



TÍTULO

Fitorremediación con agua de lavado con el trébol de agua

CLAVE DE PROYECTO

CIN2018A10159

ESCUELA DE PROCENDENCIA

Bachillerato Cruz Azul, Campus Lagunas

AUTOR

Carlos Andrés Garfias Patricio

ASESOR

Raymundo José Altamirano Aguilar

ÁREA DE CONOCIMIENTO

Ciencias Biológicas

Disciplina

Medio Ambiente

TIPO DE INVESTIGACIÓN

Experimental

LUGAR Y FECHA

Lagunas Oaxaca, a 12 de febrero de 2018

Resumen Ejecutivo

La problemática de hoy en día, es que la contaminación del agua va empeorando cada día más, en algunas ocasiones es contaminada por sustancias acidas o muy básicas, esto hace que se altere las especies biológicas y en ocasiones ocasione la muerte. Buscar una alternativa en el que se utilice el proceso de fitorremediación para reducir la contaminación del agua. Se intentará analizar la reacción que tendrá la *planta Limnobium laevigatum* expuesta en agua obtenida después de lavar ropa, de tal manera que se observe si la planta tiene la acción de reducir y absorber los contaminantes presentes en el agua, de tal manera en que se pueda reutilizar el agua en la vida cotidiana.

La investigación radica en la implementación de una alternativa ambiental basada en la planta *Limnobium laevigatum* para reducir los contaminantes en agua que se ocupa para lavar la ropa, hoy en día el proceso de dicha resulta indispensable para reutilizarla en las primeras necesidades del ser humano. .

Limnobium laevigatum: Esta macrófita acuática perenne, de la familia Hydrocharitaceae, se encuentra distribuida en los países de Norte y Sub América. Es una especie flotante pero también puede encontrarse enraizada en zonas de suelo muy húmedo. Las raíces principales, con largos pelos radiculares, poseen un rápido crecimiento geotrópico, mientras que las raíces secundarias son finas con un menor crecimiento. Los tallos son cortos y de éstos nacen hojas pecioladas ubicadas en forma de roseta, típicamente poseen una almohadilla en la superficie abaxial de la hoja formada por un tejido parenquimatoso, que puede alcanzar 1 cm de espesor.

La investigación es documental porque se fundamenta en fuentes bibliográficas (paginas web) y también es experimental ya que se realizarán pruebas con la planta en agua contaminada, de tal forma que disminuya los contaminantes y se logre poder reutilizar el agua ya procesada.

Teniendo en cuenta la capacidad de acumulación y su nivel de tolerancia, *Limnobium laevigatum* es una especie de interés para su uso en fitorremediación de aguas contaminadas con niveles moderados de metales y en las primeras semanas de exposición.

Los objetivos se cumplieron puesto que la macrófita *Limnobium laevigatum* si pudo reducir los contaminantes del agua de lavado, experimentando me di cuenta que si la planta está en una acidez de 5 tiene la acción de disminuir los contaminantes.

La hipótesis se cumplió ya que *limnobium laevigatum* tiene la acción de reducir los contaminantes del agua de lavado, no de forma directa, pero sí.

Después de que la macrófita pudo disminuir los contaminantes del agua se podrá emplear en la vida cotidiana.

Los resultados avalan los objetivos y la hipótesis porque al experimentar con la planta se pudo disminuir los contaminantes.

Resumen

El problema de hoy en día es que la contaminación del agua es causada por los metales pesados y otros tóxicos, lo que representa un riesgo potencial para todos los organismos vivos. Buscar una alternativa en el que se utilice el proceso de fitorremediación para reducir la contaminación del agua. Se intentará analizar la reacción que tendrá la planta *Limnobium laevigatum* expuesta en agua obtenida después de lavar ropa, de tal manera que se observe si la planta tiene la acción de reducir y absorber los contaminantes presentes en el agua, de tal manera en que se pueda reutilizar el agua en la vida cotidiana.

La investigación radica en la implementación de una alternativa ambiental basada en la planta *Limnobium laevigatum* para reducir los contaminantes en agua que se ocupa para lavar la ropa, hoy en día el proceso de dicha resulta indispensable para reutilizarla en las primeras necesidades del ser humano.

Palabras claves: Macrófitas, Fitorremediación, Rizofiltración, *Limnobium laevigatum*.

Abstract

The problem today is that water pollution is caused by heavy metals and other toxic substances, which represents a potential risk for all living organisms. Look for an alternative in which the phytoremediation process is used to reduce water pollution. An attempt will be made to analyze the reaction of the plant *limnobium laevigatum* exposed in water obtained after washing clothes, in such a way that it is observed if the plant has the action of reducing and absorbing the contaminants present in the water, in such a way that reuse water in everyday life

The research is based on the implementation of an environmental alternative based on the plant *Limnobium laevigatum* to reduce contaminants in water used to wash clothes, nowadays the process of said is indispensable to reuse it in the first needs of the human being.

ÍNDICE

1. Planteamiento del problema.....	1
2. Objetivo general.....	1
2.1 Objetivo específico.....	1
3. Hipótesis.....	1
4. Marco teórico.....	1
4.1 Antecedentes Históricos.....	1
4.2 Tipos de fitorremediación.....	3
4.3 Sistemas de fitorremediación acuática.....	4
4.4 Tipos de plantas acuáticas (macrófitas).....	4
4.5 Criterios de selección de plantas para la fitorremediación.....	5
4.6 Parte de la planta y su función.....	5
4.7 Los procesos que tienen lugar para la depuración de contaminantes con macrófitas.....	6
4.8 Parámetros químicos.....	8
4.9 Parámetros Biológicos.....	9
4.10 Tipos de agua.....	9
5. Metodología.....	13
5.1 Planta expuesta en agua de lavado.....	13
6. Resultados.....	16
7. Conclusión.....	21
8. Bibliografía.....	22

1. Planteamiento del problema

¿El trébol de agua disminuye los contaminantes de tiene el agua obtenida después de lavar ropa?

¿Qué beneficios nos proporciona el trébol de agua con relación al agua que se obtiene después de lavar ropa?

2. Objetivo general

Analizar las propiedades del *Limnobium laevigatum* (trébol de agua) para probar la efectividad de reducción de contaminantes en agua obtenida después de lavar.

2.1 Objetivo específico

Sugerir los beneficios que nos proporciona la planta *Limnobium laevigatum* para la reducción de contaminantes en agua que se obtiene después de lavar ropa.

Identificar y experimentar la capacidad de bioacumulación de contaminantes en la planta *Limnobium laevigatum*.

