flores tienen cinco pétalos y son blancas y pequeñas y hermafroditas. A los dos días, la flor empieza a caer y empieza a formar el chile. Las flores y los chiles crecen en las axilas de las ramas.

Cuando los chiles maduran miden unos tres o cuatro centímetros y pueden hacerse curvos y empezar a cambiar de color, a naranja o rojo. Por lo general los chiles serranos se consumen verdes, antes de que cambien de color.

Se dice que son buenas plantas para acompañar tomates y cilantro (es decir que las puedes sembrar juntas y tienen un efecto benéfico entre sí).

III DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DEL TRABAJO EL ESTUDIANTE

Se realizó en el Instituto Tecnológico de la Zona Maya Quintana Roo, Carretera Chetumal - Escárcega, kilómetro 21.5, Ejido Juan Sarabia, Chetumal, Othón P. Blanco, Quintana Roo, C.P. 77965.

En el invernadero hidropónico con las siguientes coordenadas: 18°31'00.0"N 88°29'15.6"W

figura 2 Ubicación del lugar



figura 1 Estructura del invernadero hidropónico



El Tecnológico de la Zona Maya ofrece 3 carreras profesionales a nivel licenciatura

y una maestría en agro ecosistemas sostenibles.

Ingeniería en Agronomía: Con especialidad en: *desarrollo agrícola sustentable.*

Ingeniería Forestal: Con especialidad en: *Manejo de Bosques tropicales*

Ingeniería en Gestión Empresarial

Maestría en agro ecosistemas sostenibles Especialidad: Agrícola Sustentable.

Misión

“Contribuir a la formación integral de profesionales que coadyuven al desarrollo socioeconómico de las zonas rurales del país y en lo particular del Estado de Quintana Roo, mediante la prestación de servicios de educación superior, así como de investigación, desarrollo tecnológico y capacitación para el trabajo; orientados al sector agropecuario y forestal para mejorar su producción y productividad”.

Visión

“Ser una institución con excelencia académica, líder en el desarrollo agro empresarial, con tecnologías acordes a las características agroecológicas y sociales del Caribe, que a través de la investigación y vinculación participe activamente en el desarrollo socioeconómico de la región y además cuente con una cultura organizacional de calidad”

3 OBJETIVO GENERAL

Uso de gravilla caliza como sustrato en seis especies hortícolas **melón** (*Cucumis melo*), **sandía** (*Citrullus lanatus*), **pepino verde** (*Cucumis sativus*), **chile verde** (*Capsicum frutescens*), **chile habanero** (*Capsicum chinense*) y **Tomate** (*Lycopersicum esculentum*)) en sistema hidropónico cerrado

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la altura, el diámetro, rendimiento agronómico y cantidad de fruto de seis especies hortícolas (**melón** (*Cucumis melo*), **sandía** (*Citrullus lanatus*), **pepino verde** (*Cucumis sativus*), **chile verde** (*Capsicum frutescens*), **chile habanero** (*Capsicum chinense*) y **Tomate** (*Lycopersicum esculentum*)), bajo el efecto de la gravilla usada como sustrato, en un sistema hidropónico cerrado.
- Utilizar dos soluciones nutritivas una de Steiner y la otra de Arnold y Hougland +Humus.
- Evaluar cuál de las dos soluciones da más producción.
- Obtener Semilla de chile Habanero y Chile verde.

