



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”  
Multidisciplinario  
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México  
ISBN: 978-607-95635

“DESINFECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE BIOFILTRO DE  
EMPAQUE ORGÁNICO UTILIZANDO CÁSCARA DE PAPA.”



- Jenny Rodríguez Rodríguez.

**Edad:** 17 años

**Grado académico:** Quinto semestre (preparatoria).

**Email:**

[yeniii\\_2411@hotmail.com](mailto:yeniii_2411@hotmail.com)



-Juan Martín Cervantes Rodríguez.

**Edad:** 18 años

**Grado académico:** Quinto semestre (preparatoria).

**Email:**[cr9juan28@gmail.com](mailto:cr9juan28@gmail.com)



- María Elizabeth Martínez Flores.

**Edad:** 18 años

**Grado académico:** Quinto semestre (preparatoria).

**Email:**[eliz9508@hotmail.com](mailto:eliz9508@hotmail.com)

**Asesor:**

Rosalba Silva Granados

**Teléfono:**(461)-108-9986

**Correo Electrónico:** [rosalma4@hotmail.com](mailto:rosalma4@hotmail.com)

**Área de Especialidad:** Ing. Bioquímica en Biotecnología

**Científico Calificado:**

Miguel Ángel Quintana Aguado

**Área de Especialidad:** Bioingeniería en Fermentaciones

**Correo Electrónico:**[pollo\\_071758@hotmail.com](mailto:pollo_071758@hotmail.com)





## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

### “Desinfección de Aguas Residuales Mediante Biofiltro de Empaque Orgánico Utilizando Cáscara de Papa”.

### “Wastewater Disinfection through Organic Packing Biofilter Using Potato Peel”

Juan Martín Cervantes, Jenny Rodríguez, María Elizabeth Martínez.

#### **RESUMEN**

El agua es el elemento más abundante en la Tierra, sin embargo la distribución es desigual. La problemática de disponibilidad de agua se agrava considerando que mucha que podríamos utilizar está contaminada. Una propuesta en los procesos de desinfección, es utilizar componentes bioactivos de cáscara de papa específicamente metabolitos de estrés glicoalcaloides. En base a nuestra observación nos planteamos: ¿Podremos implementar un biofiltro a partir de la cáscara de papa para lograr la reducción de carga microbiana en aguas residuales? Nuestro objetivo es reducir carga microbiana implementando un biofiltro utilizando cáscara de papa para el tratamiento de aguas residuales. El tipo de estudio efectuado es una investigación aplicada o tecnológica, ya que se pretende obtener un nuevo conocimiento técnico con aplicación inmediata para la solución de un problema de orden ambiental, en donde manejamos como muestra, agua residual de la planta de tratamiento “Dren Merino” del municipio de Cortazar Guanajuato. Manejamos un prototipo de filtro lento de arena de diseño hindú adaptado de Vingneswaran (1983) al que se aplica un diseño factorial fraccionado  $2^3$ , considerando los factores: espesor de empaque, número de capas y forma de empaque de cáscara de papa. Al agua residual sin filtrar y filtrada se le evalúa: NMP de Coliformes totales, Fecales, Mesófilos Aerobios y características fisicoquímicas. Los resultados obtenidos indican que tenemos una reducción de la carga microbiana mayor al 90% con el filtro testigo, no así con los filtros de empaque orgánico, en tanto los físico-químicos, no hay variaciones significativas después del tratamiento.

**Palabras Clave:** Glicoalcaloides, biofiltro, aguas residuales, carga microbiana.

#### **ABSTRACT**



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

The water is one of the most abundant elements on earth nevertheless its distribution is unequal. The water viability problem is getting worst if we consider that a lot of it is already polluted. A proposal for the disinfection process is to use the bioactive components that come from the potato peel, specifically metabolites from glycoalkaloid stress. The question that we propose based on what we have seen is: could we create a bio filter based on potato peel to reduce the quantity of microorganisms in wastewaters? Our objective is to reduce the quantity of microorganisms on wastewaters by using a potato peel bio filter. The type of study that we are going to use is applied or technological investigation because we pretend to obtain a new technical knowledge with immediate application to use in a solution for a wastewaters pollution problem at Cortazar Guanajuato, involving Dren Merino wastewater treat plant. We manage a slow sand filter prototype of Hindu design adapted to Vingneswaran design (1983) at which it applied a factorial fractional design, considering two factors: thickness packing, number of layers and form of potato peel packing. Wastewater filtered and unfiltered we would evaluate the next parameters: Fecal Coliforms and Total of Coliforms, aerobic mesophiles and physic and chemicals analyses. The results obtained show that we have a microbiological charge decrease bigger than 90% with the blank filter but not obtained with the organic packing filters and in the physic-chemical analysis there aren't significant variations after treatment.