Realizar un sistema de circulación con agua de lavado en la que se exponga *Limnobium laevigatum* para tratar el agua de tal forma que sea útil en la vida cotidiana

3. Hipótesis

La planta *Limnobium laevigatum* tiene la acción de reducir los contaminantes presentes en el agua que se ocupa para lavar ropa de tal manera que se reutilice el agua en la vida cotidiana

4. Marco teórico

4.1 Antecedentes Históricos

La fitorremediación surge aproximadamente 300 años con plantas propuestas para el tratamiento de aguas residuales.

En la década de los setenta en la NASA hicieron las primeras exploraciones con macrófitas flotantes como un potencial sistema de tratamiento de aguas residuales en viajes espaciales.

Durante el siglo XVIII los químicos Joseph Priestley, Karl Scheele, Antoine Lavoisier y el botánico Jan Ingenhousz demostraron que en presencia de luz las plantas son capaces de descontaminar la atmósfera. (Noa, 2016)

En el año de 1973 Harvey y Fox experimentaron la efectividad de macrófitas en aguas residuales en la remoción de nutrientes, obteniendo resultados de 89 % y 67 % para nitrógeno y fósforo.

En 1993 Rodríguez, Díaz, Guerra, y Hernández realizaron un estudio con cinco macrófitas flotantes. Los resultados de tal experimento resultaron positivos en la remoción de contaminantes.

Dahik y Mitsch implementaron cinco sistemas de tratamientos con macrófitas flotantes, decidieron comparar la remoción de materia orgánica y nutrientes en la cuenca del río Parismina al este de Costa Rica. Los niveles de amoníaco y fosfatos fueron reducidos hasta en un 92 %. (Jorge Martelo, 2012)

Zimmels, Kirzhner, y Malkovskaja estudiaron a escala piloto a dos macrófitas flotantes (*Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes*) donde ocuparon los siguientes parametros: DQO, tubidez, SST. Estos estudios se realizaron en el agua residual de Israel.

En la década de los 70 se reconoce la capacidad de las plantas para limpiar aguas y suelos contaminados.

En la década de los 90 se establece el concepto de fitorremediaciónn como tal. (Noa, 2016)

En 1996 se experimentó la efectividad la efectividad de otra macrófita flotante (*Eicchornia crassipes*) en depurar las aguas residuales del valle Sinuano del

departamento de Córdoba, Colombia. Los resultados obtenidos reflejaron una alta reducción en términos de las variables analizadas.

En el 2002 se implementaron los FMF(filtros de macrófitas en flotación), fue desarrollada por la UPM y empleada en países como África, E.U y varios países Europeos.

En ese mismo año, en Colombia se evaluó la remoción de hierro con la planta Lemna spp, obteniendo como resultado que a mayor concentración la remoción disminuye.

Durante los últimos veinte años, la fitorremediación ha ganado popularidad en las agencias gubernamentales y las industrias, esto se debe al bajo costo que tiene implementar esta técnica.

El termino fitorremediación hace referencia al conjunto de métodos para degradar, absorber, metabolizar o detoxificar metales pesados y compuestos orgánicos por medio de la utilización de plantas (Mentaberry, 2011).

4.2 Tipos de fitorremediación

- a) **La fitoestabilización:** permite inmovilizar contaminantes en el suelo a través de su absorción y acumulación en las raíces o bien, por precipitación en la zona de la rizosfera. Este proceso reduce la movilidad de los contaminantes y evita su migración a las aguas subterráneas o al aire. (Angélica Evelin Delgadillo Lopez, 2011)
- b) **La fitoextracción o fitoacumulación:** consiste en la absorción de metales contaminantes mediante las raíces de las plantas y su acumulación en tallos y hojas.
- c) **La rizofiltración:** utiliza las plantas para eliminar del medio hídrico contaminantes a través de la raíz. En la rizofiltración estas plantas se cultivan de manera hidropónica. Cuando el sistema radicular está bien desarrollado, las plantas se introducen en el agua contaminada con metales, en donde las raíces los absorben y acumulan. A medida que las raíces se van saturando, las plantas se cosechan y se disponen para su uso final.

- d) **La fitovolatilización:** se produce a medida que los árboles y otras plantas en crecimiento absorben agua junto con contaminantes orgánicos e inorgánicos. Algunos de estos pueden llegar hasta las hojas y evaporarse o volatilizarse en la atmósfera.
- e) **La fitoinmovilización:** provoca la sujeción y reducción de la biodisponibilidad de los contaminantes mediante la producción de compuestos químicos en la interfaz suelo-raíz, los que inactivan las sustancias tóxicas. (Angélica Evelin Delgadillo Lopez, 2011)

4.3 Sistemas de fitorremediación acuática

Los sistemas de fitorremediación acuática pueden ser de cuatro tipos:

- 1) **Humedales construidos:** se definen como un complejo de sustratos saturados, vegetación emergente y sumergente, animales y agua que simula los humedales naturales, diseñado y hecho por el hombre para su beneficio.
- 2) **Sistema de tratamiento con plantas acuáticas flotantes:** pueden ser estanques semiconstruidos o naturales, donde se mantienen plantas flotantes para tratar aguas residuales.
- 3) **Sistema de tratamiento integral:** es una combinación de los dos sistemas anteriores.
- 4) **Sistema de rizofiltración:** ya mencionado anteriormente. Se ha demostrado que estos sistemas pueden remover eficientemente fosfatos, nitratos, fenoles, pesticidas, metales pesados, elementos radiactivos, fluoruros, bacterias y virus, de aguas residuales municipales, agrícolas e industriales, incluyendo las industrias: lechera, de pulpa y papel, textil, azucarera, de curtiduría, de destilería, aceitera, de galvanizado y metalurgia. (Roberto Aurelio Nuñez Lopez, 2004).

4.4 Tipos de plantas acuáticas (macrófitas)

Dependiendo de sus formas de vida, las plantas utilizadas en los sistemas de fitorremediación acuática se clasifican en tres grupos:

- a) **Emergentes:** la raíz de estas plantas está enterrada en los sedimentos y su parte superior se extiende hacia arriba de la superficie de agua. Sus estructuras reproductoras están en la porción aérea de la planta.
- b) **Flotantes:** se subdividen en dos grupos:
- c) **Plantas de libre flotación (no fijas):** Los tallos y hojas se desarrollan sobre la superficie del agua. Sin embargo, sus raíces no están fijas en ningún sustrato y cuelgan en el agua.
- d) **Plantas de hoja flotante (fijas):** tienen sus hojas flotando sobre la superficie del agua, pero sus raíces están fijas en los sedimentos.
- e) **Sumergidas:** se desarrollan debajo de la superficie del agua o completamente sumergidas. Sus órganos reproductores pueden presentarse sumergidos, emerger o quedar por encima de la superficie de agua.

