



Filtro de Aire Biológico Usando Microalga Chlorella SP

Clave de Registro del Proyecto:

CIN2017A10182

Escuela de Procedencia:

Bachillerato Colegio Martinak 2371

Autores:

Claudia Reyes Gallardo

Anna Karen Servín Olivares

Asesores:

Profesora: Noemí Hernández Enríquez.

Profesor: Luis Ángel Molina Hernández.

Área de conocimiento: Ciencias Biológicas, Químicas y de la Salud.

Disciplina Principal: Biología

Tipo de Investigación: Experimental

Lugar y Fecha: Ciudad de México, a 17 de febrero de 2017

ÍNDICE TEMÁTICO

Resumen	3
Abstract	5
Introducción	6
• Planteamiento del problema	7
• Objetivos	8
Fundamentación Teórica.	8
• Hipótesis	11
Metodología de la Investigación	11
Resultados	12
Conclusión	13
Aparato Crítico	14

RESUMEN.

Hoy en día existen muchos problemas relacionados con la contaminación ambiental, especialmente la del aire, debido a las emisiones de gas que liberan los automóviles e industrias.

En consecuencia, el incremento de CO₂ en la atmósfera se ha disparado de manera acelerada desde hace 40 años, provocando una gran cantidad de problemas que parecen imposibles de resolver.

Este CO₂ es producido mediante la combustión de materiales que poseen carbono, incluso también es ocasionado por las emisiones de origen natural, como la respiración de los seres vivos. Pero la gran mayoría de ese CO₂ había estado atrapada en forma de celulosa o hidrocarburo, por lo que se debe regresar a ese estado, y no hay mejor forma de hacerlo que mediante la fotosíntesis, ya que es capaz de regresar ese CO₂ a una molécula muy estable llamada celulosa.

Por lo tanto, nuestro objetivo es crear un filtro de aire biológico que facilite la purificación del aire en espacios cerrados.

En este filtro se utilizará la microalga *Chlorella Vulgaris* debido a que tiene los mejores índices de captación de CO₂. Lo que hará esta alga será fotosintetizar para que capte el CO₂ y lo disminuya, por lo tanto, se pondrá a disposición más O₂ en el lugar donde sea habilitado este filtro.

Para identificar cuáles son los contaminantes que se encuentran en el aire, nos dimos la tarea de investigar el índice de la calidad del aire de la CDMX, donde encontramos que los cinco contaminantes criterio son: dióxido de azufre, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, ozono y partículas suspendidas.

Para tratar de mitigar este problema que aqueja a todas las poblaciones a nivel mundial, proponemos implementar uno de estos filtros por cada casa, departamento, oficina y cualquier espacio disponible para poder disminuir la cantidad de gases contaminantes que están disueltos en la atmósfera de las zonas urbanas, así como también proponerlo a otros países para que esto sea una estrategia a nivel global.

Por otro lado, aunque no es el objetivo de nuestro proyecto, hemos encontrado distintos usos tanto alimenticios como industriales al alga *chlorella vulgaris*, de tal manera que llevar a cabo proyectos como estos pueden ser el inicio del desarrollo de infraestructuras autosustentables o amigables con el ambiente.

Por otro lado, al hacer los números necesario pudimos recabar suficiente información para poder sustentar que el filtro biológico de aire y la estrategia de uso pueden llegar a reducir el .5% del total de las emisiones de gas CO₂ al año.

Eso solo para la zona metropolitana, pero si extrapoláramos los datos y esto se hiciera a nivel global el porcentaje de CO₂ se reduciría considerablemente.

ABSTRACT

Existe un grave problema en la Ciudad de México debido a la contaminación del aire. Este es causado por las emisiones de CO₂ liberadas por automóviles, industrias, personas y fenómenos de la naturaleza.

Desde hace 40 años, el CO₂ se ha incrementado de manera acelerada, lo cual provoca muchos problemas que, hasta ahora, parecen imposibles de resolver.

Ese CO₂ queda atrapado en forma de hidrocarburo, así que necesita regresar a ese estado y la mejor forma para hacerlo es mediante la fotosíntesis.

Nuestro objetivo es reducir los niveles de CO₂ en un espacio cerrado y facilitar la purificación del aire en espacios cerrados, con un filtro de aire biológico utilizando la microalga *Chlorella vulgaris*. Esta alga lo que hará será fotosintetizar para reducir los niveles de CO₂ y se ponga a disposición más O₂ en el lugar donde este filtro sea habilitado.

