

PARÁMETROS DE DISEÑO PARA EL TRATAMIENTO BIOLÓGICO AEROBIO DE EFLUENTES DE LA INDUSTRIA VITIVINÍCOLA

Ugarte Selva , Fernández Llano Jorge, Arreghini Marcela, Denita Leonardo, Herrero Claudia
Grupo de Estudios para el Tratamiento de Aguas Residuales (G.E.S.T.A.R.) -Instituto de Medio Ambiente Facultad de
Ingeniería (D.E.T.I.). U.N.Cuyo
Centro Universitario - 5500 Casilla de Correos 405 - Mendoza - República Argentina
Teléfono: +54 (261) 4205115 - int. 2156, Fax: +54 (261) 4380120
e-mail: sugarte@raiz.uncu.edu.ar

RESUMEN

Objetivos

1. Optimizar la degradación biológica aerobia de la materia orgánica de los efluentes de la industria vitivinícola
2. Obtener, a partir de reactores a escala laboratorio, información fundamental de diseño de reactores biológicos aerobios.

Metodología de trabajo

1. Estudio de la cinética, para determinar la velocidad a la que los microorganismos degradan la materia orgánica, evaluándose la variación de la concentración de sustrato en el líquido en función del tiempo.
2. Balances de materia en reactores continuos, evaluándose la producción de lodos y el consumo de oxígeno.
3. Determinación de las características de decantación de lodos.

Se llevaron a cabo ensayos a escala laboratorio de tipo discontinuo, para observar la biodegradabilidad del efluente y determinar los tiempos de residencia para los ensayos en continuo. Posteriormente, se realizaron pruebas en fermentadores continuos, obteniéndose los parámetros cinéticos necesarios para el diseño de unidades de lodos activados a escala real.

Palabras clave: Tratamiento efluentes, efluentes de bodegas, lodos activados, ensayos de laboratorio para efluentes bodegas

INTRODUCCIÓN

Una modalidad muy difundida en el país ha sido la de disponer los efluentes líquidos industriales en suelo o en masas de agua. Sin embargo, las reglamentaciones sancionadas a fin de preservar el ambiente, como es el caso de la Ley N° 5961 de aplicación en la provincia de Mendoza, han determinado la necesidad de introducir modificaciones en los procesos productivos a fin de disminuir caudales y cargas contaminantes de las aguas residuales, como así también encarar tratamientos, antes de proceder a la disposición final. A esto se suma la Resolución N° 778 del Departamento General de Irrigación, puesta en vigencia a fines de 1996, cuyo objetivo primordial es preservar tanto las aguas superficiales como las subterráneas, y en la que se establecen límites muy estrictos para parámetros físicos, químicos y biológicos de efluentes industriales que directa o indirectamente pueden afectar el recurso hídrico.

La vitivinicultura, industria típica de la provincia, que genera grandes volúmenes de aguas residuales, no puede mantenerse ajena a esta situación. Todavía hay muchos establecimientos que no han iniciado la solución del problema, mientras que algunos de los que ya construyeron sus plantas de tratamiento no han logrado la eficiencia esperada, posiblemente por errores en el diseño.

El estudio que se presenta consiste en la obtención de parámetros para la optimización del funcionamiento de plantas de Lodos Activados. Estas plantas se basan en el consumo de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) soluble, formada principalmente por compuestos de carbono disueltos, mientras que la DBO insoluble es separada en clarificadores.

CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES

A continuación se presenta la caracterización de los efluentes líquidos de bodegas, desarrollado por la Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable de la provincia de Mendoza.

Elaboración del vino

La elaboración es una actividad marcadamente estacional, que se desarrolla fundamentalmente durante el período comprendido entre mediados de febrero y fines de abril.

Para la tipificación de los efluentes líquidos, conviene considerar en forma separada los efluentes generados en:

- La molienda, que se realiza durante el período de cosecha.
- La vinificación, que se lleva a cabo en los treinta a cuarenta días posteriores a la molienda.
- Resto del año, que para el caso de las bodegas trasladistas (es decir que venden a granel) conllevan una actividad muy reducida que se desarrolla con personal mínimo.