4.5 Criterios de selección de plantas para la fitorremediación

La eficiencia de remoción de contaminantes durante el proceso de fitorremediación dependerá principalmente de la especie de planta utilizada, el estado de crecimiento de las plantas, su estacionalidad y el tipo de metal a remover. las plantas a utilizar deben tener las siguientes características:

- a) Ser tolerantes a altas concentraciones de metales.
- b) Ser acumuladoras de metales.
- c) Tener una rápida tasa de crecimiento y alta productividad.
- d) Ser especies locales, representativas de la comunidad natural.
- e) Facilidad de cosechar.

(Roberto Aurelio Nuñez Lopez, 2004)

4.6 Parte de la planta y su función

Raíces o tallos sumergidos: Sustrato para el crecimiento bacteriano, medio para la filtración y adsorción de sólidos, bioabsorción y acumulación de contaminantes.

Tallos u hojas emergentes: Atenúan la luz del sol y así pueden evitar el crecimiento de algas suspendidas, reducen los efectos del viento sobre el agua, reducen la transferencia de gases y calor entre la atmosfera y el agua, transfieren oxígeno desde las hojas a la raíz, transfieren y acumulan contaminantes.

Limnobium Laevigatum

Esta macrófita acuática perenne, de la familia Hydrocharitaceae, se encuentra distribuida en los países de Norte y Sub América. Es una especie flotante pero también puede encontrarse enraizada en zonas de suelo muy húmedo. Las raíces principales, con largos pelos radicales, poseen un rápido crecimiento geotrópico, mientras que las raíces secundarias son finas con un menor crecimiento. Los tallos son cortos y de éstos nacen hojas pecioladas ubicadas en forma de roseta, típicamente poseen una almohadilla en la superficie abaxial de la hoja formada por un tejido parenquimatoso, que puede alcanzar 1 cm de espesor (Arán, 2016).

Esta planta presenta dos tipos de reproducción:

- 1) **Sexual:** por medio de la producción de flores y semillas,
- 2) **Clonal:** por la producción de nuevos clones (rametos) que forman parte de una misma planta madre hasta la separación.

Dentro de las especies acuáticas, *Limnobium laevigatum* es promisorio para ser empleada en fitorremediación de aguas residuales, ya que presenta una alta tasa de crecimiento poblacional y una elevada eficacia en la disminución de la demanda química de oxígeno (DQO), cercana al 80 %.

4.7 Los procesos que tienen lugar para la depuración de contaminantes con macrófitas

Los flotantes se dan a través de tres mecanismos primarios:

- 1) Filtración y sedimentación de sólidos.
- 2) Incorporación de nutrientes en plantas y su posterior cosechado.

- 3) Degradación de la materia orgánica por un conjunto de microorganismos facultativos asociados a las raíces de las plantas; y en los detritos del fondo de la laguna, dependiendo del diseño (Borrero, 2010).

Nitritos y nitratos

Nitrato y nitrito son compuestos solubles que contienen nitrógeno y oxígeno. En el ambiente nitrito (NO_2^-) generalmente se convierte a nitrato (NO_3^-), lo que significa que nitrito ocurre raramente en aguas subterráneas. Nitrato es esencial en el crecimiento de las plantas y está presente en todos los vegetales y granos. Por esta razón, el uso predominante de nitrato en la industria es como fertilizante. (Bauder, 2012)

Nitratos en plantas

Las plantas usan nitratos en combinación con ácidos orgánicos para la producción de proteínas. Las plantas jóvenes generalmente contienen más nitratos que las maduras. Una deficiencia de estos puede provocar un desequilibrio en la ingesta de nutrientes y un crecimiento anormal o raquítrico de la planta.

Fosfatos en las plantas

El fósforo es esencial para todo tipo de vida. Una de sus funciones clave es la transferencia de energía de una reacción para producir otra dentro de las células, incluyendo la fotosíntesis, transferencia genética y transporte de nutrientes. El fósforo trabaja dentro de las plantas para estimular el crecimiento de las mismas desde el inicio de la vida hasta la madurez. La falta de fosfatos podría causar una reducción en el tamaño y en el número de hojas de la planta, retrasando la madurez y bajando el nivel de producción de frutas. Los bajos niveles de fosfatos podrían resultar en un desequilibrio nutricional que podría llevar a un exceso de niveles de nitratos dentro de la planta. (sacka, 2015)

Metales pesados

Las principales sustancias que se consideran causantes principales de problemas de contaminación son: metales (Pb, Cd, Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Mo, Sn, Ba, Hg), compuestos inorgánicos, compuestos aromáticos y poliaromáticos, hidrocarburos clorados y agroquímicos. (Maqueda Gálvez, 2003)

Los parámetros para saber la calidad del agua se clasifican en cuatro grandes grupos: físicos, químicos, biológicos, radiológicos.

Parámetro físico

Sabor y olor: estos parámetros son determinaciones organolépticas y de determinación subjetiva.

Color: El color es la capacidad de absorber ciertas radiaciones del espectro visible.

Turbidez: Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, coloidales o muy finos y que se presentan principalmente en aguas superficiales.

Conductividad y Resistividad: La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir la electricidad y la resistividad es la medida recíproca. (Menorca, 2017)

4.8 Parámetros químicos

PH: Es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución. En 1909, el químico danés Sorensen definió el potencial hidrógeno (pH) como el logaritmo negativo de la concentración molar (mas exactamente de la actividad molar) de los iones hidrógeno.

Esto es: $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$

La escala de pH se establece en una recta numérica que va desde el 0 hasta el 14. El número 7 corresponde a las soluciones neutras. El sector izquierdo de la recta numérica indica acidez, que va aumentando en intensidad cuando más lejos se está del 7.

De la misma manera, hacia la derecha del 7 las soluciones son básicas y son más fuertes o más básicas cuanto más se alejan del 7. (Vargas, 2009)

Nitritos y nitratos: Son compuestos solubles que contienen nitrógeno y oxígeno. En el ambiente nitrito (NO_2^-) generalmente se convierte a nitrato (NO_3^-), lo que significa que nitrito ocurre raramente en aguas subterráneas. Nitrato es esencial en el crecimiento de las plantas y está presente en todos los vegetales y granos. Por esta razón, el uso predominante de nitrato en la industria es como fertilizante. (Bauder, 2012)

Dureza: Indica el contenido iónico del agua, refiriéndolo a la concentración totales de iones de calcio y magnesio y mide la capacidad del agua para producir incrustaciones.