4 MATERIALES Y MÉTODOS

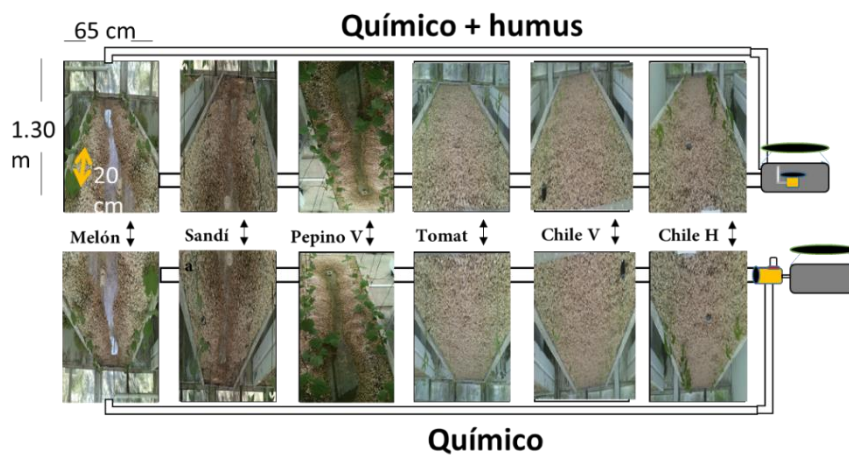
El invernadero hidropónico tipo túnel, cuenta con sistema re circulante seis camas de siembra de lado izquierdo y seis de lado derecho cada lado una con su propia bomba, depósito de agua, tuberías y solución distinta. Cuidando la posición en las tres primeras camas se establecieron las cucurbitáceas y en las siguientes tres las solanáceas, y las medidas de las camas de siembra son de 65 cm de ancho por 1.30 metros de largo. Se llevó acabo un diseño experimental con dos tratamientos (soluciones nutritivas) con 5 repeticiones por cama de las 6 especies. Se utilizaron semillas de, melón *chino*, Sandía *Sugar Baby*, Pepino Verde, Tomate tipo *Saladett*, Chile Verde y Chile Habanero *var Gènesis*.

Se sembraron 14 plantas por cama a una distancia de separación de 20cm entre planta, sembrando una especie diferente en cada cama; la siembra se llevó a cabo cuando salieron las hojas verdaderas, y seguidamente se agregó la solución nutritiva a cada tratamiento las soluciones fueron universal en ambos casos debido a la diversidad de especies hortícolas con autores diferentes en las soluciones en tratamiento químico puro, la solución universal utilizada fue la de Steiner y en químico + humus, se utilizó la solución universal de Arnold y houland.

Para preparar la solución de Hogland y Arnon (1938); se requieren los pesos en ppm y se le agrego a la solución 20 litros de humus de lombriz (*Eisenia foetid*

a) a un Contenedor de 750 Litros de agua al tratamiento químico más humus y el tratamiento químico solo se aplicó la solución química.

figura 3 Diseño experimental de bloques completamente al azar



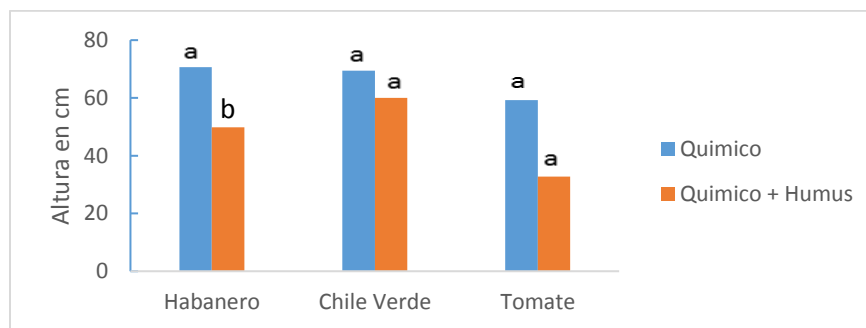
Fuentes de fertilizantes: Para una capacidad de 750 L de agua cada tratamiento.

Cuadro 2 solución universal

Steiner	Arnold y houland + 20 L humus de lombriz
Nitrógeno 167 ppm	N 210 ppm
Fósforo 31 ppm	K 235 ppm
Potasio 277 ppm	Ca 200 ppm
Magnesio 49 ppm	P 31 ppm
Calcio 183 ppm	S 64 ppm
Azufre 67 ppm	Mg 48 ppm
Hierro 3 ppm	B 0.5 ppm
Manganeso 1.97 ppm	Fe 1 to 5 ppm
Boro 0.44 ppm	Mn 0.5 ppm
Zinc 0.11 ppm	Zn 0.05 ppm
Cobre 0.02 ppm	Cu 0.02 ppm
Molibdeno 0.007 ppm	Mo 0.01 ppm

5 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

figura 4 Respuesta de la variable altura en tres especies de solanáceas (habanero, chele verde y tomate), en dos soluciones diferentes (químico y químico más humus).



