



**DISEÑO DE PURIFICADOR DE AGUA PARA
MEJORAR EL CULTIVO DE LECHUGA
HIDROPÓNICA**

**UNIVERSIDAD LATINA, S.C.
(CAMPUS SUR)**

Clave de registro del proyecto: CIN2016A10132

**Autor(es): Parker Hernández Melani Casandra
Hernández Figueroa Erick**

Asesor(a): Díaz Hernández Keren

**Área del conocimiento: Ciencias Biológicas, Químicas y
de la Salud**

Disciplina: Medio Ambiente

Tipo de investigación: Desarrollo tecnológico

Lugar y Fecha: Ciudad de México. Febrero 2016

Resumen

La técnica de cultivo hidropónico cuenta con procesos de calidad más eficientes del cultivo tradicional destacando su calidad y limpieza de producción. En la mayoría de estos sistemas utilizan agua potable directamente de la toma de agua, sin embargo este elemento es el principal causante de problemas sanitarios obligando a crear procesos de desinfección, de eliminación de sales y de microorganismos.

En la Universidad Latina se cuenta con un sistema de cultivo a través de la técnica de Hidroponía que necesita contar con agua de calidad para evitar problemas al observar su alto contenido de salitre y olores que afectan el cultivo. Por lo tanto es importante crear opciones tecnológicas para el tratamiento del agua y desinfección en función de mejorar su calidad, en especial en atención de evitar la posible infección y contaminación que afecten la producción y la salud de los consumidores de lechuga hidropónica.

Es por ello que hemos desarrollado un filtro que nos ayude a mejorar en diversos aspectos, como sería la eliminación del salitre que puede llegar a afectar el proceso de cultivo hidropónico. Dicho filtro está conformado por diversos materiales como son grava, arena, carbón activado y tezontle, que permiten retener y eliminar compuestos orgánicos, logrando mediante materiales adsorbentes la separación de determinados componentes para obtener un agua más limpia a partir de elementos renovables, cumpliendo así los parámetros establecidos de calidad para el consumo humano; al utilizar el filtro se ha observado que tanto cualitativa como cuantitativamente se ha mejorado el cultivo hidropónico.

Palabras clave: hidroponía, cultivo, salitre, purificador.

Summary

The technique of hydroponics has more efficient quality processes of traditional farming with emphasis on quality and cleanliness of production. In most of these systems they use water directly from the faucet, nevertheless this element is the main cause of health problems forcing to create disinfection processes, removal of salts and microorganisms.

Universidad Latina has an alternative farming system through the technique of hydroponics, where it needs to have quality water to avoid problems by observing its high content of salt and smells that affect the crop. It is therefore, important to develop technological options for water treatment and disinfection in terms of improving quality, particularly in response to avoid possible infection and contamination affecting production and consumer health hydroponic lettuce.

That is the reason why we have developed a filter that will help us to improve various aspects, as would be the elimination of nitrate that can affect the process of hydroponics. This filter is made up of various materials such as gravel, sand, activated carbon and volcanic rock, which they hold and remove organic compounds, adsorbents achieved through the separation of certain components for cleaner water from renewable elements, thus fulfilling the parameters of quality for human consumption; to use the filter has been shown to both qualitatively and quantitatively improved hydroponics.

Keywords: hydroponics sow, salt, purifying.

Introducción

Planteamiento del problema

El agua es el elemento principal para los cultivos hidropónicos, es por ello, por seguridad sanitaria y por la calidad del cultivo que se debe verificar la higiene del agua.

Durante el tiempo que lleva el proyecto de cultivo hidropónico en la Universidad Latina, Campus Sur, se han encontrado en ciertas ocasiones, elementos que podrían llegar a afectar ampliamente la producción de lechuga hidropónica que se siembra bajo el sistema recirculante en agua.

