

I. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, la producción de hortalizas está proyectándose con éxito tanto a los mercados locales como a los grandes mercados internacionales, debido a su reconocida calidad, lo que está motivando que, cada vez más agricultores incursionen en este importante renglón productivo.

La lechuga (*Lactuca sativa L.*) es una hortaliza considerada especial, orientada al segmento de mercado gourmet. Este factor es debido a la gran aceptación de la lechuga, que se ha convertido prácticamente en un requerimiento para este tipo de mercado. En los últimos años se ha cultivado bajo invernaderos para su exportación y se han abierto mercados con muy buen potencial en las épocas de venta comercial. En Ecuador hay 1.145 ha de lechuga con un rendimiento promedio de 7.928 kg por ha, según el Ministerio de Agricultura. De la producción total, el 70 % es de lechuga criolla, mientras el 30% es de variedades como la roja, la roma o la salad. Las provincias con mayor producción son Cotopaxi (481 ha), Tungurahua (325 ha) y Carchi (96 ha).¹

Aunque la producción de lechuga en Ecuador tiene entre siete y ocho variedades, solo una se lleva el 70 % del mercado. Así, la lechuga criolla o “repollo” es la elegida por los ecuatorianos. Su distribución comprende los valles secos y templados de la Sierra; en ciertos lugares puede localizarse en partes más altas pero protegidos de heladas y con períodos secos de más de tres meses, con riego: Mira, Valle del Chota, Pimampiro, Ibarra, Valle de Guayllabamba, San Antonio de Pichincha, El Quinche – Puenbo, Machachi, Latacunga, Ambato - Huachi, Píllaro, Chambo, Penipe, Guamote, Azogues, Girón, Vilcabamba.

El cultivo de lechuga en el Ecuador se lo realiza en zonas en donde se cuenta con una precipitación de 400 – 600 mm durante el ciclo del cultivo, 12 horas diarias de luminosidad y una temperatura que va entre 12 y 18 °C.

Entre las variedades más utilizadas están Great Lakes 188, Chaparral, Great Lakes 366; Great Lakes 659 y Calmar. El ciclo de cultivo de esta hortaliza es de 100 – 150 días.²

1. III Censo Nacional Agropecuario, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA DEL ECUADOR

2. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca 2009.

La lechuga es el cuarto vegetal más importante que se cultiva bajo el sistema hidropónico, en comparación con la que se cosecha a campo abierto su producción es mínima.

Los cultivos hidropónicos caseros brindan una producción mucho mayor que los cultivos en tierra. Se aprende mucho al construir sistemas hidropónicos y les permiten cultivar plantas que en tierra morirían debido a patógenos que pueden estar presentes en su zona de origen.

De todos los métodos de cultivo sin suelo, el realizado en agua por definición, es el auténtico cultivo hidropónico. El sistema de raíz flotante fue uno de los primeros que se utilizó tanto a nivel experimental como a nivel de producción comercial, el cual maximiza la utilización del área de cultivo. Pero en este caso se va a proceder a hacer el mismo método de cultivo hidropónico pero, ya no en sustrato líquido si no utilizando sustratos sólidos estériles, como arena de río, tamo de arroz y aserrín de madera.

En la Provincia de Los Ríos poco se ha investigado sobre cultivos de lechuga hidropónica, para la cual se va a tomar una dosis estándar dada por “LA MOLINA” (Universidad Nacional Agraria – Perú) la misma que ya se ha utilizado en cultivos de lechuga hidropónica en sustratos líquido.

1.1. Objetivo general

Determinar el rendimiento y comportamiento agronómico del cultivo hidropónico de lechuga en diferentes mezclas de aserrín y tamo de arroz con arena.

1.2. Objetivos específicos

Evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de lechuga, mediante el sistema hidropónico en sustrato sólido.

Determinar la mejor mezcla de sustrato sólido para el cultivo hidropónico de lechuga.

Realizar el análisis económico de los tratamientos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Vera (2008) manifiesta que la lechuga *Lactuca sativa L.* es una planta que se cultiva generalmente para el uso de su hoja como vegetal. Se consume generalmente fresca, cómo complemento de otros alimentos, aunque en china se consume cocinada y la hoja es tan importante para ellos como el tallo de la planta.

La lechuga es una planta anual y autógena, perteneciente a la familia Compositae y cuyo nombre botánico es *Lactuca sativa L.* de raíz, que no llega nunca a sobrepasar los 25 cm. de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones, las hojas están colocadas en roseta, desplegadas al principio; en unos casos siguen así durante todo su desarrollo (variedades romanas), y en otros se acogollan más tarde. El borde de los limbos pueden ser liso, ondulado o aserrado Tallo: es cilíndrico y ramificado, la Inflorescencia son capítulos florales amarillos dispuestos en racimos o corimbos, las semillas: están provistas de un vilano plumoso (Vera, 2008).

Vera (2008) indica que la lechuga es una hortaliza pobre en calorías, aunque las hojas exteriores son más ricas en vitamina C que las interiores.

Valor nutricional de la lechuga en 100 g de sustancia	
Carbohidratos (g)	20.1
Proteínas (g)	8.4
Grasas (g)	1.3
Calcio (g)	0.4
Fósforo (mg)	138.9
Vitamina C (mg)	125.7
Hierro (mg)	7.5
Niacina (mg)	1.3
Riboflavina (mg)	0.6
Tiamina (mg)	0.3
Vitamina A (U.I.)	1155
Calorías (cal)	18

Alarcón (2002) define etimológicamente el concepto hidroponía deriva del griego y significa literalmente trabajo o cultivo (ponos) en agua (hydros). El concepto hidropónico se utiliza actualmente a tres niveles distintos dependiendo del interlocutor, cada uno de los cuales engloba al anterior:

- Cultivo hidropónico puro, es aquel en el que, mediante un sistema adecuado de sujeción, la planta, desarrolla sus raíces en medio líquido (agua con nutrientes disueltos) sin ningún tipo de sustrato sólido.
- Cultivo hidropónico según la tendencia mayoritaria, es utilizado para referirnos al cultivo en agua (acuicultura) o en sustratos sólidos más o menos inertes y porosos a través de los cuales se hace circular la disolución nutritiva.
- Cultivo hidropónico en su concepción más amplia, engloba a todo sistema de cultivo en el que las plantas completan su ciclo vegetativo sin la necesidad de emplear el suelo, suministrando la nutrición hídrica y la totalidad o parte de la nutrición mineral mediante una solución en la que van disueltos los diferentes nutrientes esenciales para su desarrollo. El concepto es equivalente al de “cultivos sin suelo”, y supone el conjunto de cultivo en sustrato más el cultivo en agua.

Este mismo autor expresa que los cultivos hidropónicos o hidroponía pueden ser definidos como la técnica del cultivo de las plantas sin utilizar el suelo, usando un medio inerte, al cual se añade una solución de nutrientes que contiene todos los elementos esenciales vitales por la planta para su normal desarrollo. Puesto que muchos de estos métodos hidropónicos emplean algún tipo de medio de cultivo se les denomina a menudo “cultivo sin suelo”, mientras que el cultivo solamente en agua sería el verdadero.