El análisis estadístico de las medias de la altura arroja para el chile habanero el mejor tratamiento (químico), el cual supera en un 29.5% al tratamiento químico + humus, el cual es significativo estadísticamente ($\alpha \leq 0.05$). Esto es debido a la asimilación de nutrimentos en químico es más que en orgánico. La cantidad de nutrimentos que requieren las plantas depende de la especie, la variedad, la etapa fenológica y las condiciones ambientales (Carpena et al., 1987; Adams, 1994b).

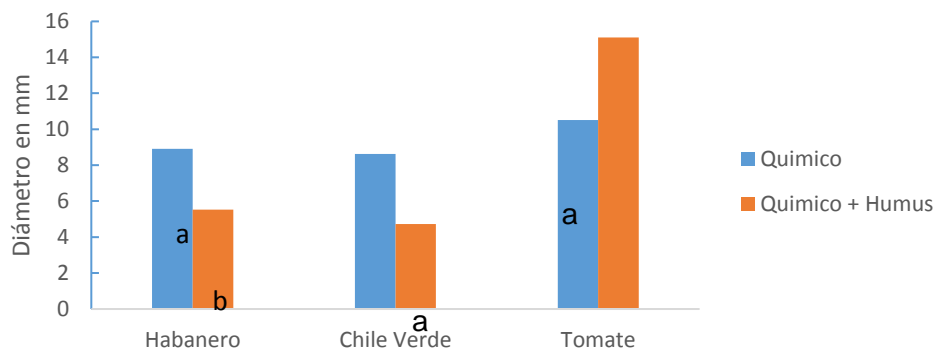
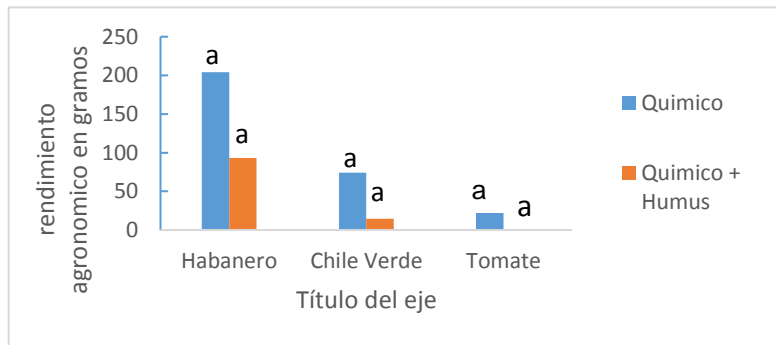


figura 5 Respuesta de la variable diámetro en tres especies de solanáceas (habanero, chile verde y tomate), en dos soluciones diferentes (químico y químico más humus).

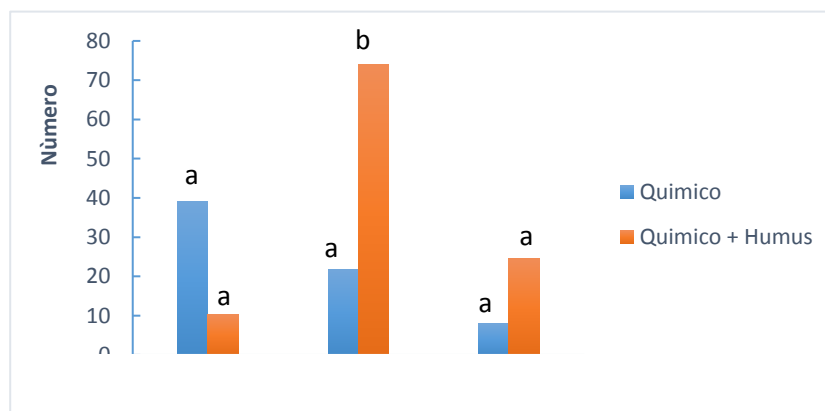
Como se puede observar en la gráfica, el tratamiento químico + humus en tomate tuvo una respuesta sobre la variable diámetro que estadísticamente no es significativo, aunque se aprecia a simple vista que lo supera en un 30.38%. Esta diferencia no significativa se pudo de ver a que el tomate demanda más agua.