**Keywords:** Glycoalkaloids, Biofilter, wastewater, microbial charge.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

### 1. **Introducción**

Uno de los aspectos más cuestionados relacionados con el medio ambiente es la calidad y contaminación del agua. El problema de la mala calidad del agua por efecto de la contaminación puede ser lo que nos lleve a sufrir una severa escasez en los próximos años y por ende este problema debe de ser atacado mundialmente. Dependiendo de los contaminantes que tenga el agua, esta recibirá un tratamiento particular, como por ejemplo los desechos químicos y sólidos serán tratados con tecnologías convencionales, mientras que en la contaminación microbiológica, se ha propuesto una alternativa factible para la reducción de carga microbiana así el proceso de biofiltración de lecho orgánico se ha desarrollado en los últimos años con el fin de resolver esta problemática y satisfacer las necesidades de saneamiento. Otra de las nuevas propuestas en los procesos de desinfección, es la utilización de los componentes bioactivos obtenidos a partir de cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) específicamente metabolitos de estrés glicoalcaloides, en los cuales se ha comprobado que poseen efectos antimicrobianos y antiparasitarios, ya que en este tubérculo solo se aprovecha la pulpa y lo restante es desechado convirtiéndose en una fuente de contaminación. En cuanto a lo anterior el objetivo de esta investigación es reducir la carga microbiana implementando un biofiltro utilizando cáscara de papa para el tratamiento de aguas residuales. Considerando como hipótesis de investigación la siguiente: se lograra la implementación de un biofiltro a partir de cáscara de papa en la desinfección de aguas residuales. De esta manera se están atacando problemáticas como la contaminación del agua y la generada por las grandes cantidades de desecho de papa.

### 2. **Metodología**

**El tipo de estudio a efectuar es una investigación aplicada o tecnológica**, ya que pretendemos obtener un nuevo conocimiento técnico con aplicación inmediata para la solución de un problema de orden ambiental.

Para lo cual manejamos el siguiente diseño factorial fraccionado  $2^3$  con cuatro replicas. Tomando en cuenta un testigo o blanco (filtro sin empaque orgánico) que nos servirá para comparar resultado con el biofiltro. (Tabla No. 2)



**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”**  
 Multidisciplinario  
 10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México  
 ISBN: 978-607-95635

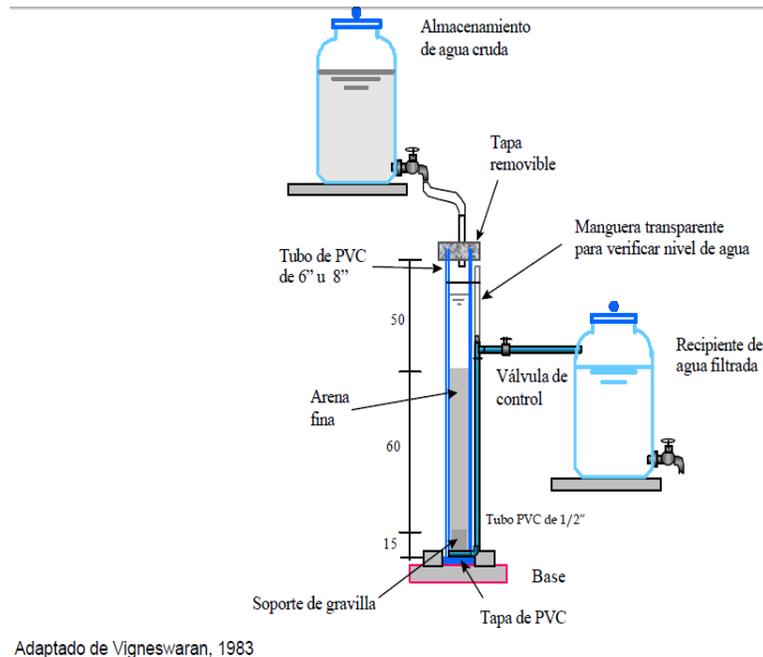
Tabla No.2.- Diseño factorial fraccionado 2<sup>3</sup> con cuatro replicas.