Alcalinidad: La capacidad ácido neutralizante de una solución. La alcalinidad indica la cantidad de cambio que ocurrirá en el pH con la adición de cantidades moderadas de ácido.

Sólidos Disueltos: Es una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua.

Sólidos en Suspensión: Se suelen separar por filtración y decantación. Son sólidos sedimentables, no disueltos, que pueden ser retenidos por filtración.

Residuo Seco: Se llama así al peso de los materiales que quedan después de evaporar un litro del agua en cuestión.

4.9 Parámetros Biológicos

Estos parámetros son indicativos de la contaminación orgánica y biológica; tanto la actividad natural como la humana contribuyen a la contaminación orgánica de las aguas: la descomposición animal y vegetal, los residuos domésticos, detergentes, etc.

Demanda química del oxígeno (D.Q.O): Se define como cualquier sustancia tanto orgánica como inorgánica susceptible de ser oxidada, mediante un oxidante fuerte. La cantidad de oxidante consumida se expresa en términos de su equivalencia en oxígeno. DQO se expresa en mg/l O_2 .

Demanda biológica del oxígeno (D.B.O): Se define como D.B.O. de un líquido a la cantidad de oxígeno que los microorganismos, especialmente bacterias (aerobias o anaerobias facultativas: Pseudomonas, Escherichia, Aerobacter, Bacillus), hongos y

plancton, consumen durante la degradación de las sustancias orgánicas contenidas en la muestra. Se expresa en mg / l.

4.10 Tipos de agua

- 1) **Agua Potable:** Agua que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedades.
- 2) **Agua salada:** Agua en la que la concentración de sales es relativamente alta (más de 10 000 mg/l).
- 3) **Agua salobre:** Agua que contiene sal en una proporción significativamente menor que el agua marina. La concentración del total de sales disueltas está generalmente comprendida entre 1000 - 10 000 mg/l.
- 4) **Agua dulce:** Agua natural con una baja concentración de sales, o generalmente
- 5) **Aguas negras:** Agua de abastecimiento de una comunidad después de haber sido contaminada por diversos usos. Puede ser una combinación de residuos, líquidos o en suspensión, de tipo doméstico, municipal e industrial, junto con las aguas subterráneas, superficiales y de lluvia que puedan estar presentes.
- 6) **Aguas grises:** Aguas domésticas residuales compuestas por agua de lavar procedente de la cocina, cuarto de baño, aguas de los fregaderos, y lavaderos.
- 7) **Aguas residuales:** Fluidos residuales en un sistema de alcantarillado. El gasto o agua usada por una casa, una comunidad, una granja, o industria que contiene materia orgánica disuelta o suspendida.
- 8) **Aguas residuales municipales:** Residuos líquidos, originados por una comunidad, formados posiblemente aguas residuales domésticas o descargas industriales.

9) Agua bruta: Agua que no ha recibido tratamiento de ningún tipo, o agua que entra en una planta para su ulterior tratamiento.

10) Agua alcalina: Agua cuyo pH es superior a 7. (cuido el agua, 2009)

Jabón Ariel

Este jabón es un limpiador para la ropa, pero tiene ingredientes que pueden contaminar el agua:

Etoxilato de alcohol (AE): Surfactante no iónico. Elimina las manchas grasosas y de aceite de las prendas.

Sulfato etoxialquilo (AES) (o alcohol) y sulfato alquilo (AS): Surfactante aniónico. Dos de las herramientas más utilizadas para eliminar manchas.

Óxido amino: Surfactante amfotérico. Se utiliza junto con otros surfactantes para eliminar manchas. Puede ser aniónico, catiónico o no iónico.

Carboximetil celulosa (CMC): Un polímero que proviene de la celulosa natural. Ayuda a evitar que las manchas regresen a las prendas de las que fueron eliminadas.

Ácido cítrico: Es el ácido que se encuentra en los limones y otros cítricos, su potencia es moderada y ayuda a eliminar malos olores de la ropa. Se conoce como agente quemante. (Conoce algunos tipos de los aromas de los detergentes)

Ciclodextrina: Otro agente quelante que elimina los malos olores de las prendas.

Dietil éster dimetil cloruro de amonio (DEEDMAC): Un compuesto de amonio que se utiliza en los acondicionadores de telas para mantenerlas suaves.

Etol: Un alcohol transparente y sin color que se utiliza como solvente en los detergentes.

Etileno tiamina disuccinato (SS-EDDS): Desarrollado por P&G como acumulador y agente quelante.

Peróxido de hidrógeno: Uno de los agentes blanqueadores más sencillos y comunes.

Sulfonato alquilbenceno lineal (LAS): El surfactante aniónico más ampliamente utilizado en el mundo. Elimina las manchas de las prendas.

Monoetanol amina (MEA), 2-aminoetanol o etanolamina: Una amina orgánica y alcohol primario que se utiliza como solvente en una base débil (mantiene el balance del pH en el lavado).

Percarbonato: El percarbonato de sodio es un agente blanqueador que se utiliza en detergentes.

Glicoles de polietileno (PEG), Óxido de polietileno (PEO) o Polioxietileno (POE): Un compuesto de poliéter que se utiliza para muchas cosas, incluyendo como lubricante y surfactante.

Alcohol Polivinilo: Un polímero sintético soluble en agua que se utiliza para envolver las tabletas líquidas y Ariel Power PODS.

Glicol propileno: Un compuesto orgánico que se utiliza como solvente y enzima.

Carbonato de sodio: La sal del ácido carbónico se utiliza como acumulador en los detergentes.

Disilicato de sodio: Se utiliza como acumulador en los detergentes.

Hipoclorito de sodio: Un agente blanqueador basado en cloro.

Trifosfato de sodio (STPP): Históricamente se utiliza en detergentes como acumulador.

Diamina tetracetil etileno (TAED): Un activador de blanqueo y agente oxidante que se usa en detergentes y blanqueadores.

Titanio y dióxido de titanio: El pigmento blanco de uso más común.

Sulfonato ftalocianida de zinc (ZPS): Se utiliza como agente fotoblanqueador en ocasiones en que la ropa se seca colgada. (ARIEL, 2017)

Otro limpiador que ocupamos el el PINOL, de igual forma contiene ingredientes que contaminan el agua:

Lauril sulfato de sodio

es un detergente y surfactante encontrado en numerosos productos del cuidado personal, Para usos comerciales, es común $n=3$. El SLES es preparado por etoxilación del alcohol dodecílico o dodecanol, el cual es convertido en un éster del ácido sulfúrico, que se neutraliza convirtiéndolo en la sal de sodio.