figura 6 respuesta del rendimiento agronómico en tres especies de solanáceas (chile habanero, chile verde y tomate)



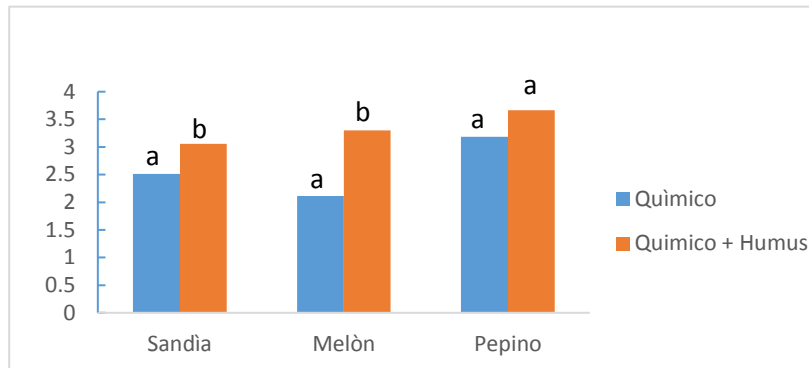
El análisis estadístico de las medias arroja que para el rendimiento agronómico el chile habanero con el tratamiento químico fue el mejor y supero al tratamiento químico + humus con un porcentaje de 54.25%, aun que estadísticamente no fue significativo. Esto posiblemente se debe a que tiene una buena absorción de nutrientes.

figura 7, Respuesta de variable de Cantidad de fruto en tres especies de solanáceas (chile habanero, chile verde y tomate), en dos soluciones diferentes (químico y químico más humus).



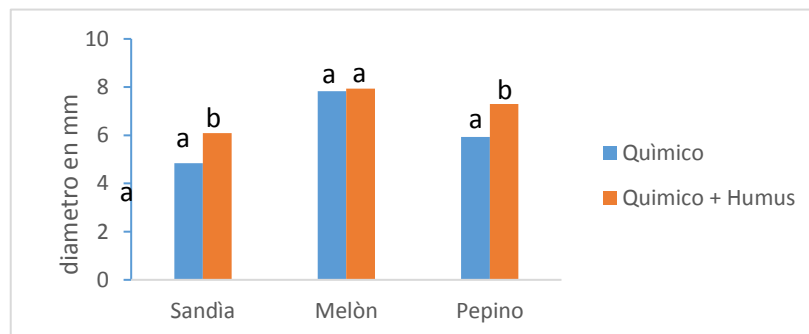
El análisis estadístico de las medias de cantidad de fruto arrojó como resultado que el tratamiento químico+ humus en chile verde, tuvo un porcentaje de 70.55% de diferencia arriba del tratamiento químico puro, lo que lo hace significativo estadísticamente ($\alpha \leq 0.05$). de tal forma que requieren un aporte de riegos muy puntual, en función de las necesidades hídricas de un cultivo (Canavás, 1999).

figura 8, Respuesta de variable Altura en tres especies de cucurbitáceas (sandía, melón y pepino), en dos soluciones diferentes (químico y químico más humus).



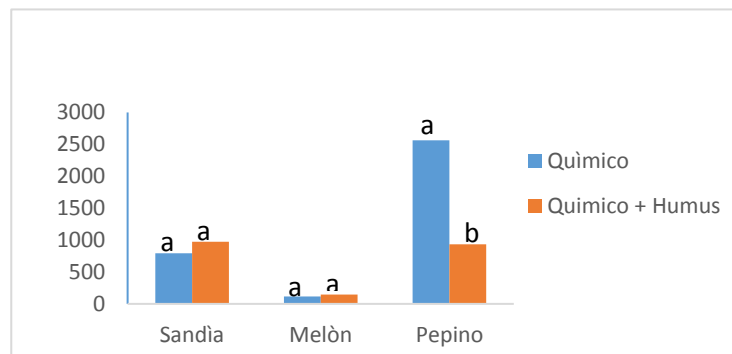
El análisis estadístico de medias en altura arroja que en pepino con tratamiento químico + humus es el de mejor resultado, superando en un 13% al tratamiento químico, a un que en sandía y melón si hay significancias estadísticamente con altura ($\alpha \leq 0.05$). Esto se debe a la buena asimilación de nitrógeno, el cual es el encargado del desarrollo del follaje y por lo tanto al crecimiento de la planta. Vivanco (1998), expresa que el humus es el mejor abono orgánico, ya que posee un contenido muy alto en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio asimilables.

