

Depuración Microbiológica de Aguas Residuales



IES RAMÓN Y CAJAL

Albacete

2019

Alumnos:

Arenas Moreira, Alejo

Mella Martínez, Marcos

Sánchez Ortiz, Alberto

Profesora:

Wic Baena, Consuelo

ÍNDICE

Resumen	2
1.- INTRODUCCIÓN	3
<i>1.1.- Justificación del trabajo</i>	3
<i>1.2.- Fundamento teórico</i>	3
<i>1.3.- Hipótesis</i>	5
<i>1.4.- Objetivos</i>	5
2.- MATERIAL Y REACTIVOS	6
3.- RESULTADOS	10
4.- CONCLUSIONES	13
5.- BIBLIOGRAFÍA	13

Resumen

La generación de aguas residuales es una consecuencia inevitable de las actividades humanas. Estas actividades modifican las características de las aguas de partida contaminándolas e invalidando su posterior aplicación para otros usos. Es un hecho que el vertido de aguas residuales ocasiona daños al medio ambiente y afecta a ecosistemas acuáticos produciendo riesgos en su vertido. Pero la idea es no usar procedimientos químicos agresivos para la limpieza, los cuales puedan producir daños al medio ambiente. Además de estas consideraciones, hay que tener en cuenta que España, y dentro de ellas nuestra región Castilla la Mancha, tenemos zonas donde la escasez de agua empieza a ser un problema, por tanto hay que intentar dar un segundo uso a las aguas residuales.

La biodegradación puede considerarse como una tecnología de limpieza que, utilizando la actividad de los microorganismos, elimina los contaminantes o disminuye su concentración hasta niveles aceptables.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la importancia de los microorganismos en la depuración de las aguas residuales a la vez que recuperamos el agua para su uso en agricultura.

Para ello, hemos tratado aguas residuales doméstica y urbana, con levadura (hongos). Después de la eliminación por filtración, de la materia orgánica de mayor tamaño, se trató agua en levadura tratada y levadura natural, en la proporción aproximada de 2 gramos por cada 125 ml de agua residual. Se mantuvo entre dos y tres días y posteriormente se recuperó el agua tratada. A esta agua se le determinó los sulfatos, dureza, nitratos y pH. También para llevar a cabo una miniindustrialización del proceso hemos construido una maqueta que consiste en: Un depósito de filtrado, constituido por piedras y arena gruesa y fina, que elimina la materia orgánica de mayor tamaño. Un depósito de mezcla con la levadura donde se mantiene unos dos días y donde por sedimentación, la levadura queda en la parte inferior del depósito y en la parte superior el agua que pasará a regar campos y jardines. Todo este trabajo lo hemos llevado a cabo en nuestro Centro educativo, con la ayuda de nuestra profesora y en nuestro tiempo libre.

Los resultados muestran que los valores de los parámetros analizados, de las dos muestras de agua tratadas y con ambos tipos de levaduras tienen valores que se encuentran dentro de lo permitido para aguas de riego.

1.- INTRODUCCIÓN

1.1.- Justificación del trabajo

El trabajo de investigación surge ante la necesidad de reducir el elevado mal uso que se hace del agua, de mantener la sostenibilidad de los ecosistemas y por tanto, reducir los impactos ambientales.

Los puntos de partida que tuvimos en cuenta para la realización de este trabajo fueron:

- 1) La escasez de agua, que en España y dentro de ella nuestra región, Castilla la Mancha, empieza a ser un problema, que afecta de forma notable y principalmente al sector agrario.
- 2) El gran porcentaje de agua que se malgasta o se va como agua usada, invalidando su uso posterior para otros fines.
- 3) Y que las aguas residuales municipales deben ser tratadas para que sus vertidos no ocasionen daños al medio ambiente.