Formol

altamente volátil y muy inflamable, de fórmula $H_2C=O$. Se obtiene por oxidación catalítica del alcohol metílico. El formaldehído se disuelve en agua (400 L gas /L de agua a 20 °C). La disolución se degrada lentamente bajo formación de paraformaldehído, el polímero del formaldehído. También puede formarse el trímero cíclico. La oxidación del formaldehído produce ácido fórmico y en una segunda etapa agua y dióxido de carbono.

Hidróxido de sodio

Cuando se disuelve en agua o se neutraliza con un ácido libera una gran cantidad de calor que puede ser suficiente como para encender materiales combustibles. El hidróxido de sodio es muy corrosivo.

Filtro de agua

Depura el agua corriente de manera natural eliminando impurezas, pero NO convierte cualquier tipo de agua en potable.

Carbón activo

El carbón es un mineral de origen orgánico constituido básicamente por carbono. es carbón poroso que atrapa compuestos, principalmente orgánicos, presentes en un gas o en un líquido. Lo hace con tal efectividad, que es el purificante más utilizado por el ser humano.

A la propiedad que tiene un sólido de adherir a su paredes una molécula que fluye, se le llama “adsorción”. Al sólido se le llama “adsorbente” y a la molécula, “adsorbato”.

Cualquier partícula de carbón tiene la capacidad de adsorber. Los átomos de carbono que forman un sólido al que llamamos “carbón”, se ligan entre sí mediante uniones de tipo covalente. Cada átomo comparte un electrón con otros cuatro átomos de carbono (hay que recordar que en las uniones iónicas, el átomo más electronegativo le roba uno o más electrones al otro). (carbotecnia, 2014)

Grava

La grava debe consistir en un material donde una gran porción de las partículas son redondas. Estas deben poseer gran dureza y resistencia a la degradación durante el manejo y uso. Deben cumplir con las especificaciones de solubilidad en ácido y dureza. (carbotecnia, 2004)

Arena

La arena sílica y la antracita producen resultados satisfactorios en la filtración de agua, y pueden usarse en una amplia gama de tamaños y de alturas de cama. La selección del tamaño de la partícula y de la altura de cama es responsabilidad del diseñador, y debe hacerse con base en las condiciones del agua a tratar. En general, mientras más grueso es un medio filtrante, permite un mayor tiempo de filtrado entre retrolavados.

La filtración es función tanto del tamaño del medio filtrante como de la altura de la cama, y la remoción generalmente es mejor con mayores alturas de cama, con menores tamaños de medio filtrante, o con ambos. (DAVID, 2015)

5. Metodología

La investigación es documental porque se fundamenta en fuentes bibliográficas (paginas web) y también es experimental ya que se realizarán pruebas con la planta en agua contaminada, de tal forma que disminuya los contaminantes y se logre poder reutilizar el agua ya procesada.

5.1 Planta expuesta en agua de lavado

Materiales:

- 2 botes de 500 ml
- agua de lavado 400 ml
- agua donde crece la planta 400ml
- *Limnobium laevigatum* 3 plantas

Primero la planta fue expuesta en agua de lavado para probar su efectividad en 24 horas en el agua de lavado. Los resultados obtenidos se muestran en tabla y grafica 1.

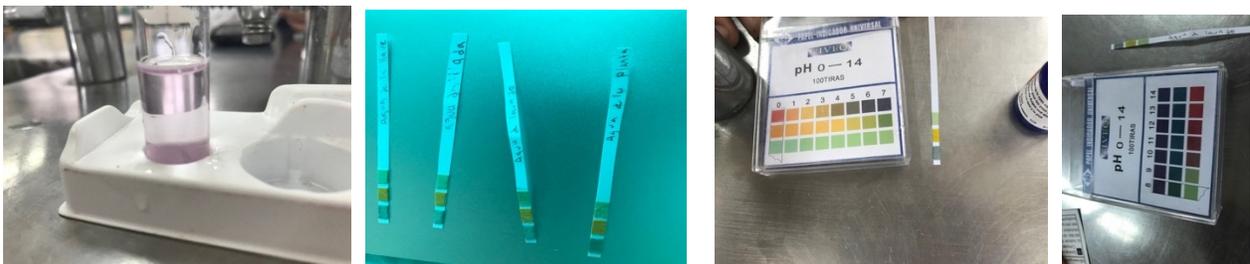


Cuatro pruebas de agua, PH, nitritos y nitratos

Materiales:

- Agua de la llave 5ml
- Agua destilada 5ml
- Agua de lavado 5ml
- Agua donde crece la planta 5ml
- Set de nitratos para acuario
- Cuatro tubos de ensayo de 10 ml
- Cuatro tiras de papel indicador universal de PH

Se agregó a los cuatro tubos de ensayo los cuatro tipos de agua que hay. Se introdujo cada tira de papel indicador en cada uno de los tubos. Se agregó 5 gotas del reactivo 1 del set de nitratos para acuario, agregar 5 gotas del reactivo 2 de nitratos para acuario. Los resultados se muestran en la tabla y grafica 1.1.



Se analizó cuatros tipos de agua, haciendo un tote control con el agua destilada. Las pruebas realizadas fueron PH y nitritos y nitratos

Realización de dos filtros

Para la realización del filtro 1 se ocuparon los siguientes materiales en un orden ascendente: Botella de plástico de 3 litros - Algodón 5 g - Graba 1kg - gravilla blanca 300g - arena 500 g - carbón 200 g - agua de lavado 650 ml



Para la realización del filtro 2 se ocuparon los siguientes materiales con un orden ascendente: Papel filtro 10g - Graba 1.5 kg - Arena 1.2 kg - Carbón 300g - Gravilla 1kg - Botella de plástico de tres litros - Agua de lavado 650 ml



Los resultados obtenidos se muestran en la gráfica y tabla 1.2.

Filtro 3, con cuatro muestras

para la realización del filtro 3 se ocuparon los siguientes materiales con un orden ascendente

- Algodón 8g
- Gasas 4g
- Graba 1.5kg
- Gravilla 600 g
- Graba blanca 350g
- Arena 1.2kg
- Carbón 300g
- Botella de plástico de tres litros

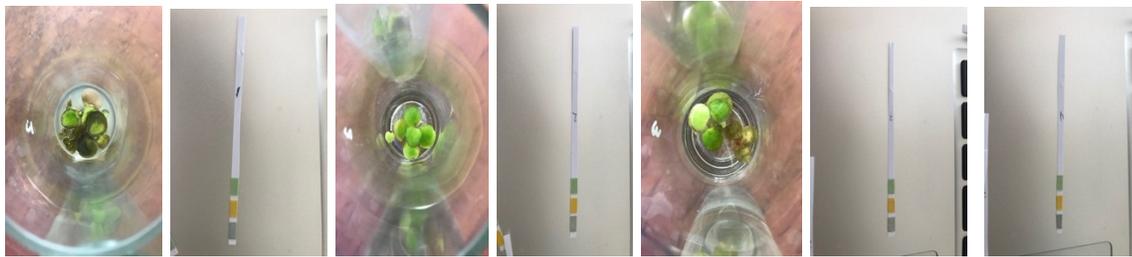
Se lavó todos los materiales que se ocuparon menos el algodón y las gasas, y después se filtró agua limpia por si el filtro estaba sucio, hasta que el agua salió muy transparente.