Este elemento en primera instancia deja un polvo blanco en los canales hidropónicos del agua, que pese al control de sanidad, de PH (Coeficiente que indica el grado de acidez o basicidad de una solución acuosa) y conductividad. Este elemento es conocido como Salitre que es causado regularmente por flujos de agua y se hace visible en las uniones del sistema hidropónico. Se ha observado y se presume que la presencia de salitre provoca una degradación paulatina de decoloración teniendo como consecuencia una disminución de los estándares de producción de lechuga, además, dicho elemento se ha generalizado en todo el sistema hidropónico, ya que el salitre presente en algunas partes del sistema, se expande rápidamente al circular el agua, por lo tanto a estas medidas se debe de diseñar un elemento más para lograr cultivos que estén dentro del margen de calidad a los cultivos tradicionales hechos en tierra. (Vázquez, 2015).

Hipótesis

Mediante el uso de materiales como la grava y el carbón activado se puede construir un filtro de agua que mejore la calidad de la misma disminuyendo significativamente el alto contenido de salitre, microorganismos y olores que afectan el cultivo de la producción de lechugas en los sistemas hidropónicos.

Justificación

Ciertamente el agua que se distribuye en el D.F. es tratada para evitar o disminuir efectos negativos en la salud, sin embargo se consideró necesario generar un filtro

de agua casero para disminuir el contenido de microorganismos en el agua utilizada bajo el sistema recirculante.

Sustento teórico

El filtro que hemos diseñado contiene diferentes materiales como son: carbón activado, arena, grava, algodón, tezontle y gasa.



Esquema del filtro y sus componentes, Figura 1

Carbón activado

El carbón activado, es parte fundamental del filtro de agua elaborado, ya que es un material adsorbente muy eficiente debido a la gran porosidad con la cual cuenta, que provoca el aumento de la superficie de contacto con el agua, gracias a ello, la tecnología de adsorción al emplear este material es altamente eficiente, alcanzando remociones del orden desde el 95% al 99%. Tiene una textura similar a la de pequeños gránulos de arena negra; su función como filtro es remover contaminantes de agua por medio de adsorción, donde las partículas a filtrar se adhieren a la superficie de los gránulos del carbón.

La aplicación de carbón activado constituye un tratamiento terciario y tiene por propósito obtener una calidad de efluente mejor que la conseguida en los

tratamientos primarios y secundarios convencionales. Su aplicación se realiza en lechos empacados, tipo columnas, cargados con gránulos del material absorbente (carbón activado) y se bombea, a través del filtro empacado, el efluente a tratar. A medida que el agua fluye a través de la columna, los químicos se adsorben a la superficie porosa de los gránulos. Cuando esta superficie disponible del carbón activado se llena de químicos, se dice que el carbón está gastado, por lo tanto, este material debe reemplazarse o limpiarse para permitir que el filtro se reutilice. La limpieza del carbón gastado comprende el calentamiento del carbón y el bombeo de aire limpio a través del mismo. El calor suelta los químicos del carbón que anteriormente se adsorbieron a él y el aire los expulsa de la columna.

Debido a la gran eficacia del carbón activado como removedor de ciertos contaminantes, el empleo de este material es cada vez más utilizado. Generalmente se aplica en el tratamiento de aguas para la eliminación de cloro libre y / o compuestos orgánicos, de materia orgánica del agua potable para evitar ácidos orgánicos comunes tales como ácidos húmicos o fúlvicos de reaccionar con cloro a forma trihalometanos (una clase de carcinógenos conocidos) o para el tratamiento de aguas residuales y de esta manera eliminar cualquier número de compuestos orgánicos y hacer el agua adecuada para la descarga similar a otros tipos de tratamiento de agua; sin embargo, la filtración de carbón activado es eficaz para algunos contaminantes y no eficaces para otros, pues no elimina microbios, sodio, nitratos, fluoruros y dureza. El plomo y otros metales pesados se eliminan solamente por un tipo muy específico del carbón activado y por lo general sólo sería factible para filtros domésticos de punto de uso.

Arena y grava

En el filtro diseñado se utiliza una filtración con arena y grava para separar determinados componentes del agua. Este proceso en medios granulares, es la forma más económica y eficiente de separar sólidos suspendidos que no son removidos por sedimentación.

