

Chappi



FOTOBIORREACTOR
PURIFICADOR DE AIRE

Autores:

Valenzuela Juliana

Tampanelli Julieta

Soto Agustina

Lardet Juan Pedro

Alumnos

Juliana Valenzuela	5°5°	41608302
Julieta Tampanelli	5°5°	41911275
Agustina Soto	5°5°	42305862
Juan Pedro Lardet	5°5°	41911644

Profesor a cargo: Maciel, de la VEGA 38082351

Fecha de inicio del proyecto: 08/08/2017

Tiempo de trabajo: 12 semanas. En horas: 98 horas

Tiempo de trabajo promedio por persona: 5 horas semanales. Con un máximo de 19 horas.

¿COMO SURGIÓ?

La idea de este proyecto surgió luego de leer un artículo en internet sobre los fotobiorreactores empleados en Japón.

Estos servían para oxigenar la ciudad debido a la gran contaminación y falta de arboles.

Fue entonces que se ideó crear un fotobiorreactor de pequeñas dimensiones para poder renovar el aire poco a poco, iniciando en espacios reducidos.

CHAPPI

El proyecto consiste en un desarrollo biotecnológico basado en la regulación electrónica de un *Fotobiorreactor*.

Es un dispositivo diseñado para el cultivo de algas, las cuales sirven para aprovechar la capacidad fotosintética de un determinado espécimen bacteriano. Las características de la especie en cuestión la hacen capaz de sobrevivir en múltiples ambientes, por lo que se encuentra ampliamente distribuida en todos los rincones del planeta

El papel de las algas es sintetizar el oxígeno mediante la absorción de dióxido de carbono, el cual forma parte del proceso natural de la fotosíntesis.

Su funcionamiento se logra con la utilización de instrumentos electrónicos que permiten el control del desarrollo y crecimiento de las colonias de algas. Estos estarán subordinados en una plataforma online que vincula los datos a dispositivos de uso personal.

Indice temático

1.0.0 Investigación Alga

1.1.0 Riesgos

1.1.1 Eutrofización

1.1.2 Clasificación de toxinas

1.1.3 Endoesporas y Peligros Aéreos

1.2.0 Ciclo Oxígeno Fotosintético y metabolismo

1.2.1 Fotosíntesis

1.2.2 Respiración celular

1.2.3 Fijación Biotica del Nitrógeno

1.3.0 Identificación

1.3.1 Espacios Eutrofizados

1.4.0 Extracción y cultivo

1.4.1 Transporte

1.5.0 Medios de cultivo selectivos

2.0.0 Fotobiorreactor

2.1.0 Control

2.1.1 Arduino

2.1.2 Mediciones directas e indirectas

2.2.0 Restroalimentación Lumínica y filtro Solar

2.3.0 Control personalizado

2.3.1 Servidor en línea

3.0.0 Modelos

4.0.0 Agradecimientos

5.0.0 Bibliografía Consultada

1.0.0 Investigación Alga

La investigación bibliográfica sugiere a la familia cianobacteria, por sus características de respuesta térmica, fijación del nitrógeno, presencia del tinte clorofila del tipo A ($C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$) y la capacidad oxígeno fotosintética como una buena opción. El género orgánico seleccionado para ser introducido en el recipiente del fotobiorreactor, se ajusta a un organismo que pueda crecer en grandes cantidades y sea de pequeña dimensión.

Las características de la especie en cuestión la hacen capaz de sobrevivir en múltiples ambientes, por lo que se encuentra ampliamente distribuida en todos los rincones del planeta.

Se plantea una investigación para obtener muestras de fuentes acuosas en busca de un espécimen en particular, que se pueda reproducir con facilidad en laboratorios, con el fin de evitar grandes impactos a los organismos por yuxtaposición de nichos ecológicos. De esta forma y siendo de fuentes propias y naturales, se espera obtener organismos que podrán ocupar el espacio del fotobiorreactor alterando lo menos posible a las especies competidoras

“Las cianobacterias son organismos antiguos que se caracterizan por conjugar el proceso de la fotosíntesis oxigénica con una estructura celular típicamente bacteriana. Al ser responsables de la primera acumulación de oxígeno en la atmósfera, las cianobacterias han tenido una enorme relevancia en la evolución de nuestro planeta y de la vida en él. En la actualidad presentan una amplia distribución ecológica, encontrándose en ambientes muy variados, tanto terrestres como marítimos, e incluso en los más extremos, siendo la fotoautotrofia, fijando CO₂ a través del ciclo de Calvin, su principal forma de vida, y contribuyendo de manera importante a la productividad primaria global de la Tierra. En relación con esto, es también relevante el hecho de que muchas cianobacterias sean capaces de fijar el nitrógeno atmosférico, siendo, a su vez, capaces de hacerlo en condiciones de aerobiosis (de hecho, ciertas cianobacterias representan los mayores fijadores en amplias zonas oceánicas contribuyendo de forma importante a la cantidad total de nitrógeno fijado en vida libre). La existencia conjunta de la fotosíntesis y de la fijación de nitrógeno ha requerido el diseño de estrategias que hagan posible el funcionamiento de ambos procesos antagónicos desde el punto de vista de sus requerimientos ambientales. Entre tales estrategias la separación en el tiempo o en el espacio de ambas funciones permite el desarrollo normal de la célula en condiciones de bajos niveles de nitrógeno combinado. En este sentido, merece particular mención la capacidad de algunas estirpes filamentosas de desarrollar unas células enormemente especializadas en la fijación del nitrógeno, heterocistos, en ambientes aeróbicos...”

The cyanobacteria: molecular biology, genomics and evolution. A. Herrero y E. Flores, (eds.). Caister Academic Press (2008).

1.1.0 Riesgos

El género cianobacteria, así como otros microorganismos, resultan ser nocivos para la especie humana como también para otros vertebrados.

Una característica propia de las cianobacterias es el hecho poseer y producir ciertos grupos de proteínas y sustancias que en diferentes cantidades son tóxicas. Es por este motivo que se las denomina cianotoxinas. Un ejemplo de las sustancias que tienen efectos nocivos sobre la salud humana es la de los lipopolisacáridos, presentes en la pared celular característica de los procariontes que tienen la clasificación Negativa según el método de tinción Gram.

Escherichia Coli es un microorganismo de gran popularidad, pues sus efectos sobre la salud humana son muy discutidos. Esta es responsable de múltiples tipos de enfermedades del sistema digestor. Funcionan como ejemplos septicemia, cistitis y neumonía Gram negativa, relacionadas a síntomas como la deshidratación, incapacidad de captación de las vitaminas del complejo B, y algunas otras como sangrado rectal.

Como analogía sirve destacar que las *Escherichia Coli* forma parte de nuestra flora intestinal desde nuestra infancia, y su función simbiótica se asocia a la producción de la Vitamina K, que es indispensable para las funciones cognitivas.

Se infiere de esto, que aquello que hace mal en un lugar, puede hacer mucho bien en otro, pero sigue siendo importante analizar aquellas cosas que se caracterizan de forma negativa, para así poderlas controlar.

1.1.1 Eutrofización

La eutrofización es el proceso natural de sobre nutrición de un conjunto de organismos (del griego “eu”=bien, “trophos”=alimento. Se interpreta la muy buena alimentación). Es común que cercano a lugares de vertientes fluviales ocurra este fenómeno como parte de la plena captación de nutrientes, que se encuentran en la sustancia liberada. Es motivo de esto que las poblaciones de microorganismos crezcan y se reproduzcan a gran velocidad. No solo “nutrientes” son arrastrados por las fluviales, sino también sustancias descontaminantes, ácidos, pesticidas se incorporan a la mezcla de forma letal para los microorganismos; lo que libera del interior de estos grandes cantidades de sustancias orgánicas que resultan tóxicas para el ser humano (lisis).