figura 9 Respuesta de variable Diámetro, en tres especies de cucurbitáceas (sandía, melón y pepino), en dos soluciones diferentes (químico y químico más humus).



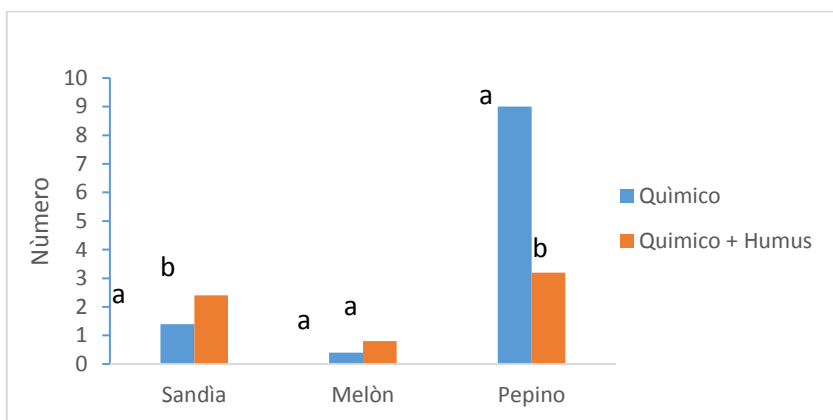
El análisis estadístico de medias de diámetro arroja que el tratamiento químico + humus tuvo mejores resultados en melón superando con un 1.27% al tratamiento químico, a un que a simple vista es notorio que no hubo significancia en melón, en el tratamiento químico + humus en sandia con un 79.55% y pepino con 81.24%, esto nos indica que si hubo diferencias significativas estadísticamente ($\alpha \leq 0.05$). Esto se puede deber a las cantidades de calcio que asimilo la planta, esto hace que se desarrollen más raíces e incremente el diámetro y Esto permite que asimile a un más los nutrientes

figura 10 , Respuesta de variable de Cantidad de fruto en tres especies de cucurbitáceas (sandía, melón y pepino en dos soluciones diferentes (químico y químico más humus).



En el análisis estadístico de medias del rendimiento agronómico, el tratamiento que tuvo más porcentaje fue el químico con un 63.59% en pepino, más que el tratamiento químico + humus. A simple vista se puede observar en la gráfica y es preciso mencionar que en el tratamiento químico si hay diferencias significativas estadísticamente ($\alpha \leq 0.05$). Fabeiro *et al.* (2002) mencionan que los rendimientos de las plantas tienen un comportamiento lineal cuando se incrementa la humedad del suelo, pero llegan a un nivel en donde un mayor contenido de humedad no se traduce en un mayor rendimiento. En hidroponía se programan los riegos según la etapa del cultivo.

figura 11 Respuesta de variable de Cantidad de fruto en tres especies de cucurbitáceas (sandía, melón y pepino en dos soluciones diferentes (químico y químico más humus).



En el análisis estadístico de medias de cantidad de frutos arroja como resultado del tratamiento químico en pepino un porcentaje de 64.45%, siendo este significativo estadísticamente ($\alpha \leq 0.05$). Y en la gráfica se puede apreciar la diferencia con el tratamiento químico + humus. La pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los nutrimentos puede ocasionar su deficiencia en la planta. Además, de este problema se genera un desbalance en la relación mutua entre los iones (Steiner, 1961).

6 PROBLEMAS RESUELTOS Y LIMITANTES

La hidroponía surgió por una necesidad que la mayoría de las aéreas agrícolas ya no son tan productivas como algún tiempo lo fueron, ya sea por la falta de agua, la poca fertilidad de los suelos, espacio, los cambios climáticos, etc. han buscado alternativas tecnológicas que permitan cultivar a cualquier persona productos de calidad en pequeños o grandes espacios y puedes producir todo el año.