Caldeyro, (1991) expresa que la Hidroponía simplificada de bajo costo es fácil de aprender, no requiere conocimientos previos y rápidamente se obtienen resultados concretos. Esta ha sido promovida por FAO/RLC como parte de una estrategia de Agricultura Urbana para producir vegetales en espacios limitados urbanos y periurbanos. Permite producir vegetales “ sin tierra “ 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 cultivar una muy amplia variedad de vegetales, por ejemplo, lechugas, tomates, zanahorias, apio, berro, berenjenas, porotos, perejil, rabanitos, puerros, frutillas, melones, flores, plantas aromáticas y medicinales, etc. usar materiales reciclados para construir los contenedores, volviendo útiles materiales que ya han sido usados y que poseen muy bajo costo. Por ejemplo, maderas, envases descartables.

Castañeda (1997) expresa que, la palabra hidroponía significa plantar verduras y vegetales en agua o materiales distintos a la tierra, también se le conoce como la agricultura del futuro sirve para cultivar verduras y vegetales ricos en vitaminas y minerales, de una manera limpia y sana, que nos permitan crecer sanos y fuertes. Funciona usando agua, una solución de nutrientes que las plantas necesitan para su crecimiento. Cualquier persona interesada puede cultivar sus propias verduras y vegetales de una forma limpia, sencilla y económica, desde niños hasta personas de edad avanzada, no importa si no sabe nada de agricultura.

La hidroponía es una técnica que permite producir plantas sin emplear suelo, la cual ha alcanzado un alto grado de sofisticación en países desarrollados. Gracias a los principios científicos y técnicos en los cuales se basa, se ha convertido en una técnica operativamente sencilla y aplicable en muchos países latinoamericanos indica (CIHNM, 2010).

La hidroponía o cultivos sin tierra, es una forma sencilla, limpia y de bajo costo, para producir vegetales de rápido crecimiento y generalmente ricos en elementos nutritivos que no forman parte de la alimentación diaria de la población de escasos recursos. Con esta técnica de agricultura a pequeña escala se utilizan los recursos que las personas tienen a la mano, como materiales de desecho, espacios sin utilizar, tiempo libre, afirma (Castañeda, 1997).

Sabada, *et al.* (2007) manifiesta que cultivar la lechuga en hidroponía, es prescindir del suelo, en forma que adoptemos todas las ventajas que aporta este tipo de

producción en cuanto al manejo y la producción de los cultivos, consiguiendo plantas más uniformes y de mejor desarrollo, con sistemas de cultivo hidropónico puro, en ausencia total de sustrato.

Rodríguez (2004), indica que la lechuga se produce muy bien con el sistema hidropónico. Solo se requiere cuando el cultivo se efectúe en agua cuidar el nivel de oxígeno de la misma; el ciclo es corto y como guía se sugiere que en un sistema de producción hidropónica pueden cultivarse de 8 a 24 plantas por metro cuadrado. Conviene prestar atención en el correcto distanciamiento. Una sobrepoblación de lechugas cercana a la cosecha incrementa las posibilidades de enfermedades como la botrytis, difícil de controlar cuando la cobertura de las hojas es densa y evita la penetración de los pulverizadores. La sobrepoblación también reduce la calidad de la cabeza y causa un “estrechamiento” con hojas delgadas y pálidas, lo que origina una pérdida, un producto fracasado.

Vera (2008), sostiene que cada cultivo tiene una tolerancia específica a los elementos tóxicos y a la cantidad total de sales, que puede mantener en su entorno radicular sin merma importante de rendimientos. Estos niveles no deben sobrepasarse y esto se consigue mediante el adecuado control del volumen drenado. Con agua de buena calidad el porcentaje de drenaje será menor, mientras que aguas salinas sólo nos permitirán cultivar especies más o menos tolerantes a la salinidad (tomate, melón) y nunca especies sensibles a la misma (lechuga, fresa) y además habrá que dejar un mayor volumen de drenaje para evitar excesivos aumentos de C.E (conductividad eléctrica). En el sustrato y acumulaciones de elementos fitotóxicos, para este tipo de sistemas es necesaria una calidad de agua muy alta, con una concentración de sodio y cloruros tal que el cultivo pueda asimilarlos sin presentar síntomas de toxicidad.

Godoy (2001), dice que en América Latina, la hidroponía ha sido orientada para ayudar a solucionar los problemas de disponibilidad y a la vez de acceso de alimentos frescos y sanos, para ello va enfocada a la Hidroponía Popular con lo cual se realizan adaptaciones tecnológicas que puedan permitir el empleo de materiales locales o de

aquellos que se puedan reciclar. En algunos países como Chile, Costa Rica, Colombia, Nicaragua y El Salvador, se han ejecutado proyectos de esta naturaleza con lo cual se ha contribuido a una mejora en la calidad de vida de las personas, siendo en su mayoría mujeres de aquellas comunidades beneficiadas, ya que por medio de las micro-empresas hidropónicas son auto-sostenibles, y sus productos obtenidos son de mejor calidad que aquellos cultivados en el sistema convencional.

Según Vera (2008), las ventajas del cultivo por hidroponía son:

- Cultivos libres de parásitos, bacterias, hongos y contaminación.
- Reducción de costos de producción.
- Permite la producción de semilla certificada.
- Independencia de los fenómenos meteorológicos.
- Permite producir cosechas en contra estación
- Menos espacio y capital para una mayor producción.
- Ahorro de agua, que se puede reciclar.
- Ahorro de fertilizantes e insecticidas.
- Se evita la maquinaria agrícola (tractores, rastras).
- Limpieza e higiene en el manejo del cultivo.
- Mayor precocidad de los cultivos.
- Alto porcentaje de automatización.

Características de un buen sustrato.

Los sustratos deben tener gran resistencia al desgaste o a la meteorización y es preferible que no tengan sustancias minerales solubles para no alterar el balance químico de la solución nutritiva que será aplicada. El material no debería ser portador de ninguna forma viva de macro o micro organismo, para disminuir el riesgo de propagar enfermedades o causar daño a las plantas, a las personas o a los animales que las van a consumir.

Según Santander (2007), lo más recomendable para un buen sustrato es que las partículas que lo componen tengan un tamaño no inferior a 0,5 y no superior a 7 milímetros; que retengan una buena cantidad de humedad, pero que además faciliten la

salida de los excesos de agua que pudieran caer con el riego o con la lluvia; que no retengan mucha humedad en su superficie; que no se descompongan o se degraden con facilidad; que tengan preferentemente coloración oscura; que no contengan elementos nutritivos; que no contengan micro organismos perjudiciales a la salud de los seres humanos o de las plantas; que no contengan residuos industriales o humanos; que sean abundantes y fáciles de conseguir, transportar y manejar; que sean de bajo costo y que sean liviano.