Se encontró que los cinco contaminantes criterio del aire son: dióxido de azufre, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, ozono y partículas suspendidas.

Para tratar de mitigar este problema, proponemos implementar uno de estos filtros por cada casa, departamento, oficina y cualquier espacio disponible para poder disminuir la cantidad de gases contaminantes que se encuentran disueltos en la atmósfera de las zonas urbanas, así como también proponerlo a otros países para que esto sea una estrategia mundial.

ABSTRACT (ENGLISH)

Nowadays there are a lot of problems related with air pollution, mainly the ones produced by cars and industries.

As a consequence, the improvement of CO₂ in the air has increased since 40 years ago, causing a great amount of problems that can't be solved.

The CO₂ is produced by the combustion of some different materials that have carbon; it is also caused by natural emissions, like human beings breathing.

These CO₂ is caught as a hydrocarbon, so it needs to return to that condition and the best way to do that is through a photosynthesis.

Our main purpose is to reduce the CO₂ on a close space with a biological air filter using the *Chlorella vulgaris* micro algae. What these algae will do is to photosynthesis to the CO₂ levels and make available more O₂ on the place where this filter will be enable.

It was found that the main five contaminants of air are: sulfur dioxide, carbon monoxide, nitrogen dioxide, ozone and suspended particles.

To trying to reduce this problem, we propose to implement one of this filters on each house, flat, office and any available space to reduce the amount of contaminant gases that can be dissolved on the urban zones atmosphere and also to propose these filter to some other countries, so in the future it will be a world strategy.

INTRODUCCIÓN

Existen hoy en día muchos problemas asociados a la contaminación ambiental, en particular la del aire, las emisiones de automóviles e industria son los principales causantes del calentamiento global y el cambio climático, que ya de por sí son un enorme problema que la humanidad debe resolver. Aunado a esto, las repercusiones sanitarias en la calidad de vida de las personas también son de gran interés. Mientras tanto se han estado desarrollando nuevas tecnologías que pretenden atender dichas problemáticas, por otro lado, los altos costos y las políticas mundiales han frenado el avance de estas nuevas estrategias y tecnologías.

Por lo tanto, es necesario replantear las estrategias y tecnologías para hacerlas de más fácil acceso a las comunidades de todos los países.

El incremento en los niveles de CO₂ en la atmósfera se ha disparado de manera acelerada desde hace 40 años, y como ya mencionamos anteriormente, esto ha provocado una enorme cantidad de problemas que parecen imposibles de resolver, aunque ya hay medidas de mitigación, éstas no parecen detener el avance en el control o mitigación de gases de efecto invernadero.

Por eso proponemos el uso de filtros biológicos para atrapar la mayor cantidad posible de CO₂, así como también algunos otros contaminantes gaseosos y metales pesados dispersos en el aire.

Utilizando una microalga llamada *Chlorella Vulgaris*, construiremos un filtro de aire biológico que puede usarse de manera casera, al menos para limpiar el aire dentro de un hogar y proponerlo para uso en todos los lugares posibles (casas, edificios, oficinas, etc.), de tal manera, que entre más personas lo hagan, más CO₂ se pueda atrapar, y en última instancia también se le pueden dar otros usos a esta microalga, desde alimenticios, hasta como fertilizante.

Planteamiento del Problema

Para entender un poco más esta problemática, es necesario comprender que el CO₂ es producido mediante la combustión de productos o materiales que poseen carbono y que muchos de estos materiales tienen un origen natural, por otro lado, también existen emisiones de origen natural como por fenómenos volcánicos, la respiración de los seres vivos o por la descomposición de materia orgánica.

Pero la gran mayoría de ese CO₂ atmosférico había estado atrapada en forma de celulosa o de hidrocarburo, y es de consenso mundial la idea de que debemos regresarlo a ese estado, y no existe mejor forma que mediante la fotosíntesis, que es capaz de regresar ese CO₂ a una molécula muy estable llamada celulosa.

Durante la historia natural del planeta ha habido distintas concentraciones de CO₂ atmosférico y hay registro de la capacidad que tienen las plantas de fijar CO₂ y de disminuirlo de manera significativa.