DISEÑO FACTORIAL FRACCIONADO						
Orden Estadístico	Orden Corrida	Punto Central	Bloques	Espesor de Empaque (cm)	Número de Capas	Forma de Empaque
9	1	1	1	10	1	Enteros (4 cm)
16	2	1	1	14	2	Enteros (4 cm)
3	3	1	1	10	2	Trozos (1-2 cm)
7	4	1	1	10	2	Trozos (1-2 cm)
11	5	1	1	10	2	Trozos (1-2 cm)
6	6	1	1	14	1	Trozos (1-2 cm)
10	7	1	1	14	1	Trozos (1-2 cm)
13	8	1	1	10	1	Enteros (4 cm)
14	9	1	1	14	1	Trozos (1-2 cm)
5	10	1	1	10	1	Enteros (4 cm)
8	11	1	1	14	2	Enteros (4 cm)
15	12	1	1	10	2	Trozos (1-2 cm)
2	13	1	1	14	1	Trozos (1-2 cm)
4	14	1	1	14	2	Enteros (4 cm)
1	15	1	1	10	1	Enteros (4 cm)
12	16	1	1	14	2	Enteros (4 cm)

10

“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”  
Multidisciplinario  
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México  
ISBN: 978-607-95635

Además manejaremos el diseño de un filtro lento de arena de diseño hindú adaptado de Vingneswaran, (1983). (Figura 5)



**Figura 5.- Diseño del filtro lento de arena de diseño hindú adaptado de Vingneswaran,**

Para la desinfección de aguas residuales mediante un biofiltro a partir de residuos de papa manejaremos las siguientes variables independientes tales como: espesor del empaque vegetal (10 y 14 cm), número de capas (1 o 2) y forma del empaque vegetal trozos (aprox. 1-2 cm.) o enteros (aprox. 4cm.). Y como variables dependientes manejaremos: La reducción de carga microbiana en agua residual a la cual le evaluaremos los siguientes parámetros: Cuantificación de Coliformes totales, Coliformes Fecales, Mesófilos aerobios y análisis físico-químicos (alcalinidad total, dureza, pH, cloruros, fosfatos, sólidos disueltos, conductibilidad específica, olor y color). Los resultados se manejarán en forma cuantitativa.

Nuestro universo de estudio son las aguas residuales del municipio de Cortazar Gto, de la planta de tratamiento “Dren Merino”.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

El proceso de la planta de tratamiento, es de lodos activados con un flujo de 70 l/s.

La muestra de agua fue tomada aleatoriamente de la etapa N° 7, sin condiciones estériles ya que el personal de esta planta de tratamiento nos proporcionaba el agua directamente de la fase de desinfección en la cual utilizan ozono pero tomando las precauciones de seguridad necesarias colocamos el agua en garrafas completamente limpias y desinfectadas. La cantidad de agua que tratamos en el laboratorio es una garrafa de 25 litros aproximadamente por cada filtro y la unidad experimental o de análisis y observación para cada experimento es a partir de 1000 ml., para el desarrollo del trabajo. A la muestra se le hacen análisis antes y después de la filtración para cuantificar Coliformes totales, Coliformes fecales, Mesófilos Aerobios y análisis físico-químicos (alcalinidad total, dureza, pH cloruros, fosfatos, sólidos disueltos, conductibilidad específica, olor y color). Para cada experimento de nuestro diseño factorial, los análisis se hacen por triplicado para validación de los mismos.

### **3. Plan de Análisis De Resultados.**

#### **a) METODOS Y MODELOS DE ANALISIS DE LOS DATOS SEGÚN EL TIPO DE VARIABLES**

Para reducir la carga microbiana de acuerdo a la implementación de un biofiltro utilizando los residuos de papa para el tratamiento de aguas residuales, se maneja un diseño factorial fraccionado de  $2^3$  con cuatro replicas y para el análisis de los datos se maneja un regresión y correlación lineal a un nivel de significancia del 95%. Los datos obtenidos se graficaran y tabularan.