Molienda: durante la molienda, los efluentes líquidos generados son las aguas de lavado de lagares, equipos de molienda y pisos. Estas operaciones pueden producir efluentes continuos, durante toda la jornada de trabajo, o bien de tipo intermitente, una o dos veces al día.

PARÁMETRO	Unidad	DESCARGA CONTÍNUA (10 muestras)			DESCARGA BATCH (4 muestras)		
		Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio
pH		4,3	6,1	5,3	4,3	6,2	5,5
Conductividad eléctrica	µmhos/cm	1110	2110	1670	1570	2900	2190
Sólidos sedimentables 10 min.	ml/l	0,1	50	12,00	23	100	70,00
Sólidos sedimentables 2 hs	ml/l	0,4	49	10	20	100	60
Sólidos Totales	mg/l	1570	20800	5600	3620	11050	7730
Sólidos suspendidos	mg/l	170	2160	700	1400	2700	1850
Sólidos disueltos	mg/l	1400	18640	4900	2220	9630	5880
DBO	mg/l	1000	35000	7600	3600	35150	12150
DQO	mg/l	1700	45000	10330	6100	50000	18550
Nitrógeno amoniacal	mg N-NH3/l	0,1	34	11	8	60	23
Cloruros	mg/l	65	190	125	110	280	180
Cianuros	mg/l	0,01	0,1	0,03	0,01	0,1	0,04
Sodio	mg/l	27	184	86,3	35	335	140
RAS		0,4	3,7	1,7	0,6	6	2,5
Carga SDF/QQ	(kg/qq)	0,001	0,05	0,02	0,002	0,01	0,00
Carga DBO/QQ	(kg/qq)	0,005	0,18	0,08	0,010	0,04	0,02
Coefficiente Evacuación	m ³ /qq	0,001	0,10	0,025	0,001	0,00	0,003

Tabla N° 1: Efluentes de Lavado de Lagares y Equipos de Molienda originados durante el proceso de Molienda. (Descarga Continua, Descarga Batch) Rauek, 1998.

Las características predominantes de estos efluentes son el elevado contenido de materia orgánica y de sólidos disueltos, fundamentalmente volátiles, que son justamente la principal causa de la elevada DBO. También resultan de importancia la presencia de sólidos sedimentables. En cuanto a la fracción fija de los sólidos disueltos es del orden del 35% y ocasiona una conductividad eléctrica que puede considerarse moderada. Otra característica es un pH ácido debido a la acidez natural del jugo de uva (mosto). En cuanto a los contenidos de iones cloruros y sodio, no resultan significativos.

Comparando las descargas de tipo continuas con las de tipo batch, puede apreciarse que estas últimas resultan con mayores valores de sus parámetros en cuanto a concentración, pero las cargas por unidad de materia prima procesada de materia orgánica (expresada como kg DBO / quintal uva molida), y de sales (expresada como kg sólidos disueltos fijos / quintal uva molida) son menores (Tabla N° 1).

Vinificación: durante esta etapa los efluentes líquidos se producen principalmente debido al lavado de piletas y vasijas que se realizan para llevar adelante la fermentación de los mostos. Las características generales de los efluentes de la vinificación son similares a las de molienda, pero con una mayor participación de los compuestos minerales frente a los de tipo orgánico (Tabla N° 2).

Merece considerarse especialmente a los cianuros, ya que se utiliza un complejante a base de cianuros (ferrocianuro de potasio) para desferrizar los vinos. Si bien el valor promedio obtenido en los efluentes no es elevado, sí lo es el límite superior que presenta el rango posible de variación.

Resto del año: el resto del año, los líquidos residuales se originan por el lavado y desinfección de piletas debido a los trasiegos y acondicionamiento del vino previo a las operaciones de traslado, así como también al lavado de filtros. La frecuencia de estos lavados es mucho menor que en la etapa de vinificación. Estos efluentes poseen una considerable cantidad de sólidos disueltos, pero con un marcado predominio de la fracción fija. La conductividad eléctrica es significativa, así como también la concentración de sodio. El pH, si bien en promedio resulta neutro, tiene un rango de variación amplio. Los sólidos sedimentables compactos (10 minutos) son elevados, como consecuencia del lavado de filtros. En cuanto al contenido de materia orgánica su valor sigue siendo significativo, pero es menor que en los casos anteriores. (Tabla N° 2)

