

RESUMEN

Los objetivos de esta investigación consistieron en: 1) Encontrar una condición adecuada para tratar efluentes industriales mediante la utilización de lodos activados. De modo a cumplir con el objetivo, se fabricó una planta de tratamiento piloto que contó con un tanque de efluentes, de aireación y de sedimentación.

2) Comprobar el funcionamiento de la planta piloto; tratando efluentes preparados en el laboratorio y de una fábrica de la zona.

Para tratar los efluentes industriales se utilizó la depuración biológica por lodos activados que es un proceso biológico empleado en el tratamiento convencional de aguas residuales, y consiste en el desarrollo de un cultivo bacteriano disperso en forma de flóculos en un depósito agitado, aireado y alimentado con el agua residual, que es capaz de metabolizar como nutrientes los contaminantes biológicos presentes en el agua.

Este trabajo es de relevancia debido a que con el constante crecimiento de la ciudad, van incrementándose también las industrias, pero estas deben tratar sus efluentes antes de que nuestro río se vea mayormente afectado por la contaminación.

Palabras clave: efluentes; depuración biológica, lodo activado.

ABSTRACT

The objectives of this research were to: 1) Find a suitable condition to treat industrial effluents using activated sludge. So to meet the objective, a pilot treatment plant counted with a tank effluent, aeration and sedimentation was manufactured.

2) Check the operation of the pilot plant; treating effluents prepared in the laboratory and a factory area.

To treat industrial wastewater biological treatment by activated sludge which is a biological process used in the conventional wastewater treatment was used, and involves the development of a bacterial culture dispersed in the form of flocs in a stirred tank, and fed airy the residual water, which is capable of metabolizing nutrients as biological contaminants present in the water.

This work is important because with the continued growth of the city, are also expanding industries, but they should treat their effluent before our river look most affected by pollution.

Keywords: effluents; biological treatment, activated sludge.

¹Prof. Investigadora de la Universidad Nacional de Itapúa
mail: ingrossyortiz@hotmail.com

Recibido: 29/04/2014 Aceptado: 16/09/14

Introducción

Encarnación es una ciudad donde se encuentran instaladas varias fábricas, como ser las industrias lácteas, chacinados, productores de salsa de soja, cervecerías. Los efluentes industriales generan un conjunto muy variado de residuos como

consecuencia de la actividad industrial como ser grasas, aceites, sustancias inorgánicas en solución y gases.

Los efluentes de dichas industrias deben ser

tratados antes de ser vertidas a un cuerpo receptor natural de modo que no afecte al ambiente. La Resolución 222/02 de la Secretaría del Ambiente (SEAM), establece el padrón de calidad de las aguas en el territorio Nacional a fin de evitar así enfermedades producidas por bacterias y virus en las personas que entran en contacto con esas aguas, para proteger la fauna y flora presente en ese ecosistema donde tiene o podría tener un destino final el residuo luego del tratamiento previo.

La planta de tratamiento de efluentes de la ciudad de Encarnación maneja este principio, en donde utiliza mayormente efluentes domiciliarios según datos de la Entidad Binacional Yacyreta. En el caso de las industrias, hay algunas que están conectadas a la red de colección de efluentes pero deberían realizar un tratamiento previo, ya que los efluentes industriales poseen diferentes tipos de residuos líquidos, en comparación a los residuos efluentes domiciliarios; en algunas circunstancias hasta tóxicos, lo que no se cumple las situaciones en todos y en otros casos no están conectadas a la red colectora y lanzan sus efluentes directamente al río. Este método por su simplicidad podría ser utilizado en industrias que tengan efluentes orgánicos, por ello se realizaron ensayos con efluentes preparados a base de salsa de soja, y también con efluente real de una fábrica, a fin de determinar la eficiencia del método para diferentes concentraciones de materia orgánica.