Es esto un motivo importante por el cual se debe prevenir el libre vertimiento de sustancias en espejos de agua. Lugares que son muy fértiles para microorganismos y donde la biodiversidad es demasiado alta, como para estandarizar un solo tipo de nutriente disparador de crecimientos masivos.

No solo la toxicidad del agua en cuestión se debe discutir para organismos que beban de ella, sino también para aquellos de mayor tamaño que deben vivir dentro. Es el caso de múltiples especies de anfibios quienes realizan respiraciones cutáneas que se ven afectadas.

En el caso de especies vertebradas cuyos ojos como branquias, son intervenidos por las altas concentraciones de ácidos liberados. Las obstrucciones de los sistemas respiratorios significan rápidas muertes para los organismos.

1.1.2 Clasificación de toxinas

A pesar de que en un mismo conjunto de organismos de una misma especie no es posible establecer cuales células son las que liberan cianotoxinas, existe una muy buena idea de que cianotoxinas se asocian con que bacteria.

Las cianotoxinas pertenecen a diversos grupos de sustancias químicas, cada una de las cuales muestra mecanismos de toxicidad específicos en vertebrados. Algunas cianotoxinas son potentes neurotoxinas y otras poseen actividad toxica primaria sobre el hígado. Los lípolisacáridos, definidos como componentes estructurales de las paredes celulares de las bacterias Gram negativas, se encuentran relacionados con la causa de ciertos efectos negativos sobre la salud, tales como gastroenteritis o respuestas alérgicas.

Microcistinas

Estos péptidos cíclicos, son estructuras químicas sumamente estables, resistentes a las abrasiones mas comunes. A pesar de que son biodegradadas con facilidad en el interior de la célula, en su exterior es capaz de durar años en suspensión.

Se caracterizan por ser bioacumuladas en vertebrados e invertebrados acuáticos, incluyendo peces y zooplancton. Sus efectos principales son sobre el hígado. Es posible observar rápida absorción a través del estomago, llegando al hígado, atacando las estructuras citoesqueleticas, destruyendo el tejido y provocando intensas hemorragias internas. Otros órganos que se ven afectados son el corazón, los pulmones y riñones.

Anatoxinas

Es una sustancias fotodegradable, que se caracteriza por tener un efecto neurotoxico. Su vida media llega hasta los 14 días.

Tabla: Cianotoxinas con importancia para la salud pública a partir de exposición aguda

Toxina o grupo de toxinas	Clasificación por sistema u órgano blanco principal	Género productor de toxina	DL ₅₀ (i.p. ratón)
Microcistinas	Hepatotoxinas	<i>Anabaena</i> , <i>Aphanocapsa</i> , <i>Hapalosiphon</i> , <i>Oscillatoria</i> , <i>Planktothrix</i> , <i>Snowella</i> , <i>Woronichinia</i>	25->1000 µg/kg
Nodularinas	Hepatotoxinas	<i>Nodularia</i>	30-60 µg/kg
Anatoxina-a, homoanatoxina-a	Neurotoxinas	<i>Anabaena</i> , <i>Arthrospira</i> , <i>Microcystis</i> , <i>Phormidium</i> , <i>Raphidiopsis</i>	<i>Aphanizomenon</i> , <i>Cylindrospermum</i> , <i>Oscillatoria</i> , <i>Planktothrix</i> , 200-375 µg/kg
Anatoxina-a(s)	Neurotoxina	<i>Anabaena</i>	20-40 µg/kg
Saxitoxinas	Neurotoxinas	<i>Anabaena</i> , <i>Cylindrospermopsis</i> , <i>Planktothrix</i>	<i>Aphanizomenon</i> , <i>Lyngbya</i> , 10-30 µg/kg
Cilindrospermopsina	Citotoxina general (compromiso multiorgánico, que incluye hígado, riñón, tracto gastrointestinal, corazón, bazo, timo, piel)	<i>Anabaena</i> , <i>Cylindrospermopsis</i> , <i>Umezakia</i>	<i>Aphanizomenon</i> , <i>Raphidiopsis</i> , 2.1 mg/kg (24 horas) 200 µg/kg (5-6 días)
Aplisiatoxina, debromoaplisiatoxina	Dermotoxinas; probable toxina inflamatoria gastro-intestinal	<i>Lyngbya</i>	107-117 µg/kg
Lingbiatoxina A	Posible toxina inflamatoria gastro-intestinal	<i>Lyngbya</i>	250 µg/kg (?DL ₁₀₀)

Fuente: Environ Health. 2006; 5: 6.

En la tabla son mostrados ejemplos mas específicos de cianotoxinas, su clasificación, y su genero productor principal.

Se observa en la tabla 1 (de “*cianobacterias y cianotoxinas. Impactos sobre la salud humana*” de Dra. Susana I. Garcia) algunos ejemplos de cianotoxinas relacionadas la lafección que provoca en diferentes animales.

Tabla Nro. 1: Ejemplos seleccionados de intoxicaciones animales asociadas con cianobacterias

País	Especies muertas	Patología	Organismo	Referencia
Argentina	Gato	Hepatotoxicidad	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Odriozola <i>et al.</i> , 1984
Australia	Oveja	Hepatotoxicidad	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Jackson <i>et al.</i> , 1984
Australia	Oveja	Neurotoxicidad, PSPs	<i>Anabaena circinalis</i>	Negri <i>et al.</i> , 1995
Canadá	Gato	Neurotoxicidad, anatoxina-a	<i>Anabaena flosaquae</i>	Carmichael y Gorham, 1978
Canadá	Aves acuáticas	Neurotoxicidad, anatoxina-a	<i>Anabaena flosaquae</i>	Pybus y Hobson, 1986
Noruega	Gato	Hepatotoxicidad, microcistina	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Skulberg, 1979
UK Inglaterra	Perros ovejeros	Hepatotoxicidad, microcistina	<i>Microcystis aeruginosa</i>	Pearson <i>et al.</i> , 1990
Escocia	Peces (trucha)	Enfermedad branquial, microcistina	<i>Microcystis Aeruginosa</i>	Bury <i>et al.</i> , 1995
EEUU	Perros	Neurotoxicidad, anatoxina-a(S)	<i>Anabaena flosaquae</i>	Mahmood <i>et al.</i> , 1988

La ingesta diaria máxima recomendable ronda 1ug/l
(0.000001g/l)

1.1.3 Endoesporas y Peligros Aéreos

Las bacterias tienen una capacidad natural de reproducción en ambientes desfavorables. Esta consiste en el desarrollo de una serie de individuos quienes poseen propiedades diferentes. Las endoesporas son células quienes poseen engrosamiento en su membrana exterior, la cual resulta ser impermeable, resistente a la corrosión, a grandes esfuerzos mecánicos y cambios térmicos.

La endoespora se desarrolla dentro de las células de la colonia, quienes al reproducirse, liberan estos organismos modificados. Lo que permite a las cepas sobrevivir en ambientes secos, con falta de nutrientes, o incluso con altas cantidades de radiación (luz ultravioleta y rayos gamma).

Dentro del fotobiorreactor se espera este comportamiento cuando la colonia sobrepase un límite de saturación de crecimiento. Es debido a esto, que se aplican filtros de fibra de vidrio, tanto a entradas como a salidas del dispositivo, para evitar contaminar espacios circundantes, o simplemente espacios inadecuados para que estas se liberen. Pues sería lógico pensar que luego de que estas escapen, se volvería imposible desinfectar los lugares que ocupen.

1.2.0 Ciclo Oxígeno Fotosintético y metabolismo

Las cianobacterias son los únicos procariontes que entran dentro de la antigua clasificación de algas.

La razón principal por la cual una cianobacteria es considerada un alga es por la presencia de clorofila. Este tinte orgánico se encuentra resguardado dentro de los cloroplastos de la célula.