1.2.- Fundamento teórico

El agua es fundamental para la vida y para el desarrollo de multitud de actividades cotidianas. Los principales usos del agua, regulados y priorizados en la legislación, son:

Abastecimiento: Es el agua utilizada en los hogares, empresas, etc. Agua, que al mismo tiempo debe cumplir unas condiciones mínimas de salubridad y potabilidad.

Usos agrícolas: Las plantas y productos agrícolas, como todos los seres vivos, necesitan del agua para su crecimiento, desarrollo y producción. El regadío es el principal uso que se hace del agua en Castilla-La Mancha y en la mayor parte del mundo.

Usos industriales y energéticos: Se centra en el empleo del agua para la producción industrial. También incluye, en el apartado energético, el uso para la generación de energía en las centrales hidroeléctricas.

Usos recreativos: El agua también se usa para actividades recreativas y de diversión, como son las piscinas. Un uso responsable aconseja no derrochar agua para este tipo de actividades.

Usos ambientales: Un aspecto fundamental del agua es su papel medio ambiental, siendo uno de los factores principales para la sostenibilidad de los sistemas. Nuestro medio ambiente depende del agua, de su cantidad y calidad. Como ejemplo de este importante uso

del agua y su consideración en la planificación hidrológica, pueden citarse los caudales ecológicos, necesarios para el mantenimiento de la vida característica del río.

Estos usos, a su vez, suelen clasificarse y definirse en la legislación como consuntivos (consumen el recurso, dejando de estar disponible tras el uso, por ejemplo, el abastecimiento o el riego) y no consuntivos (utilizan pero no consumen el recurso, pudiendo estar disponible para otro uso, por ejemplo, las centrales hidroeléctricas). Los usos del agua pueden presentar problemas de sostenibilidad, tanto en términos de cantidades disponibles de agua como de su calidad. Los problemas de sobreexplotación de acuíferos, disminución de los caudales de los ríos o el progresivo empeoramiento de su calidad, no cumpliéndose los mínimos ecológicos exigibles, hacen que la disponibilidad de agua para los diferentes usos disminuya alarmantemente.

Es de todo el mundo sabido que el crecimiento de la población y sus requerimientos, a nivel personal e industrial, hace que la demanda de agua por parte de todos sea cada vez mayor. Por tanto resulta de vital importancia hacer una correcta utilización de las aguas residuales a fin de liberar importantes volúmenes para su reutilización.

La biotecnología se puede definir como; ***-toda aplicación tecnológica que utiliza sistemas biológicos y organismos vivos o derivados, para la creación o modificación de productos o procesos para un uso específico-*** (Convention on Biological Diversity, Article 2. Use of Terms, United Nations. 1992. El hecho de utilizar como herramienta a los microorganismos de manera natural, hace que los procesos biotecnológicos sean considerados como una tecnología cada vez más extendida en el manejo de desechos, de manera económica y ecológica.

En los procesos de biodegradación, orgánica en condiciones ambientalmente seguras, se lleva a cabo la conversión de la materia por productos como el agua y el dióxido de carbono. Esto se logra a través de la naturaleza descomponedora de protozoos, bacterias y hongos. Aunque estos microorganismos son de origen natural, existen ciertos factores externos como por ejemplo las variaciones de temperatura, oxígeno o pH (además de la presencia de productos químicos) que pueden resultar poco favorables para un crecimiento adecuado de los mismos o para que la reducción de compuestos orgánicos se lleve de manera acelerada.

La bióloga Viviana Ordenes Ortiz, ha logrado satisfactorios descubrimientos. Microorganismos como levaduras, que han sido modificados genéticamente con material de origen vegetal, pueden absorber metales pesados desde el agua. La levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) es capaz de capturar metales a través de su comportamiento

celular. Posee reservorios de metal para aliviarse de la toxicidad, mediante los mecanismos naturales. Los elementos quedan retenidos en su biomasa. El microorganismo además resiste la falta de oxígeno, por lo que se le otorga un extra, ya que pueden actuar en medios con defecto de éste.