Los efluentes industriales líquidos difieren de las aguas cloacales en que generalmente tienen muy pocos microorganismos. La diferencia del poder contaminante entre un efluente industrial y una de agua cloacal, pueden ser muy considerables, debido a que están directamente relacionados con el contenido de materia orgánica que es medido generalmente en términos de demanda biológica de oxígeno (DBO), y química (DQO). La demanda biológica de oxígeno (DBO) es un indicador de la cantidad de sustancias orgánicas de origen biológico (proteínas, carbohidratos, grasas y aceites) y de productos químicos orgánicos, sintéticos y biodegradables en las aguas residuales. La demanda química de oxígeno (DQO) es un indicador de las sustancias biodegradables y no biodegradables.

Para diseñar una planta de tratamiento de lodos activados, es necesario saber qué cantidad de materia orgánica biodegradable está presente en el efluente de aguas residuales, por lo tanto es necesario determinar la DBO, así como también el DQO para obtener información sobre la biodegradabilidad de los compuestos orgánicos presentes en el efluente.

Métodos y Materiales

La Metodología utilizada fue la experimental y descriptiva, en base a datos obtenidos a partir de la demanda biológica de oxígeno de la salsa de soja.

Se diseñó y montó una máquina para tratar el efluente; la misma fue realizada en vidrio; con sus diferentes dependencias; tanque de aireación y tanque de sedimentación; agregándole válvulas y accesorios, como ser aireadores; el tanque de efluente tiene una capacidad de 60 litros y su material es de pvc; el tanque de aireación con una capacidad de 50 litros. El efluente pasa del tanque de efluentes al tanque de aireación con ayuda de una máquina dosificadora.

Para el funcionamiento de la máquina para tratar el efluente se determinó la Capacidad de Carga de DBO, y a partir de ello se establece la cantidad de efluente a tratar; y la relación entre la carga de materia orgánica que ingresa por día; la masa de microorganismos existentes en el mismo, de modo a poder regular la bomba dosificadora a fin de que tenga un funcionamiento de 24 hs y posteriormente se realizó el mismo procedimiento para un funcionamiento de 8 hs.

Se fijó el porcentaje a tratar, y la dirección del flujo a utilizarse en la pileta de aireación. De acuerdo a los puntos fijados para analizar; los parámetros que se tuvieron en cuenta fueron: OD, turbiedad, DQO, y SV (velocidad del fluido).

Para las distintas condiciones: se probaron primeramente diferentes diluciones; teniendo en cuenta que S1: muestra tomada del tanque de efluentes (Ver fig.1); S2: muestra tomada en la entrada al tanque de aireación; S3: muestra

tomada a la salida del tanque aireación y S4: muestra tomada en el tanque de sedimentación. Para observar cuál sería la adecuada de acuerdo al grado de turbiedad, por ejemplo para la Muestra S1 se tomó una dilución x5, y para la muestra S2 se tuvo en cuenta una dilución x10. A su vez también se tuvo en cuenta a partir de la concentración del efluente si es conveniente filtrar o no las muestras para realizar el análisis de DQO.

Para el diseño y posterior análisis se tuvieron en cuenta distintas concentraciones considerando el DQO de la soja, para un tiempo de 24hs que es 88 400 mgO₂/l, con esto se obtuvieron las diferentes variables; para una concentración de 0,5% el DQO fue de 442 mgO₂/l, para 1%: 884 mgO₂/l y para una concentración del 2% se obtuvo un valor de 1768 mgO₂/l. Y para un tiempo de 8hs; 0,3%: 265 mgO₂/l ;0,5%: 442 mgO₂/l y para una concentración de 0,7%: 618,8 mgO₂/l

Para cada concentración y en los puntos de tomas de muestras S1, S2, S3 Y S4, se analizaron los parámetros de OD, turbiedad, DQO y SV.

Para determinar el DQO, se realizó el DQO por el método de manganeso (Mn) y no el de Cromo, ya que el cromo es bastante tóxico y difícil de tratar el desecho o efluente producido luego del análisis.