El clorofila característico de las cianobacterias es el tipo A, el cual se encuentra en todos los organismos fotosintéticos. En ocasiones especiales se ha registrado el clorofila tipo D.

Dentro del espectro electromagnético, el clorofila A es principalmente excitado por la luz visible. El mayor porcentaje de incidencia ronda los 280 nm (nanómetros) hasta los 500 nm, y nuevamente se encuentra un pico, de mayor intensidad, entre los 600 nm y los 700 nm.

"Un alga (Algae L. 1751) es un organismo con capacidad de realizar la fotosíntesis oxigénica y obtener el carbono orgánico con la energía de la luz del Sol, diferente de una embriofita o planta terrestre. Casi siempre viven en un medio acuático (alguna excepción colonizó la superficie terrestre, pero no de la forma espectacular en que lo hicieron las embriofitas) y pueden ser unicelulares o pluricelulares."



1.2.1 Fotosíntesis

Las cianobacterias pueden ser clasificadas en distintos grupos tróficos, esto quiere decir que se dividen de acuerdo a su forma de alimentación.

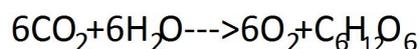
Las cianobacterias se caracterizan por ser, dentro de los procariontes, las únicas capaces de realizar la fotosíntesis. Este proceso metabólico se clasifica en dos tipos de acuerdo a la fuente dadora de electrones, fotosíntesis oxigénica y fotosíntesis anoxigénica.

Los organismos que son capaces de realizar este proceso con agua como fuente dadora de electrones, tienen en sus tilacoides (los compartimentos internos del cloroplasto, la organela en la que se da la fotosíntesis) los pigmentos clorofila, carotenoides, ficocianinas y ficoeritrinas, siendo los dos últimos más comunes en las cianobacterias.

Estos pigmentos tienen electrones los cuales para ser excitados requieren ser impactados por fotones (las sub partículas que transmiten la luz) oscilando a frecuencias específicas.

El clorofila a, el más común para las bacterias, se caracteriza por ser influido por radiaciones de 660 nm, mientras que el clorofila b, menos usual, trabaja en los 630nm. Los carotenoides se ven excitados por espectros cercanos a los 440nm. Las ficocianinas están más relacionadas a los tonos rojos (650nm) y las ficoeritrinas a los azules (420nm).

La fórmula estequiométrica que describe el proceso fotosintético oxigénico queda formada de la siguiente manera.



Se puede observar como el agua y el dióxido de carbono son los reactivos dentro de la reacción, y como resultado de esta se produce oxígeno atmosférico y glucosa (C₆H₁₂O₆). Esta última será importante para realizar una posterior respiración celular, y así la célula obtendrá la energía que requiere para sobrevivir. Esto es común para las cianobacterias también conocidas como bacterias verde-azuladas.

Este proceso es muy común en células eucariotas, como plantas, hongos y algunos pocos animales. Pero es muy extraño para bacterias.

El proceso metabólico más usual para los procariontes en la fotosíntesis anoxigénica, la cual posee como fuente dadora de electrones a dos posibles compuestos. Como es el caso para las sulfobacterias púrpuras y sulfobacterias verdes.

Fuente inorgánica: el sulfuro de hidrógeno (H₂S) es un ácido, el cual tiene un comportamiento muy parecido al del agua en la reacción. Solo que como resultado se obtendrá azufre en vez de oxígeno molecular.

Fuente orgánica: como ejemplo el uso del ácido láctico, muy común para las bacterias verdes.

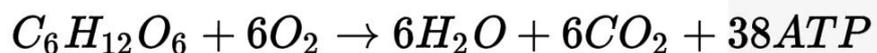
Es de nuestro interés el proceso oxígeno fotosintético, pues las cianobacterias que lo realicen, serán seleccionadas para el cultivo dentro del fotobiorreactor.

1.2.2 Respiración celular

Este proceso, se basa en la operación contraria a la de la fotosíntesis. Consta de la absorción de la glucosa, la cual tiene lugar en el cloroplasto. La respiración celular se da dentro de las mitocondrias, pero en el caso de los procariontes, esta se da en el citoplasma.

La respiración celular realiza la oxidación de la glucosa, molécula orgánica proveniente de la fotosíntesis. Como resultado de esta reacción, se liberan grandes cantidades de energía acumulada de forma térmica en las moléculas de ATP (adenosín trifosfato), también producto de esta reacción. El ATP es participe de muchos de los principales procesos metabólicos, como aporte activo de energía. Será la descomposición de la actividad ATPasa, la que reduzca la forma compleja de esta molécula, en sustancias de menor energía (ADP y AMP), liberando así la energía intermolecular potencial acumulada.

Esta ecuación estequiométrica, expresa la relación de producción del adenosín trifosfato C₁₀H₁₆N₅O₁₃P₃. Se puede observar a simple vista que la igualdad no se mantiene, pero esto es debido a que no comprende las demás reacciones en las que el ATP participa.



La respiración celular se da durante los periodos de penumbra. Pues el CO₂ y O₂ son competidores del mismo transportador, ribulosa-1,5-bisfosfato carboxilasa/oxigenasa también conocida como RuBisCo, quien es el compuesto químico encargado de transportar el dióxido de carbono y el oxígeno molecular (O₂).

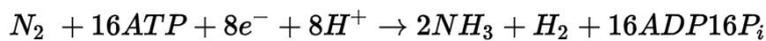
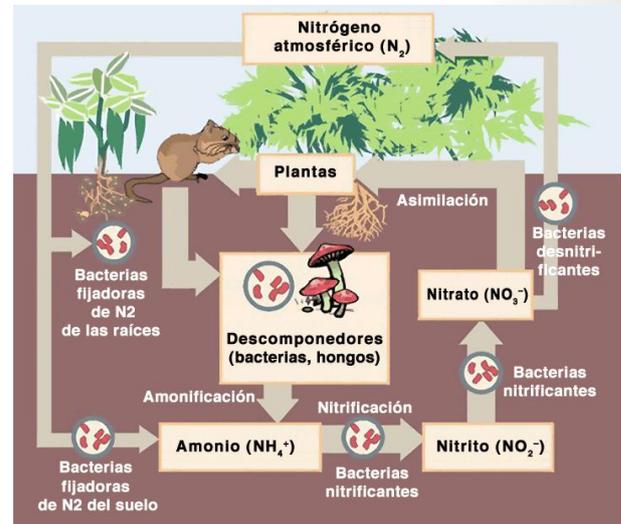
De modo que el primero es fijado durante los periodos diurnos, formando glucosas durante la fotosíntesis oxigénica. Luego durante el periodo oscuro, la respiración celular toma el control, y la RuBisCo se encarga de suministrar el oxígeno requerido para la producción de los hidratos de carbono como ATP.

Sera una consideración especial para esto, que el dióxido de carbono que se libere por difusión pasiva regresará al medio acuoso, donde podrá ser reabsorbido por las células circundantes, por la misma célula, ser liberado en forma gaseosa a la atmósfera o incluso unirse con las moléculas de agua, formando ácido carbónico. Este ultimo sera inoportuno, pues incrementara la acidez del medio

1.2.3 Fijación Biotica del Nitrógeno

Este proceso metabólico consiste en la absorción del nitrógeno que se encuentra en un estado diatómico en la atmósfera, como un gas inerte. Su absorción consiste en la reducción de este compuesto en amonio, el cual pasara a ser un nutriente requerido dentro de los ciclos de síntesis de glutamato dentro de la célula.

El proceso de absorción se realiza por la nitrogenasa, y consume un gran porcentaje de energía para la célula.



Como se observa en la imagen, el nitrógeno reacciona con el hidrógeno formando amoníaco, el cual luego se transformara en a amonio por la ionización del amoníaco. Esta reacción se da con un gasto significativo de ATP. Se puede apreciar como aparece la forma disociada del adenosín trifosfato, ADP (adenosín difosfato).