Este mismo autor también expresa que los materiales ya probados en varios países de América Latina y el Caribe y que cumplen con la mayoría de estos requisitos se clasifican en sustrato de origen orgánico e inorgánico. Los de origen orgánico son las cascarillas de arroz y aserrín o viruta desmenuzada de maderas amarillas.

Cuando se utilizan residuos (aserrín de maderas), es preferible que no sean de pino ni de maderas de color rojo, porque éstos contienen sustancias que pueden afectar a las raíces de las plantas. Si sólo es posible conseguir material de estas maderas, se lava con abundante agua al aserrín o viruta y se lo deja fermentar durante algún tiempo antes de utilizarlo. No debe ser usado en cantidad superior al 20 % del total de la mezcla. Si se utiliza cascarilla de arroz, es necesario lavarla, dejarla fermentar bien, humedecerla antes de sembrar o trasplantar durante 10 a 20 días, según el clima de la región (menos días para los climas más caliente).

Las características, propiedades físico químicas y ventajas de la cascarilla de arroz son: baja tasa de descomposición, liviana, inerte, bajo costo, buen drenaje, alta aireación, baja retención de la humedad, requiere fermentación y lavado previo, densidad, 0,12 - 0,13 g/ml, CIC 2 - 3 mg/100 ml, retención de humedad 0,10 - 0,12 l/l.

Con respecto al análisis químico contiene los siguientes %: N = 0,5 - 0,5; P = 0,08 - 0,1; K = 0,2 - 0,4; Ca = 0,1 - 0,15; Mg = 0,1 - 0,12; S = 0,12 - 0,14; SiO = 10 - 12; Cenizas = 12 - 13.

Ppm (partes por millón): Fe = 200-400; Mn = 200 - 800; Cu = 3 - 5; Zn = 15 - 30; B = 4 -10.

Los sustratos de origen inorgánico pueden ser de: Escoria de carbón mineral quemado, escorias o tobas volcánicas, arenas de ríos o corrientes de agua limpias que no tengan alto contenido salino, grava fina, o maicillo.

Santander (2007) también expresa que cuando se usan escorias de carbón, tobas volcánicas o arenas de ríos, estos materiales deben lavarse cuatro o cinco veces en recipientes grandes, para eliminar todas aquellas partículas pequeñas que flotan. El sustrato ya está en condiciones de ser usado cuando el agua del lavado sale clara. Si las cantidades de sustrato que se necesitan son muy grandes, entonces se deben utilizar arneros o mallas durante el lavado, para retener las partículas de tamaño superior a medio milímetro. También deben excluirse las que tengan tamaño superior a 7 mm. El exceso de partículas con tamaños inferiores al mínimo indicado dificulta el drenaje de los excedentes de agua y, por lo tanto, limitan la aireación de las raíces. Los tamaños superiores impiden la germinación de las semillas pequeñas, como la de apio y lechuga, y además restan consistencia al sustrato. Lo anterior limita la retención de humedad y la correcta formación de bulbos, raíces y tubérculos.

Si no es posible acondicionar con el lavado estos materiales a niveles de acidez ligeramente ácidos o próximos a la neutralidad (pH 6,5- 7,0) es preferible excluirlos y utilizar otros.

Mezclas de sustratos.

Todos los materiales mencionados se pueden utilizar solos. Sin embargo, algunas mezclas de ellos han sido probadas con éxito, en diferentes proporciones, para el cultivo de más de 30 especies de plantas.

Las mezclas más recomendadas de acuerdo con los ensayos hechos en varios países de América Latina y el Caribe son:

- 50 % de cáscara de arroz con 50 % de escoria de carbón
- 80 % de cáscara de arroz con 20 % de aserrín
- 60 % de cáscara de arroz con 40 % de arena de río
- 60 % de cáscara de arroz con 40 % de escoria volcánica.

En el sistema HHP con sustrato sólido, la raíz de la planta crece y absorbe agua y nutrientes que son aplicados diariamente a la mezcla de materiales sólidos. En el método de sustrato líquido o raíz flotante, el agua se usa con el mismo fin, permitiendo el desarrollo de las raíces, y la absorción de agua y de las sustancias nutritivas adicionales. Este sistema sólo se recomienda para el cultivo de lechugas de diferentes variedades, apio y albahaca, Santander (2007).

Rodríguez (2004), sostiene que hidropónicamente, la planta se comporta mejor si la solución en que se transportan los nutrientes, y que se encuentra en contacto con sus raíces, es ligeramente ácida; esto significa un pH entre 5.5 y 6.8. Fuera de este rango, algunos minerales, aunque estén presentes en la solución, no podrán ser absorbidos por las raíces. Esto, por supuesto, afectará a la planta. Si el pH de la solución queda lejos del rango recomendado, entonces algunos de los minerales de la solución nunca estarán disponibles para la planta.

El rango óptimo de conductividad eléctrica para un adecuado crecimiento del cultivo se establece entre 1.5 a 2.5 mS/cm. Cuando la solución nutritiva sobrepasa el límite del rango óptimo de conductividad eléctrica, se procede a agregar agua o en caso contrario si se encuentra por debajo del rango óptimo, deberá renovarse totalmente, expone CIHNM (2010).

Filippetti (2008), indica que la solución nutritiva, es quizá la parte más importante de toda la técnica hidropónica. Se trata nada menos que de la alimentación de la planta, que al estar exclusivamente a merced de nuestro acierto en la elección y preparación de los nutrientes que se le suministra, ya que, no dispondrá de la posibilidad que tienen cuando son cultivadas en tierra, de proporcionarse los alimentos y el agua por sus propios medios.

Composición de las Soluciones Nutritivas

Además de los elementos que los vegetales extraen del aire y del agua (carbono, hidrógeno y oxígeno) ellos consumen con diferentes grados de intensidad los siguientes

elementos: nitrógeno, fósforo y potasio en grandes cantidades; azufre, calcio y magnesio en cantidades intermedias; hierro, magnesio, cobre, zinc, boro y molibdeno en cantidades muy pequeñas. Útiles pero no indispensable para su vida son cloro, sodio, silicio. Innecesarios para las plantas, pero necesarios para los animales que las consumen: cobalto, yodo; mientras que el aluminio es tóxico para el vegetal.

Es muy importante tener en cuenta que cualquiera de los elementos antes mencionados pueden ser tóxicos para las plantas si se agregan al medio en proporciones inadecuadas, especialmente aquellos que se han denominado elementos menores, expone (Vera, 2008).

Preparación de solución nutritiva

Para preparar la solución nutritiva hay dos recomendaciones que deben quedar muy claras desde el comienzo: No debe mezclarse 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 una primero y la otra después.