Se obtuvieron 4 tipos de agua. Los resultados se muestran en la gráfica y tabla 1.3.

Semana 1 de las 4 muestras

- 4 muestras de agua filtrada
- 4 tiras de indicador universal de PH

Se introdujo una tira diferente en cada muestra. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla y gráfica 1.3.



Imágenes de la semana dos, plantas expuestas en agua filtrada, se analizó el PH del agua.

Los resultados se muestran en la gráfica y tabla 1.4.

6. Resultados

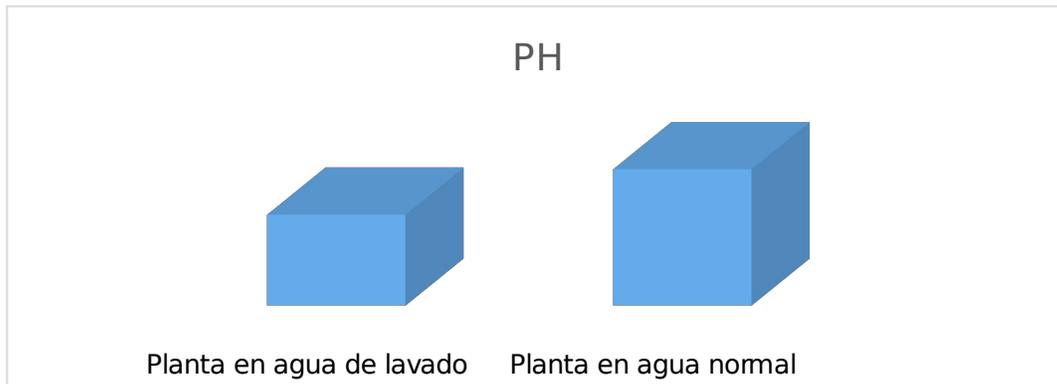
Planta expuesta en agua de lavado

Tabla 1

	Planta en agua de lavado	Planta en agua normal
PH	4	6

Color de la planta	tono verde muy oscuro y verde oliva, con una putrefacción en las raíces	Mismo color, verde claro y poco oscuro, raíz verde amarillenta
--------------------	---	--

Gráfica 1



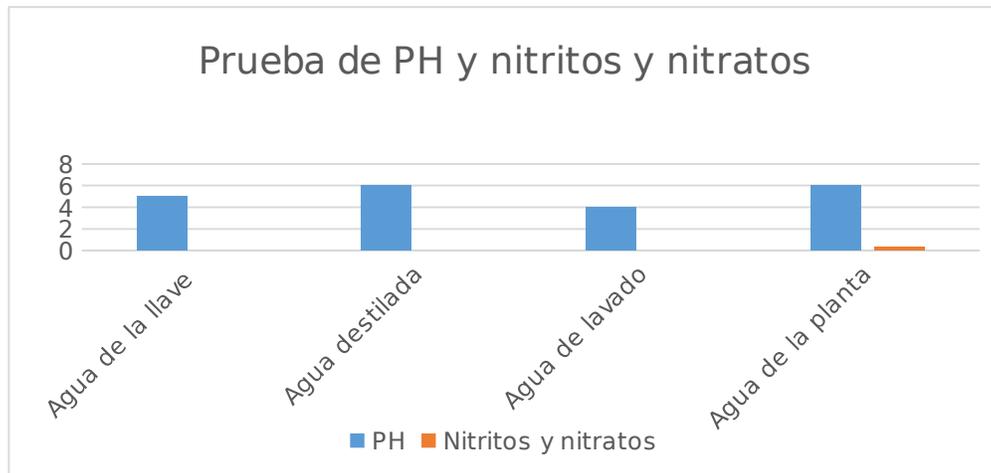
Al transcurrir 24 horas que la planta estuvo expuesta en agua de lavado cambio de coloración a un tono verde muy oscuro y verde oliva, con una putrefacción en las raíces. Al ocurrir esto se observó que la planta no puede estar expuesta directamente en el agua de lavado, para esto se buscó una alternativa que pueda disminuir el PH de 4 a un PH estable para la planta, el agua donde estuvo en crecimiento tenía un PH de 6.

Cuatro pruebas de agua, PH, nitritos y nitratos

Tabla 1.1

	Agua de la llave	Agua destilada	Agua lavado de	Agua de la planta
PH	5	6	4	6
Nitritos y nitratos	0	0	0	0.3

Gráfica 1.1



El agua de la llave se obtuvo una escala de PH de 5, y para los parámetros de nitritos y nitratos se obtuvo un resultado 0 con comparación con la escala.

El agua destilada obtuvo una escala de PH de 6, y para los parámetros de nitritos y nitratos se observó una escala de 0 en comparación en la escala.

El agua de lavado obtuvo una escala de PH de 4 (4-5), y para los parámetros de nitritos y nitratos se obtuvo una escala a 0 en comparación en la escala.

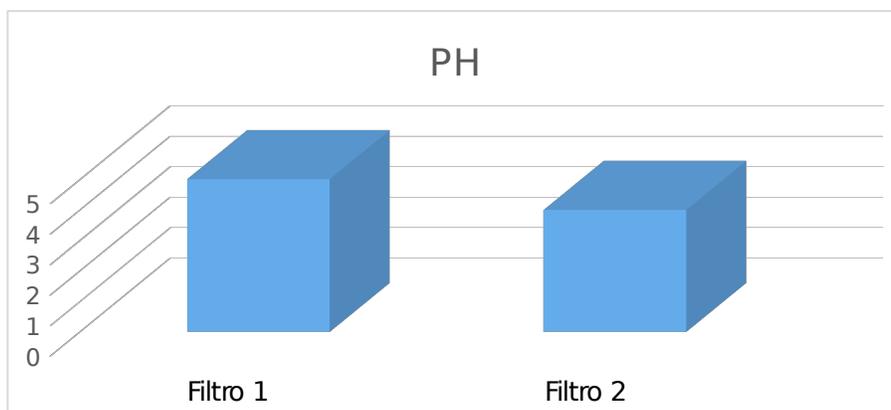
El agua donde está creciendo la planta tiene una escala de PH de 6, para los parámetros de nitritos y nitratos se obtuvo una escala de 0.3 en comparación de la escala.