En la imagen se puede apreciar como la fijación del nitrógeno es participe propio en el equilibrio del ciclo del carbono. Esta propiedad, a pesar de resultar un gasto energético, podemos considerarla una ventaja para los organismos que se encuentren en ambientes de fácil acceso a los nutrientes, por sobre aquellos que requieran de otros organismos que se encarguen de realizar la fijación del nitrógeno.

Esta proceso metabólico también es de interés, pues permitirá que el cultivo tenga menores requisitos de agregados en el medio de cultivo. Economizando los insumos posteriores, como también permite la intendencia del cultivo de parte del usuario.

1.3.0 Identificación

El proceso de captura de las algas tiene diferentes hitos de suma importancia. Se Comprende la etapa de identificación de los lugares convenientes, donde el avistamiento de los factores eutroficantes sera el punto clave para la selección.

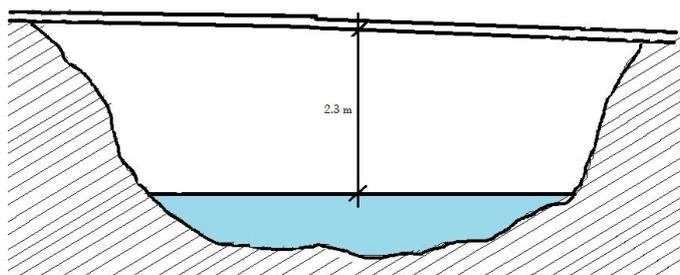
Son factores eutroficantes aquellos que propicien el crecimiento de las poblaciones algales, tales como la presencia de nutrientes nitrosos (como amoníaco), buen acceso a fuentes lumínicas naturales, espejos de agua amplios y cubiertos del viento evitando turbulencias en el medio.

1.3.1 Espacios Eutrofizados

Se encuentran dentro de la lista los centrales puntos hídricos dentro de la ciudad de Neuquén, considerando lugares como depresiones en el suelo (huecos) de gran profundidad y sección, como también

canales, ramas de los ríos estrechas y poco corrientosas.

-Deposito de agua en el Paseo Este: localizado en Leloir e Ilia (calles), se observan dos depresiones de gran extensión, con una sección estimable a los 375 m² y 300 m². El primero de mayor tamaño posee una profundidad de 2,3 m entre



Los factores apreciables son: exposición directa de la luz solar entre las 9:00 hasta las 20:00 (estación primavera); Mediana salinidad; pH=6.9, según tiras reactivas alternativas; Temperatura media 13,8 °C, con un mínimo de 6,7 °C y máximo registrado de 18, 1°C (estación primavera).

El Bloom observable, se encuentra entre una notable turbiedad. Gran parte se distribuye en el fondo, con un colchón de unos 5 cm. La presencia de burbujas grandes entre la espuma que tiende a los bordes de la extensión de agua, plantea que el líquido posee una concentración elevada de sustancias en suspensión.

-Arroyo Duram: localizado a lo largo de la ciudad de Neuquén, cruza con las Avenida Olascuaga. Tiene una extensión de unos 6km a la par de las vías del tren. Su profundidad estimada es de unos 4,2 m máximo entre el borde superior y el espejo de agua.

A pesar de tender a una gran turbulencia, esta decrece en la parte final, pues es contenido por un muro de contención que conecta al arroyo con el río Limay a través de un tubo metálico, innivido por un equipo ozonizador. Posee un muy buen reparo de los vientos provenientes del norte al sur y del sur al norte.

Los factores principales son los múltiples desagües, su gran superficie tiene acceso a la luz solar entre las 9:30 y las 20:50. Las poblaciones de organismos apreciables forman colonias verde oscuras y espesas contra los laterales en los espacios de mayor profundidad. El aviamiento de poblaciones filamentosas de Eucariontes prima este arroyo.

El interés sobre este espejo de agua se encuentra sobre la diversidad nutricional, pues el área estimada para este espejo de agua llega a los 24000 m² haciendo a las mediciones sobre este demasiado inestables.

- Canales menores alimentados por el Canal N°5: localizado a lo largo de la calle Crouzellies. La característica más interesante de este espejo de agua es el registro previo de blooms de Nostoc. Colonias de gran tamaño de cianobacterias las cuales forman grupos filamentosos entrelazados logrando una forma de disco o plato que tiende a crecer hasta los 5 cm de diámetro, aunque hay registros de hasta los 13 cm.

Los canales internos entre las chacras que ya no se encuentran en producción, poseen vigorosas turbulencias al inicio de la época de riego. Pero a finales del otoño e intermedios de la primavera, es posible retirar manualmente grandes macizos del espécimen en cuestión.

Tienden a crecer en los lugares secarnos a arboles o puentes, pues reducen los periodos iluminados a ciclos de 5 horas con luz directa, otras 4 tenues, y el resto es obstruido casi en su totalidad por los arboles que aun limitan los laterales de los terrenos y loteos.

Cabe destacar que el Nostoc desarrolla individuos particulares especializados en la reducción del nitrógeno molecular, y que todos los individuos son capaces de realizar la fotosíntesis oxigénica.

1.4.0 Extracción y cultivo

Una vez identificado el lugar se procede a realizar la extracción. Este proceso se caracteriza por el uso de una red, malla o filtro el cual tenga poros o huecos con dimensiones menores a micrómetro, pues en el caso contrario, cianobacterias que se encuentren en suspensión de forma individual no podrán ser obtenidas.

Las cianobacterias que participan en los blooms, tienden a distribuirse en la zona más cercana a la superficie, pues será la gran concentración de individuos la que limitará el acceso a la fuente lumínica. El uso de organelas o pliegues de la membrana plasmática hacia el citoplasma permitirá el almacenamiento de gases que le darán flotabilidad a las algas.

En este caso el uso de guantes y materiales que eviten la contaminación por parte del ejecutor será de vital importancia. Pues no solo existe la posibilidad de contaminar las muestras, sino como también, la posibilidad de alguna reacción alérgica o efecto tóxico por una absorción dérmica.

Un raspado contra la malla permitirá obtener con cierto grado de pérdida a los organismos dentro de esta. El fin de este filtrado será el de reducir el volumen de agua en relación a la cantidad de individuos. Este método no es realmente requerido en blooms de una estimada muy alta concentración de organismos.

El uso de contenedores de vidrio previamente esterilizados, con tapón macizo, al cual se deberá calentar su punta o boquilla con fin de evitar que los organismos pudieran adherirse con posterioridad. Logrando así que se conserve en condiciones casi inalteradas las muestras dentro de este.

1.4.1 Transporte

Sería necesario clasificar en dos categorías el tipo de transporte requerido. En el caso de que las muestras deban ser llevadas de una gran distancia, es recomendable la práctica de una caja o contenedor más grande capaz de aislar la temperatura, y conservar los

contenedores en su interior de la forma mas refrigerada posible. De esta forma los procesos metabólicos se ven innividos en casi su totalidad, y el agua intersticial evite movimientos indeseables.

Es relevante la innivición metabólica pues los organismos tendrían requerimientos energéticos constantes, por lo que harían uso de sus métodos de transporte de sustancias, para mantener los requerimientos nutricionales. Lo que llevaría a la problemática de verse frenado el proceso fotosintético, alterando el sincronismo natural del organismo, además, de que se verán iniciados los procesos de síntesis de sustancias. En el caso de que los individuos fuera demasiada alta en relación a los nutrientes encontrados, llegaría al punto en que la difusión pasiva no tendría lugar, para luego la difusión facilidad tuviera limites, alterando y desgastando el ATP almacenado dentro de la celula.

Si fuera el caso de una corta distancia y se deseara disponer de los organismos en la forma mas inalterada posible, sera lógico el uso de una caja que mantenga el nivel de temperatura a niveles constantes y equivalentes a la temperatura ambiente.