La proporción original que se debe usar en la preparación de la solución nutritiva es cinco partes de la solución concentrada “A” por dos 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 prepara en 5 litros de agua como volumen final, en un recipiente limpio se colocan 3 litros de agua. Se agrega el nitrato de potasio 13.5 % N, 45 % K₂O se agita hasta disolver totalmente. Se añade el nitrato de amonio 33 % N sobre el nitrato de potasio y se agita bien la solución hasta su completa disolución. En otro recipiente, se remoja el superfosfato triple 45 % P₂O₅, 20 % CaO en 0.2 litros de agua durante 1 hora. Se echa el superfosfato triple remojado en un mortero y, con la ayuda de un mazo, ablandar y deshacer el superfosfato triple agitando continuamente. Se agita bien el superfosfato triple y se vierte el sobrenadante sobre la solución de nitrato de potasio y nitrato de amonio (se lava varias veces con agua el superfosfato triple que queda en el

recipiente). El lavado se verte 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 elimina la arenilla que queda en el fondo del recipiente. Se agrega agua hasta completar un volumen de cinco litros de solución concentrada A (Volumen Final). Y se almacena la solución concentrada A, en un envase oscuro, limpio y en un lugar fresco.

Preparación de la solución concentrada “B”

Esta solución se prepara en 2 litros de agua como volumen final. En un litro de agua se agrega el sulfato de magnesio 16 % MgO, 13 % S y se agita hasta que los cristales se hayan disuelto totalmente. Luego se agrega 0,4 L ó 400 ml de la solución de Micronutrientes y se agita y por último se agrega el quelato de hierro 6 % Fe y se remueve hasta disolverlo totalmente. Se Agrega agua hasta completar un volumen de dos litros de solución concentrada B (Volumen Final). Y se almacena la solución concentrada B. Para mayor duración, guardar en un envase oscuro y en un lugar fresco.

Solución de micronutrientes

Se pesa 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 disuelve en agua destilada o hervida uno por uno cada fertilizante en el orden indicado. Se llega a un volumen final de un litro; esta solución se llama solución concentrada de Micronutrientes.

Rodríguez (2004), menciona 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, Cl, Fe, Mn, B, Zn, Cu y Mo.

La Molina ha sido evaluada en diferentes cultivos con muy buenos resultados; es excelente para cultivo de hojas como lechuga, apio, acelga, albahaca, berro, espinaca, etc.; también en cultivos de raíces como betarraga, nabo, zanahoria, rabanillo; tubérculos como papa; bulbos como cebolla; frutos como tomate, pimiento, etc. También se ha probado en plantas ornamentales, aromáticas y medicinales; asimismo en flores y también para producir forraje verde hidropónico.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación y descripción del área experimental

El presente trabajo de investigación se lo efectuó en los terrenos de la granja experimental “San Pablo” de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo localizada en el km. 7 ½ vía Babahoyo - Montalvo, Provincia de Los Ríos, con coordenadas UTM 669089,00 m Latitud Sur y 9801321,93 m Longitud oeste con una altura de 8 msnm.

En la zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25.6 °C con una precipitación media anual de 2.048 mm, evaporación promedio de 1.132,9 mm, humedad relativa de 79 % y 725.1 horas de heliofania anual.¹

3.2. Material genético

Se utilizó como material de siembra, semilla certificada de lechuga, variedad Great Lakes obtenida de una casa comercial de Ambato Provincia Tungurahua.

Hábito de crecimiento:	Erecto y determinado, altamente adaptable con cabezas firmes.
Altura de planta:	25 – 30 cm.
Longitud de Raíz:	25 cm, pivotante, corta y con ramificaciones.
Hojas:	Colocadas en roseta, desplegadas al principio, cabeza grande con hojas externas verdes oscuras.
Bordes de las hojas:	aserrado
Tallo:	cilíndrico y ramificado.
Inflorescencia:	En capítulos florales amarillos, dispuestos en racimos o corimbos.
Semillas:	Están provistas de un vilano plumoso, son largas (4-5 mm), su color generalmente es blanco crema, aunque también las hay pardas y castaña.
Tolerancia:	A la quemadura de la punta de las hojas.

1/. Datos tomados de la Estación Agrometeorológica de la FACIAG UTB 2011.

Madurez:	relativa entre 63 – 75 días.
Tiempo de cosecha:	35 – 40 días después del trasplante. De invierno en zonas templadas.
Cantidad:	10 g/ha
Distancia entre siembra:	30 x 30
Rendimientos:	7.9 t/ha

3.3. Factores en estudio

- a) **Variable dependiente:** Desarrollo del Cultivo de Lechuga, variedad Great Lakes 188 en las mezclas de sustratos propuestas.
- b) **Variable Independiente:** Aplicación de sustancias nutritivas

3.4. Tratamientos

Se utilizaron seis tratamientos más un testigo, cada tratamiento tendrá una mezcla de dos sustratos con densidades diferentes, las mismas que se muestran expresadas en el siguiente cuadro.

Tratamientos	Sustratos %	Solución "La Molina"	
		A (cc/litro-agua)	B (cc/litro-agua)
T 1	Tamo de arroz + arena 50 – 50	5	2
T 2	Tamo de arroz + arena 40 – 60	5	2
T 3	Tamo de arroz + arena 30 – 70	5	2
T 4	Aserrín de madera + arena 50 - 50	5	2
T 5	Aserrín de madera + arena 40 - 60	5	2
T 6	Aserrín de madera + arena 30 - 70	5	2
Testigo	Arena 100	5	2

3.4.1 Solución nutritiva

La solución nutritiva que se utilizó para este ensayo es, “La Molina” que consta de dos soluciones concentradas:

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.

Solución Concentrada A:

(Cantidad de fertilizantes para 5,0 litros de agua, volumen final)

Nitrato de potasio 13.5 % N, 45 % K₂O: 550.0 g

Nitrato de amonio 33 % N: 350.0 g

Superfosfato triple 45 % P₂O₅, 20 % CaO: 180.0 g

Solución Concentrada B:

(Cantidad de fertilizantes para 2,0 litros de agua, volumen final)

Sulfato de magnesio 16 % MgO, 13 % S: 220.0 g

Quelato de hierro 6 % Fe: 17.0 g

Solución de Micronutrientes: 0.4 L

Solución De Micronutrientes

(Cantidad de fertilizantes para 1,0 litros de agua, volumen final)

5,0 g Sulfato de manganeso (MnSO₄ · 4H₂O)

3,0 g Ácido bórico (H₃BO₃)

1,7 g Sulfato de zinc (ZnSO₄ · 7H₂O)

1,0 g Sulfato de cobre (CuSO₄ · 5H₂O)

0,2 g Molibdato de amonio (NH₄)₆ Mo₇O₂₄ · 4H₂O

3.5. Métodos

Se aplicaron los métodos: Inductivo, Deductivo y Experimental.

3.6. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental denominado “Bloques completos al Azar” (DBCA) con seis tratamientos y tres repeticiones.

3.6.1. Esquema del análisis de la varianza

ANDEVA

Fuente de variación	G.L
Repeticiones	2
Tratamientos	6
Error experimental	12
Total	20

3.6.2. Análisis Funcional

Todas las variables a evaluarse, se sometieron al análisis de variancia y para determinar la diferencia estadística entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de significación estadística de Tukey al 95 %.