#### **b) PROGRAMAS A UTILIZAR PARA ANALISIS DE DATOS.**

Se maneja el software Minitab 16 para el análisis de los datos obtenidos en la experimentación.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

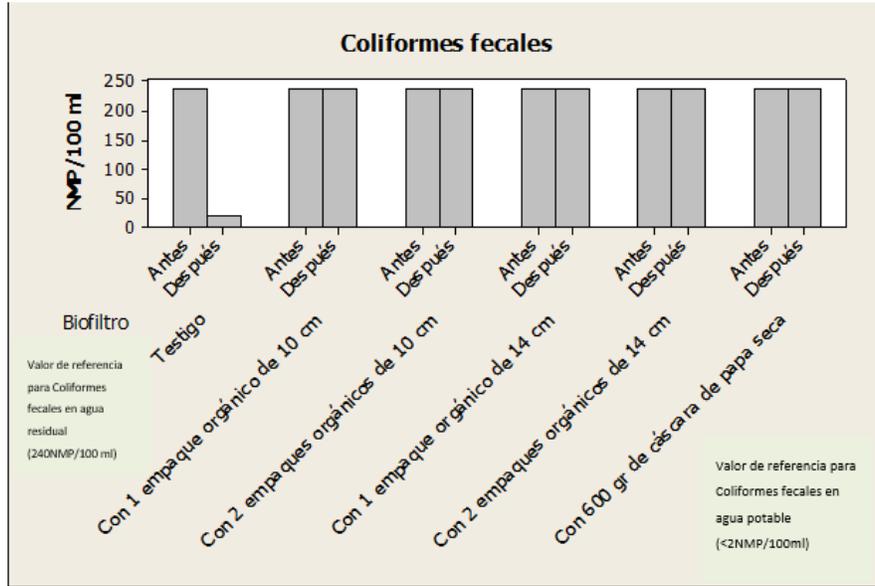
10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

### 4. Resultados.

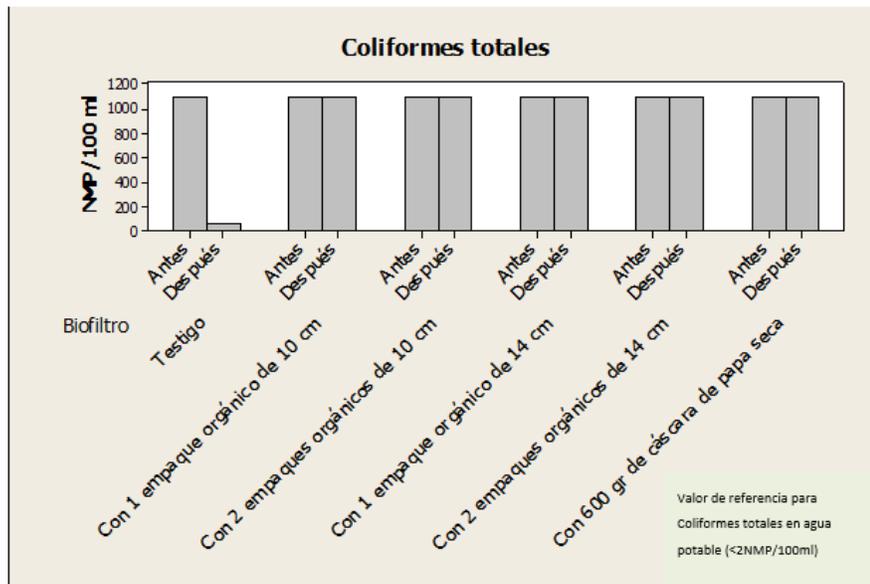
Con relación al contenido de Coliformes fecales el testigo presento una reducción significativa, de 240 NMP/100ml Coliformes fecales a 26 NMP/100ml Coliformes fecales sin embargo no cumple con la **NOM-127-SSA1-1994**, que especifica los límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización en este caso es “no detectable NMP/100 ml de Coliformes fecales”, respecto a los experimentos de nuestro diseño experimental, el biofiltro 1, 2, 3 y 4 no lograron reducir la cantidad de Coliformes fecales, mientras que en el filtro testigo se observó una disminución del 91.2% (Ver figura no.7), esperamos que los próximos experimentos nos permitan reducir la carga microbiana para lograr cumplir con la norma. Además, se ha realizado otra biofiltración con cáscara de papa seca (600 gramos), en la cual la cáscara de papa fue empacada de tal manera que toda la cáscara estuviera revuelta en la parte de la arena y no se empacara como se ha venido haciendo (empaque de cáscara en trozos o entero), además se le dio un tratamiento para obtener la mayor cantidad de Glicoalcaloides posibles, el cual consiste en enjuagar las cáscara y después aplicar un secado al sol durante un día, seguido de esto se calentó en un horno marca *Lúmina HAC-36* durante 1 hora 30 minutos a una temperatura de 40°C, obteniendo un producto seco con poco almidón, después se guardó en un empaque hermético y al día siguiente se volvió a secar al sol durante 4 horas, así se pasó a triturar en una licuadora marca *Osterizer Classic de luxe*, el producto final se empaco en el biofiltro.