La creciente población mundial exige cada día mayor cantidad y calidad de alimentos, en particular fuera de estación. Sin embargo los suelos disponibles se reducen paralelamente a su calidad, ante estas condiciones la hidroponía aparece como una alternativa viable que permite producir alimentos en todas las estaciones del año y en menor superficie (Lieth, 2008).

Para esta técnica de producción es indispensable contar con una fuente de oxigenación. Este es uno de los motivos por los que, en la actualidad, se prefieren sustratos porosos (por su aporte de oxígeno). En la actualidad existen una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, época, sistema de propagación, costo, disponibilidad y características propias del sustrato (Hartmann y Kester, 2002).

El tezontle es una roca volcánica utilizada como sustrato hidropónico en la producción hortícola y ornamental (Ojo de agua et al., 2008; Baca et al., 1991).

La opción de la Hidroponía Simplificada, se puede establecer como una de las herramientas básicas de la agricultura a nivel urbano o en las localidades, ya que es una técnica científica apropiada, que se adapta en forma excelente, a las condiciones del lugar que se quiera establecer un cultivo así sean urbanas o rurales y de ésta manera contribuir de manera efectiva a la seguridad alimentaria.

7 COMPETENCIAS APLICADAS O DESARROLLADAS

Nutrición vegetal

Biología celular

Modelos matemáticos aplicados a la agricultura

Estadística

8 CONCLUSIONES

Con base al presente proyecto concluyo que el uso de gravilla es un método muy eficaz que nos brinda otra alternativa de hacer agricultura y empleado a las soluciones distintas, lo que se obtuvo fue que no todas las especies hortícolas asimilan bien la solución, en cuanto a altura, diámetro, rendimiento agronómico y cantidad de frutos en solanáceas si hubo significancia en algunos parámetros medidos y en las cucurbitáceas también se presentaron diferencias, esto nos comprueba que no todas las especies asimilan de la misma manera los nutrimentos de la solución nutritiva.

9 RECOMENDACIONES

Sugiero que se repita el experimento y que se tomen especies de requerimientos similares para tener mejores resultados. Y que empiecen a optar por este método de hidroponía, ya que como ventajas adicionales se pueden mencionar mayor precocidad de la producción, eficiencia en el uso de agua y fertilizantes, posibilidad de usar aguas de menor calidad, y cuando el clima lo permite o con el uso de invernadero se pueden tener varias cosechas por año ((Sánchez, 1999).

En mi experiencia menciono que fue un trabajo muy agradable porque tuve la oportunidad de ocuparme de seis especies distintas y conocer cada etapa de los cultivos en un mismo experimento, así como solucionar los problemas en tanto a cuidados y manejo sanitario de cada una de las especies.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ansorena M., J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Ediciones Mundi-Prensa. p 107, p 109.
- Cázares–Sánchez, E. y J. Duch. 2002. La diversidad genética de las variedades locales de maíz, frijol, calabaza y chile, y su relación con características culinarias. pp. 69. *In*: J. L. Chávez, J. Tuxill y D. I. Jarvis (eds.). Manejo de la diversidad de los cultivos en los agro ecosistemas tradicionales. Instituto Internacional de Recursos Fito genéticos. Cali, Colombia.
- González–Meza, A. y B. A. Hernández–Leos. 2000. Estimación de las necesidades hídricas del tomate. *Terra* 18: 45–50.
- Reyes González, septiembre de 2012, dinámica nutrimental y rendimiento de pepino en sistemas hidropónicos con recirculación de la solución nutritiva, (para obtener el grado de Maestro en ciencias de Horticultura), Chapingo, México. Recuperado, <https://chapingo.mx/horticultura/pdf/tesis/TESISMCH2012091409124897.pdf>
- Camacho F. Ediciones Agro técnicas, S.L. Técnicas de producción en cultivos protegidos. Tema: El cultivo de la sandía invernada. España, pag. 651-689.