1.5.0 Medios de cultivo selectivos

Sera notable el uso de primera mano de medios de cultivo selectivo. Estos tienen las propiedades nutricionales requeridas para permitir el desarrollo de una sola o un grupo específico de especies, mientras que al mismo tiempo inniven o matan a los organismos de otros grupos. De esta forma luego de introducida la muestra en el medio, se predispone un tiempo el que los organismos deseados hayan crecido de forma suficiente como para extraerlos de forma mecánica, y colocarlos en un medio mas genérico.

El medio selectivo tiene la característica de permitir el crecimiento de bacterias Gram negativas, con escasos requerimientos nutricionales en condiciones de nitratos e hidratos de carbono. Pues se entenderá que los organismos deseados serán organismos capaces de fijar el nitrógeno molecular, el cual se encuentra en estado gaseoso en una concentración alta en el aire atmosférico. Con respecto a la fuente de hidratos de carbono, que es sintetizada por el proceso fotosintético a base del dióxido de carbono, también presente en el aire atmosférico.

Sustancias importantes serán las que innivan el crecimiento de otros grupos orgánicos, como es el del Azul de Metileno que frena la reproducción de bacterias Gram Positivas.

NaNO ₃	1.3g/l
K ₂ HPO ₄ *3H ₂ O	0.004g/l
MgSO ₄ *7H ₂ O	0.075g/ñ
CaCl ₂ *2H ₂ O	0.036g/l
Ácido cítrico	0.006g/l
Citrato de amonio	0.006g/l
EDTA(sal de Na ₂ Mg)	0.001g/l
Na ₂ CO ₃	0.02g/l

Se puede apreciar como ejemplo el medio de cultivo BG-11, el cual se aplica en investigaciones con cianobacterias. Sus características son altamente selectivas, por lo que resulta muy eficiente en el desarrollo de organismos del genero.

La complejidad de este medio resulta complicada de pagar por lo que se puede preparar medios de menor valor a



costa de la selectividad. A pesar de eso se puede preparar una muestra cuyos resultados pase nuevamente por una etapa de cultivo selectivo, de forma que los organismos que pudieran sobrevivir en el primero no tengan tantas posibilidades en el segundo.

Los medio utilizados para esta investigación serán de condición líquida, y se deberán esterilizar en un autoclave.

Un autoclave, como se puede observar a la derecha, es un instrumento de sellado que soporta alta presión. Pues lleva a una gran cantidad de agua a evaporarse y situarse a gran temperatura y presión contra al material a esterilizar. Su regulación permite mantener durante periodos específicos a temperaturas constantes las muestras.

En el caso del preparado del medio se requiere un tiempo de 15 min a 121°C, lo cual sera suficiente para el medio alternativo descripción mas abajo.

medio líquido	
nitrate sódico	1
fosfato dipotásico	0.25
sulfato magnesico	0.513
cloruro amónico	0.05
cloruro cálcico	0.058
cloruro férrico	0.003
[1.87g por litro h ₂ o]	

Posteriormente se deberá dejar reposar el medio, de forma que alcance una temperatura menor. Fraccionar la mezcla en distintos recipientes esterilizados es una practica común, pues permitirá hacer el trabajo de una forma mas eficiente y con margenes de error mas simétricos con respecto al material del medio de cultivo.

Para el preparado completo se debe disolver parte de una muestra en una cantidad especifica de agua destilada. De esta forma el nivel de nutrientes y agentes contaminantes se reduce en relación a la cantidad de la muestra. Esto mismo permitirá que

los organismos se distribuyan de una mejor manera dentro del medio. Posteriormente se deja sellada la tapa del medio, y colocado en un espacio que aproxime las condiciones térmicas

2.0.0 Fotobiorreactor

Las aplicaciones para cultivos de algas son diversas. Se puede hablar de las propiedades nutricionales que ofrecen ciertos filos de bacterias, como importantes antioxidantes o vitaminas en gran concentración.

La aplicación central en la que las algas están revolucionando es conocida como bio lixiviación, un proceso que ataca materiales de escasa utilidad o característico potencial dañino y los reduce a materiales de mayor interés, contización o sanidad.



En la actualidad ya se observan distintos tipos de bio digestores, dispositivos que reducen la materia orgánica de ciertos tipos de desechos, y tienen como resultado distintos tipos de compuestos inorgánicos, útiles para su aprovechamiento.

Dispositivos de gran tamaño con fines de producciones de gases combustibles, como el metano o el propano ya están siendo fabricados a

nivel industrial, por empresas como AlgaEnergy, principal competidor en Europa.

La bio lixiviación también participa en el diseño de equipos de procesamiento de materiales peligrosos como son los compuestos químicos desechados de las pilas o bacterias, cuyos iones suelen resultar perjudiciales para la salud humana.

Equipos de investigación en diferentes universidades proponen dispositivos para micro bio minería, apoyándose en las cianobacterias del azufre, organismos tanto fotolitotróficos (requiere de reactores fotosintéticos anoxigénicos) como también organismos quimiolitotróficos.

El proyecto a desarrollar consiste en el desarrollo de fotobiorreactores para cultivos de algas cianobacterias, con el fin de practicar una bio lixiviación o reducción de los nivel de dióxido de carbono atmosférico. Este ultimo posee múltiples puntos de aplicación, pues la renovación del aire por un proceso fotosintético oxigénico.

2.1.0 Control

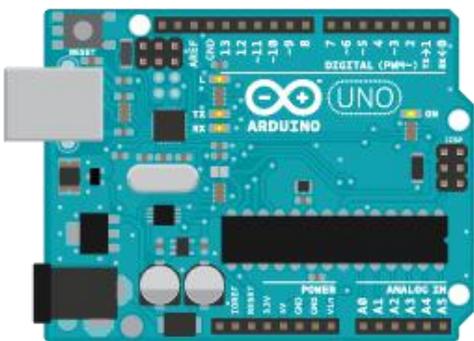
El mantenimiento de un dispositivo el cual esta diseñado para trabajar en su interior con poblaciones de microorganismos puede resultar una tarea riesgoza, como para ser efectuada por un personal de forma diaria. Considerando las posibilidades de que este de alguna forma contamine el medio de cultivo, o se exponga a factores peligrosos como endoesporas o emisión de gases peligrosos.

Ademas, se debe tener en cuenta que mediante la operaci3n humana, se agregan margenes de error debido a fallos en las posibles mediciones, lo cual seria indeseable. No hay forma de evitar de forma completa este margen de error, pero si es posible limitarlo, e incluso estimarlo, para luego ser compensado.

Debido a esto que es vital la automatizaci3n de los procesos de medicina que permitir3, de forma directa o indirecta, obtener una aproximaci3n de los muchos estados que las poblaciones de algas podr3n llegar.

Las herramientas de la era digital en la que vivimos nos proveen distintos tipos de controladores los cuales de mayor o menor precisi3n ser3n 3tiles dentro de la administraci3n del dispositivo.

2.1.1 Arduino



Arduino es el nombre con el que se conoce a un movimiento de HardWare Libre, popular en el mundo desde el 2005. Este movimiento que inicia como la construcci3n de placas de laboratorio o pruebas de r3pida conexi3n, ofrece hoy una m3ltiple gama de potentes circuitos el3ctricos y dispositivos agregables para interconectarlos e incrementar las potencialidades de los controladores.

Los cerebros dentro de estas placas son una no muy variada gama de controladores de mediana frecuencia. El funcionamiento y conexiones de estos no es para nada un tabu para la comunidad de desarrollo de HardWare libre, por lo que existen permanentes actualizaciones y alteraciones para hacer con estos dispositivos, lo cual enriquece permanentemente las posibilidades que estos poseen.