**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”**  
 Multidisciplinario  
 10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México  
 ISBN: 978-607-95635



**Figura no.7. Coliformes Fecales presentes en la muestra de entrada y Salida del biofiltro**

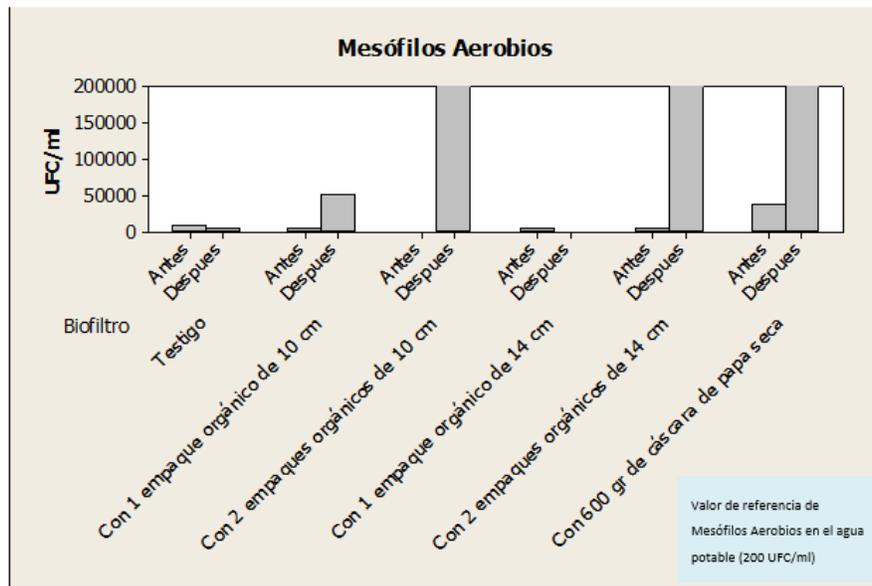
En relación a la presencia de Coliformes totales los resultados muestran que en el filtro testigo hay una disminución del 94%, mientras que en los biofiltros de empaque orgánico no hay reducción de Coliformes Totales (ver figura 7).



**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”**  
 Multidisciplinario  
 10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México  
 ISBN: 978-607-95635

**Figura no.8 Coliformes Totales presentes en la muestra de entrada y Salida del biofiltro**

Los resultados respecto a la cantidad de Mesófilos aerobios en el biofiltro indicaron disminución del 39.996%, y en los biofiltros con empaque orgánico se observó un aumento significativo después de recibir el tratamiento (ver figura no.9).



**Figura no.9. Mesófilos aerobios presentes en la muestra de entrada y Salida del biofiltro.**

Además se evaluaron parámetros físico-químicos antes y después de la filtración donde la Turbidez en los biofiltros de empaque orgánico se observa que sus valores aumentan después de la biofiltración. Los Sólidos Disueltos se mantienen por encima del límite permisible. En relación a la presencia de Cloruros, pH, Dureza Total, Sulfatos, no se presentan cambios significativos después de la biofiltración (Ver tabla no.3).