La filtración es una operación unitaria de gran importancia dentro de un sistema de tratamiento y acondicionamiento de aguas. Generalmente la filtración se efectúa después de la separación de la mayoría de los sólidos suspendidos por

sedimentación, aunque dependiendo de las características del agua, es posible que esta entre directamente a la etapa de filtración, sin ser sedimentada previamente.

Esto puede presentarse dependiendo de la cantidad y naturaleza de los sólidos en suspensión. Si la cantidad de sólidos no es muy grande puede pasarse directamente a la etapa de filtración. Pero si la cantidad de sólidos suspendidos en el agua a tratar es muy grande y se pasa directamente a la filtración, el filtro se satura rápidamente y es necesaria su continua limpieza, ya que los ciclos de filtración son de poca duración. Si previamente se separan los sólidos sedimentables, la carga en el filtro disminuye, y se tiene una mejor operación y un proceso de remoción de sólidos suspendidos más eficiente.

Una aplicación especial del filtro de arena es la separación del hierro en la superficie, en el suelo o con el agua limpia. La instalación de la separación del hierro consiste en la aireación, oxidación y precipitación del mismo y el manganeso seguido por una separación de las partículas precipitadas con el filtro de arena. Además, el algodón y la gasa tienen una amplia capacidad de retener diversos materiales y partículas orgánicas de diferentes tamaños.

Ciclo de limpieza

Cuando los filtros se cargan con las partículas, la dirección del flujo es invertida y el volumen del flujo se aumenta para limpiar el filtro de nuevo. El ciclo de limpieza es determinado por los siguientes criterios:

- ° Volumen
- ° Presión de la gota sobre el filtro
- ° Tiempo

Afectaciones en los cultivos por salitre

El salitre es una mezcla de nitrato de potasio (KNO_3) y nitrato de sodio ($NaNO_3$). La gran mayoría de las plantas prefieren sustratos francos y que en general contengan los elementos que los nutran de manera adecuada. No obstante, según el lugar del que estemos hablando, puede haber sustancias como el salitre, ácidos o sustancias alcalinas que pueden no ser tan adecuados para el cultivo. Sin embargo, esto no es tan malo para ciertos tipos de plantas y se puede cultivar plantas que adoren estas condiciones un tanto extremas. Los sistemas hidropónicos son por naturaleza una

fuelle de humedad, esta es en base de tubos de PVC que transportan agua y en ella viaja el salitre y otras sales y son absorbidas por las raíces afectando el cultivo de ciertas plantas, es decir, los elementos que contienen salitre quitan los nutrientes esenciales que necesitan las plantas; por lo que es importante aplicar técnicas que filtren estos elementos que en los sistemas hidropónicos viajan con el agua. (Álvarez, 2016). De acuerdo con Ruvalcaba “al eliminarse el salitre se tornará un ambiente adecuado para que las plantas puedan crecer, desarrollarse y dar una mejor producción”.

Hidroponía

Hidroponía proviene de las palabras griegas “*Hidro*” que significa agua y “*Ponos*” que significa trabajo. La Hidroponía es una técnica que permite cultivar sin necesidad de suelo e incorporando los nutrientes que la planta necesita (solución nutritiva) a través del riego. (Hernández, 2008). Los investigadores en fisiología vegetal señalan que las plantas absorben los minerales esenciales que necesitan para vivir a través de iones inorgánicos disueltos en el agua y la tierra actúa como reserva de nutrientes minerales, pero no es esencial para que la planta crezca. Cuando los nutrientes minerales de la tierra se disuelven en agua, las raíces de la planta son capaces de absorberlos. Se cuentan con registros que en Israel esta actividad ha mucho auge por las condiciones climáticas y políticas que atraviesa y se suman países donde las condiciones para la agricultura resultan adversas y aplicando la hidroponía con un buen manejo de sus elementos se llegan a obtener rendimientos muy superiores a los que se obtienen en cultivos a cielo abierto. (Yokoyama, 2014). De acuerdo con Ruvalcaba “al eliminarse el salitre se tornará un ambiente adecuado para que las plantas puedan crecer, desarrollarse y dar una mejor producción”. (Ruvalcaba, 2003).