La levadura es un microorganismo muy común. Por ejemplo está presente en el pan y en la cerveza. Se reproduce a tasas altas.

Un agua se considera de buena calidad en el riego agrícola cuando garantice un rendimiento óptimo para el cultivo de las plantas y no produzca efectos perjudiciales al suelo. La calidad del agua para el riego por tanto está ligada a la terna suelo-agua-planta, porque, además de considerar el efecto sobre la nutrición de la planta, se debe de considerar el efecto que la calidad del agua produce en el equilibrio del suelo.

Los parámetros que un agua debe de reunir y los valores normales que debe de tener se obtienen de los numerosos estudios sobre riego y drenaje que, por otra parte, están en continua revisión.

1.3.- Hipótesis

I. Puesto que los microorganismos, descomponen la materia, éstos pueden ser utilizados para limpiar aguas municipales de forma sencilla y económica. Y por tanto, usar levadura, para este fin, ya que es uno de los microorganismos más existente en nuestro entorno.

II. Podemos automatizar el proceso de depuración, mediante la construcción de una maqueta simple y con material reciclado, que podría ser construida a una escala mayor para su utilización real.

1.4.- Objetivos

El objetivo general de este trabajo es evaluar la importancia de los microorganismos en la depuración de las aguas residuales.

Los objetivos específicos:

- Obtener muestras de agua depurada o tratada con levadura.
- Aprender a realizar el análisis químico de algunas propiedades de las aguas residuales tratadas.
- Construcción de una maqueta que, de forma automatizada, depure y obtenga agua para el uso en jardines y/o en agricultura, además de conseguir industrializar el proceso.

2.- MATERIAL Y REACTIVOS

2.1.- ETAPA DE INVESTIGACIÓN

Los materiales y reactivos que utilizados en esta primera etapa han sido:

- Embudos de vidrio
- Papel de filtro
- Vasos de precipitados
- Balanza electrónica
- Papel indicador de pH
- Peachímetro
- 2 tipos de levadura (una química y otra casera)
- Kit de análisis de nitratos, carbonatos y sulfatos

METODOLOGÍA DE LA FASE EXPERIMENTAL

El primer lugar, se buscan y se obtienen dos tipos de aguas residuales, agua doméstica y agua residual urbana estancada (charca).

Ésta son filtradas, varias veces, para eliminar la materia orgánica más gruesa, y se separan en dos mitades (en dos recipientes distintos). Estas dos mitades son tratadas con dos tipos de levadura (química y natural). Le añadimos 2 g por cada 125 ml de agua residual y se removieron, suficientemente, hasta conseguir homogeneizar, lo máximo posible, las mezclas.