**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”**  
 Multidisciplinario  
 10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México  
 ISBN: 978-607-95635

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS												
Biofiltro	PARAMETROS											
	pH		Turbidez (UNT)		Dureza Total (ppm CaCO <sub>3</sub> )		Cloruros (ppm Cl <sup>-</sup> )		Sulfatos (ppm SO <sub>4</sub> )		Sólidos Disueltos (ppm)	
	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después	Antes	Después
Testigo	7.19	7.4	0	0.05	276	341	119	106.6	*	42.25	1,379.7	1,409.99
Con 1 empaque orgánico de 10 cm	7.82	6.94	0.62	18.67	222	370	100.6	101	7.55	34	1,161.9	1,233.9
Con 2 empaques orgánicos de 10 cm c/u	7.28	6.75	0.33	71.3	246	272	116.3	118.6	32.63	34.38	1,453.5	1,431.594
Con 1 empaques orgánico de 14 cm	7.81	7.38	0.4	9.18	222	193.2	80	82	35.5	31.17	1,129.797	1,123.2
Con 2 empaques orgánicos de 14 cm c/u	7.81	6.70	0.4	18.38	222	172.6	80	68.6	35.5	35.54	1,129.797	1,166.697
Con 600 gramos de cáscara de papa seca	7.74	7.37	5.11	47.6	678	340	94.6	103	37.5	27.4	1292.7	1317.3



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

### 5. Conclusión

Los resultados obtenidos del filtro testigo muestran una disminución en los parámetros microbiológicos.

En la cuenta estándar se muestra una disminución del 39.996% y en NMP para Coliformes fecales una disminución del 91.2% y para Coliformes totales del 94%.

Sin embargo los resultados obtenidos de los filtros diseñados de acuerdo al diseño factorial fraccionado indican un aumento relevante en la cuenta de Mesófilos aerobios, el NMP de Coliformes fecales y Coliformes totales se mantiene y en los parámetros físico-químicos hay pocas variaciones después de recibir el tratamiento a excepción de la turbidez .

Además el agua, después de recibir el tratamiento de biofiltración adquiere un olor desagradable (olor a ácido sulfhídrico, creemos que es por el metabolismo de las bacterias que se encuentran dentro del biofiltro).

De acuerdo a los resultados obtenidos al presente tenemos que se cumple el objetivo de elaborar, evaluar y comprobar la efectividad del diseño del filtro lento de arena adaptado de Vingneswaran. Al evaluar las condiciones de operación del filtro testigo este se mantuvo cerca del flujo ideal (0.6 l/min), el cual mantiene un tiempo de retención de 0.53 l/min, en cambio los biofiltros de empaque orgánico no tienen el flujo ideal ya que el flujo de estos es menor a 0.1 l/min. Además al comparar los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua antes y después del tratamiento no se mostraron resultados muy significativos.

Tomando en cuenta que no se ha completado el diseño factorial propuesto, no podemos definir si se cumple o no nuestro objetivo general de reducir la carga microbiana implementando un biofiltro de empaque orgánico utilizando cáscara de papa para el tratamiento de aguas residuales, sin embargo los resultados del filtro testigo (filtro bioarena) han demostrado reducir del 90 a 94% de los patógenos que se encuentran en el agua residual.

El agua después de seguir el tratamiento se destina para aguas de riego, parques, jardines e incluso como de riego agrícola resultando un gran peligro para la comunidad que tiene contacto con dicha agua provocando enfermedades, tales como salmonelosis, shigelosis, cólera, Amebiasis, alteraciones gastrointestinales, giardiasis, desórdenes Hepáticos, entre otros, o simplemente es vertida a nuevos



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

cuerpos de agua incrementando la carga microbiana de los cuerpos receptores. Por los resultados que obtuvimos en relación con su carga microbiana, sabemos que este proceso no es suficiente, por consiguiente y reconociendo la eficacia del filtro bioarena proponemos su aplicación en la planta de tratamiento Dren merino siendo una opción viable económicamente, puesto que no se requiere de gran inversión de dinero, puede ser operado de manera intermitente y no necesita de personal altamente capacitado.