Antecedentes históricos de la hidroponía

La hidroponía es una técnica ancestral; en la antigüedad hubo culturas que la usaron como medio de subsistencia. (Hernández, 2008) Se sabe que al rededor del año 1265 a.C., la civilización azteca, tuvo escasez de alimentos. Entonces el tlatoani Acatonalli brindó una técnica que consistía en ganar terrenos al lago creando islas artificiales con relleno de limo y fijado mediante arbustos llamadas chinampas donde producían maíz y porotos, entre otros cultivos.

A comienzos de los treinta W. F. Gericke catedrático de la Universidad de California llamo a este sistema Hydroponic y esta técnica puede ser definida como la ciencia del crecimiento de las plantas sin utilizar el suelo aunque usando un medio inerte como la grava, arena, vermiculita, piedra pómez, etc. W.F. Gericke cultivó vegetales en hidroponía, demostrando su utilidad y proveyendo alimentos para las tropas norteamericanas estacionadas en las islas incultivables del Pacífico a comienzos de 1940 (Margaín, 2014).

Después de la segunda guerra mundial los militares continuaron utilizando la técnica y establecieron un proyecto de 22 hectáreas en la isla de Chofu (Japón) al paso del tiempo se extendió la técnica en plan comercial, y en los años 50` los países como Italia, Francia, España, Alemania, Israel, Australia y Holanda, que la adoptaron también. En el presente con la ayuda de los plásticos se ha dado un gran avance en esta técnica que se ha extendido hasta nuestro país y es desde 1994 cuando se empieza a implementar Nuestra Asociación a raíz del interés que despertó la lectura del Libro hidroponía Básica de Editorial Diana escrito por Gloria Samperio Ruiz y a través de los cursos y congresos internacionales realizados por nuestra organización, se ha incrementado el número de cultivadores hidropónicos a diferentes niveles de producción en México. (Urrestarazu, 2000).

Sustancia nutritiva

Se define como un conjunto de compuestos y formulaciones que contienen los elementos esenciales que disueltos en agua, las plantas necesitan para su desarrollo. (Samperio, 1999). Señala que se ha probado que en general las plantas necesitan carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, azufre, magnesio, hierro, manganeso, boro, cobre, zinc, molibdeno, cloro y níquel para tener un buen desarrollo y que en un sistema hidropónico, con excepción del carbono, oxígeno, e hidrógeno, todos los elementos esenciales son suministrados por medio de una solución nutritiva y en forma asimilable por las raíces de las plantas. (Hidroenvironment, 2014).

Los estudios de la fisiología vegetal ha estudiado la mezcla ideal para el desarrollo de la plantas y dependiendo de sus necesidades particulares se inició el trabajo de tener mezclas de compuestos los cuales fueron evaluados hasta llegar a un

denominado solución “tipo”, que hasta hoy día se siguen modificando para diferentes cultivos por la variabilidad tanto genética como el medio ambiente (Margaín, 2014).

Función de los elementos químicos de la sustancia nutritiva en las plantas

Nutrientes	Función
Nitrógeno (N)	Forma parte de los aminoácidos, proteínas, coenzimas, ácidos nucleicos y clorofila.
Fosforo (P)	Constituye enzimas, ácidos nucleicos, fosfolípidos, glucosa y ATP.
Potasio (K)	Activador de enzimas y síntesis de proteínas.
Calcio (Ca)	Actúa como regulador del transporte de carbohidratos y forma parte de la estructura de la pared celular.
Magnesio (Mg)	Parte esencial de la molécula de clorofila.
Azufre (S)	Constituyente de amino ácidos y proteínas.
Hierro (Fe)	Favorece la síntesis de clorofila y como portador de electrones en la fotosíntesis.
Zinc (Zn)	Forma ácido indolacético.
Manganeso (Mn)	Participa en la producción fotosintética de oxígeno a partir del agua y forma parte en la formación de clorofila.
Cobre (Cu)	Se involucra en la formación de la pared celular y es parte de algunas enzimas.
Boro (Bo)	Se encarga en el transporte de carbohidratos y viabilidad del polen.
Molibdeno (Mo)	Forma el nitrato-reductasa.
Cloro (Cl)	Actúa como activador de enzimas para producción de oxígeno a partir del agua de la fotosíntesis.