Lo fundamental dentro de estos controladores es que son compatibles con muchos dispositivos y su programaci3n es un derivado de uno de los lenguajes mas reconocidos en el comercio tecnol3gico C++, lo cual lo hace accesible a los programadores, ya que funciona con las mismas reglas de sintaxis.



2.1.2 Mediciones directas e indirectas

No es posible saber exactamente que es lo que sucede con cada una de las c3lulas dentro del dispositivo. Pero si es posible generar un modelo aproximado a las condiciones.

Las variables principales que surgen cuando hablamos del medio de cultivo y de los factores interesantes a la hora de poner a funcionar el dispositivo dependen de los requerimientos del mismo y del uso que se espera que este tenga. De modo que se limita el uso de medidores en ciertos casos, pues no seria



lógico pagar por la fabricación de un dispositivo capaz de medir todas las variables si no fuera sumamente requerido, porque encarece el precio de producción del mismo.

Es un ejemplo sencillo el valor de los sensores del proveedor británico AlphaSense, en su modelo O2-A3 a unos 25 dolares la unidad. Lamentablemente no existen muchos fabricantes de dispositivos electrónicos que sean capaces de medir el valor de concentración de oxígeno molecular en la atmósfera.

Es por esto que se requiere realizar un medida indirecta en el caso de dispositivos de menor precisión. El método a utilizar es un modelo matemático que relaciona las variables químicas dentro y fuera del dispositivo. Este modelo tiene dos partes, de acuerdo a la

$$O_2(t) = \frac{\Delta m \cdot K - \Delta m \cdot S \cdot \int T(t) dt}{t}$$

función estequiométrica de la fotosíntesis y a la función estequiométrica de la fijación del nitrógeno. En la función la variación de la masa del contenedor es un valor sumamente importante que debe ser registrado dentro del dispositivo en relación al tiempo. De forma que si nosotros registramos un incremento o decremento de la masa, lo podamos relacionar a alguna de las dos funciones estequiométricas.

Debido a que se sabe que durante el ciclo iluminado se la función fotosintética y que durante la fase oscura se la fijación del nitrógeno, nosotros podemos entonces tener los factores principales que harán que la masa cambie. Debido a que estos provienen todos como gases mezclados en el aire, se puede relacionar así, valores coeficientes que determinen la relación de masa que quedara dentro del fotobiorreactor (incremento) y la masa que saldrá del fotobiorreactor (decremento) y en esa diferencia veremos la variación de masa total (en función del tiempo).

Sera un factor importante el de la evaporación del agua, que a pesar de ser muy lento, las turbulencias debido a las burbujas de aire entrando en el dispositivo, provocara una aceleración en este proceso.

En la función la constante k, se corresponde con el incremento de la masa relacionado a la acumulación de nitrato o de glucosa dentro de las células. De esta forma, se produce una diferencia porcentual de masa que de lo que entra al sistema no queda dentro de el. Por despejes matemáticos se determina de esta forma la constante k.

En el termino de la compensación térmica observamos la constante S, que indica que porcentaje de la masa perdida o ganada corresponde a agua que se pierde en forma de evaporación. El factor principal de este termino sera la integral definida entre los tiempos de medición (que se corresponden con los tiempos de medida de la masa inicial y final, cuya diferencia propicia el valor de variación de masa), que nos dará un indicio de los niveles de energía cinética que poseen las moléculas de agua en la superficie del reactor.

Este modelo teórico tiene que contemplar entonces transductores de presión o peso (cuyo valor se relaciona en el tiempo), y la resta de los nutrientes que sean posibles agregar como componentes de hierro, molibdeno, cobre, calcio, que no están incluidos de forma apreciable en la composición del aire atmosférico.

El factor circunstancial de este modelo, que regula a que función este queométrica se adjudica la función del modelo teórico sera entonces la luz. Sea de fuente natural o artificial, la luz deberá ser una variable condicional de este calculo.

En el caso de fotobiorreactores de aplicación hospitalaria, es requerido un sensor de oxigeno que se asegure de tener un efecto retroalimentativo con un control permanente de la emisión. De esta forma variables como la masa juegan un papel secundario, y permiten saber simplemente la saturación que posee el medio.

Saber el valor aproximado de individuos o de masa correspondiente a la población de algas es una tarea de control un poco mas especifica. Existen diferentes métodos posibles. La estimación matemática puede tomar dos caminos, uno de diferencia de densidades y uno de turbiedad (una propiedad foto lumínica).

La densidad estándar del agua ronda la unidad de masa sobre volumen (1kg/l). Utilizando algún método de medición del volumen, como por ejemplo la estimación de la altura a través de un par ferro- magnético, o magneto-sensor de efecto hall, sensores de proximidad, etc. Cualquiera de estos métodos analógicos de obtención de datos de forma lineal son útiles para realizar un calculo de volumen. De esta forma, se realiza la división de la masa entre el volumen y se obtiene la densidad. Se puede restar a la masa el valor de los nutrientes que poseía el medio previamente, y realizar una regla de tres simples para estimar la masa hidratada (la masa resultante de la regla de tres simples) de algas.

Posteriormente se puede restar proporcionalmente la masa entandar del porcentaje de agua que indican los materiales bibliográficos con respecto a la composición del cuerpo de un organismo. De ésta forma se obtiene la masa aproximada en seco, sin dañar la población de algas. Este dato es útil para realizar el calculo de los nutrientes requeridos para reincorporar el medio de cultivo.

Las mediciones de masa son efectuables de diferentes maneras. Los transductores de presión son dispositivos muy variados. Entre las tecnologías mas útiles están los conjuntos de fuelle y muelle que tienen mediciones muy sensibles, o las galgas extensométricas que soportan grandes pesos y tienen muy buena duración.

En el caso pequeño del modelo domestico se propone el uso de una tira flexible piezoeléctrica, cuyo valore resistivo varia de acuerdo a la flexión que produzca la presión aplicada. De esta forma se puede medir fácilmente, colocándola entre un punto de apoyo plano y el contenedor aplicando su peso directamente por encima de la tira.

2.2.0 Restroalimentación Lumínica y filtro Solar

El mayor inconveniente que presenta la iluminación solar es que se deben contemplar múltiples factores sobre la forma del contenedor del medio de cultivo, considerando que su composición no debe afecta al contenido liquido de ninguna forma química, ni tampoco deberá afectar a la transmisión de la luz. Si este filtrara alguna componente necesaria de la luz solar, nos encontraríamos en un grave problema.

Otros escenarios donde la luz solar seria un factor determinante, es ante las condiciones climáticas, pues si permanentemente se encontrara nublado nos encontraríamos en un limite en la incidencia lumínica. Como también si la disposición del dispositivo fuera

errónea, se podría ver obstruido el paso de la luz, como también al revés. Que esta sea demasiada alta y afecte al comportamiento de los tilacoides dentro de los cloroplastos.

Estas variantes vuelven inestable la crianza de poblaciones pequeñas, requeridas para medios de cultivos específicos como en el caso de fotobiorreactores para uso hospitalario o doméstico.

Ante esta situación es lógico pensar en una respuesta más controlable, la tecnología LED consiste en componentes electrónicos semiconductores de gran rendimiento, de intensidad lumínica ajustable, de gran duración. La ventaja de estos pequeños componentes emiten espectros electromagnéticos de valores bastante selectivos, pero en una gran gama de valores, por lo que se pueden colocar de una forma muy controlada y específica.

El bajo consumo de esta tecnología vuelve a esta una muy buena elección, pues las herramientas de las técnicas analógicas de la electrónica hacen a esto una tarea fácil.