### 6. Bibliografía.

- 1) Acosta Rodríguez, L., J.F. Cardenas Gonzales y V.M. Martinez Juarez (2012), “el uso de diferentes biomasas para la eliminación de metales pesados en sitios contaminados”, 7(85), PP 911-922 Ide@s CONCYTEG,
- 2) Acuña 2000, Acuña et al. 2002, Ortiz et al. 2003, Cercado 2000, Hernández 2002, Magaña 2002, Morales (1999). *Biofiltración*. Universidad autónoma metropolitana en colaboración con el Institute de Reserchepour le Developpment. recuperado el 21 de diciembre del 2012. Recuperado de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/396/biofiltra.html>
- 3) Agua: El agua y su problemática. Recuperado en noviembre 21, 2012. Página Web. Disponible en: <http://es.scibd.com/doc/105114539/4.agua-v08.calidaddelaqua>
- 4) Avalos A., Pérez Uri-a E. 2009 Metabolismos secundario de las plantas. Vázquez F. Miranda M. 2004 Ingenieriametabolica: controlado a la química vegetal ciencia vol. 52. Num.2: pp.76-86.
- 5) belanger et al., 1987., Garzón et al., 2005. “*biofiltros*”. Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/garzon.pdf>
- 6) Buelna, G., M Garzón-Zúñiga y G. moeller- Chávez (2011), “*los biofiltros de empaque orgánico: una alternativa simple, robusta y eficiente para el tratamiento de aguas residuales en zonas rurales*”. 6 (71), pp., 540-551, IDE@S CONCYTEG.
- 7) Bueno-Pérez, T. (S.F.). “*obtención de extractos a partir de plantas medicinales*.” Grupo de desarrollo y biotecnología industrial centro nacional de sanidad agropecuaria. Recuperado el 18 de diciembre del 2012. Página Web disponibles



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

en: <http://www.monografias.com/trabajos66/extractos-plantas-medicinales/extractos-plantas-medicinales.shtml>.

8) Compuestos tóxicos presentes en la papa. (S.f.). Recuperado de [http://es.wikipedia.org/wiki/solanum\\_tuberosum#compuestos\\_t.C3.xicos\\_presentes\\_en\\_la\\_papa](http://es.wikipedia.org/wiki/solanum_tuberosum#compuestos_t%C3.xicos_presentes_en_la_papa).

9) Delgado, H., Pérez, W., (s.f.). IDEAS NICARAGUA, innovación para el desarrollo y la cooperación sur-sur “*Biofiltros domiciliarios, filtros biológicos para la remoción de nutrientes de aguas grises*”. Recuperado en diciembre 22, 2012. Página web. Disponible en [www.ideasonline.org](http://www.ideasonline.org).

10) Encisco, J. & Bruce Lesikar. (30 de junio de 1914 de 1994). Sistemas individuales para el tratamiento de aguas negras “filtro Arena”. Servicio de extensión agrícola de Texas. Página web disponible en <http://texaserc.tamu.edu/pubs/ewaste>.

11) Enero (2008). Manual de biofiltro Bioarena “*diseño, construcción, instalación, soporte y mantenimiento*”. CAWST centre for affordable water sanitation and technology. pp 1-94. Página web disponible en <http://www.itacanet.org/esp/agua/Seccion%206%20Tratamiento%20de%20agua/Biofiltro%20de%20arena%20CAWST.pdf>

12) Espejel Deloiza, M. & Reina Blanco, C.S. (14 de diciembre del 2011). “Las plantas se defienden con metabolitos secundarios: terpenos y alcaloides”. Universidad Autónoma de México. ENP2

13) Gaus, M., Cáceres, V., & Fong, N., (abril 2004). Investigaciones y experiencias con biofiltro en Nicaragua y Centroamérica. Universidad nacional de ingeniería, UNI. Lima, Perú.

14) Díaz Puentes, L.N. (Julio-diciembre 2009). Interacciones moleculares entre plantas y microorganismos: saponinas como defensas químicas de las plantas y su tolerancia a los microorganismos. *Revista de estudios Transdisciplinarios* 1(2) Caracas: serie verde.

15) Papa *Solanum tuberosum*. *Solanaceae* (S.f.) recuperado en <http://medicina.tradicionalmexicana.unam.mx/monografiasphp?j=3&T=&id=7742>



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2014”

Multidisciplinario

10 y 11 de abril de 2014, Cortazar, Guanajuato, México

ISBN: 978-607-95635

16) Silva-Beltrán N.P., RuizCruz S., López-Mata M.A., CiráChávez L.A y Gortarez-Monoyoquí P. (mayo, 2011) “Componentes bioactivos de residuos de papa: Un recurso para la desinfección de aguas”, 6 (71) pp. 562-571, Ide@s CONCYTEG.

17) Sagarpa (2008). *Año internacional de la papa (resolución de la FAO)*.

Recuperado de <http://www.potato2008.org/es/lapapa/index.html>