Por eso, en la elaboración de este filtro usaremos uno de los organismos que ostentan uno de los récords de eficiencia fotosintética, la microalga, **Chlorella**, que en teoría nos ayudará a reducir la concentración de CO₂ en espacios pequeños, mejorando la calidad del aire, así como también captando las partículas de metales pesados.

Objetivo General:

Crear un filtro de aire biológico con el alga *Chlorella* que facilite la purificación de aire en espacios cerrados.

Objetivo Específico:

Evaluar la cantidad de CO₂ que atrapa el filtro en un lapso de 3 horas.

Evaluar la viabilidad de producción en masa para proponerla como una herramienta de mitigación de contaminación en las poblaciones humanas.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Como bien ya mencionamos antes, es de gran importancia a nivel mundial combatir los efectos del incremento de gases como CO₂ en la atmósfera, ya que representa un peligro en las poblaciones humanas debido al calentamiento global y cambio climático, así como también el efecto nocivo en la salud de las personas, ya que, según la OMS, los problemas respiratorios en las poblaciones humanas más urbanizadas se han incrementado en estas últimas décadas.

Por eso, tuvimos a bien diseñar no sólo un filtro, sino una estrategia de uso para poder ayudar a reducir los niveles de CO₂ en la atmósfera.

Como bien ya mencionamos antes, es de gran importancia a nivel mundial combatir los efectos del incremento de gases como CO₂ en la atmósfera, ya que representa un peligro en las poblaciones humanas debido al calentamiento global y cambio climático, así como también el efecto nocivo en la salud de las personas, ya que, según la OMS, los problemas respiratorios en las poblaciones humanas más urbanizadas se han incrementado en estas últimas décadas.

Por eso, tuvimos a bien diseñar no sólo un filtro, sino una estrategia de uso para poder ayudar a reducir los niveles de CO₂ en la atmósfera.

Chlorella Vulgaris.

La chlorella vulgaris es un alga verde unicelular de forma esférica y mide alrededor de 2 a 10 micras de diámetro, que tiene el honor de ser el alga con mayor porcentaje de clorofila en relación peso seco del planeta y tiene los mejores índices de captación de CO₂.

Es conocida sobre todo por su capacidad para eliminar las toxinas del cuerpo, entre sus increíbles propiedades está su capacidad de desintoxicación del hígado, los intestinos y la sangre.

Desde la década de 1970 en adelante, los científicos japoneses han utilizado esta alga para acelerar la evacuación de metales pesados de los cuerpos de los pacientes.

La chlorella es alta en proteínas y otros nutrientes esenciales. Desecadas son aproximadamente 45% de proteína, 20% de grasa, 20% de carbohidratos, 5% fibra, y un 10% de minerales y vitaminas.

Fotosíntesis.

Las plantas son capaces de hacer su propio alimento mediante un proceso químico llamado *fotosíntesis*.

Para realizar este proceso, las plantas disponen de un pigmento de color verde llamado *clorofila*, que se encarga de absorber la luz necesaria para realizar este proceso; las plantas que son capaces de hacer su propio alimento, se les conoce como *autótrofos*.

Es un proceso que transforma la energía de la luz en energía química.

Consiste en la elaboración de azúcares a partir del CO₂, minerales y agua con la ayuda de la luz solar.

Factores que la condicionan.

- Luz.
- Agua.
- Dióxido de carbono.
- Pigmentos.
- Temperatura.

La fotosíntesis presenta dos fases.

- **Fase fotoquímica o reacción de Hill.**

Para que esta fase se dé, las plantas deben de absorber la luz.

Las plantas absorben la luz a través de sustancias llamadas pigmentos, entre ellos destaca la clorofila.

- **Fase de fijación del Dióxido de Carbono (Ciclo de Calvin).**

Este sistema se produce en los cloroplastos del estroma y convierte el CO₂ que las plantas absorben a través de las estomas en hidratos de carbono.

¿Cómo se produce la fotosíntesis?

La fotosíntesis se produce principalmente en las hojas de las plantas, aunque también puede producirse en los tallos.

La reacción se produce en las membranas de los tilacoides donde se encuentran los pigmentos que son capaces de absorber las diferentes longitudes de ondas de la luz. Esta absorción de luz produce una reacción química cuando la energía de los fotones descompone el agua y libera oxígeno, protones y electrones. Los electrones se utilizan para sintetizar dos moléculas encargadas de almacenar y transportar energía: El ATP (Trifosfato de Adenosina) y el NADP (Nicotiamida-Adenina Dinucleotido Fosfato).

