

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

Presentada al Centro de Investigación y Transferencia de
Tecnología, como previo requisito para la obtención del
título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Desarrollo morfológico y rendimiento del cultivo de pepino
(*Cucumis sativus*) mediante sistema hidropónico de sustrato
sólido en el cantón Babahoyo.”

AUTOR

Milton Emilio Rosado Morán

DIRECTORA DE TESIS:

Ing. Agr. MSc. Victoria Rendón Ledesma

BABAHOYO – LOS RÍOS – ECUADOR

2013

I. INTRODUCCION

En las últimas décadas la horticultura, fundamentalmente de los países desarrollados, ha sufrido grandes cambios, de manera que la necesidad de incrementar las producciones para satisfacer la demanda de los mercados y para mantener la rentabilidad de estos sistemas productivos, ha llevado hacia un mayor control ambiental con el fin de poder optimizar el desarrollo de los cultivos. En este sentido el control de la nutrición vegetal ha sido posible gracias a los sistemas de cultivo sin suelo (hidroponía), con los que se elimina el efecto amortiguador ejercido por el suelo y así someter la plantación a las condiciones deseadas. Esta ha sido promovida por FAO/RLC como parte de una estrategia de Agricultura Urbana para producir vegetales en espacios limitados urbanos.

A nivel mundial se cultivan 1,8 millones de hectáreas de pepino con una producción de 31,2 millones de toneladas, en la actualidad muy cultivada en lugares como Europa, Asia y América del Norte, ocupando el cuarto puesto en la producción de hortalizas, siendo el principal productor China con el 59% de la producción.¹

La producción en el Ecuador es aproximadamente de 1250 ha con un rendimiento de 13.2 Tm/ha, presentando la mayor producción en la Provincia del Guayas con 6,680Tm, observando en general que la productividad del pepino depende del material genético, condiciones climáticas y manejo tecnológico del cultivo.²

En hidroponía el objetivo principal, es que la familia pueda auto alimentarse y generar algún pequeño ingreso. Se adapta a poblaciones carenciadas, ya que emplea una tecnología sencilla, requiere poca inversión y utiliza mano de obra

¹ FAO, 2009

² Proyecto SICA, 2008

familiar. Generalmente es urbana o peri-urbana, aunque también se puede utilizar en zonas rurales.

La hidroponía posee las siguientes cualidades: Es una técnica de bajo costo y aprensible, fácil de aprender, no requiere conocimientos previos y rápidamente se obtienen resultados concretos; Permite producir vegetales "sin suelo y en escaso espacio físico", se realiza en recipientes con agua o en sustratos naturales de bajísimo costo (arena, cáscara de arroz, piedra pómez, etc.) y permite cultivar una amplia variedad de vegetales, por ejemplo, lechugas, tomates, zanahorias, apio, berro, berenjenas, frejoles, perejil, rabanitos, cebolla puerro, frutillas, melones, flores, plantas aromáticas y medicinales, etc.

Para que un sistema de cultivo sin tierra pueda ser empleado a nivel comercial, es necesario que permita el desarrollo de la raíz en perfectas condiciones, de manera que debe aportar de forma óptima los siguientes elementos: Aireación, Agua, luz, Temperatura y soluciones nutritivas.

Cualquier sistema hidropónico funcionará mejor, cuando los elementos antes mencionados sean adecuados o balanceados. Así, los sistemas con sustrato dependerán directamente del manejo del riego para conseguir un adecuado equilibrio aire/agua. Se puede argumentar que los sustratos sólidos son aquellos materiales en donde se desarrollan las raíces de las plantas y le sirven para su sostén. Al utilizar sustratos sólidos combinados, resulta mejor que emplearlos individualmente, ya que se aprovechan las características de la mezcla.

La producción de vegetales hidropónicos tiene una serie de ventajas demostradas en otros países de América Latina, como altos rendimientos, superior calidad organoléptica y sanitaria, elevada eficiencia en el uso de agua de riego y generación de ingreso para la venta directa en microempresas familiares. Por lo tanto, el sistema hidropónico es una alternativa para integrarla a programas de desarrollo social y productivo en zonas urbanas.

El cultivo del pepino es muy importante, ya que tiene un elevado índice de consumo, pues sirve de alimento tanto en fresco como industrializado. Esta hortaliza tiene una estabilidad, con un aumento de la producción y exportación. En el Ecuador se lo cultiva en los valles cálidos de la sierra y en el trópico seco del litoral. Los pepinos comúnmente son vendidos al por mayor, pero como táctica de mercado se lo ofrece al consumidor final en bandejas plastificadas con algunos pepinos pequeños, siendo una especie cuyo valor agronómico reside en su producción estacional, para lo cual necesita desarrollarse en cultivo protegido.

Es por esta razón y frente a lo descrito que los cultivos hidropónicos nos permiten producir alimentos de alta calidad e Inocuos para la Salud, y nos da la facilidad de realizar el presente trabajo de investigación utilizando variedades.

Objetivo General.

Evaluar el desarrollo morfológico y rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) mediante sistema hidropónico de sustrato sólido en el cantón Babahoyo.

Objetivos Específicos.

1. Estudiar el desarrollo del cultivo de pepino mediante el sistema hidropónico en sustrato sólido.
2. Identificar el tratamiento que alcance el mayor rendimiento de frutos en condiciones de hidroponía.
3. Analizar económicamente los resultados, en base a los costos de producción y la rentabilidad del cultivo.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Alarcón (2), manifiesta que la mayoría de explotaciones hortícola comerciales que utilizan el cultivo hidropónico emplean sustratos más o menos inertes, que apenas aportan elementos minerales al cultivo, si exceptuamos la arena de origen calcáreo que suministra cantidades considerables de calcio y magnesio. La nutrición de la planta debe aportarse por completo a través de la solución nutritiva, lo que trae consigo la posibilidad de un control preciso de la nutrición mineral según especie, momento fenológico, características climáticas, etc., para obtener la mayor rentabilidad al cultivo. Ahora bien, al tratarse de sustratos inertes carecen de capacidad tampón, equivocaciones o fallos en el control de la nutrición mineral o el ajuste del pH pueden ocasionar graves perjuicios la plantación la nutrición mineral de un cultivo hidropónico debe controlarse según la demanda de la planta.

Además señala que el deterioro progresivo del suelo de los invernaderos y de las zonas de producción hortícola en general, debido a un agotamiento, una contaminación fúngica y una salinización cada vez más desproporcionada, obliga a los agricultores a optar por el cultivo hidropónico como solución a dichos problemas. Por otra parte, actualmente resulta imprescindible la implantación de técnicas que nos lleven a una economización de los cada vez más escasos recursos hídricos, la técnica de cultivo hidropónico, dada su elevada tecnificación. Permite consumir únicamente el agua necesaria, minimizando todo tipo de pérdidas y aportando solamente la cantidad del preciado elemento que las plantas estrictamente necesitan, ello unido a la mayor productividad y calidad logradas mediante el uso de esta técnica al tener perfectamente controladas las variables de cultivo, permite la obtención de una mayor cantidad de producto con el mínimo consumo de agua y fertilizantes.(2)

Para La Molina (17), hasta 2012 el área total mundial destinada a la producción hidropónica era de 35.000 ha de las cuales el 80% lo representan solo 10

países y se estimó que para el año 2020 el total mundial del área bordearía las 42.000 ha, lo que demuestra que continúa en aumento la importancia de los cultivos sin suelo.