Elementos que conforman la sustancia nutritiva, Tabla 1

Conductividad y PH

Otro de los factores que se deben de considerar es el PH y la conductividad del agua ya con la sustancia nutritiva. Conocer el pH es importante para el desarrollo adecuado y crecimiento. La mayoría de las plantas crecen muy bien con una solución nutritiva que tenga un pH de 5.0 a 6.5. El pH mide la concentración de los iones hidrógeno (H+) de una solución, a mayor concentración de iones hidrógeno

libres; menor será el pH y viceversa. El grado de pH permite saber la disponibilidad de los nutrientes minerales en la solución nutritiva y por lo tanto, su disponibilidad para las plantas. El PH cambia continuamente porque las plantas remueven iones de la solución nutritiva. (Rodríguez, 2001).

La conductividad eléctrica (CE) es un estimador de la concentración de sales disueltas en el agua, permitiendo evaluar la capacidad del agua para conducir la corriente eléctrica. Esto es fundamental ya que las raíces utilizan estas cargas para tomar los elementos, lo cual es importante en la hidroponía para el diseño de la solución nutritiva que sea soluble para facilitar la asimilación de los nutrientes (Hidroenvironment, 2014).

El cultivo de la lechuga

El origen de la lechuga no parece estar muy claro, evidencias señalan que procede de la India. La lechuga, *Lactuca scariola* L., que se encuentra en estado silvestre en la mayor parte de las zonas templadas creciendo en prados, pendientes rocosas y terrenos baldíos desde Asia y norte de África hasta el norte de Europa.

El nombre genérico "Lactuca" procede del latín lac (leche). Tal etimología se refiere al líquido lechoso (de apariencia "láctea") principalmente savia que exudan los tallos de esta planta al ser cortados. Sativa hace referencia a su carácter de especie cultivada.

Los primeros indicios de su existencia datan de aproximadamente 4.500 años a. C. en grabados encontrados en tumbas egipcias, en donde se observan lechugas similares a las conocidas como tipo espárrago. Siendo conocida por griegos y romanos, que incluso desarrollaron la técnica del blanqueamiento, parece4 que fueron los romanos los que introdujeron la lechuga en Gran Bretaña. (Ortega, 2013).

Objetivo General

Producir mediante un cultivo hidropónico lechugas de calidad comestible y libre de microorganismos que afecten la salud.

Objetivo Específico

Diseñar un sistema de purificado de agua por el método de filtración lenta de arena, materiales reutilizados, grava y carbón activado que mejore la calidad del agua para la producción de cultivos hidropónicos.

Metodología de investigación

Se utiliza el método cualitativo para analizar los elementos de la experimentación comparativa de los efectos del uso del purificador en el agua dos sistemas de cultivo hidropónico. En el primero se utilizará el purificador de agua y otro se sembrará sin el filtro de agua. Se evaluarán las variables en relación al rendimiento, tiempo y tamaño del cultivo siembra para identificar las propiedades y beneficios en la remoción de los contaminantes del agua.

Resultados

En el proceso cultivo hidropónico se han sumado variables como el agua de lluvia, los cambios de temperatura y en un caso la proliferación de plagas; sin embargo las mediciones de la calidad del agua han sido lo suficientemente satisfactorias que han hecho tener diferencias significativas en diversos factores.