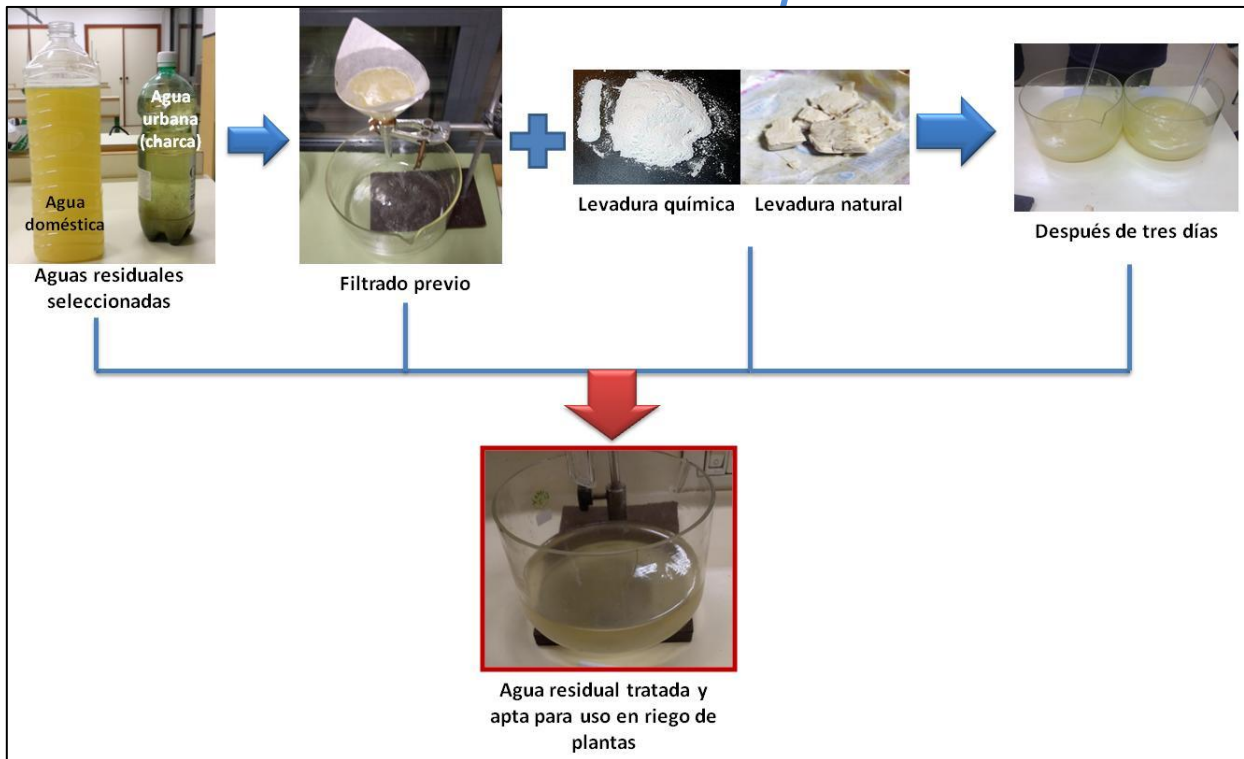


Figura 1: Esquema del proceso experimental llevado a cabo con el agua residual

Éstas se dejaron actuar durante tres días, aunque diariamente se homogenizaban, removiéndolas con unas varillas. Pasado este tiempo, se volvieron a filtrar para eliminar y recuperar restos de levadura, los cuales pueden volverse a utilizar.

Por último, las muestras de agua obtenidas de la depuración microbiológica se sometieron a diferentes análisis para poder determinar si son aptas o no para el riego agrícola o de jardines, comparando con los márgenes oficialmente establecidos. Indicar que estos análisis fueron realizados con unos preparados de reactivos que fueron donados, muy generosamente, por la EDAR de Albacete, ya que en nuestro Centro no disponemos los reactivos necesarios, ni de medios para su adquisición.

Los parámetros que se determinan son: pH, nitratos, sulfatos y dureza (carbonatos).

pH.- Se analiza cualitativamente, en primer lugar con papel indicador, y posteriormente con el peachímetro que existe en el laboratorio del Centro.

Nitratos (NO_3^-).- Para la medición del nivel de nitratos, se depositaron 10 ml de las muestras en una cubeta de cristal. A continuación, se le añadió el reactivo de nitratos y se tapó el recipiente para agitar la cubeta durante un minuto. Después, se dejó en reposo durante cuatro minutos para que las muestras cambiaran de color. Posteriormente, la solución se introdujo en el cubo comparador de color para observar qué color se

emparejaba con cada muestra. Con esos resultados, se obtuvo la cantidad de nitrato (NO_3) en mg/L de agua.

Los Sulfatos (SO_4^{2-}).- Para la medición de los sulfatos, se llenó un vaso de precipitados con 15 ml de la muestra. Después, se le añadió el primer reactivo de sulfatos y se removió hasta disolverlo. A continuación, se añaden dos gotas de un agente complejante, y tras la disolverse se agregaron dos gotas del segundo reactivo de sulfatos. Cuando se disolvió, la disolución se tornó violeta. Posteriormente, se depositó una solución de titración en la muestra con una jeringa y gota a gota (después de cada gota se esperó unos segundos), hasta que la solución cambió de color violeta a azul. Dependiendo de los mililitros en exceso de la solución de titración en la jeringa, se determinó la cantidad de sulfatos presentes en las muestras (se multiplicaron los mililitros por mil para obtener los mg/L de sulfatos del agua).