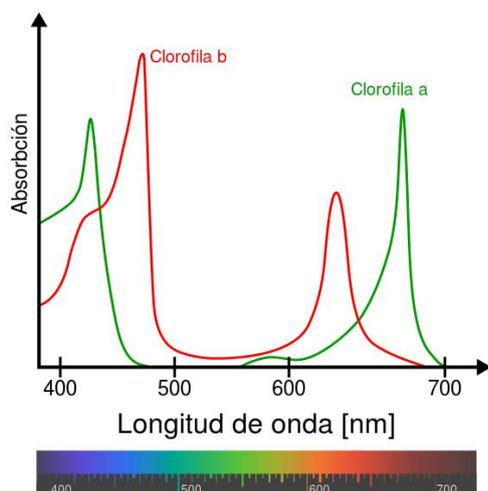
De esta forma, se puede lograr una distribución específica de los diodos (LED: diodo emisor de luz, light emitting diode). Es una herramienta muy útil investigar sobre Óptica, la rama de la física que se aboca al estudio de la luz y del espectro electromagnético.

Mediante esta iluminación se puede tener el medio de cultivo en lugares con ausencia de luz natural. Ejemplos de lugares así son subsuelos, habitaciones sin ventanas, los polos sur y norte en las épocas oscuras. Incluso se puede pasar por alto la necesidad de un material que filtre las componentes de la luz solar.

Es posible utilizar esto para equipos de cultivo que trabajen en horario contra natura, solo que si existe la posibilidad de que en los horarios diurnos, la luz solar afecte al periodo oscuro del ciclo de Calvin. Es por esto que se debe considerar el uso de filtros lumínicos en el material del contenedor, como es el caso de materiales sólidos macizos negros, o vidrios transparentes con filtros agregados.

De esta manera equipos alternantes pueden ser predisuestos para equipos de oxigenación continua, siempre y cuando los medios estén separados entre sí y trabajen de forma sincrónica y opuesta.

La elección de los LED se debe hacer de forma proporcional a los intervalos del espectro que se deben cubrir.



Para el ejemplo de la clorofila A es lógico utilizar diodos azules y ultravioleta, y rojos e infra rojos. La intensidad se debe ajustar de acuerdo a la concentración de diodos (proporción), de acuerdo a como se filtre la luz. Debido a que ciertos colores se van a ver filtrados antes que otros dentro de la misma suspensión líquida.

A tener en cuenta, no existen materiales que sean capaces de apreciar el espectro electromagnético de forma lineal, por lo que se debe tener en cuenta la respuesta en frecuencia del ojo humano. Este efecto se cumple también

con las cámaras fotográficas, por lo que a la hora de observar las luces con una cámara, se podrán observar de forma distinta, pues su respuesta en frecuencia es distinta a la del ojo humano. Incluso en el caso de las cámaras fotográficas se vera un efecto interesante, pues el color infrarrojo le es esquivo a las células especializadas dentro del ojo humano; mientras que la cámara si podrá captar el este color, y lo mostrara en la pantalla en un tono que si resulta visible para el ser humano.

La herramienta mas recomendable para calibrar la emisión lumínica es el espectrómetro luminico. Este consiste en un dispositivo que posee un material fotosensible (que posee una especifica respuesta en frecuencia) que ya es conocida. Y que produce un cambio en alguna de sus propiedades eléctricas, en proporción a la excitación, de modo que sera posible leer la composición de la luz de forma indirecta. A partir de esto lo único que se debe realizar es una compensación sobre los valores obtenidos a partir de las proporciones de perdida en la respuesta en frecuencia del espectrómetro.

Una tecnología que podría ser una alternativa consiste en la aplicación de tubo de tungsteno y de gases inertes. De la misma forma se debe considerar la proporción del espectro electromagnético que se quiere lograr. Lamentablemente estos dispositivos resultan mas caros y tienen un consumo eléctrico superior al de la tecnología LED. Considerando que estos desaprovechan parte de la energía que consumen, pues se disipa en forma de calor. Este defecto es también negativo debido a que la diferencia térmica producida afectara el comportamiento de la población de algas de forma asimétrica.

2.3.0 Control personalizado

Es util que el personal que administre el fotobiorreactor tenga un lugar en el que pueda leer las mediciones y aproximaciones calculadas por el dispositivo. Incluso, esto puede complicarse mas aun, si el usuario fuera un administrador de un establecimiento grande con mayor cantidad de fotobiorreactores individuales.

Considerando esto, se utiliza la herramientas de módulos conectables al controlador ATMEGA. El modulo WiFi consiste en un dispositivo administrado por dos integrados, el primero es un dispositivo de comunicación que se encarga de compatibilizar la comunicación, y el segundo consiste en un integrado capas de reproducir los protocolos requeridos para la comunicación WiFi.

De esta forma, se plantea el uso de una plataforma online que tiene la capacidad de contener toda la información de todos los usuarios, de forma que estos consulten su información dentro de esta a través de sus propios medios tecnológico (teléfonos inteligentes, computadoras, tables, relojes inteligentes, televisores inteligentes, etc).

A pesar de la cobertura que esto propone, existen otros medios para lugares con menos capacidad de cobertura. Como espacios instalados en el campo o a lo largo de rutas sin conexión a Internet. Son ejemplos los módulos de comunicación por bluetooth (corto alcance), por radio frecuencia (mediano alcance), por red telefónica (gran cobertura), por redes satelitales alternativas (muy gran alcance).

Los módulos Bluetooth vuelven posible la adquisición de información fácilmente pro teléfonos y algunos computadores. El diseño de aplicación que corran en los sistemas

operativos de estos es una de las propuestas prometedoras sobre el control personalizado de cada fotobiorreactor. Pues permite un acceso al usuario de una forma mas confortable aun que otros medios.

Existen otros medios de comunicación que pueden modular la información de forma que viaje de estaciones de cultivo a centros de computo o repetidoras con conexiona a Internet. La propuesta para clientes que poseen red WiFi, para equipos dentro de instalaciones con buena o media cobertura consiste en el uso de los módulos, Estos tienen la capacidad de realizar fácilmente consulta en el servidor propuesto.

De esta forma la información actualizada viaja en cadenas de datos a través de Internet.

2.3.1 Servidor en linea

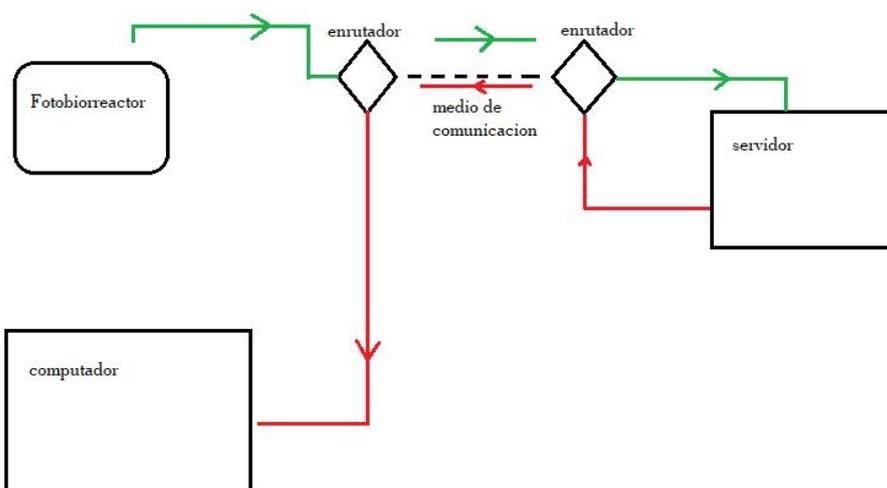
Para el servidor se requiere el uso de un computador de mediana capacidad el cual se encuentre permanentemente encendido y con conexión a Internet. Los requerimientos de este no requieren ser demasiado altos para la cantidad de usuarios que lo consulten.

Construcción de un servidor:

Un servidor es un computador diseñado para ser consultado a través de la red, respondiendo a los protocolos que lo convoquen de parte de otros computadores o aparatos tecnológicos inteligentes.