En el alga *Chlorella vulgaris* encontramos que hay una tasa de fijación de CO₂ de 1.2 a .5 (g l⁻¹ d⁻¹), que es una de las más altas tasa de fijación de CO₂ reportadas para cualquier microalga, en un lapso de una hora (1 h). ¹

Índice de la Calidad del Aire

El índice de calidad del aire es un indicador diseñado para informar a la población sobre el estado de la calidad del aire, muestra que tan contaminado se encuentra el aire y cuáles podrían ser los efectos en la salud. Desde 2006, el índice de calidad del aire tiene su fundamento en la Norma Ambiental del Distrito Federal NADF-009-AIRE-2006 en donde se establecen los requisitos para su cálculo y difusión.

El índice se calcula para cinco de los contaminantes criterio: dióxido de azufre, monóxido de carbono, dióxido de nitrógeno, ozono y partículas suspendidas; se representa con una escala que va de 0 a 500, donde el valor de 100 se asigna al valor indicado por la Norma Oficial Mexicana para cada contaminante. Un valor menor a 100 se considera satisfactorio y con un bajo riesgo para la salud. Cualquier nivel superior a 100 implica algún riesgo para la salud, entre más grande es el valor del índice, mayor es la contaminación y el riesgo.

El propósito del índice es facilitar la comprensión del vínculo entre los niveles de contaminación del aire y los efectos en la salud. Con este fin, el índice se divide en cinco categorías, cada una corresponde a un intervalo en el índice y señala el nivel de riesgo para la salud.

HIPÓTESIS

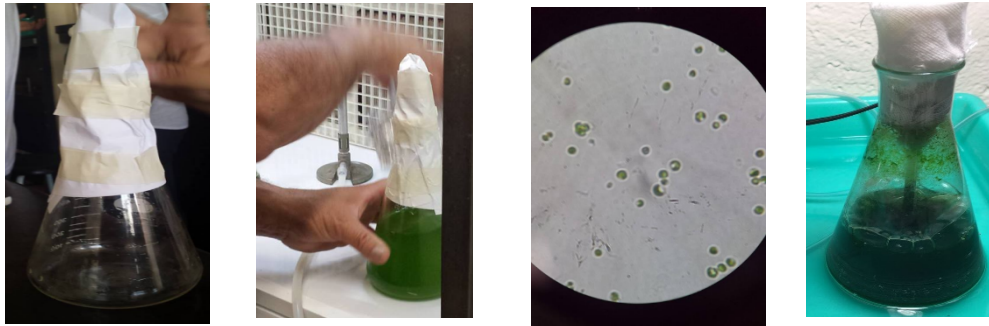
El uso de esta microalga en concentraciones altas de individuos en un recipiente será capaz de disminuir el CO₂, poniendo a disposición más O₂ en el hogar o lugar donde sea habilitado.

METODOLOGÍA.

Al inicio de nuestro proyecto nos topamos con la dificultad de poder conseguir la chlorella, por lo que contactamos a un profesor de la FES Iztacala, el cual nos invitó a visitar las instalaciones de la institución con motivo de obsequiarnos una muestra del alga *chlorella vulgaris*. El profesor Hugo Perales nos recibió en su laboratorio y nos permitió hacerle una pequeña entrevista acerca del uso y cuidado del alga ya mencionada.

En un matraz de 500 ml, previamente esterilizado en el laboratorio de nuestro colegio, el profesor nos hizo favor de regalarnos 250 ml de chlorella vulgaris junto con un medio de cultivo para que esta se siguiera reproduciendo y nos rindiera más. Debido a que nuestro proyecto necesita de mayor cantidad de Chlorella para llevarse a cabo, el profesor nos recomendó que realizáramos un medio de cultivo a partir del uso de FERTIPLUS (fertilizante); nos indicó que en nuestro vitrolero vertiéramos 3ml de

FERTIPLUS por cada Lt de agua, por lo que en total añadimos 57 ml de fertilizante a nuestro vitrolero.