La producción de lechuga hidropónica ha experimentado distintos cambios favorables ya que ahora, debido al uso del filtro sobre el agua empleada en el cultivo, estas han aun aumentado su crecimiento a diferencia de cuando se usa el agua directamente de la toma de agua y sin filtrar. (Ver Tablas 2 a 7)

Semana 3				
Producto	Con filtro		Sin filtro	
	Peso	Medidas	Peso	Medidas
Lechuga 1	115.33 gr	6.3 cm	103.79 gr	5.67 cm
Lechuga 2	100.86 gr	5.7 cm	90.77 gr	5.13 cm
Lechuga 3	128.75 gr	4.8 cm	109.43 gr	4.32 cm
Lechuga 4	118.33 gr	6.2 cm	106.49 gr	5.58 cm
Lechuga 5	135.55 gr	8.1 cm	121.99 gr	7.29 cm
Lechuga 6	121.87 gr	6.5 cm	109.68 gr	5.85 cm
Lechuga 7	115.87 gr	8.2 cm	104.28 gr	7.38 cm

Lechuga 8	122.45 gr	6.2 cm	110.20 gr	5.58 cm
Lechuga 9	127.21 gr	7.2 cm	25.44 gr	6.48 cm
Lechuga 10	137.31 gr	8.8 cm	123.57 gr	7.92 cm

Crecimiento de la semana 3, Tabla 2

Semana 4				
Producto	Con filtro		Sin filtro	
	Peso	Medidas	Peso	Medidas
Lechuga 1	134.25 gr	8.6 cm	120.79 gr	8.77 cm
Lechuga 2	119.59 gr	7.5 cm	111.90 gr	5.90 cm
Lechuga 3	146.35 gr	5.3 cm	115.12 gr	5.30 cm
Lechuga 4	132.85 gr	7.3 cm	120.00 gr	5.58 cm
Lechuga 5	148.38 gr	9.8 cm	128.00 gr	8.99 cm
Lechuga 6	138.72 gr	7.4 cm	125.56 gr	6.00 cm
Lechuga 7	123.15 gr	9.4 cm	116.50 gr	8.38 cm
Lechuga 8	148.54 gr	7.6 cm	119.40 gr	6.56 cm
Lechuga 9	135.55 gr	8.4 cm	33.12 gr	6.99 cm
Lechuga 10	152.60 gr	9.5 cm	145.33 gr	8.52 cm

Crecimiento de la semana 4, Tabla 3

Semana 5				
Producto	Con filtro		Sin filtro	
	Peso	Medidas	Peso	Medidas
Lechuga 1	146.46 gr	9.2 cm	125.23 gr	12.77 cm
Lechuga 2	131.2 gr	8.8 cm	122.50 gr	9.90 cm
Lechuga 3	153.23 gr	6.1 cm	123.12 gr	13.30 cm
Lechuga 4	148.51 gr	8.5 cm	130.34 gr	9.58 cm
Lechuga 5	160.04 gr	10.6 cm	136.05 gr	11.99 cm
Lechuga 6	141.79 gr	8.5 cm	128.56 gr	10.00 cm
Lechuga 7	134.66 gr	10.2 cm	123.45 gr	1238 cm

Lechuga 8	157.53 gr	8.7 cm	123.40 gr	16.56 cm
Lechuga 9	149.34 gr	9.6 cm	45.67 gr	12.99 cm
Lechuga 10	168.8 gr	10.8 cm	150.12 gr	8.52 cm

Crecimiento de la semana 5, Tabla 4

Semana 6				
Producto	Con filtro		Sin filtro	
	Peso	Medidas	Peso	Medidas
Lechuga 1	153.46 gr	15.2 cm	135.12 gr	15.54 cm
Lechuga 2	137.2 gr	13.8 cm	128.50 gr	13.00 cm
Lechuga 3	159.23 gr	10.5 cm	140.00 gr	15.44 cm
Lechuga 4	153.51 gr	15.5 cm	135.65 gr	14.00 cm
Lechuga 5	166.04 gr	16.6 cm	140.19 gr	15.32 cm
Lechuga 6	146.70 gr	15.5 cm	134.56 gr	13.44 cm
Lechuga 7	141.66 gr	16.2 cm	133.56 gr	15.69 cm
Lechuga 8	165.53 gr	18.7 cm	143.54 gr	17.00 cm
Lechuga 9	155.34 gr	15.5	70.56 gr	16.34 cm
Lechuga 10	175 gr	18.8 cm	159.98 gr	16.12 cm