Resh, Howard M. (20), en la webside afirma que la hidroponía o agricultura hidropónica es un método utilizado para cultivar plantas usando soluciones minerales en vez de suelo agrícola. La palabra hidroponía proviene del griego, *hydro* = agua y *ponos* = trabajo. Las raíces reciben una solución nutritiva equilibrada disuelta en agua con todos los elementos químicos esenciales para el desarrollo de la planta. Y pueden crecer en una solución mineral únicamente o bien en un medio inerte como arena lavada, grava o perlita, entre muchas otras.

Resh, Howard M. en el mismo webside (20), difunde que la mayoría de los cultivos comerciales hidropónicos utilizan sustratos sólidos para el sostén de las plantas y que las mismas estén bien asentadas. Son cultivos sin suelo, en lo que respecta a no contener suelo natural. Perlita agrícola, fibras de coco, turba o lana de roca, son sustratos de gran uso en lo que se denominan cultivos hidropónicos. La denominación equivalente o más utilizada pasa a ser cultivos sin suelo, pues el medio de sostén de las plantas pasó a ser una sustancia inorgánica como la perlita u orgánica como turbas o ciertos desechos agrícolas como cáscaras de frutos -arroz, almendras, etc. En el caso de los cultivos sin suelo, al ser desarrollados por la industria o por aficionados, no fueron analizados en un principio, en cuanto al impacto que tendría su uso sobre el medioambiente, como ocurrió con otros desarrollos que redituaban comercialmente. De la misma manera, los sistemas hidropónicos fueron desde un principio "abiertos" al no considerarse el impacto ambiental que tendría el volcado de los efluentes tras su uso. El desarrollo de métodos "cerrados" que significan la economía en cuanto a la posibilidad de reutilización de los nutrientes y el evitar el impacto que tiene sobre el medio externo, volcar una solución que arrastra considerable cantidad de iones no utilizados por las

plantas que se cultivan. Al tener en cuenta la economía y el posible impacto ambiental se desarrollaron los sistemas cerrados o recirculantes. El manejo de estos nuevos sistemas requiere una tecnología más compleja. Como se menciona más arriba, existe una serie de desarrollos en el ámbito de los sustratos, además de ciertos automatismos desarrollados para facilitar el control de las soluciones y que éstas no varíen sus parámetros químicos.

Sin embargo para Solíz (15), la hidroponía es la ciencia de cultivo de plantas sin el uso de tierra, pero con uso de otros medios como: agua, arena, cascarilla de arroz, piedra pómez, aserrín entre otros, a los que se agrega una solución nutritiva con todos los elementos esenciales requeridos por las plantas para su desarrollo y crecimiento normal. Entre las ventajas de esta técnica, están: cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos, y contaminación; reducción de los costos de producción; independencia de los fenómenos climatológicos (verano e invierno); permite producir cosechas fuera de tiempo; se produce en menor espacio más cantidad de vegetales; ahorro de agua y fertilizantes; no se utiliza maquinaria agrícola; casi no se utiliza productos fitosanitarios; mayor precocidad de los cultivos; mayores rendimientos.

La hidroponía se puede hacer en cualquier espacio disponible: terrazas, balcones, jardines de la casa (agricultura urbana), terrenos no aptos para agricultura. (15)

Salamanca (13), indica que las ventajas que presenta la técnica de cultivo sin suelo son las siguientes:

- ✓ 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. (13)

Filippetti (6), expresa que hidroponía es la forma de cultivar plantas sin tierra. Para ello, se utiliza una combinación precisa de diferentes sales minerales que contienen todos los nutrientes que requieren las plantas para su desarrollo y que habitualmente les entrega la tierra, diluidas en agua potable (solución nutritiva), la cual se aplica directamente a las raíces de diferente forma, según el método de cultivo hidropónico que se adopte.

De acuerdo a Carrasco (3), en hidroponía los nutrientes no son limitantes, las plantas cultivadas pueden plantarse más cerca (entre el 10% y 30%) que sus similares en el suelo, aquí la luz es el factor que viene a limitar la densidad de siembra, en cultivos hidropónicos anuales se ha encontrado que aun estando en estado libre, estos maduran dependiendo de la especie de 10 a 60 días antes que en los cultivos tradicionales.

Tecnología para la Productividad Agrícola del Ecuador (16), sostiene que dentro de los objetivos de la Seguridad Alimentaria, está la generación de cultura para desarrollar una Agricultura Urbana, que sea eficiente, con prácticas sencillas y fácilmente aplicables con tecnologías limpias. Los sistemas hidropónicos y semi-hidropónicos con sustratos inertes son una alternativa con excelentes resultados de eficiencia en sanidad y rendimientos. Pueden cultivarse tanto en hidroponía horizontal como en hidroponía vertical las especies hortícolas y frutícolas tales como Pepino, Pimiento, Lechuga, Acelga, Fresa, etc.

Según Howard (8), el pepino se cultiva en muchas regiones del mundo en invernaderos gigantes con un gran éxito en sus niveles de producción. El pepino es la segunda planta más cultivada en el mundo por métodos hidropónicos. La desventaja real es que no se puede dejar desentendida por su

crecimiento acelerado y desordenado que genera problemas de espacio. Aún con estas desventajas el pepino es una planta de alto rendimiento y adecuada a los métodos hidropónicos.

Guide (7), dice que el sistema radicular es muy potente, cuenta con una raíz principal que se ramifica rápidamente en raíces secundarias, su tallo es herbáceo, rastrero, trepador, anguloso y áspero al tacto,

La planta comienza a producir a los 40 o 50 días después de la siembra, según la variedad sembrada por el clima, se cosecha durante un mes o un poco más, recolectando los frutos 3 veces a la semana.

Velásquez (19), explica que el pepino es una planta sensible a la falta de agua, como sus raíces son tan superficiales, un exceso moderado no afecta su desarrollo, la deficiencia de agua hace que se presenten mayor número de flores masculinas y un bajo cuajamiento de flores femeninas.

Velasco (18), comenta que el pepino es una planta herbácea anual. (Vegetales cuyos tejidos permanecen siempre verdes y no adquieren una estructura leñosa). El sistema radicular consiste en una fuerte raíz principal que alcanza de 1 m - 1.20 m, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco. El pepino posee la facultad de emitir raíces adventicias por encima del cuello. El tallo principal es anguloso y espinoso; rastrero y trepador. Llega hasta una longitud de 2,5 m. de cada nudo parte una hoja y un zarcillo que sirve como medio de fijación, en la axila de cada hoja se emite un brote lateral de una o varias flores. Las hojas son de largo pecíolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un vello muy fino.