En el DQO, por el método de manganeso, lo que se hace es utilizar junto con la muestra a analizar, 100 ml de agua destilada; 10 ml de Permanganato de Potasio(KMnO₄), 10 ml de Ácido Sulfúrico(H₂SO₄) , 5ml Nitrato de Plata(AgNO₃); esto se lleva a baño maría por espacio de 30 minutos, luego de retirar colocar inmediatamente 10 ml de Oxalato de Sodio(Na₂C₂O₄), para luego titular con Permanganato de Potasio; y luego con fórmulas se valora el resultado; obteniéndose el DQO. Para la valoración se toma como referencia el DQO del agua destilada.

$$DQO\ Mn : (a-b) * (1000ml/v) * 0,2$$

Siendo a: titulación de la muestra

b: titulación de agua destilada

Las normas nacionales no establecen límites para este tipo de DQO con Manganeso, sólo para DQO con Cromo, (DQO_{cromo}: 150 mg/l), por lo tanto utilizamos la norma Japonesa que establece un

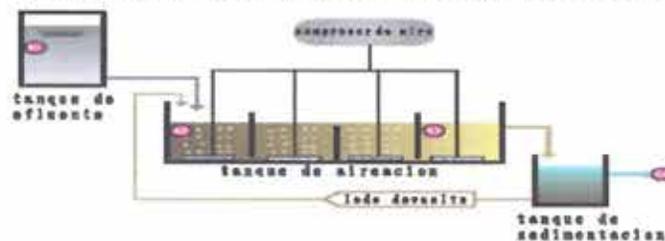
valor de DQO Manganeso: 160 mg/l.

Luego de los análisis, el efluente de los reactivos que quedan, es depositado en un recipiente destinado para el mismo, y luego una vez llenado ese recipiente se realiza un tratamiento de sedimentación y neutralización, para poder desecharlo.

Luego de los análisis para el método Largo (24hs) para las concentraciones de 0,5 %, 1% y 2% y para el método Stándar (8hs), 0,3%, 0,5% y 0,7% (las concentraciones difieren por el difícil mantenimiento de la pileta de sedimentación). Se realizó el análisis con efluente real de una fábrica de embutidos, de donde se pudo obtener tres muestras.

La Muestra 1 corresponde a una muestra cruda que contiene el excremento, orina y agua de lavado, momentos antes de la toma de muestra se procedió al lavado de la instalación por lo tanto la muestra de efluentes no fue tan concentrado. La Muestra 2 es una muestra más representativa, puesto que en ella vienen derivados de efluentes de varias dependencias. La Muestra 3 es de una pileta de bombeo, la cual va a una pileta que contiene peces de la especie carpa.

Fig.1 Máquina para tratar efluentes industriales



Resultados y Discusión

1- Porcentaje de Tratamiento en cada Concentración

- Para Concentraciones de 0,5%, 1% y 2% de Salsa de Soja con un tiempo de retención de 24 hs, con 50 litros de efluente a tratar; y 60 litros de capacidad en las piletas de aireación.
- Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) de Salsa de Soja: 88 400 mgO₂/l
- Demanda Química de Oxígeno (DQO) de Salsa de Soja 69 000 mgO₂/l

Tabla 1: Porcentaje de turbiedad y DQO tratado

Condiciones	% de turbiedad	% de DQO tratado
0,5%	81.39	95.14
1%	64.46	91.35
2%	79.82	85.48

Tabla 2: Valores de DQO, Capacidad de Carga de DBO y Carga de Lodo Método Largo tiempo (24 hs).

Condiciones	DQO del decantador (mg/l)	Capacidad de carga de DBO $\left(\frac{kg-DBO}{m^2 \cdot día}\right)$	Carga de Lodo de DBO $\left(\frac{kg-DBO}{kg-MLSS \cdot día}\right)$
0,5%	19.3	0.368	0.092 a 0.368
1%	68.2	0.736	0.186 a 0.368
2%	208.3	1.473	0.491 a 0.866

Con esto podemos observar en la Tabla 2, que el valor de DQO del decantador para una concentración del 2 % ya excede el límite permitido de 160 mg/l.

Para Concentraciones de 0,3%, 0,5% y 0,7% de Salsa de Soja con un tiempo de retención de 8 hs, con 180 litros de efluente a tratar; y 60 litros de capacidad en las piletas de aireación.

Tabla 3: Valores de DQO, Capacidad de Carga de DBO y Carga de Lodo Método Stándar (8hs).