3.7. Características del lote experimental

Tipo de diseño:	Bloques al azar
Números de repeticiones:	3
Números de tratamientos:	7
Superficie total por parcela:	1 m ²
Números de subparcelas:	21
Distancia entre bloques:	1 m
Distancia entre fila:	0.50 m
Superficie útil por parcela:	0.75 m ²
Números de plantas por parcela (caja):	16 plantas
Separación entre plantas:	0.25 m

Área útil del ensayo:	21 m ²
Área total del ensayo:	66 m ²

3.8. Manejo de ensayo

Durante el desarrollo del ensayo, se realizaron las siguientes labores agrícolas.

3.8.1 Análisis del agua

Para la realización de este ensayo se utilizó agua de pozo a la cual se le realizó un análisis químico en el INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria), Estación Experimental del litoral Sur “Dr. Enrique Ampuero Pareja; presentando los siguientes resultados:

Clase c2:- aguas de salinidad moderada.

Clase s1.- aguas de contenido bajo de sodio.

R.A.S. = 4

P.S.I. = 5

% Na = 65.9

C.E. a 25 °C (nS/cm) = 650

pH = 8.5

3.8.2 Preparación de los sustratos

Antes de haber realizado estas mezclas, la preparación de los sustratos consistió en lavarlos, dejarlos fermentar bien y humedecerlos antes de trasplantar, esto fue aplicado tanto para el aserrín como para el tamo de arroz. En el caso de la arena, este material debió ser lavado cuatro o cinco veces en recipientes grandes, para eliminar toda clase de impureza y aquellas partículas pequeñas que flotan.

Se utilizaron estos sustratos ya que no cuentan con ningún tipo de mineral o sustancias que puedan afectar de algún u otro modo al cultivo.

3.8.3 Construcción de la carpa

Se colocaron 15 cañas dentro del área total del ensayo, cinco cañas de 2 m a los costados y cinco cañas de 2.5 m en la parte del medio, sobre ella se colocó el sarán de 104 m² y se lo sujetó con piolas y clavos.

El objetivo de esta carpa fue con el fin de evitar las fuertes radiaciones solares, dándole al cultivo un poco más de sombra y evitando que las plantas se amarillen.

3.8.4 Construcción de los contenedores

Se construyeron 21 contenedores de madera con un área de 1 m² por 0.20 m de altura, en los cuales se utilizó un plástico negro en su interior para impermeabilizarlos. Dentro de cada contenedor fue depositado 100 m³ de sustrato y en él, se sembraron las plántulas a 25 cm entre hilera y entre planta.

3.8.5 Preparación de los semilleros

El semillero se lo realizó en cubetas plásticas germinadoras, para el cual se utilizó como sustrato turba y ahí las plántulas permanecieron en el semillero hasta que alcanzaron tres hojas verdaderas para luego ser transportadas al sitio definitivo en los contenedores.

3.8.6.- Dosis de soluciones nutritivas que se utilizaron en los contenedores

La dosis recomendada por la “Universidad Nacional Agraria La Molina” para la utilización de la solución hidropónica es de 5 cc de solución concentrada “A” más 2 cc de solución concentrada “B” por cada litro de agua, lo que formó un litro de solución nutritiva.

Los primeros 20 días después del trasplante se aplicó 1 litro de solución nutritiva por cada contenedor y después se aplicó 1.5 litros por cada contenedor. La aplicación de estas soluciones se las realizó a diario a últimas horas de la tarde.

3.8.7.- Riego

El riego fue periódico, pero no abundante, en todo caso se trató de no encharcar el sustrato para evitar la aparición de hongos. Por carecer de un sistema radicular amplio, se evitó que el subsuelo se seque.

3.8.8.- Siembra en los contenedores

Se realizó una siembra por trasplante trasladando desde las cubetas del semillero hasta los contenedores, cuidando siempre de no estropear las raíces de la planta y que entren en contacto con los sustratos y sustancia líquida que contienen los nutrientes.

3.8.9.- Manejo de plagas y enfermedades

Se realizaron aplicaciones semanales de fago-repelentes elaborados en forma manual con plantas con propiedades biocidas (ají, neem, ajo). Todo esto, siempre en prevención de las plagas y enfermedades.

Jugo repelente con ajo y cebolla.

En una poma de 4 litros se colocó ajo y/o cebolla macerado con el agua y se dejó fermentar por 8 días y luego se cernió.

La dosis que se utilizó fue de 300 cc por bombada de 20 litro.

Jugo-repelente de hojas de neem.

De igual manera en un recipiente de dos litros se agregó 1.5 kg de hojas más agua y se dejó fermentar por 15 días y luego se cernió.

La dosis que se utilizó fue de 500 cc por bombada de 20 litro

Semillas de neem.

Se hirvió los 2 litros de agua y se colocó 100 g de semillas previamente molidas por un lapso de 2 minutos, luego se retiró del fuego y se dejó por 24 horas y se cernió.

La dosis que se utilizó fue de 150 cc por bombada de 20 litro

3.8.10.- Mantenimiento de la solución nutritiva en los sustratos

El mantenimiento de la solución nutritiva consistió en airear el sustrato tres a cuatro veces por semana, para lo cual se procedió a raspar en forma manual la superficie del suelo o sustrato, incorporando aire al medio, para que las raíces puedan absorber el oxígeno con más facilidad. La realización de esta labor se la hizo con las manos totalmente desinfectadas.

3.8.11.- Cosecha

La recolección del fruto se la realizó de forma manual cuando estos alcanzaron su madurez fisiológica y haber estado acta para el consumo.

3.9. Datos evaluados

Con la finalidad de estimar los efectos de los tratamientos se tomaron los datos siguientes:

3.9.1.- Altura de la planta

Se tomaron 10 plantas al azar de cada contenedor, se midió desde el medio del sostén hasta el ápice de la hoja central de la planta, los datos fueron expresados en cm.

3.9.2.- Número de hojas por planta

A la misma planta que se le registró el peso, se les procedió a contar el número de hojas.

3.9.3.- Longitud de la hoja

La medición de las hojas se la realizó de las mismas plantas escogidas para el peso de planta, se eligieron 3 hojas por planta y se midieron desde es ápice hasta el término de la misma y se sacó un promedio para la evaluación.

3.9.4.- Peso de la planta

Se pesó a cada una de ellas en las mismas plantas anteriormente evaluadas, los datos fueron expresados en gramos.

3.9.5.- Rendimiento de los frutos

En el término de la cosecha se procedió a pesar las plantas obtenidas por tratamientos, pesando sin sistema radical los mismos que fueron expresados en t/ha.

3.9.6.- Días a la cosecha

Esta evolución se la realizó al final del ciclo del cultivo en el sitio definitivo, vale tomar en cuenta que en este tipo de cultivo de hidroponía no debe pasar más de 40 a 45 días en los contenedores, debido a que las plantas podrían empezar a formar un tallo cilíndrico y a emitir flores, lo cual le restaría presencia para su consumo.