Crecimiento de la semana 6, Tabla 5

Semana 7				
Producto	Con filtro		Sin filtro	
	Peso	Medidas	Peso	Medidas
Lechuga 1	162.60 gr	20 cm	146.34 gr	18 cm
Lechuga 2	146.34 gr	18 cm	131.70 gr	16.2 cm
Lechuga 3	170.73 gr	21 cm	153.65 gr	18.9 cm
Lechuga 4	162.66 gr	20 cm	146.39 gr	18.2 cm
Lechuga 5	178.86 gr	22 cm	160.97 gr	19.8 cm
Lechuga 6	154.47 gr	19 cm	139.02 gr	17.1 cm
Lechuga 7	153 gr	19 cm	137.7 gr	17.5 cm

Lechuga 8	179.2 gr	22 cm	161.28 gr	19.5 cm
Lechuga 9	163.1 gr	20 cm	88.79 gr	19 cm
Lechuga 10	187 gr	23 cm	168.3 gr	20.7 cm

Crecimiento de la semana 7, Tabla 6

	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7
Producto					

Seguimiento de las hojas de lechuga hidropónica en crecimiento, Tabla 7

A continuación se muestran imágenes del proceso del cultivo hidropónico, así como del desarrollo del filtro utilizado para eliminar el salitre. (Ver figura 2 a la 8)



Filtro finalizado, Figura 2

En la imagen se pueden apreciar los distintos materiales con los cuales fue elaborado el filtro.



Detalle frontal de los materiales en el filtro, Figura 3



Tamaño de las lechugas a las cinco semanas, Figura 4



Tamaño de las lechugas a las seis semanas, Figura 5



Tamaño de las lechugas a las siete semanas, Figura 6



Tamaño de las lechugas a las ocho las semanas, Figura 7



Esta imagen muestra la formación de salitre, de color blanco en la unión de los tubos, (círculo rojo), Figura 8

Conclusiones

- El desarrollo del purificador de agua resulto ser un sistema que controlando las variables de PH y conductividad ayudo a crecer las lechugas en un porcentaje de 10% más que las condiciones normales sin el purificador.
- A pesar de obtener agua en el sistema de agua potable de la ciudad que en teoría está en condiciones ideales para ser ingerida por el ser humano, no cuenta con los elementos para suprimir las sales minerales como el salitre que en los sistema hidropónicos queda demostrado que afecta el crecimiento de la lechuga.
- Sin duda los costos de la efectividad del sistema de purificación del agua se verán reflejados en base a la cantidad de agua que purifique y en la cantidad de producto que se coseche, pero es un sistema que es necesario para el cultivo por la calidad de la planta y de las personas que ingieran los cultivos.
- El agua es el componente principal en cultivo hidropónico, pero sin duda, existirán variables como la temperatura y las plagas que en condiciones menos controladas afectaran la producción de lechuga y se pueden sumar al contenido de salitre como es la humedad ambiental o de lluvia. Pero en condiciones controladas los efectos seguramente podrán ser más eficientes.

Fuentes bibliohemerográficas

- Biggs, A. (2012). *Biología*. México: McGraw-Hill.
- Curtis, H. (2008). *Biología*. Madrid: Editorial Médica Americana.
- Hill, J. y Kolb, D. (1999) *Química para el Nuevo milenio*. México: Pearson.
- Margulis, L. y Olendzenski, L. (1992). *Environmental evolution*. EUA: Massachusetts Institute of Tecnology.
- Moore, J. et al. (2000). *El Mundo de la Química. Conceptos y aplicaciones*. México: Pearson.