Condiciones	DQO del decantador (mg/l)	Capacidad de carga de DBO $\left(\frac{kg-DBO}{m^2 \cdot día}\right)$	Carga de Lodo de DBO $\left(\frac{kg-DBO}{kg-MLSS \cdot día}\right)$
0,3%	24,6	0.795	0.248 a 0.621
0,5%	36,9	1.326	0.517 a 0.690
0,7%	128,0	1.856	1.449 a 3.62

Para efluentes reales, se analizaron muestras de efluentes de una fábrica de embutidos, en donde se analizaron las muestras en crudo obtenidas del lugar. Se obtuvieron los siguientes resultados.

Efluente	Tanque de Aireación		Decantador	
	DQO(mg/l)	Porcentaje tratado (%)	DQO(mg/l)	Porcentaje tratado (%)
M1:4263	1842	56.79	246.0	94.22
M2:4257	1738	59.17	154.0	96.38
M3:4024	1906	52.63	375.0	90.68
Promedio:	1828.6	56,19%	258.3	93,73%

Tabla 4: Valores de DQO, de efluente real.



Conclusiones:

Con estos resultados se puede concluir que las condición adecuadas para el tratamiento de efluentes industriales, en nuestro caso la Salsa de Soja, son la de 0,5 % y 1% de concentraciones de efluentes, la concentración del 2% ya excede a los valores permitidos de DQO, Capacidad de Carga, y Carga de Lodo de DBO.

Para el método Stándar de 8 hs se determinó que la concentración adecuada para el tratamiento es la de 0,3%, para las demás concentraciones fue difícil el trabajo, porque no se cuenta con una máquina para devolver el lodo en forma continua; dado que el lodo se formaba en gran cantidad, y era retirada manualmente una vez al día, a veces dos. Sin embargo, se pudieron obtener los valores para las demás concentraciones.

A modo de comparación entre el método estándar (8 hs) y el método de Largo tiempo (24 hs), podemos resaltar que en el método estándar, la

Capacidad de Carga de DBO es mayor al límite de 24 hs, posee mayor cantidad de lodo, en la pileta de decantación, no así en la de aireación y el mantenimiento por el método estándar es más difícil al del método de Largo tiempo.

En cuanto al tratamiento de efluentes industriales reales, se pudo determinar que es posible tratar por método de lodo activado obteniéndose una eficiencia en cuanto al porcentaje promedio tratado de 93 %. Se deberían aumentar los análisis para tener resultados más concluyentes (los resultados muchas veces varían también de acuerdo, a las condiciones climáticas y a las estaciones del año), dado que la primera toma y muestreo fue insuficiente, y no se pudieron obtener valores reales y correctos. Se realizará un seguimiento para obtener más variables, y encontrar la condición de funcionamiento adecuado. Teniendo en cuenta que la intención de esta investigación es la de ser aplicada a fábricas, donde se puedan tratar sus efluentes, deben considerarse los factores independientes de cada tipo de fábrica. Esto es por ejemplo viendo que para el frigorífico, se puede tratar por este método sus efluentes, pero se presenta otro inconveniente que es la generación de gases (olores), por lo que se debería realizar un estudio paralelo, para minimizar ese problema.

Bibliografía

- Asunción nos Une. 2012. Porcentaje de aguas cloacales vertidas al río Paraguay sin Tratamiento. Recuperado: http://www.asuncionnosune.org.py/pag/eje/observatorio_ciudadano/medio_ambiente/10_medio
- Díaz, E. hidrólogo y coordinador del grupo ecologista paraguayo Sobrevivencia. en declaración para un medio escrito. (ABC Color)
- Facetti, J. 2002. Estado Ambiental del Paraguay, Presente y Futuro. Enaprena, Paraguay
- Ley 1614 (ERSSAN): Empresa de Servicios Sanitarios del Paraguay (Essap).
- McGraw Hill: Tratamiento de Aguas residuales, en pequeñas poblaciones: Crites- Techobanoglou.
- Mendoca, Sergio: Sistemas de lagunas de estabilización, McGraw Hill
- Página Web: <https://www.eby.gov.py/>:Entidad Binacional Yacyreta (2010).