Este se comunica con los otros dispositivos emitiendo información que estos puedan interpretar y mostrar.

La ventaja que ofrece el almacenamiento de información en una red de Internet, es que es fácilmente consultada desde otras redes en cualquier lugar. Los programas por defecto que tienen la capacidad de procesar la información e imprimirla en pantalla se llaman buscadores. Los buscadores son programas dentro del Software que posee el sistema operativo de un computador. El Software interconecta al buscador con las partes físicas de la computadora (HardWare), las cuales se conectan a través de protocolos de comunicación (“modulaciones” de información) con el HardWare del servidor, hacia el Software que consulta a los programas del servidor.



La puesta en marcha de un servidor es un proceso sencillo programándolo mediante Java Script en el framework Node JS. Este es el programa que recibe y envía la información para que sea impresa en la pantalla del buscador del

cliente.

Node JS se encarga de realizar las consultas necesarias a la base de datos, construida en el programa MySQL. A su vez, cuando el módulo WiFi dentro del dispositivo se comunica con el servidor, lo que hace es imprimir información dentro de la base de datos.

Esta propuesta, permite ser consultada fácilmente por aplicaciones diseñadas para ser corridas en sistemas operativos Android o IOS, de forma que se puede programar a estos de forma independiente de los diferentes lenguajes que utilizan, pues la información que consultan están en el lenguaje natural de los buscadores HTML.

HTML es el nombre para HyperText Markup. Este lenguaje consiste en las instrucciones de impresión de imagen dentro de un buscador, y es la forma en la que devuelve la información Node JS. De esta forma el usuario lo único que debe hacer es loguearse (log in) dentro de un sitio web para consultar la información de los estados de/los fotobiorreactor/es.

3.0.0 Modelos



El fotobiorreactor que inicia este estándar es el de uso doméstico. Sus características principales están enfocadas a tener un bajo costo y una estética que sea sencilla de disimular. A la izquierda se aprecia a Fotox-3, el diseño de uso doméstico. Este diseño para evitar ser contaminado por poluciones externas y evitar la emisión de toxas aéreas.

Es de mantenimiento simple, pues su construcción en módulos permite ser de fácil instalación y remplazo de sus partes.

Es el ejemplo del uso de la tecnología LED, pues su baja altura permite una correcta distribución de la luz, proveniente del área baja

del dispositivo. Posee filtros en el vidrio de forma que pueda trabajar en ciclos antinaturales y no ser afectado por la luz del sol en el caso de que sea instalado cerca de una ventana o lugar donde incida la luz natural.

Su alimentación eléctrica es compatible con la red de distribución eléctrica (220V 50Hz) y no tiene consumos mayores a los 4W.

La fabricación de este dispositivo es mediante la inyección 3D, utilizando ácido poliláctico (PLA), una clase de termoplástico resistente a la corrosión ultravioleta, lo que lo hace resistente a la luz solar y a la de los LED. Este material se caracteriza por ser

fabricado a partir de sustancias orgánicas, por lo que es fácilmente bio degradado. Motivo de esto por el cual el contenedor del medio de cultivo es un vidrio.

Posee en su interior un pastillero automático de capsulas metálicas. Las cuales permiten mantener los niveles de nutrientes en el agua, como también reaccionan con los materiales ácidos dentro de la suspensión líquida. De esta forma también se posee un control permanente de los niveles de pH que son importantes que sean lo mas posibles neutros, para promover el mejor crecimiento de las algas y no provocar el proceso de lisis (la ruptura de la pared celular, liberando los contenidos del citoplasma al exterior).

Los filtros de fibra de vidrio en las entradas y salidas del dispositivo ofrecen la mejor seguridad ante posibles accidentes biológicos.

El volumen de agua en el interior ronda los 800 ml, y permite un rendimiento de oxigenación de una habitación de unos 8000 m³ de forma alternada en ciclos de trabajo de 8:16 horas (8 horas con luz, y 16 horas a oscuras). Todo esto considerando como fuentes carbónicas a tres adultos y un calefactor de 1500 cal.

El valor estimado para una producción permanente ronda los \$1700, considerando la posibilidad de pagar el servicio de mantenimiento técnico (garantía y seguro), mas el precio de la instalación. El lugar en el el sitio web es un servicio gratuito para los clientes. Sea la cantidad que sea de fotobiorreactores a su cargo.

Otros modelos que se encuentran en desarrollo:

Uso hospitalario: debido a los requerimientos de salubridad este todavía es un modelo que esta en fase de investigación.

Su punto de aplicación directo es el de mantenimiento de habitaciones con aire al 98% aire atmosférico ideal. Esto quiere decir que las concentraciones de gases en la habitación se mantengan de a cuerdo a los estándares de aire ideal.

Uso Metropolitano: equipos de gran dimensión, de ciclos de trabajo en sincronismo alternado. Para grandes ciudades.

Consiste en múltiples torretas, de forma seriada con filtros en las de ciclos antinatura, y sin filtro para las de ciclo natural de forma que este sea ahorrativo en consumos eléctricos. Las tecnologías requeridas siguen aplicando LEDs para evitar grandes consumos y mayor durabilidad. Son equipos compactos y reforzados con otros clases de plásticos y materiales contenedores.

Lamentablemente todavía se encuentra en diseño debido a los grandes requerimientos y la complejidad de estos.

4.0.0 Agradecimientos

A los especialistas de la Universidad Nacional del Comahue (UNCO) que suministraron los primeros materiales de investigación, y compartieron sus ideas sobre reactores biológicos.

Al profesor Vanegas por las herramientas enseñadas dentro de espacio aúlico y contribuciones sobre métodos de programación. A los profesores y Jefes de departamento de las especialidades Electrónica y Química de la E.P.E.T. N°14 Ariel Paisani y Crisostomo Berenice.

Al especialista Lic. Calos Gabriel Lorenzen por las horas de explicación para el diseño del servidor Web.

A la profesora Farmacéutica Teresita Valle de Flores por sus contribuciones en toxicología y opiniones útiles.

A los profesores Maciel De la VEGA y Fátima Molina por sus apoyos incondicionales durante la producción del proyecto. Grandes compañeros del viaje que fue esta experiencia, que llenaron de diferentes colores el ambiente de trabajo y se aseguraron de propiciar los espacios y tiempos para la investigación.

5.0.0 Bibliografía Consultada

Durante la investigación bibliográfica fueron utilizados los siguientes materiales

CIANOBACTERIAS COMO DETERMINANTES AMBIENTALES DE LA SALUD, Edición 2011 SERIE: TEMAS DE SALUD AMBIENTAL N° 5 DEPARTAMENTO DE SALUD AMBIENTAL. Ministerio de Salud de la nación

7th European Workshop on Molecular Biology of Cyanobacteria.

Algas, helechos y plantas vasculares acuáticas en estudios de contaminación ambiental y ecotoxicología, universidad nacional de Mar del Plata.

Las Cianofitas Microalgas Causantes de Toxicidad, Ricardo O. Echenique Diana M. González

PRESENCIA DE DIDYMO EN LA REGION SUR DE NEUQUEN DIRECCION GENERAL DE BIOLOGIA ACUATICA SAN MARTÍN DE LOS ANDES Octubre de 2012

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA NACIONAL FACULTAD REGIONAL ROSARIO DEPARTAMENTO DE INGENIERIA QUIMICA CATEDRA DE BIOTECNOLOGIA Trabajo práctico n° 1 "Preparación de medios de cultivo"

Medios de cultivo para microbiología adsa=micro sa

Cianobacterias y cianotoxinas. Impactos sobre la salud humana. Dra Susana I. García

Brock Biología de los microorganismos 12 edición

http://www.atmel.com/Images/Atmel-42735-8-bit-AVR-Microcontroller-ATmega328-328P_Datasheet.pdf