Además la flor es una planta monoica, dos sexos en la misma planta, de

polinización cruzada. Algunas variedades presentan flores hermafroditas. Las flores se sitúan en las axilas de las hojas en racimos y sus pétalos son de color amarillo. Estos tres tipos de flores ocurren en diferentes proporciones, dependiendo del cultivar. Al inicio de la floración, normalmente se presentan sólo flores masculinas; a continuación, en la parte media de la planta están en igual proporción, flores masculinas y femeninas y en la parte superior de la planta existen predominantemente flores femeninas. En líneas generales, los días cortos, temperaturas bajas y suficiente agua, inducen la formación de mayor número de flores femeninas y los días largos, altas temperaturas, sequía, llevan a la formación de flores masculinas.

La polinización se efectúa a nivel de campo principalmente a través de insectos (abejas). En los cultivares híbridos de tendencia ginoica, es decir, sólo poseen flores femeninas. El fruto es pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, que va desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto. Dichas semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento. (18)

Resh (11), menciona que un sustrato es el medio material donde se desarrolla el sistema radicular del cultivo. En sistemas hidropónicos, presenta un volumen físico limitado, debe encontrarse aislado del suelo y tiene como funciones mantener la adecuada relación de aire y solución nutritiva para proporcionar a la raíz el oxígeno y los nutrientes necesarios, y en el caso de sustratos sólidos ejercer de anclaje de la planta. No existe el sustrato ideal, cada uno presenta una serie de ventajas e inconvenientes y su elección dependerá de las características del cultivo a implantar y las variables ambientales y de la instalación.

Aillapán (1), aclara que el término sustrato se aplica en horticultura a todo material sólido distinto del suelo, natural o sintético, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radical, desempeñando por lo tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el proceso de nutrición vegetal.

El mismo autor señala que el éxito en el establecimiento y producción de muchos cultivos, depende en gran medida de una buena formación de raíces, y la mejor manera de obtener un buen crecimiento y desarrollo de un cultivo, es partir estimulando un desarrollo vigoroso del sistema radical, lo cual se logra propagando las plántulas en un medio adecuado desde la siembra hasta el trasplante. Dicho sustrato debe proveer a la plántula de una adecuada aireación, un buen balance hídrico y una temperatura óptima considerada como favorable entre 17°C y 27°C para la gran mayoría de los cultivos.

Hydrocultivo (9), en su página web divulga que una de las plantas más cultivadas por métodos hidropónicos es el Pepino en todas sus variedades. La resistencia de la planta hace que sea fácil de crecer aun en condiciones adversas. Para él que inicia en la actividad de la hidroponía se recomienda que experimente con pepino o tomate debido a su alta resistencia a la temperatura y concentración de electrolitos en la solución nutritiva. El pepino es la segunda planta más cultivada en el mundo por métodos hidropónicos. La desventaja real es que no se puede dejar desentendida por su crecimiento acelerado y desordenado que genera problemas de espacio. Aún con estas desventajas el pepino es una planta de alto rendimiento y adecuada a los métodos hidropónicos.

Además comenta que el pepino requiere de 14 a 16 horas de luz para su crecimiento óptimo. La temperatura recomendada es de 20 °C durante la noche y 22 a 26 °C para el día. Esta temperatura es la recomendada pero se ajusta a una gran variedad de climas. La planta es resistente a altas temperaturas. Las semillas se germinan en pequeños recipientes con una humedad constante y

buen drenaje para evitar pudrimiento de las semillas. Hay que asegurarse de que las semillas están cubiertas por el medio de crecimiento para evitar que se sequen. Los recipientes de crecimiento deben de estar esterilizados para evitar contaminación por plagas de cosechas anteriores. Una receta práctica para esterilizar, charolas, contenedores, y herramientas de cultivo, es prepara una solución de cloro al 10% y dejar sumergidas las piezas durante un día para asegurar la destrucción de todos los microorganismos patógenos.

Durante los primeros 3 días utilizar agua pura hasta que los germinados tengan sus hojas totalmente expandidas: Después, utilizar la solución hidropónica diluida al 50% (Una parte de agua por una parte de solución). Durante 5 – 6 días los germinados están listos para trasplantarse en recipientes individuales, pero todavía no al sistema de crecimiento final. Dejar crecer los germinados de 7 a 12 días más. El sistema de raíces estará listo para trasplantarse y soportar las condiciones de la solución hidropónica y el contacto mecánico. Aun que la raíz es más resistente de debe de tener sumo cuidado al momento del trasplante y evitar perturbar la raíz al máximo.

El pH recomendado para esta planta es entre 5.5 a 6.0. Se recomienda monitorear el pH diariamente para evitar estrés sobre la raíz. La conductividad eléctrica (CE) recomendada de la solución de nutrientes de de 2.2 a 2.7 m. La hidroponía es muy favorable para la producción de pepino. (9)

Rodríguez (12), informa que la solución hidropónica La Molina fue obtenida luego 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, se eligieron para su preparación, fertilizantes que se pueden conseguir en las diferentes regiones del Perú. La solución hidropónica La Molina consta de dos soluciones concentradas, denominadas A y B, respectivamente. La solución concentrada A contiene N, P, K y Ca, y la solución concentrada B aporta Mg, S, Cl, Fe, Mn, B, Zn, Cu y-Mo (16).

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. (12).

Velásquez (19), divulga que la cascarilla de arroz es un sustrato biológico, de baja tasa de descomposición dado su alto contenido de silicio. Se presenta como un sustrato liviano, de buen drenaje, buena aireación; pero presenta un problema para su humedecimiento inicial y para conservar la humedad homogéneamente cuando se trabaja como sustrato único en bancadas, tiene una buena inercia química, pero puede tener problemas de residuos de cosecha (principalmente herbicidas); en este sentido, es bueno hacer ensayos con cada viaje de cascarilla a utilizar.

Emerald (5), menciona que Benth Alpha es un pepino de excepcional producción, de ciclo aproximado entre 55 – 60 días, ginóico, vigoroso, tamaño del fruto 13 -15 x 4 cm., verde claro, resistente y/o tolerante a mildiú polvoso y mildiú veloso. Se adapta a producciones de campo abierto.

Pronaca (10), informa que el pepino Diamante F1, es un híbrido de alto rendimiento, produce frutos uniformes de color verde oscuro y lisos, de un sabor agradable, su fruto tiene buena consistencia, el promedio de frutos por planta es de 24; la planta soporta condiciones adversas de clima y el fruto tiene

menos tendencia a amarillearse o deformarse; el largo promedio es de 18 a 20 cm y con un diámetro de 7 a 8 cm.