Dureza (CO_3^{2-}).- Para el proceso de medición de la dureza de las muestras, se llenó un vaso de precipitados con 5 ml de las muestras. Después, se le añadieron 5 gotas de hidróxido de sodio 0,1M, para ajustar las muestras a un pH=10. A continuación, se añadió 1 gota del reactivo de carbonatos con el que la solución cambió a un color rojo-violeta. Posteriormente, se añadió EDTA (este reactivo se añadió gota a gota, mezclando la muestra 15 segundos después de cada gota) que elimina los iones de metal de la muestra para formar una solución azul. Este último reactivo se añadió mediante una jeringa. Para saber el nivel de carbonato cálcico de la muestra, se multiplicaron por mil los mililitros sobrantes en la jeringa después de que la muestra cambiara a color azul.

2.2.- CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA

Los materiales utilizados en la construcción de nuestra maqueta mini industrial, han sido:

- Para fabricar el soporte:
 - Varios tablones de madera
 - Silicona de varios tipos para unir la madera
 - Sierra para cortar la madera
 - Lija y escofina para refinarla un poco
- Para fabricar el contenedor de filtrado y el de actuación de la levadura:
 - Un tarro de plástico alargado, cerrado con tapa.
 - Un tapperware alargado.
 - Tubo de goma.
 - Un grifo.

- Tela de rejilla.
- Dos embudos (uno grande y otro pequeño).
 - Para fabricar el homogeneizador automático:
- Una barra.
- Una pila.
- Dos hélices.
- Un interruptor.
- Un motor.

METODOLOGÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUETA

En primer lugar, seleccionamos las mejores maderas, a reciclar, y las refinamos con la escofina; las lijamos y las pegamos para hacer el soporte de nuestra maqueta.

A continuación, rellenamos el tarro alargado de arena y piedras colocadas de menor a mayor (las más pequeñas abajo), y separadas del fondo del tarro por una tela de rejilla. De esta manera conseguimos el contenedor o depósito de filtrado. Debajo de éste se colocó un embudo (de mayor tamaño), para la recolección de las aguas filtradas, al cual se le conectó un tubo de goma que lo unía al depósito de actuación de la levadura.

Posteriormente, sobre la tapadera del contenedor de actuación de la levadura, se montó el mecanismo de agitación, y la torva de adición de l levadura. Para lo primero, utilizamos una barra, que atraviesa la tapadera, donde en un extremo colocamos unas hélices y en el otro extremo el motor, conectado a una fuente de alimentación o pila. Una idea que se nos planteó para la puesta en marcha del mecanismo de agitación, fue usar placas solares, así la energía utilizada sería renovable (estamos intentando conseguir). Para la torva de adición de la levadura se utilizó un embudo pequeño que se adhirió a la tapadera.

Por último, en el lateral del depósito de actuación de la levadura se selló con silicona, el grifo que permite recoger el agua depurada. Se coloca a cierta altura para que la levadura, por decantación, quede en el fondo y el agua saga por el grifo.



Figura 2: Esquema de construcción de la maqueta

FUNCIONAMIENTO DE LA MAQUETA

El agua residual es vertida por el depósito filtrador, que se encuentra en el primer nivel del soporte. Mientras el agua se filtra poco a poco, el depósito es tapado para evitar desprendimientos de malos olores. El agua filtrada es recolectada a través del embudo, colocado en la parte inferior del filtrador, y conducida por el tubo hasta el depósito de actuación de la levadura. Cuando toda el agua ha llegado a éste, se pone en marcha la adición de la levadura, por la torva de recolección (embudo pequeño) y el mecanismo de homogenización. Después de unos minutos de agitación, se deja que la levadura haga su función durante tres días, aunque el proceso de agitación se realiza una vez diariamente, para facilitar el proceso de actuación de los microorganismos, ya que aireamos el medio y dispersamos la levadura. Pasado el periodo de tres días, dejamos sedimentar la levadura en el fondo del recipiente y abrimos el grifo, para que el agua, a través de una manguera o tubo, llegue hasta la zona ajardinada o campo de cultivo.