Posteriormente nos dedicamos a la construcción del filtro biológico, en el cual ocupamos estos distintos materiales:

- Vitrolero - 19 Lt
- Carbón activado
- Hidrobomba para acuario de 20 W, 57 lt / h
- Bomba de aire. Elite 800 – 1500 cc / minuto, 2 W / h
- Botella de plástico reciclada - 2 lt.
- FERTIPLUS – 3 ml / L
- Chlorella Vulgaris
- Manta cielo

Lavamos y desinfectamos perfectamente nuestros instrumentos para así evitar cualquier tipo de contaminación que impidiera la correcta reproducción del alga.

En un vitrolero vertimos 19 lt de agua purificada, al mismo tiempo añadimos 57 ml de FERTIPLUS, seguido de 30 ml de solución saturada de chlorella, e instalamos las dos bombas (hidrobomba y bomba de aire) tapamos el vitrolero y dejamos cultivando el alga. Pusimos un foco de 32 W que emite una luz de 120 W para que se active la fotosíntesis.

RESULTADOS.

Se ha determinado de manera bibliográfica que la capacidad de la Chlorella vulgaris para captar CO₂ es de que un litro de solución concentrada de chlorella vulgaris absorbe la cantidad de 1.2gramos de CO₂ gramos por litro al día.

Si tenemos un recipiente de 19 litros de solución concentrada de Chlorella captaría 22.8 gramos de CO₂, además en un mililitro hay alrededor de 30 000celulas de Chlorella y tenemos un recipiente de 29 litros 30000 x 19000 no da 5.7×10^8 células, cada célula fija $22.8 / 5.7 \times 10^8 = 4 \times 10^{-8}$ gr/cel. Al día.

El banco mundial reporta 3.9 Ton. de CO₂ al año per cápita. En el área metropolitana de la CDMX y zonas aledañas se reporta 8.9 millones de personas en el área metropolitana si hacemos la ecuación $8.9 \times 10^6 \times 3.9 \text{ ton} / 365$ nos arroja un dato de 95096 ton / día para CDMX.

Si hacemos la extrapolación de un filtro de aire biológico para cada hogar en la CDMX nos daría:

Según los datos del banco mundial hay casi con exactitud 1963605 hogares en la CDMX.

1963605 hogares x 22.8 gr de CO₂ por día captaría a nivel área metropolitana 44770194 gr por día, que serían 44770 Kg por día, o 44.8 Ton /día.

El filtro biológico (1 por cada hogar sin contar oficinas y otros espacios) absorberían:

$$95096 - 100 \%$$

$$44.8 - x$$

$$x = \frac{4480}{95096} = 0.5 \%$$

0.5 % de las emisiones de CO₂ totales de la CDMX.

CONCLUSIONES

Para tratar de mitigar este problema que aqueja a todas las poblaciones a nivel mundial, proponemos implementar uno de estos filtros por cada casa, departamento, oficina y cualquier espacio disponible para poder disminuir la cantidad de gases contaminantes que están disueltos en la atmósfera de las zonas urbanas, así como también proponerlo a otros países para que esto sea una estrategia a nivel global.

APARATO CRÍTICO

Rafael García Cubero. (2014). Reducción de biomasa de microalgas rica en carbohidratos, acoplada a la eliminación fotosintética de CO₂. 2016, de | Universidad de Sevilla Sitio web: <http://digital.csic.es/handle/10261/101928>

SEDEMA . (2016). Índice de calidad del aire . octubre 12,2016, de SEDEMA Sitio web: <http://www.aire.cdmx.gob.mx/default.php?opc=%27ZaBhnml=&dc=%27Zw==>

EcuRed. (2015). Chlorella Vulgaris . octubre 5, 2016, de EcuRed Sitio web: https://www.ecured.cu/Chlorella_Vulgaris

Anónimo. (Sin año). La Fotosíntesis. Octubre 5, 2016, de Botanical Online Sitio web: <http://www.botanical-online.com/fotosintesis.htm#>

Rafael García Cubero. (2012). Producción de Biomasa de Microalgas Rica en carbohidratos acoplada a la eliminación fotosintética de CO₂ . Noviembre 7, 2016, de - Sitio web: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/101928/1/TESIS%20DOCTORAL%20RGC.pdf>

Anónimo. (2016). Emisiones de CO₂ (Toneladas métricas per cápita). 2017, de Banco Mundial Sitio web: <http://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.PC>

Anónimo. (2010). Hogares. 2017, de INEGI Sitio web: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/hogares/>