Semillas Magna (14), indica que Humocaró es un híbrido ginóico muy vigoroso con rendimientos sobresalientes. Excelente cuaje de flores y frutos superselectos muy uniformes, largos, rectos y cilíndricos, color verde oscuro, 23x6 cm, espinosidad media y peso alrededor de 400 gr. Es resistente y/o tolerante a *Cladosporium cucumerinum*, Virus del Mosaico de la Lechoza, Virus del Mosaico de la Patilla, Virus del Mosaico del Calabacín, *Pseudomonas psyringae pvlachrymans*, *Antracnosis*, Mildiu polvoso. Su ciclo es de 50-60 días a cosecha y posee excelente sabor.

Para Ecuaquímica (4), el pepino Market More es una variedad de ciclo medio. Planta de crecimiento vigoroso, con floración monoica. Los frutos son de coloración verde oscuro, con espinas de color blanco. Con 20-22 cm de longitud al tiempo de cosecha. Especie exigente en calor. Para su buen desarrollo mantener el terreno suficientemente húmedo y fresco. Es resistente a *Cenicilla vellosa*, *Cenicilla polvorienta*, *Mosaico del pepino*, *Amarillamiento de la vena*.

III. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Ubicación y descripción de sitio experimental.

El presente trabajo de investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km 7 ½ de la vía Babahoyo-Montalvo con coordenadas geográficas de latitud sur 79° 32` y latitud oeste 01° 49´ 15" con una altura de 8 msnm. La zona presenta un clima tropical húmedo, temperatura media anual de 24,6 °C; humedad relativa de 21%, precipitación 1522 mm y heleofanía de 841.6 horas de promedio anual.

3.2. Material genético.

Se utilizó como material genético semillas de pepino, híbridos Benth Alpha, Diamante F1, Humocaró y variedad Market More.

3.3. Factores estudiados.

Variable dependiente: Sustancia nutritiva.

Variable independiente: Cultivares de pepino.

3.4. Tratamientos.

Los tratamientos estuvieron constituidos por los cultivares de pepino, los mismos que se detallan en el cuadro siguiente:

Cuadro 1. Tratamientos estudiados en el desarrollo morfológico y rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) mediante sistema hidropónico de sustrato sólido en el cantón Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012.

Trat.	Cultivares de pepino	1ª Dosis	Época de aplicación	2ª Dosis	Época de aplicación
T1	Benth Alpha	2.5 cc de solución A + 1 cc de solución B	1-7 ddt	7 cc de Solución A + 4 cc de solución B	Desde 7 ddt
T2	Diamante F1				
T3	Humocaró				
T4	Market More				

3.4.1. Solución Nutritiva.

La solución nutritiva para este ensayo fue "La Molina" que consta de dos soluciones concentradas:

Solución A:

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

Solución B:

200 g. de Sulfato de magnesio	16 % MgO, 13 % S
17 g. de Quelato de hierro	6 % Fe

0.4 I. de Solución de micronutrientes

Solución de micronutrientes:

5,0 g Sulfato de manganeso	(MnSO ₄ . 4H ₂ O)
3,0 g Ácido bórico	(H ₃ BO ₃)
1,7g Sulfato de zinc	(ZnSO ₄ . 7H ₂ O)
1,0g Sulfato de cobre	(CuSO ₄ . 5H ₂ O)
0,2g Molibdato de amonio	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ 4H ₂

3.5. Métodos.

Se utilizó el diseño experimental denominado "Bloques completos al azar, conformado por 4 tratamientos y 4 repeticiones.

3.6. Diseño experimental.

En la presente investigación se empleó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones.

Todas las variables fueron sometidas al análisis de la variancia para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos, utilizando la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5% de probabilidad.

3.6.1. Andeva

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Tratamiento	3
Bloque	3
Error Experimental	9
Total	15

3.7. Manejo del ensayo.

Esta investigación se llevó a cabo en campo abierto donde se realizaron todas las labores para el normal desarrollo del cultivo, detalladas a continuación:

3.7.1. Análisis químico del agua.

Se realizó un análisis químico en el INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) estación experimental Boliche.

3.7.2. Preparación del sustrato.

El sustrato se lo preparó con los siguientes materiales en proporciones: 60 % cascarilla de arroz y 40 % arena de río. Para la cascarilla de arroz se realizó un tratamiento previo el cual consistió en remojarla en agua durante dos semanas, cambiando de agua cada dos días. El sustrato se ubicó mojado en los contenedores (fundas).

3.7.3. Preparación del semillero.

Se realizó el semillero en bandejas de germinación con el sustrato "turba", en el cual permaneció por 15 días, luego de este término se las trasladó al sitio definitivo en los contenedores.

3.7.4. Preparación de la solución nutritiva.

Para preparar la solución nutritiva hay dos recomendaciones que se deben tomar en cuenta desde el comienzo:

No se debe mezclar la solución concentrada "A" con la solución concentrada "B" sin la presencia de agua, pues esto inactivaría gran parte de los elementos nutritivos que cada una de ellas contiene, por lo que el efecto de esa mezcla sería más perjudicial que benéfico para los cultivos. Su mezcla sólo debe hacerse en agua, agregando un primero y la otra después.

La proporción original que se debe usar en la preparación de la solución nutritiva es cinco (5) partes de la solución concentrada "A" por dos (2) partes de la solución concentrada "B" por cada litro de solución nutritiva que se quiera preparar.

Preparación de la Solución Concentrada "A".

Esta solución se preparó en 5 litros de agua como volumen final. En un recipiente limpio se colocó 3 litros de agua. Luego se agregó el nitrato de potasio 13.5 % N, 45 % K₂O se agitó hasta disolver totalmente, se añadió el nitrato de amonio 33 % N sobre el nitrato de potasio y se agitó bien la solución hasta su completa disolución.

En otro recipiente, se remojó el superfosfato triple 45 % P₂O₅, 20 % CaO en 0.2 litros de agua durante 1 hora. Se aplicó el superfosfato triple remojado en un mortero y, con la ayuda de un mazo, se ablandó el superfosfato triple agitando continuamente. Se agitó bien el superfosfato triple y se vertió el sobrenadante sobre la solución de nitrato de potasio y nitrato de amonio (se lavó varias veces con agua el superfosfato triple que queda en el recipiente). El lavado se vertió nuevamente sobre la solución de nitrato de potasio y nitrato de amonio. Luego de varios lavados (4 a 5 veces con muy poca agua), se eliminó la arenilla que quedó en el fondo del recipiente.

Se agregó agua hasta completar un volumen de cinco (5,0) litros de solución concentrada A (Volumen Final). Se almacenó la solución concentrada A, en un envase oscuro, limpio y en un lugar fresco.

Preparación de la Solución Concentrada "B".

Esta solución se preparó en 2 litros de agua como volumen final. En un litro de agua se agregó el sulfato de magnesio 16 % MgO, 13 % S y se agitó hasta que los cristales se disolvieron totalmente. Luego se agregó 0,4 L ó 400 ml de la solución de micronutrientes.

Por último se agregó el quelato de hierro 6 % Fe y se removió hasta disolverlo totalmente. Se aplicó agua hasta completar un volumen de 2,0 litros de

solución concentrada B. Se almacenó la solución concentrada B y se guardó en un envase oscuro y en un lugar fresco.