3.- RESULTADOS

Los valores óptimos de los parámetros medidos, nitratos, sulfatos, dureza y pH, se encuentran en la tabla siguiente, Tabla 1.

Tabla 1: Valores óptimos de los parámetros medidos

VALORES ÓPTIMOS PARA AGUA DE RIEGO			
NITRATOS (meq/L)	SULFATOS (mg/L)	DUREZA (mg/L de CaCO ₃)	pH
0,15-1,6	< 300	60-270	6-8,5

Nitratos.- El nitrógeno del nitrato es la forma más oxidada del nitrógeno que se puede encontrar en las aguas residuales. La preponderancia de nitrógeno en forma de nitratos en

un agua residual es un fiel indicador de que el residuo se ha estabilizado con respecto a la demanda de oxígeno. No obstante, los animales pueden emplear los nitratos para sintetizar proteínas animales. La muerte y descomposición de proteínas vegetales y animales vuelve a generar más amoníaco. Por lo tanto, si la presencia de nitratos puede ser aprovechada por algas y otras plantas para la síntesis de proteínas, puede ser necesario adoptar medidas para la reducción del nitrógeno presente para prevenir la proliferación de estas plantas. Si los valores de nitratos son elevados, dentro de los límites establecidos, en las aguas residuales, y si son destinadas al riego, la cantidad de fertilizante debe ser menor.

Valores de NO_3^-	Nivel
<0,15	BAJO
0,1-0,8	MODERADO
0,8-1,6	ALTO
>1,6	MUY ALTO

Sulfatos.- El ion sulfato se encuentra, de forma natural, tanto en la mayoría de las aguas de abastecimiento como en el agua residual. Para la síntesis de proteínas, es necesario disponer de azufre, elemento que posteriormente será liberado en el proceso de degradación de las mismas. Los sulfatos se reducen químicamente a sulfuros y a sulfuros de hidrógeno (H_2S) bajo la acción bacteriana en condiciones anaerobias.

Dureza.- La dureza es debida a la presencia de sales de calcio y magnesio y mide la capacidad de un agua para producir incrustaciones. Las aguas con menos de 50 ppm de CO_3Ca se llaman blandas, hasta 100 ppm de CO_3Ca , ligeramente duras. Hasta 200 ppm de CO_3Ca , moderadamente duras, y a partir de 200 ppm de CO_3Ca , muy duras.

El agua dura es beneficiosa en el agua de riego porque los iones alcalinos tienden a flocular (formar agregados) con los coloides del suelo y, como consecuencia, aumenta la permeabilidad del suelo al agua.

pH.- El valor del pH de un suelo suele oscilar entre 4 y 9. Los suelos que menos problemas dan para los cultivos son los de pH comprendido entre 6,0 y 7,5, ya que los nutrientes de las plantas en general presentan su máxima solubilidad en este intervalo. A medida que el valor del pH se aparta de dicho intervalo pueden presentarse los problemas de asimilación de nutrientes.

Los valores encontrados para estos parámetros en nuestras aguas residuales tratadas microbiológicamente (con levadura) se pueden encontrar en la siguiente tabla, Tabla 2.

Tabla 2: Valores de los parámetros medidos para cada tipo de agua y levadura

AGUA RESIDUAL	TIPO LEVADURA	NITRATOS (meq/L)	SULFATOS (mg/L)	DUREZA (mg/L de CaCO ₃)	pH
DOMÉSTICA	QUÍMICA	1,5	200	450	8,3
	NATURAL	1,57	300	360	8
URBANA	QUÍMICA	2,53	100	450	8,2
	NATURAL	2,53	100	300	7,5

Del análisis de los valores de estos parámetros y su comparación con los valores óptimos, podemos establecer que las aguas residuales que han sido tratadas con levadura pueden ser usadas para el riego en agricultura o jardines.