3.9.7.- Análisis económico

El análisis económico se lo realizó en función de los costos fijos y variables de producción de cada tratamiento y se estableció los rendimientos obtenidos con los promedios de producción de la cosecha.

IV. RESULTADOS

4.1. Peso de planta

En el Cuadro 1, se observa que el mayor promedio de peso de planta se obtuvo con el tratamiento 7 (arena 100 %) con un valor de 92.23 g, el cual fue superior estadísticamente al resto de tratamientos. El menor valor se obtuvo con el tratamiento 4 (aserrín de madera 50 % + arena 50 %) con un promedio de 3.07 g, igual estadísticamente a los tratamientos 5 (Aserrín de madera 40 % + arena 60 %) con 5.1 g y el tratamiento 6 (Aserrín de madera 30 % + arena 70 %) con 7.83 g. Se presentó una media de 36.55 g con un coeficiente de variación de 4.73 %.

4.2.- Número de hojas

Como se puede apreciar en el Cuadro 2, el mayor promedio de número de hojas se dio con el tratamiento 7 (arena 100 %) con 16.47, igual estadísticamente al tratamiento 3 (tamo de arroz 30 % + arena 70 %) con 15.7, pero diferente significativamente al resto de tratamientos. El coeficiente de variación fue de 5.98 %.

Cuadro 1: Promedio de peso de plantas en el establecimiento del cultivo hidropónico de lechuga variedad Great Lakes 188 mediante la utilización de diferentes tipos de sustratos sólidos en la zona de Babahoyo.

Tratamientos %	Peso de planta (g)
T 1. Tamo de arroz + arena 50 - 50	33.07 d
T 2. Tamo de arroz + arena 40 - 60	53.53 c
T 3. Tamo de arroz + arena 30 - 70	61 b
T 4. Aserrín de madera + arena 50 - 50	3.07 e
T 5. Aserrín de madera + arena 40 - 60	5.1 e
T 6. Aserrín de madera + arena 30 - 70	7.83 e
T7. Arena 100	92.23 a
Media	36.55
C.V %	4.73

Cuadro 2: Promedio de número de hojas en el establecimiento del cultivo hidropónico de lechuga variedad Great Lakes 188, mediante la utilización de diferentes tipos de sustratos sólidos en la zona de Babahoyo.

Tratamiento %	Número de hojas
T 1. Tamo de arroz + arena 50 - 50	11.93 b
T 2. Tamo de arroz + arena 40 – 60	12.53 b
T 3. Tamo de arroz + arena 30 - 70	15.7 a
T 4. Aserrín de madera + arena 50 – 50	6.86 c
T 5. Aserrín de madera + arena 40 - 60	6.66 c
T 6) Aserrín de madera + arena 30 - 70	7.4 c
T7) Arena 100	16.47 a
Media	11.08
C.V %	5.98

4.3.- Altura de planta

En la variable altura de planta difiere estadísticamente el tratamiento 7 (arena 100%) con una altura promedio de 25.9 cm, diferente estadísticamente a los demás tratamientos. La menor altura promedio se dio en el tratamiento 4 (aserrín de madera 50 %+ arena 50 %) con un valor promedio de 4.23 cm de altura. La media fue de 12.48 cm de altura y el coeficiente de variación de 6.08 %. (Cuadro 3).

Los tratamientos T2 y T3 (tamo de arroz + arena) en proporción 40 – 60 y 30 – 70 % respectivamente fueron estadísticamente iguales con altura de 15,97 y 15.93 cm en su orden, pero diferentes al sustrato solo arena que tuvo una medio de 25,9 cm.

4.4.- Longitud de hoja.

En el Cuadro 4 se observa los promedios de longitud de hoja, siendo el tratamiento 7 (arena 100 %) el que presentó el mayor promedio con 21.63 cm de longitud, diferente estadísticamente a los tratamientos T2; T3; T1; T6 y T5 que presentaron valores promedio de 16.9; 16.33; 13.87; 9.2 y 7.53 cm es su orden. Se presentó un coeficiente de variación de 4.84 %.

Cuadro 3: Promedio de altura de plantas en el establecimiento del cultivo hidropónico de lechuga variedad Great Lakes 188, mediante la utilización de diferentes tipos de sustratos sólidos en la zona de Babahoyo.

Tratamiento %	Altura de planta (cm)
T 1. Tamo de arroz + arena 50 - 50	13.3 c
T 2. Tamo de arroz + arena 40 - 60	15.07 bc
T 3. Tamo de arroz + arena 30 - 70	15.93 b
T 4. Aserrín de madera + arena 50 - 50	4.23 e
T 5. Aserrín de madera + arena 40 - 60	5.2 e
T 6. Aserrín de madera + arena 30 - 70	7.7 d
T 7. Arena 100	25.9 a
Media	12.48
C.V %	6.08

Cuadro 4: Promedio de longitud de hoja en el establecimiento del cultivo hidropónico de lechuga variedad Great Lakes 188, mediante la utilización de diferentes tipos de sustratos sólidos en la zona de Babahoyo.

Tratamiento %	Longitud de hoja (cm)
T 1. Tamo de arroz + arena 50 - 50	13.87 c
T 2. Tamo de arroz + arena 40 - 60	16.9 b
T 3. Tamo de arroz + arena 30 - 70	16.33 b
T 4. Aserrín de madera + arena 50 - 50	5.17 e
T 5. Aserrín de madera + arena 40 - 60	7.53 d
T 6. Aserrín de madera + arena 30 - 70	9.2 d
T7. Arena 100	21.63 a
Media	12.95
C.V %	4.84

4.5.- Rendimiento

En lo que respecta al rendimiento difiere estadísticamente el tratamiento 7 (arena 100 %) con un promedio de 15096.67 kg/ha, seguido por el tratamiento 3 (tamo de arroz 30%+ arena 70%) con un valor promedio de 9784.67 kg/ha. Los menores rendimientos se obtuvieron con los tratamientos T4 (aserrín de madera 50 % + arena 50 %) con 480.67 kg/ha y T5 (aserrín de madera 40 % + arena 60 %) con 825 kg/ha ambos similares estadísticamente. El promedio para esta variable fue de 5934.05 kg/ha con un coeficiente de variación fue de 4.02 %.

4.6.- Días a Cosecha

El Cuadro 6 registra los valores promedios de días a cosecha, siendo el tratamiento 7 (arena 100 %) con 38.33 días el que obtuvo el mayor valor, igual significativamente a T4 (aserrín de madera 50% + arena 50%), T3 (tamo de arroz 30%+ arena 70%) y T6 (aserrín de madera 30 % + arena 70 %) con promedios de 36.8; 36.33 y 36 días respectivamente. El menor valor se dio en el tratamiento 1 (tamo de arroz 50 % + arena 50 %) con 32.33 días a cosecha. La media fue de 35.40 días a cosecha y el coeficiente de variación de 2.67 %.