Solución de Micronutrientes.

Se pesó por separado cada uno de los siguientes fertilizantes:

Sulfato de manganeso ($MnSO_4 \cdot 4H_2O$)

Ácido bórico (H_3BO_3)

Sulfato de zinc ($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$)

Sulfato de cobre ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)

Molibdato de amonio $(NH_4)_6 Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$

Luego se disolvió en agua hervida uno por uno cada fertilizante en el orden indicado. Se llevó a un volumen final de un litro.

3.7.5. Llenado de los contenedores.

Una vez que estuvo preparado el sustrato se lo procedió a poner en los contenedores; es decir, en las fundas de polietileno, se llenó la tercera parte de la funda dejando 10 cm de sin sustrato.

3.7.6. Trasplante.

El trasplante se realizó transportando desde las bandejas germinadoras las plántulas, hasta el contenedor (fundas); se hizo los hoyos amplios y profundos (tanto como lo permitió la profundidad del sustrato), teniendo la precaución de no romper el plástico del fondo, colocando 12 fundas en $2 m^2$

En cada funda se colocó la planta, teniendo en cuenta que la raíz no quede torcida y que el cuello quede un centímetro por debajo de la superficie del

sustrato. A medida que se colocó el sustrato alrededor de la raíz, se apelmazó suavemente para que no queden bolsas de aire en contacto con la raíz.

3.7.7. Riego.

Se aplicó solución de nutrientes después de recién trasplantadas las plántulas (entre el primero y el séptimo días después del trasplante), se empleó la concentración media (2.5 cc de solución A y 1 cc de solución B por cada litro de agua). Después del séptimo día de trasplantadas, se usó la concentración completa (7 cc de solución A y 4 cc de solución B por cada litro de agua).

Los riegos con la solución de nutrientes se realizaron 6 de los 7 días de la semana, entre las 7am y las 8am, o en las tardes entre las 5pm y 6pm, donde se regó con agua pura y con el doble de la cantidad usual de agua, sin agregar nutrientes.

3.7.8. Tutoreo y poda.

Es una práctica imprescindible para mantener la planta, mejorando la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

La sujeción se realizó con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de una extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta. Conforme la planta fue creciendo se fue liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcanzó el alambre. A partir de ese momento se dirigió la planta hasta otro alambre situado aproximadamente a 0,5 m, dejando colgar la guía y uno o varios brotes secundarios.

La poda se realizó a los pocos días del trasplante debido al rápido crecimiento de la planta, con la eliminación de brotes secundarios y frutos hasta una altura de 60 cm.

3.7.9. Manejo de plagas y enfermedades.

Esta labor se la realizó haciendo monitoreos diarios en el área del ensayo para detectar la presencia de plagas como pulgones, arañas, chinches. Se aplicó fagorrepelentes elaborados en forma manual con plantas de propiedades biocidas como extracto de neem, extracto de ajo, así como solución jabonosa.

3.7.10. Cosecha.

Se recolectó cuando el fruto estuvo fisiológicamente apto (55-60 días).

3.8. Datos evaluados.

Para estimar los efectos de los tratamientos, se evaluaron los siguientes datos:

3.8.1. Días a floración.

Se evaluó este dato, cuando el 50% más una de las plantas estuvieron florecidas.

3.8.2. Altura de la planta.

Este dato se tomó a los 30-60 días después del trasplante, se midió desde el suelo hasta el ápice de la planta, se tomaron 5 plantas al azar de cada tratamiento, los datos fueron expresados en metros.

3.8.3. Número de frutos por planta.

De la cosecha por cada planta se contabilizó el número de frutos y se escogieron 5 plantas por cada tratamiento.

3.8.4. Longitud y diámetro del fruto.

Se seleccionaron 5 plantas por tratamiento de las cuales se tomaron 5 frutos por planta, se midió el largo y diámetro de los frutos, los datos se registró en metros.

3.8.5. Peso de los frutos.

Este dato se lo tomó a los mismos frutos que se les midieron la longitud y diámetro, los datos se expresaron en kilogramos.

3.8.6. Longitud de raíz.

Se escogieron 5 plantas al azar de cada contenedor, se midió desde la parte basal hasta el ápice de la raíz al final de la cosecha, luego se las llevó al laboratorio para realizar los procedimientos para tomarle el peso seco los datos fueron expresados en metros y en kilogramos.

3.8.7. Análisis económico.

Este análisis económico se lo realizó por cada tratamiento en función de los costos de producción y se estableció los rendimientos obtenidos con los mejores promedios de producción.

IV. RESULTADOS.

4.1. Días a la Floración.

En el Cuadro 2, se presentan los valores promedios de días a la floración, realizado el análisis de varianza se detectó diferencias altamente significativas. El coeficiente de variación fue 0.56 %

El tratamiento que se utilizó la variedad Market More fue el que tardó en florecer (48.65 días), siendo superior estadísticamente a los tratamientos que se utilizó los híbridos Diamante (47.70 días), Humocaró (44.75 días) y Benth Alpha (38.75 días).

4.2. Altura de planta.

En el Cuadro 3, se presentan los valores promedios de la variable altura de planta a los 30 y 60 días a partir del trasplante. El análisis de varianza determinó diferencias altamente significativas a los 30 días y no se reportó diferencias significativas a los 60 días. Los coeficientes de variación fueron 4.44 y 6.93 % respectivamente.

A los 30 días la variedad Market More obtuvo mayor altura de planta con 63.50 cm, superior estadísticamente a la utilización de los tratamientos, siendo el híbrido de pepino Diamante F1 el que obtuvo la menor altura de planta con 47.10 cm.

La mayor altura de planta a los 60 días, lo reportó la variedad Market More (259.90 cm) y el menor valor el híbrido Benth Alpha (244.45 cm).

Cuadro 2. Días a la floración, en el desarrollo morfológico y rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) mediante sistema hidropónico de sustrato sólido en el cantón Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012.

Trat.	Cultivares de pepino	1ª Dosis	Época de aplicación	2ª Dosis	Época de aplicación	Días a la floración
T1	Benth Alpha	2.5 cc de solución A + 1 cc de solución B	1-7 ddt	7 cc de Solución A + 4 cc de solución B	Desde 7 ddt	38.75 d
T2	Diamante F1					47.70 b
T3	Humocaró					44.75 c
T4	Market More					48.65 a
X						44.96
F. Cal.						**
C.V.						0.56 %

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

Cuadro 3. Altura de planta a los 30 y 60 días después del trasplante, en el desarrollo morfológico y rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) mediante sistema hidropónico de sustrato sólido en el cantón Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012.