Realización de dos filtros

Tabla 1.2

	Filtro 1	Filtro 2
PH	5	4
Color del agua	Amarilla con café cristalina, turbia. No presenta esencia jabonosa	azul gris, todavía jabonosa

Gráfica 1.2



Filtro 1: Después de que el agua de lavado paso por el filtro se obtuvo un PH de 5, pero con un color amarillenta cristalina ya que los materiales ocupados no fueron lavados.

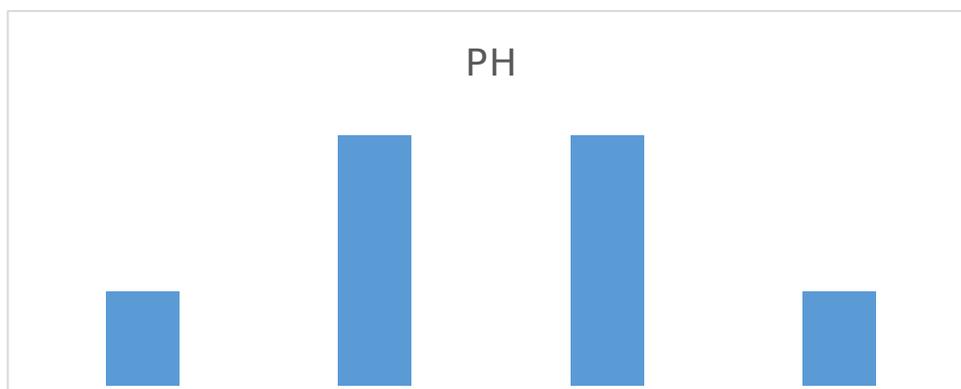
Filtro 2: Después de realizar el filtrado se obtuvo un PH 4 (4-5), pero con una tonalidad de color azul gris, todavía jabonosa.

Filtro 3, con cuatro muestras

Tabla 1.3

	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	Filtro 4
PH	5	6	6	5
Descripción	color gris cristalina(amarillo), el agua parece turbia, no esta filtrada correctamente porque tiene apariencias de agua jabonosa	una apariencia transparente , sin espuma de jabón y sin olor a jabón	color transparente , sin burbujas de jabón, pero una una apariencia turbia	una tonalidad transparente, pero se ve turbia, tiene como 4 burbujas muy pequeñas.

Gráfica 1.3



En el filtro 1 se obtuvo un valor de PH de 5 con un color gris cristalina(amarillo), el agua se observó turbia, no estuvo filtrada correctamente porque tiene apariencias de agua jabonosa.

En el filtro 2 se obtuvo un valor de PH de 6 con una apariencia transparente, sin espuma de jabón y sin olor a jabón.

En el filtro 3 se obtuvo un valor de PH de 6 color transparente, sin burbujas de jabón, con una apariencia turbia.

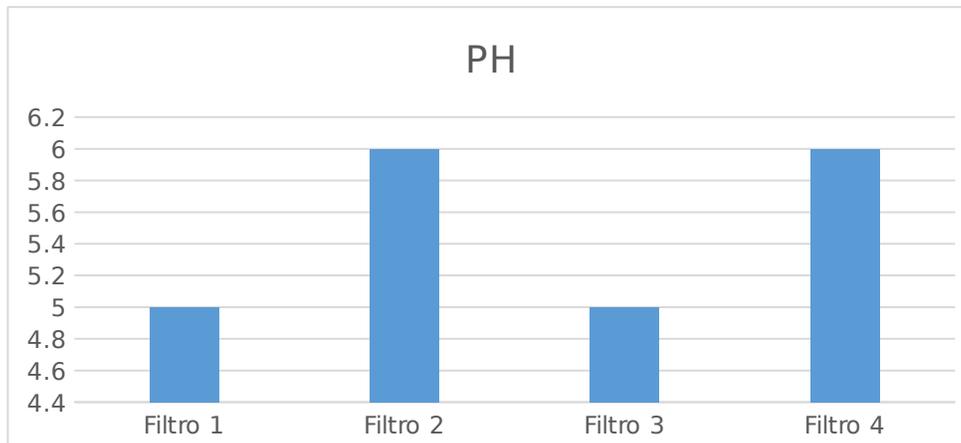
En el filtro 4 se obtuvo un valor de PH de 5 una tonalidad transparente, pero se observó turbia, tenía 4 burbujas muy pequeñas.

Semana 1 de las 4 muestras

Tabla 1.4

	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	Filtro 4
PH	5	6	5	6
Descripción	redujo el color gris, se está cristalizando pero esta quemando la planta.	apariciencia transparente, sin espuma de jabón y sin olor a jabón	color transparente, sin burbujas de jabón, pero una una apariencia turbia, la planta se estuvo quemando y reduciendo su tamaño	Una tonalidad transparente, no se observo presencia de jabón. La planta se estaba quemando y cambiando de color a un verde más obscuro

Gráfica 1.4



En el filtro 1 se obtuvo un valor de PH de 5 y se reduce el color gris, se aclaró el agua, pero se quemó la planta.

En el filtro 2 se obtuvo un valor de PH de 6 apariencia transparente, sin espuma de jabón y sin olor a jabón.

En el filtro 3 se obtuvo un valor de PH de 5 y tiene color transparente, sin burbujas de jabón, pero una apariencia turbia, la planta se está quemando y reduciendo su tamaño.

En el filtro 4 se obtuvo un valor de PH de 6 y tiene una tonalidad transparente, no se nota presencia de jabón. La planta se está quemando y cambiando de color a un verde más oscuro.

7. Conclusión

Teniendo en cuenta la capacidad de acumulación y su nivel de tolerancia, *Limnobium laevigatum* es una especie de interés para su uso en fitorremediación de aguas contaminadas con niveles moderados de metales y en las primeras semanas de exposición.

Los objetivos se cumplieron puesto que la macrófita *Limnobium laevigatum* si pudo reducir los contaminantes del agua de lavado, experimentando me di cuenta que si la planta está en una acidez de 5 tiene la acción de disminuir los contaminantes.

La hipótesis se cumplió ya que *Limnobium laevigatum* tiene la acción de reducir los contaminantes del agua de lavado, no de forma directa, pero sí.

Después de que la macrófita pudo disminuir los contaminantes del agua se podrá emplear en la vida cotidiana.