Cuadro 5: Promedio de rendimiento en el establecimiento del cultivo hidropónico de lechuga variedad Great Lakes 188, mediante la utilización de diferentes tipos de sustratos sólidos en la zona de Babahoyo.

Tratamientos %	Rendimiento (kg/ha)
T 1. Tamo de arroz + arena 50 - 50	5480.67 d
T 2. Tamo de arroz + arena 40 - 60	8557.33 c
T 3. Tamo de arroz + arena 30 - 70	9784.67 b
T 4. Aserrín de madera + arena 50 - 50	480.67 f
T 5. Aserrín de madera + arena 40 - 60	825 ef
T 6. Aserrín de madera + arena 30 - 70	1313.33 e
T7. Arena 100	15096.67 a
Media	5934.05
C.V %	4.02

Cuadro 6: Promedio de días a cosecha en el establecimiento del cultivo hidropónico de lechuga variedad Great Lakes 188, mediante la utilización de diferentes tipos de sustratos sólidos en la zona de Babahoyo.

Tratamientos %	Días a cosecha (días)
T 1. Tamo de arroz + arena 50 - 50	32.33 d
T 2. Tamo de arroz + arena 40 - 60	33.67 cd
T 3. Tamo de arroz + arena 30 - 70	36.33 abc
T 4. Aserrín de madera + arena 50 - 50	36.8 ab
T 5. Aserrín de madera + arena 40 - 60	34.33 bcd
T 6. Aserrín de madera + arena 30 - 70	36 abc
T7. Arena 100	38.33 a
Media	35.40
C.V %	2.67

4.7. Análisis Económico

El kilogramo de lechuga al momento de la cosecha se cotizó a \$ 3.50, lo cual sirvió para calcular el análisis de presupuesto del cultivo.

En el Cuadro 7 se observa los costos fijos (\$ 3126.68) y costos variables para cada uno de los tratamientos T1: (\$ 1846.20), T2 (\$2293.63), T3 (\$2786.00), T4 (\$1900.71), T5 (\$2320.08), T6 (\$2740.40) y T7 (\$4000.51).

El tratamiento 7 (arena 100 %) fue el que obtuvo el mayor rendimiento ajustado con 14341.84 kg/ha y que presentó el mayor beneficio bruto con \$ 50196.44. Los tratamientos T4, T5 y T6 no presentaron beneficios económicos, más bien resultaron tratamientos a pérdida.

En definitiva el tratamiento 7 presentó el mayor beneficio neto con \$ 43069.25

Cuadro 7: Análisis económico en función al costo de producción en el ensayo de establecimiento del cultivo hidropónico de lechuga variedad Great Lakes 188, mediante la utilización de diferentes tipos de sustratos sólidos en la zona de Babahoyo.

Tratamiento	Sustrato	Rendimiento (kg/ha)	Rendimiento (kg/ha) ajustado al 5 %	Valor de la producción \$	Costo de Producción \$		Costo total tratamiento \$	Beneficio neto \$
					Costo variable	Costo fijo		
1	Tamo de arroz 50% + arena 50%	5480.67	5206.64	18223.24	1846.20	3126.68	4972.88	13250.36
2	Tamo de arroz 40% + arena 60%	8557.33	8129.46	28453.11	2293.63	3126.68	5420.31	23032.80
3	Tamo de arroz 30% + arena 70%	9784.67	9295.44	32534.04	2786.00	2126.68	5912.68	26621.36
4	Aserrín de madera 50% + arena 50%	480.67	456.64	1598.24	1900.71	3126.68	5021.39	0000
5	Aserrín de madera 40% + arena 60%	825	783.75	2743.13	2320.08	3126.68	5446.76	0000
6	Aserrín de madera 30 + arena 70%	1313.33	1247.66	4366.81	2740.40	3126.68	5867.08	0000
7	Arena 100%	15096.67	14341.84	50196.44	4000.51	3126.68	7127.19	43069.25

Valor del kilogramo de lechuga: \$3.50

V. DISCUSIÓN

En el presente trabajo se presentó significancia estadística en todas las variables analizadas. En peso de planta, se presentó significancia estadística sobresaliendo el tratamiento 7 (arena 100 %) con 92.23 g, los tratamientos T4 (aserrín de madera 50 % + arena 50 %); T5 (Aserrín de madera 40 % + arena 60 %); T6 (Aserrín de madera 30 % + arena 70 %) obtuvieron los menores valores con 3.07; 5.1 y 7.83 g en su orden; probablemente esto se dio debido al tamaño de las partículas del sustrato, concordando con lo expresado con Santander (2007), quien manifiesta que las partículas de un buen sustrato que lo componen tengan un tamaño no inferior a 0,5 y no superior a 7 milímetros.

En las variables altura de planta, longitud de hoja y rendimiento se observó que las que obtuvieron un menor desarrollo fueron los tratamientos T4; T5 y T6 debido a que la mezcla de sustratos fueron aserrín de madera 50 % + arena 50 %; aserrín de madera 40 % + arena 60 % y aserrín de madera 30 % + arena 70 % es su orden, esto argumentado por Santander dice que el aserrín de madera no debe usarse en cantidades superiores al 20 % del total de la mezcla.

En lo que respecta al análisis económico se apreció una rentabilidad alta con el testigo T7 (arena 100 %), ya que este sustrato es fácil de conseguir y cumple con las características de un buen sustrato como son: que no retenga mucha humedad en la superficie, que no se descomponga fácilmente y que no contengan residuos industriales o humanos.

Además se cumple lo mencionado por Caldeyro (1991) expresa que la Hidroponía Simplificada, de bajo costo es fácil de aprender, no requiere conocimientos previos y rápidamente se obtienen resultados concretos. Esta ha sido promovida por FAO/RLC como parte de una estrategia de Agricultura Urbana para producir vegetales en espacios limitados urbanos y peri-urbanos. En este caso en la Universidad Técnica de Babahoyo, permite producir vegetales “sin tierra “y en escaso “espacio físico”, se realiza en recipientes con agua o en sustratos naturales (arena, cáscara de arroz, piedra pómez, entre otros.) y usar materiales reciclados para construir los contenedores, volviendo útiles por ejemplo, maderas y envases descartables.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo al presente trabajo de investigación se concluye:

- El mayor rendimiento de lechuga hidropónica se obtuvo con el sustrato arena 100 %.
- Los comportamientos agronómicos aceptables de las plantas se dieron en las mezclas de sustrato de tamo de arroz y arena.
- El cultivo de lechuga hidropónica es económicamente rentable eligiendo el sustrato adecuado.
- La utilización del sustrato de aserrín de madera no es apropiado para el cultivo de lechuga hidropónica.

Se recomienda lo siguiente:

- En futuras investigaciones incluir materiales vegetativos de mayor potencial de rendimiento bajo este sistema de cultivo.
- Utilizar en cultivos hidropónicos de lechuga el sustrato arena debido a que presento buenos resultados.
- Continuar con investigaciones similares con la utilización de diferentes sustratos.
- Implementar cultivos hidropónicos debido a la gran rentabilidad que se puede obtener.