Trat.	Cultivares de pepino	1ª Dosis	Época de aplicación	2ª Dosis	Época de aplicación	Altura de Planta (cm)	
						30 ddt	60 ddt
T1	Benth Alfha	2.5 cc de solución A + 1 cc de solución B	1-7 ddt	7 cc de Solución A + 4 cc de solución B	Desde 7 ddt	48.35 c	244.45
T2	Diamante F1					47.10 c	250.95
T3	Humocaro					59.15 b	258.05
T4	Market More					63.50 a	259.90
X						54.52	253.33
F. Cal.						**	ns
C.V.						4.44 %	6.93 %

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

ddt: días después del trasplante.

4.3. Número de frutos por planta.

En el Cuadro 4, se presentan los valores promedios de número de frutos por planta, el análisis de varianza no reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 5.34 %.

El mayor número de frutos por planta lo presentó el híbrido Benth Alpha, con 11.80 frutos y el menor valor Diamante F1 con 11.05 frutos.

4.4. Longitud del fruto.

En el Cuadro 5, se observan los valores promedios de longitud del fruto. El análisis de varianza presentó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 5.62 %.

En longitud de fruto, el mayor valor con 0.2978 m lo presentó el híbrido Humocaró, igual estadísticamente a la variedad Market More con 0.2938 m y estos superiores estadísticamente a Benth Alpha con 0.2705 m y Diamante F1 con 0.2335 m.

4.5. Diámetro del fruto.

Los valores promedios del diámetro del fruto se observan en el Cuadro 5. El análisis de varianza presentó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 4.64 %.

El mayor diámetro del fruto, con 0.2092 m lo presentó la variedad Market More, igual estadísticamente al híbrido Humocaró 0.2059 m y estos superiores estadísticamente a Diamante F1 con 17.96 cm y Benth Alpha con 0.1775 m.

Cuadro 4. Número de frutos por planta, en el desarrollo morfológico y rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) mediante sistema hidropónico de sustrato sólido en el cantón Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012.

Trat.	Cultivares de pepino	1ª Dosis	Época de aplicación	2ª Dosis	Época de aplicación	Número de frutos/planta
T1	Benth Alpha	2.5 cc de solución A + 1 cc de solución B	1-7 ddt	7 cc de Solución A + 4 cc de solución B	Desde 7 ddt	11.80
T2	Diamante F1					11.05
T3	Humocaro					11.25
T4	Market More					11.70
X						11.45
F. Cal.						ns
C.V.						5.34 %

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

Cuadro 5. Longitud y diámetro del fruto (cm), en el desarrollo morfológico y rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) mediante sistema hidropónico de sustrato sólido en el cantón Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012.

Trat.	Cultivares de pepino	1ª Dosis	Época de aplicación	2ª Dosis	Época de aplicación	Fruto (m)	
						Longitud	Diámetro
T1	Benth Alfha	2.5 cc de solución A + 1 cc de solución B	1-7 ddt	7 cc de Solución A + 4 cc de solución B	Desde 7 ddt	0.2705 b	0.1775 b
T2	Diamante F1					0.2335 c	0.1796 b
T3	Humocaro					0.2978 a	0.2059 a
T4	Market More					0.2938 ab	0.2092 a
X						0.2739	0.1931
F. Cal.						**	*
C.V.						5.62 %	4.64 %

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

4.6. Peso de los frutos.

Los valores promedios del peso de los frutos se encuentran en el Cuadro 6, el análisis de varianza reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 12.31 %.

El mayor peso de los frutos se observa en el híbrido Humocaró (0.63573 kg), con igualdad estadística a la variedad Market More (0.62460 kg), Benth Alpha (0.52420 kg) y superiores estadísticamente a Diamante F1 (0.43770 kg).

4.7. Longitud de raíz.

En el Cuadro 7, se presentan los valores promedios de longitud de raíz. El análisis de varianza mostró diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 2.36 %.

La mayor longitud de raíz, lo demostró la variedad Market More, con 0.7285 m, igual estadísticamente a los híbridos Humocaró y Diamante F1 con 0.7235 m y 0.7215 m y estos superiores estadísticamente a Benth Alpha con 0.6915 m.

4.8. Análisis económico.

En el Cuadro 9, se presenta el análisis económico del rendimiento del cultivo de col, en función al costo de los tratamientos.

En esta variable se determinó que el mayor costo de producción lo obtuvo el tratamiento que se utilizó Humocaró, con \$ 2115.59 y el menor valor Benth Alpha y Diamante F1, ambos con \$ 2164.95

El mayor Beneficio neto lo reportó la siembra de Humocaró, con \$ 5464.41, debido al mayor rendimiento de fruto, durante la investigación.

Cuadro 6. Peso de los frutos (kg), en el desarrollo morfológico y rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) mediante sistema hidropónico de sustrato sólido en el cantón Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012.

Trat.	Cultivares de pepino	1ª Dosis	Época de aplicación	2ª Dosis	Época de aplicación	Peso de los frutos (kg)
T1	Benth Alfa	2.5 cc de solución A + 1 cc de solución B	1-7 ddt	7 cc de Solución A + 4 cc de solución B	Desde 7 ddt	0.52420 ab
T2	Diamante F1					0.43770 b
T3	Humocaró					0.63573 a
T4	Market More					0.62460 a
X						0.55556
F. Cal.						*
C.V.						12.31 %

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

Cuadro 7. Longitud de raíz (m), en el desarrollo morfológico y rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) mediante sistema hidropónico de sustrato sólido en el cantón Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012.

Trat.	Cultivares de pepino	1ª Dosis	Época de aplicación	2ª Dosis	Época de aplicación	Longitud de raíz (m)
T1	Benth Alpha	2.5 cc de solución A + 1 cc de solución B	1-7 ddt	7 cc de Solución A + 4 cc de solución B	Desde 7 ddt	0.6915 b
T2	Diamante F1					0.7215 a
T3	Humocaró					0.7235 a
T4	Market More					0.7285 a
X						0.7163
F. Cal.						*
C.V.						2.36 %

Promedios con una misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Rangos Múltiple de Duncan al 5% de probabilidad.

Cuadro 8. Costos fijos/ha, en el desarrollo morfológico y rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) mediante sistema hidropónico de sustrato sólido en el cantón Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012.

MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
Fundas de plástico	paquetes	100	2.00	200.00
Semillas de pepino	Tarros/	4	25.00	100.00
Arena	volquetadas	4	40.00	160.00
Tamo	volquetadas	15	15.00	225.00
Mano de Obra	jornal	130	8.00	1040.00
Solución Concentrada A:	Kg	1310	2.40	
Solución Concentrada B:	Kg	759	1.00	
Solución De Micronutrientes	Kg	1266	3.50	
Manejo de malezas	jornal	4	6.00	24.00
Plagas - enfermedades				
Ajo	lt	16	1.50	24.00
Neem	lt	16	1.00	16.00
Aplicación	jornal	4	6.00	24.00
SUBTOTAL				1813.00
Improvisos (15%)				271.95
TOTAL				2084.95

Cuadro 9. Análisis económico/ha, en el desarrollo morfológico y rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) mediante sistema hidropónico de sustrato sólido en el cantón Babahoyo. FACIAG, UTB. 2012.