PARÁMETRO	Unidad	VINIFICACIÓN (10 muestras)			RESTO DEL AÑO (5 muestras)		
		Mínimo	Máximo	Promedio	Mínimo	Máximo	Promedio
PH		4,3	9,2	6	3,7	12	7,2
Conductividad eléctrica	µmhos/cm	1430	2140	1820	1400	7900	4140
Sólidos sedimentables 10 min	ml/l	0,1	220	26	0,1	32	7,00
Sólidos sedimentables 2 hs	ml/l	0,5	80	10	0,1	22	7
Sólidos Totales	mg/l	1350	12150	3900	2100	9100	4200
Sólidos suspendidos	mg/l	130	5800	10300	280	570	390
Sólidos disueltos	mg/l	1220	6350	2870	1820	8530	3810
DBO	mg/l	815	21450	5400	90	3500	1840
DQO	mg/l	1300	35000	9170	260	5300	2800
Nitrógeno amoniacal	mg N-NH3/l	0,1	30	8	2	8	5
Cloruros	mg/l	90	230	140	60	345	190
Cianuros	mg/l	0,01	0,3	0,04	0,01	0,1	0,03
Sodio	mg/l	70	160	110	60	1300	490
RAS		1,3	3,4	1,9	1,1	34	13

Tabla N° 2. Vinificación: efluentes originados por el Lavado de Piletas y Vasijas luego de la fermentación de mostos. Resto del Año: efluentes originados por el Lavado y Desinfección de Piletas y Lavado de Filtros. Rauek, 1998.

Fraccionamiento

Desde el punto de vista de la calidad de los efluentes, esta operación reviste interés cuando se trata de vinos de mesa, ya que el fraccionamiento se realiza en envases retornables (botellas o damajuanas) que deben ser lavados. Los vertidos ocasionados por este lavado se caracterizan por tener un elevado contenido de sólidos disueltos de tipo inorgánico (fijos) que producen

una conductividad eléctrica también elevada. Por cuanto se utiliza soda cáustica, los vertidos resultan alcalinos y con concentración de sodio y RAS (relación de adsorción de sodio) elevados (Tabla N° 3). Puede presentarse ocasionalmente mercurio debido a que este elemento suele ser un contaminante de la soda cáustica, cuando la misma se fabrica con tecnología obsoleta.

PARÁMETRO	Unidad	FRACC. EN DAMAJUANAS (3 muestras)		
		RANGO		PROMEDIO
		Mínimo	Máximo	
pH		10,9	12,6	11,6
Conductividad eléctrica	µmhos/cm	880	12580	4950
Sólidos sedimentables 10 min	ml/l	0,2	20	7
Sólidos sedimentables 2 hs	ml/l	2,2	17	7
Sólidos Totales	mg/l	680	5130	1280
Sólidos suspendidos	mg/l	120	900	390
Sólidos disueltos	mg/l	560	4230	890
DBO	mg/l	90	580	270
DQO	mg/l	100	1200	560
Detergentes	mg/l	0,3	1,1	0,6
Fósforo Total	mg PO ₄ /l	3	60	22
Cloruros	mg/l	56	180	107
Boro	mg/l	<1	<1	<1
Sodio	mg/l	165	1400	610
Mercurio	mg/l	0,001	0,012	0,005
RAS		4,6	42	18
Carga SDF/ 1000 damaj.	kg	1,5	32	13
Carga DBO/1000 damaj.	kg	0,4	9	3,7
Coefficiente Evacuación	m ³ /damaj.	0,004	0,009	0,006

Tabla N° 3: efluentes originados durante el proceso de Fraccionamiento. Rauek, 1998.

Cabe considerar que a estos efluentes deben sumarse los asociados a las operaciones de acondicionamiento del vino previo a su fraccionamiento, que son similares a las que se describieron en la etapa resto del año (T. F. Rauek, 1998).

Del análisis de la tipificación de los efluentes de bodegas, se puede concluir que los provenientes de la elaboración del vino son los más problemáticos por su alto contenido relativo de materia orgánica. Mientras que los de la línea de fraccionamiento contienen cargas orgánicas menores y están prácticamente libres de sólidos suspendidos. Por esta razón los ensayos se realizaron sobre los primeros.