Son aguas con alto contenido de nitratos, por lo que pueden actuar ya como fertilizantes, debido al alto aporte del nutriente nitrógeno. Además aguas de alta dureza lo que permiten aumentar la permeabilidad del suelo al agua.

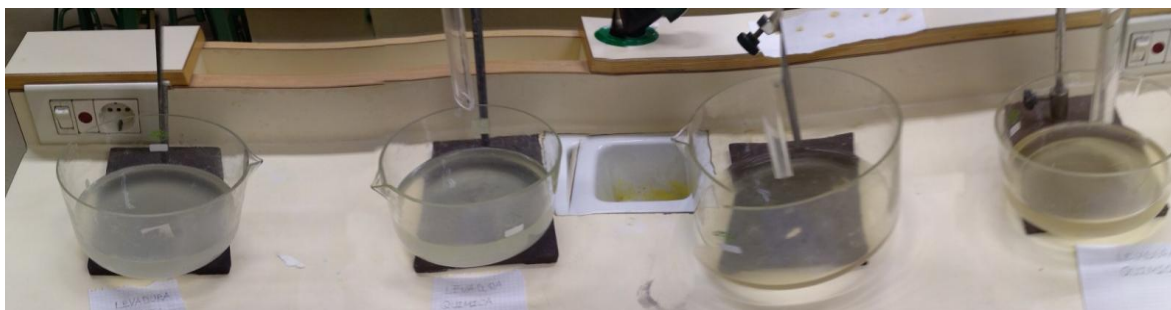


Figura 3: Aguas tratadas a las que se les determinó los parámetros analizados

La maqueta de industrialización del proceso de depuración se puede observar en la siguiente fotografía:



Figura 4: Maqueta construida y puesta en funcionamiento

Con la maqueta construida obtuvimos idénticos resultados del análisis de las aguas residuales tratadas, con lo que pudimos llegar a observar que nuestra maqueta funcionaba correctamente.

Ésta fue presentada a un concurso organizado por el Colegio Oficial de Ingenieros Químicos de Castilla la Mancha, que consistía en la construcción de una maqueta de un proceso químico industrial. La cual obtuvo la cuarta posición de entre más de 30 maquetas presentadas.

4.- CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que llegamos con la realización de este trabajo de investigación son:

1. El uso de microorganismos (hongos) para limpieza de aguas residuales es un procedimiento fácil de llevar a cabo y de bajo coste económico.
2. No es necesario la presencia de productos químicos y/o procesos industriales complejos.
3. Se pueden reutilizar las aguas residuales para el riego de cultivos agrícolas.
4. Se puede reducir el déficit de agua necesario en agricultura

5.- BIBLIOGRAFÍA

Centro Regional de Estudio del Agua de la UCLM.

Journal of Technology, 21-28. Rojas, J. A. (2000). Tratamiento de aguas residuales. Escuela Colombiana de Ingeniería .

Orden de 12 noviembre de 1987 sobre normas de emisión, objetivos de calidad y métodos

de medición de referencia relativos a determinadas sustancias nocivas o peligrosas contenidas en los vertidos de aguas residuales, modificada por la Orden de mayo de 1992.

Quiroga, L. (2008). Tratamiento de aguas residuales mediante lodos activados a escala laboratorio.

Viñas M. (1991). Tratamiento Anaerobio de Residuales de Levadura. Trabajo presentado en el III Congreso Provincial ACIS, Marzo, Ciudad Habana, Cuba.

WEBGRAFÍA

https://www.ecured.cu/Aguas_residuales

<https://fandelagua.com/que-son-las-aguas-residuales>