Trat.	Cultivares de pepino	Rend. kg/planta	Plantas /ha	kg/ha	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)			Beneficio neto (USD)
						Fijos	Variables	Total	
T1	Benth Alpha	0.52	60000	31200	6240.00	2084.95	80.00	2164.95	4075.05
T2	Diamante F1	0.44	60000	26400	5280.00	2084.95	80.00	2164.95	3115.05
T3	Humocaró	0.64	60000	38400	7680.00	2084.95	130.64	2215.59	5464.41
T4	Market More	0.62	60000	37200	7440.00	2084.95	100.00	2184.95	5255.05

Semillas

Costo Pepino = \$ 0.20 (kg)

Beth Alpha = \$ 20.00 (15000 semillas)

Diamante f1 = \$ 20.00 (15000 semillas)

Humocaró = \$ 32.66 (15000 semillas)

Marquet more = \$ 25.00 (15000 semillas)

V. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos en el presente ensayo: Desarrollo morfológico y rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) mediante sistema hidropónico de sustrato sólido en el cantón Babahoyo, se señala lo siguiente:

En lo que respecta a la variable días a floración, se encontraron diferencias altamente significativas, lo que se deba posiblemente a la reacción de los cultivares a las soluciones nutritivas, como indica Velásquez (19), que el pepino es una planta sensible a la falta de agua, como sus raíces son tan superficiales, un exceso moderado no afecta su desarrollo, la deficiencia de agua hace que se presenten mayor número de flores masculinas y un bajo cuajamiento de flores femeninas.

Las alturas de planta a los 30 y 60 días después del trasplante, sobresalieron los promedios con el uso del cultivar Market More, ya que según Ecuaquímica (4), para su buen desarrollo el terreno se debe mantener suficientemente húmedo y fresco.

El cuanto al peso de los frutos (kg/planta), los mejores resultados lo presentó la utilización de Humocar, ya que según Howard (8), el pepino se cultiva en muchas regiones del mundo en invernaderos gigantes con un gran éxito en sus niveles de producción. El pepino es la segunda planta más cultivada en el mundo por métodos hidropónicos. La desventaja real es que no se puede dejar desentendida por su crecimiento acelerado y desordenado que genera problemas de espacio. Aún con estas desventajas el pepino es una planta de alto rendimiento y adecuada a los métodos hidropónicos.

En la variable longitud de raíz, los resultados no estuvieron acorde a lo mencionado por Velasco (18), quien comenta que el pepino es una planta herbácea anual. El sistema radicular consiste en una fuerte raíz principal que

alcanza hasta 1 m - 1.20 m, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco. El pepino posee la facultad de emitir raíces adventicias por encima del cuello, esto se debe posiblemente al efecto de las soluciones nutritivas en el sustrato sólido.

En el análisis económico, todos los tratamientos obtuvieron beneficios rentables, sobresaliendo el cultivar Humocaró, ya que para Solíz (15), la hidroponía es la ciencia de cultivo de plantas sin el uso de tierra, pero con uso de otros medios como agua, arena, cascarilla de arroz, piedra pómez, aserrín entre otros, a los que se agrega una solución nutritiva con todos los elementos esenciales requeridos por las plantas para su desarrollo y crecimiento normal.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según el análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales obtenidos en el presente trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

- Los cultivares de pepino, mostraron buen comportamiento agronómico y adaptabilidad, mediante sistema hidropónico de sustrato sólido en el cantón Babahoyo.
- La variable días a floración, reporto diferencias altamente significativas en los tratamientos estudiados.
- La mayor altura de planta a los 30 y 60 días después del trasplante, lo obtuvo el cultivar de pepino Market More, con 63.50 y 259.90 cm, respectivamente.
- El tratamiento que se utilizó el cultivar Humocaró, obtuvo mayor longitud y diámetro del fruto.
- El mayor promedio de peso de fruto, lo presentó el cultivar Humocaró, con 635.72 g.
- Respecto a la variable longitud de raíz, sobresalió el uso de los cultivares Diamante F1, Humocaró y Market More, en comparación con Benth Alfa.
- En cuanto al análisis económico se observó que el cultivar Humocaró, presentó el mayor beneficio neto con \$ 5464.41

Por lo expuesto se recomienda:

- Utilizar como cultivar de pepino el híbrido Humocaró, mediante sistema hidropónico de sustrato sólido en el cantón Babahoyo, por los altos rendimientos demostrados en la presente investigación.
- Realizar siembras del híbrido Humocaró, ya que presenta buen comportamiento agronómico y adaptabilidad.
- Continuar con la investigación, probando otras variedades o híbridos de hortalizas mediante sistemas hidropónicos de sustrato sólido en otras zonas.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el km. 7 ½ de la vía Babahoyo-Montalvo con coordenadas geográficas de latitud sur 79° 32` y latitud oeste 01° 49´15" con una altura de 8 msnm. La zona presenta una temperatura media de 25,6 °C; humedad relativa media del 78 %, precipitación 1414,19 mm y velocidad media del viento de 1,1 m/s.

Se utilizó como material genético semillas de pepino, híbridos Benth Alpha, Diamante F1, Humocaró y variedad Market More. Los tratamientos estuvieron constituidos por los cultivares de pepino, sometidos a dos dosis de solución nutritiva; siendo la primera dosis 2.5 cc de solución A + 1.0 cc de solución B y la segunda dosis 7 cc de solución A + 4 cc de solución B. Se empleó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Todas las variables fueron sometidas mediante la prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 5% de probabilidad.

Esta investigación se llevó a cabo en campo abierto donde se realizaron todas las labores para el normal desarrollo del cultivo, como análisis químico del agua, preparación del sustrato, preparación del semillero, preparación de la solución nutritiva, llenado de los contenedores, trasplante, riego, tutorado y poda, manejo de plagas y enfermedades, cosecha. Los datos que se evaluaron fueron días a floración, altura de la planta, número de frutos por planta, longitud y diámetro del fruto, peso de los frutos, longitud de raíz y análisis económico.

Según el análisis e interpretación estadística de los resultados experimentales obtenidos en el presente trabajo de investigación, se concluyó que los cultivares de pepino, mostraron buen comportamiento agronómico y adaptabilidad, mediante sistema hidropónico de sustrato sólido en el cantón Babahoyo; la variable días a floración, reportó diferencias altamente significativas en los

tratamientos estudiados; la mayor altura de planta a los 30 y 60 días después del trasplante, lo obtuvo el cultivar de pepino Market More, con 63.50 y 259.90 cm, respectivamente; el tratamiento que se utilizó el cultivar Humocaro, obtuvo mayor longitud y diámetro del fruto; el mayor promedio de peso de fruto, lo presentó el cultivar Humocaro, con 635.72 g; respecto a la variable longitud de raíz, sobresalió el uso de los cultivares Diamante F1, Humocaro y Market More, en comparación con Benth Alpha y en cuanto al análisis económico se observó que el cultivar Humocaro, presentó el mayor beneficio neto con \$ 5464.41. Además se recomienda utilizar como cultivar de pepino el híbrido Humocaro, mediante sistema hidropónico de sustrato sólido en el cantón Babahoyo, por los altos rendimientos demostrados en la presente investigación; realizar siembras del híbrido Humocaro, ya que presenta buen comportamiento agronómico y adaptabilidad y continuar con la investigación, probando otras variedades o híbridos de hortalizas mediante sistemas hidropónicos de sustrato sólido en otras zonas.