Los resultados avalan los objetivos y la hipótesis porque al experimentar con la planta se pudo disminuir los contaminantes. También se observó que la macrófita no puede estar expuesta directamente en el agua de lavado porque se quemó.

En el agua donde creció la planta tenía nitritos presentes puesto que necesita de estos para tener un desarrollo normal.

En los dos primeros filtros no tenía mucha eficacia ya que los materiales empleados no fueron lavados y estaban sucios, eso disminuyó las posibilidades de reducir la acidez del agua de lavado. La planta tiene una resistencia máxima de un PH de 6, si disminuye se quema. Si el filtro está limpio se pudo disminuir más la acidez del agua. Cada semana se empezó a disminuir la acidez del agua con la ayuda de la planta, en dos filtros las plantas pudieron aguantar la acidez, otras dos plantas se quemaron.

8. Bibliografía

carbotecnia. (2014 de julio de 2014). (c. activo, Productor) Recuperado el 4 de febrero de 2018, de carbotecnia: <https://www.carbotecnia.info/encyclopedia/que-es-el-carbon-activado/>

carbotecnia. (septiembre de 2004). *FILTROS DE GRAVA, ARENA SÍLICA Y ANTRACITA*. Obtenido de *FILTROS DE GRAVA, ARENA SÍLICA Y ANTRACITA*: <https://carbotecnia.info/PDF/boletines/AG-009.pdf>

Angélica Evelin Delgadillo Lopez, C. A. (10 de enero de 2011). *Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación*. Obtenido de *Fitorremediación: una alternativa para eliminar la contaminación*: www.scielo.org.mx/pdf/tsa/v14n2/v14n2a2.pdf

Arán, D. S. (7 de octubre de 2016). *Fitoextracción de Pb,Cr,Ni y Zn por la planta *Limnobium laevigatum* y su potencial uso en el tratamiento de aguas residuales*. Obtenido de *Fitoextracción de Pb,Cr,Ni y Zn por la planta *Limnobium laevigatum** y

su potencial uso en el tratamiento de aguas residuales:
<https://catalogo.biblio.unc.edu.ar/Record/exactas.25003>

ARIEL. (1 de 1 de 2017). Recuperado el 4 de 2 de 2018, de ARIEL:
<https://www.ariel.com.co/es-co/acerca-de-ariel/innovacion/conoce-los-ingredientes-del-detergente-ariel>

Bauder, W. A. (15 de noviembre de 2012). *Nitrato y Nitrito* . Recuperado el 26 de enero de 2018, de Nitrato y Nitrito :
http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Nitrate%202012-11-15-SP.pdf

Borrero, L. (1 de octubre de 2010). *Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales*. Obtenido de Macrófitas flotantes en el tratamiento de aguas residuales:
file:///C:/Users/PIONEROS/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge_8wek-yb3d8bbwe/TempState/Downloads/946-1-2915-1-10-20120615.pdf

DAVID, R. P. (2 de mayo de 2015). *MODELO Y MANUAL DE OPERACIÓN PARA LA PRUEBA DE TRATABILIDAD DE FILTRACIÓN*. Recuperado el 2 de febrero de 2018, de MODELO Y MANUAL DE OPERACIÓN PARA LA PRUEBA DE TRATABILIDAD DE FILTRACIÓN:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/7449/Tesis.pdf?sequence=1>

Jimenez, A. A. (31 de julio de 2017). *Determinación de los parametros fisico-quimicos de la calidad de las aguas*. Obtenido de Determinación de los parametros fisico-quimicos de la calidad de las aguas: <https://docgo.net/parametros-fisico-quimicos-de-la-calidad-del-agua>

Jorge Martelo, J. A. (15 de junio de 2012). *macrófitas flotantes en e ltratamiento de aguas residuales;una revisión del estado del arte*. Obtenido de macrófitas flotantes

en e ltratamiento de aguas residuales;una revisión del estado del arte:
www.redalyc.org/articulo.oa?=8352406911

Maqueda Gálvez, A. (3 de agosto de 2003). *colección de tesis digitales Universidad de las Ámericas Puebla*. Obtenido de colección de tesis digitales Universidad de las Ámericas Puebla:
catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mbt/maqueda_g_ap/capitulo_4.html

Menorca, B. (28 de noviembre de 2017). *Parámetros de calidad de las aguas de riego*. Obtenido de Parámetros de calidad de las aguas de riego:
<http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/parametros-de-calidad-de-las-aguas-de-riego/>

Mentaberry, A. (6 de agosto de 2011). *Agrobiotecnología*. Obtenido de Agrobiotecnología:
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/IQM_fitorremediacion_argentina_25620.pdf

Noa, I. d. (1 de abril de 2016). *Temas de Biología y Geología del Noa*. Obtenido de Temas de Biología y Geología del Noa: [.\(http://www.ibigeo-conicet.gob.ar/wp-content/uploads/2016/06/TBGNoa_16.pdf\)](http://www.ibigeo-conicet.gob.ar/wp-content/uploads/2016/06/TBGNoa_16.pdf)

Roberto Aurelio Nuñez Lopez, Y. M. (septiembre de 2004). *fitorremediación: fundamentos y aplicaciones*. Obtenido de fitorremediación: fundamentos y aplicaciones:
http://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/55_3/Fitorremediacion.pdf

Rosa, M. G. (s.f.). *Enlace Químico*. Obtenido de Enlace Químico:
<http://www.dcne.ugto.mx/Contenido/revista/numeros/2/A1.pdf>

S.A. (2016). *aguamarket*. Obtenido de aguamarket:
<http://www.aguamarket.com/diccionario/terminos.asp?Id=153>

S.A. (21 de enero de 2017). *HANNA INSTRUMENTS*. Obtenido de HANNA INSTRUMENTS: <http://www.hannainst.es/blog/demanda-quimica-de-oxigeno/>

S.A. (s.f.). *Kenbipedia*. Obtenido de Kenbipedia:
http://www.kenbi.eu/kenbipedia_3.php

sacka. (julio de 2015). *importancia de los nitratos y fosfatos*. Recuperado el 2 de febrero de 2018, de importancia de los nitratos y fosfatos:
<http://www.gruposacsa.com.mx/importancia-de-los-nitratos-y-fosfatos-en-las-plantas/>

Vargas, M. D. (21 de julio de 2009). *Ácidos, Bases, pH y Soluciones Reguladoras*. Recuperado el 3 de febrero de 2018, de Ácidos, Bases, pH y Soluciones Reguladoras: <http://www.bioquimica.dogsleep.net/Teoria/archivos/Unidad24.pdf>