VII. RESUMEN

El presente trabajo de investigación se lo realizó en los terrenos de la Granja Experimental "San Pablo" de la Facultad de Ciencias Agropecuaria de la Universidad Técnica de Babahoyo localizada en el Km. 7 ½ vía Babahoyo - Montalvo, Provincia de Los Ríos. La zona presenta un clima tropical húmedo, con temperatura media anual de 25.4 °C, con una precipitación media anual de 2.048 mm, evaporación promedio de 1.132,9 mm, humedad relativa de 79 % y 725.1 horas de heliofania anual.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico y la mejor mezcla de sustrato en la producción de lechuga por el método hidropónico.

El experimento estuvo conformado por siete tratamientos, los cuales fueron: tamo de arroz 50 % + arena 50 %; tamo de arroz 40 % + arena 60 %; tamo de arroz 30 % + arena 70 %; aserrín de madera 50 % + arena 50 %; aserrín de madera 40 % + arena 60 %; aserrín de madera 30 + arena 70 % y arena 100 %. Todos estos tratamientos analizados bajo un diseño de bloques completamente al azar. Los datos evaluados fueron: peso de planta, número de hojas por plantas, altura de planta, longitud de hojas, rendimiento y días a cosecha. Los resultados obtenidos indican que el mayor rendimiento se obtuvo con el uso de arena 100 %.

El comportamiento agronómico aceptable del cultivo se dieron con la mezcla de sustratos tamo de arroz + arena, en porcentajes de 50 - 50; 40 - 60; 30 - 70, respectivamente.

El cultivo de lechuga hidropónica es económicamente rentable eligiendo el sustrato adecuado, sin embargo, la utilización de aserrín de madera no es apropiada para el cultivo de lechuga hidropónica.

VIII. SUMMARY

The present investigation work was carried out in the lands of the Experimental Farm "San Pablo" of the Agricultural Ability of Sciences of the Technical University of Babahoyo located in the Km. 7 ½ via Babahoyo - Montalvo, County of The Ríos. The area a humid tropical climate is presented, with a temperature annual average of 25.4 °C, with a precipitation annual average of 2.048 mm, evaporation average of 1.132,9 mm, relative humidity of 79 % and 725.1 hours of annual heliofania.

The aim of this study was to evaluate the agronomic performance and the best mix of substrate in lettuce production, by the hydroponic method.

The experiment was conformed by seven treatments, which were Fuzz of rice 50 % + sand 50 %; Fuzz of rice 40 % + sand 60 %; Fuzz of rice 30 % + sand 70 %; Sawdust wooden 50 % + sand 50 %; Sawdust wooden 40 % + sand 60 %; wooden Sawdust 30 + sand 70 % and sand 100 %, all these treatments analyzed totally at random under a design of blocks. The data evaluated were: plant weight, number of leaves per plant, plant height, leaf length, yield and days to harvest. The results indicate that the highest yield was obtained using 100 % sand.

The agronomic acceptable crop were mixed with rice chaff substrates + sand, in percentages of 50 - 50; 40 - 60; 30 - 70, respectively.

Hydroponic cultivation is economically profitable lettuce choosing the appropriate substrate, however, the use of sawdust is not appropriate for growing hydroponic lettuce.

IX. LITERATURA CITADA

- Alarcón, A. 2002. Los Cultivos Hidropónicos de Hortalizas Extra tempranas Dpto. de Producción Agraria. Área Edafológica y Química Agrícola. Universidad Politécnica de Cartagena – Colombia.
- Caldeyro, S. 1991. Hidroponía simplificada: Mejoramiento de la Seguridad Alimentaria y Nutricional en niños de 0 a 6 años en Ecuador. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura.
- Castañeda, F. 1997. Producción de verduras sin usar la tierra. Manual de cultivos hidropónicos populares. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP). Guatemala. 55 p.
- CIHNM, 2010. ¿Qué es Hidroponía? Centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral (CIHNM). Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Perú.
- Filippetti, V. 2008. Consultora Ambiental (GCA) HIDROPONIA- Nuestra Empresa y La Hidroponía.
- Godoy, AI. 2001. Hidroponía cultivos sin tierra. Guatemala. 80 p.
- Rodríguez, A., Fernández E., 2004. Manual Práctico de Hidroponía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Centro de Investigación y Nutrición Mineral. Lima – Perú. 84 p.
- Sádaba, S., A. J. Del Castillo. Sanz De Galdeano. 2007. Acercamiento a nuevas formas de producción. Lechuga en cultivo hidropónico. NAVARRA AGRARIA. 30 p.

Vera, M. 2008. Adaptación y comportamiento agronómico de diferentes híbridos de lechuga sembradas mediante sistemas hidropónicos de raíz flotante en la zona de Babahoyo. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Babahoyo. Ecuador. P4-25.

Santander, F. 2007. Manual de hidroponía popular. Lima Perú Disponible en:
www.elmejorguia.com/hidroponia/Sustratos.htm

X. ANEXOS

Plano y fotografías tomadas durante la investigación

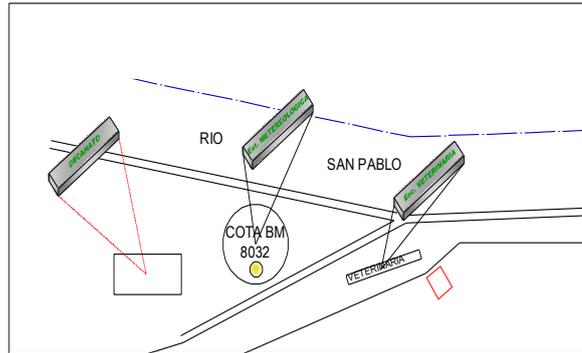


Figura 1.- Plano de ubicación de tesis

El cuadrado rojo indica el lugar donde estuvo ubicado exactamente el cultivo de lechuga hidropónica



Fig. 2 Construcción del vivero y ubicación de los contenedores



Fig. 3 Impermeabilización de los contenedores



Fig. 4 Semillero



Fig. 5 Mesclas de los sustratos y llenada de los contenedores



Fig. 6 Trasplante de lechuga



Figs. #7 Preparación y aplicación de la solución nutritiva



Fig. 8 Sustancias utilizadas en el ensayo



Fig. 9 Insecticidas organicos a base de neem, ajo y cebolla



Fig. 10 Soluciones concentradas A(negra) y B(clara)



Fig. 11 Colocación del letrero



Fig. 12 Aplicación insecticidas e inspección de posibles plagas



Fig. 13 Aireación de los contenedores



Fig. 14 Vistas de los contenedores lista para la cosecha

Fig. 15 Tratamientos



tratamiento 3

tratamiento 1



tratamiento 7(testigo)



tratamiento 6



tratamiento 2



tratamiento 4



tratamiento 5



Fig. 16 Toma de datos de las planta