Fuentes de Internet

- Estrada, M. A. (02 de Noviembre de 2015). Control de calidad del agua: Planteamiento del proyecto Agua residual. Recuperado el 02 de Noviembre de 2015, de <http://www.academica.mx/comparte/control-calidad-del-agua-planteamiento-del-proyecto-agua-residual>
- Hernández, L. F. (8 de Octubre de 2008). Quinto grado. Recuperado el 10 de Diciembre de 15, de Quinto grado: <http://quintogradoiae.blogspot.mx/2009/10/los-aztecas.html>
- Hernández, L. F. (8 de Octubre de 2008). Quinto grado. Recuperado el 10 de Diciembre de 15, de Quinto grado: <http://quintogradoiae.blogspot.mx/2009/10/los-aztecas.html>
- Hidroenviroment. (12 de Enero de 2014). definición de PH y CE. Recuperado el 12 de Enero de 2014, de Enviroment: Hidroponia: <http://www.hydroenv.com.mx/catalogo/>
- KOEI, N. (02 de Noviembre de 2015). ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL DETALLADO DEL PROYECTO “OPTIMIZACION DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO. Recuperado el 02 de Noviembre de 2015, de <http://www.sedapal.com.pe/Contenido/ambiental/ambiental/disco1/006%20CAPITULO%205%20JUSTIFICACION%20Y%20ALCANCE.pdf>
- López, C. A. (01 de Enero de 2003). Manual para la preparación y venta de frutas y hortalizas. Recuperado el 12 de Junio de 2015, de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y4893S/y4893S00.pdf>
- Margañ, A. (14 de febrero de 2014). La hidroponia como una fuente de producción para el tras patio. Recuperado el 14 de Febrero de 2016, de

<http://www.hoytamaulipas.net/notas/133723/La-Hidroponia-como-una-fuente-de-produccion-para-el-traspatio.html>

- Martínez, R. (01 de Enero de 2014). ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL DE AGUA. Recuperado el 12 de Septiembre de 2015, de http://www.digesa.sld.pe/depa/informes_tecnicos/grupo%20de%20uso%203.pdf
- Ortega, M. M. (01 de Enero de 2013). El cultivo de la lechuga. The letucce growing. Recuperado el 06 de Enero de 2014, de El cultivo de la lechuga. The letucce growing: https://www5.uva.es/guia_docente/uploads/2012/446/42109/1/Documento2.pdf
- Rodríguez, D. H. (2001). Soluciones nutritivas en hidroponía, formulación y preparación. Lima: Centro de Investigación de Hidroponía e Investigación Mineral.
- Ruvalcaba, P. L. (Enero de 16 de 2003). Investigadores de Sinaloa logran eliminar 50% la salinidad de suelos. Recuperado el 12 de Enero de 2016, de <http://www.jornada.unam.mx/2003/01/17/032n3est.php?origen=estados.html>
- Samperio, G. M. (1999). Hidroponía básica. México: Diana.
- Sánchez, E. (1988). Un sistema de producción de plantas: hidroponía, principios y métodos de cultivo. 3 ed. México: Universidad Autónoma de Chapingo.
- TAMANI, A. Y. (15 de Enero de 2014). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO NEGRO EN LA PROVINCIA DE PADRE ABAD, AGUAYTÍA. Recuperado el 23 de Agosto de 2015, de http://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/PRACTICA%20FINAL%20PARA%20EMPASTAR.pdf
- Urrestarazu, G. (2000). Manual de cultivo sin suelo. Almeria España: Universidad de Almeria.
- Vázquez, O. J. (1 de Octubre de 2015). CALIDAD DE AGUA EN EL VALLE DE MEXICO. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico13/144.pdf>
- Yokoyama, M. B. (22 de Enero de 2014). HIDROPONIA: Una forma sencilla limpia y de bajo costo para producción de vegetales. Recuperado el 22 de

Enero de 2014, de HIDROPONIA: Una forma sencilla limpia y de bajo costo para producción de vegetales:
<http://www.acmor.org.mx/cuamweb/reportescongreso/2012/SecCiencias/919-InstEducLasFuentes-Hidroponia.pdf>