VIII. SUMMARY

The present investigation work was carried out in the Ability of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located in the km. 7 ½ of the road Babahoyo-Montalvo with coordinated geographical of south latitude 79° 32` and latitude west 01° 49´ 15" with a height of 8 msnm. The area presents a half temperature of 25,6 °C; humidity relative stocking of 78%, precipitation 1414,19 mm and half speed of the wind of 1,1 m/s.

It was used as material genetic cucumber seeds, hybrid Benth Alpha, Diamond F1, Humocaró and variety Market Lives. The treatments were constituted by the cucumber cultivares, subjected to two dose of nutritious solution; being the first dose 2.5 solution cc TO + 1.0 solution cc B and the second dose 7 solution cc TO + 4 solution cc B. the experimental design of Complete Blocks was used at random, with four treatments and four repetitions. All the variables were subjected by means of the test of Multiple Ranges of Duncan to 5% of probability.

This investigation was carried out in open field where they were carried out all the works for the normal development of the cultivation, as chemical analysis of the water, preparation of the sustrato, preparation of the nursery, preparation of the nutritious solution, filled of the containers, transplant, watering, tutoreo and it prunes, handling of plagues and illnesses, it harvests. The data that were evaluated went days to floración, height of the plant, number of fruits for plant, longitude and diameter of the fruit, weight of the fruits, root longitude and economic analysis.

According to the analysis and statistical interpretation of the experimental results obtained investigation work presently, you concluded that the cucumber cultivares, showed good agronomic behavior and adaptability, by means of system hidropónico of solid sustrato in the canton Babahoyo; the variable days

to floración, I report highly significant differences in the studied treatments; the biggest plant height to the 30 and 60 days after the transplant, obtained it cultivating of cucumber Market it Lives, with 63.50 and 259.90 cm, respectively; the treatment that was used cultivating Humocaró, obtained bigger longitude and diameter of the fruit; the biggest average of fruit weight, presented it cultivating Humocaró, with 635.72 g; regarding the variable root longitude, the use of the cultivares Diamond stood out F1, Humocaró and Market it Lives, in comparison with Benth Alfa and as for the economic analysis it was observed that cultivating Humocaró, it presented the biggest net profit with \$5464.41. it is Also recommended to use as cultivating of cucumber the hybrid Humocaró, by means of system hidropónico of solid sustrato in the canton Babahoyo, for the high yields demonstrated in the present investigation; to carry out siembras of the hybrid Humocaró, since it presents good agronomic behavior and adaptability and to continue with the investigation, proving other varieties or hybrid of vegetables by means of systems hidropónicos of solid sustrato in other areas.

IX. LITERATURA CITADA

1. Aillapán C, E. 1997. Evaluación de sustratos para la preparación industrial de plantines hortícolas. Tesis para optar al título de Ing. Agr. Universidad de Chile. Escuela de Agronomía. Santiago, Chile. 70 p. Disponible en <http://biblioteca.uct.cl/tesis/tesis-conuepan-pasmينو.pdf>
2. Alarcón, Antonio. 2012. Los Cultivos Hidropónicos de Hortalizas Extratempranas. Disponible en http://www.infoagro.com/riegos/hidroponicos_hortalizas_extratemp_ranos.htm
3. Carrasco, G. 1996. La empresa hidropónica de mediana escala, manual técnico. Universidad de Talca. Talca – Chile. Editorial Guatemberg p. 76.
4. Ecuaquímica. 2012. Pepino Market More. Disponible en http://www.edifarm.com.ec/edifarm_quickagro/quickagro/page3.php?id_producto=2659
5. Emerald. 2012. Pepino Beit Alpha. Disponible en http://www.emeraldseed.com/index.php?option=com_content&view=article&id=60%3Acucumber-beit-alpha-em-75-f1-hyb&catid=14%3Aemerald-star-varieties&Itemid=37&lang=mx
6. Filippetti, V. 2008. Consultora Ambiental (GCA). Hidroponia- Nuestra Empresa y la Hidroponia.
7. Guide, C. 1985 Enciclopedia de la huerta familiar, 1^{ra} edición. Madrid – España p. 124.

8. Hodward R. 2001. Nuevas técnicas de producción 5^{ta} Edición. Madrid – España. p. 133.
9. Hydrocultivo. 2012. Cultivo de pepino por métodos hidropónicos. Disponible en <http://hydrocultivo.com/index.php/pepino>
10. Pronaca. 2012. Pepino Diamante. Disponible en http://www.pronaca.com/site/principal_india.jsp?arb=547&codigo=SCC00014
11. Resh, H. 1997. Cultivos Hidropónicos. Madrid, Mundi – Prensa. p.287
12. Rodríguez, A. *et al.* 2004. Manual práctico de hidroponía. Universidad Nacional Agraria “LA MOLINA”. Centro de Investigación y Nutrición Mineral. Lima – Perú. p. 84.
13. Salamanca. 1998. Cultivo Hidropónico. Disponible en <http://html.rincondelvago.com/cultivo-hidroponico.html>
14. Semillas Magna. 2012. Pepino Híbrido Humocaró. Disponible en http://www.semillasmagna.com/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=88&category_id=23&option=com_virtuemart&Itemid=71
15. Solíz, Julio. 2008. La hidroponía será un cultivo del futuro, por la necesidad de ahorrar agua. Disponible en <http://redprensarural.com/2008/12/11/hidroponia-cultivo-futuro-por-necesidad-ahorrar-agua/>

16. Tecnología para la Productividad Agrícola del Ecuador. 2012. Agricultura Urbana. Disponible en http://www.tpagro.com/espanol/agricultura_urbana.htm
17. Universidad Nacional Agraria "La Molina". 2013. CURSO PRÁCTICO DE HIDROPONÍA. Disponible en www.lamolina.edu.pe/hidroponia
18. Velasco, P. 2005. Estudio Comparativo de Tres Densidades de Siembra de un Híbrido de Pepino con dos Clases de Tutorio. Tesis de Grado. Ingeniero Agropecuario. Guayaquil – Ecuador. P 24 -25.
19. Velásquez, G. 1994. Cultivos Hidropónicos. Colombia. p. 99 – 100.
20. Resh, Howard M. Cultivos Hidropónicos, Nuevas técnicas de Producción. Departamento de Ciencia de las Plantas. Universidad de la Columbia Británica, Vancouver, 2001, Editorial Mundi Prensa. Wikipedía. 2012. Hidroponía. Disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Hidroponia>