ENSAYOS EN REACTORES DISCONTINUOS

Estos ensayos se realizan a fin de establecer la variación que experimenta la concentración de sustrato (materia orgánica) con el tiempo, cuando el agua residual se pone en contacto con microorganismos capaces de degradarla. Paralelamente se registra un cambio en la cantidad de microorganismos presentes o biomasa.

Para estudiar estos cambios se utilizan reactores discontinuos, ya que de esta forma es posible determinar la variación con el tiempo de los distintos parámetros.

El inoculo se obtuvo de una muestra extraída del sedimentador secundario de una planta de lodos activados de una cervecería, la cual debió ser adaptada al nuevo tipo de líquido o residuo.

La proporción de nutrientes (Nitrógeno y Fósforo) se determina empíricamente mediante la fórmula del protoplasma bacteriano [C₆₀H₈₇O₂₃N₁₂P]. A partir de la misma se puede establecer que se necesita por cada 100 partes de DBO, 5 de Nitrógeno y 1 de Fósforo (Nalco Chemical Company).

Tanto en los ensayos en discontinuo como en continuo, los nutrientes se suministraron mediante urea y fosfato diácido de sodio, los que se incorporaron directamente en el agua residual a tratar (sustrato). El pH se corrigió con Hidróxido de Sodio al valor 7.

La temperatura se mantuvo en 27°C con algunas desviaciones de dos o tres grados, mediante un baño termostatzado.

La aireación se realizó con aireadores provistos de difusores de cerámica.

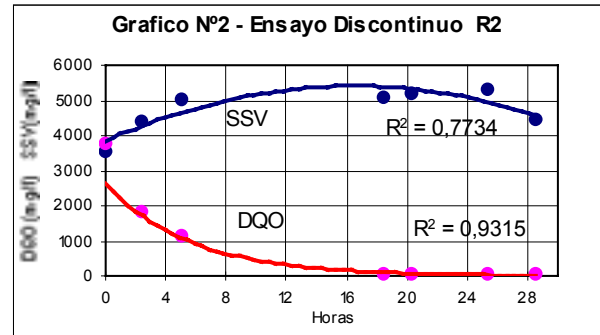
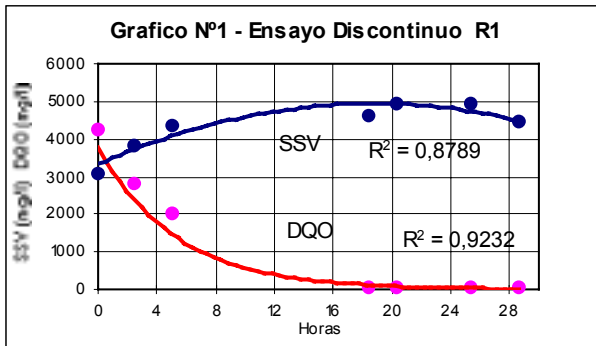
Adaptación de los microorganismos. La muestra de 10 litros proveniente del sedimentador secundario se aireó inmediatamente durante 24 horas para su reactivación. Luego se dividió en cuatro porciones en reactores de vidrio aireados de 3 litros de capacidad cada uno, colocados dentro del baño termostatzador. Dos reactores fueron destinados al ensayo discontinuo, y los otros dos para el ensayo continuo posteriormente realizado. Se procedió de esta forma previendo posibles anomalías en la adaptación.

En cada uno de los reactores se fue incorporando gradualmente el líquido residual con una concentración en DQO igual a 8.000 mg/l.

Curva de consumo de sustrato. La concentración de materia orgánica presente en un agua residual disminuye con el tiempo cuando se la introduce en un reactor discontinuo, en presencia de microorganismos adaptados a ella.

Se puede graficar para distintos tiempos la concentración de sustrato remanente en el reactor, obteniéndose una curva que representa la velocidad de consumo de sustrato (Gráfico N°1 y N°2). Esta curva es útil para observar si existe una degradabilidad suficiente del sustrato, así como para establecer la cantidad de materia no biodegradable que contiene el efluente estudiado.

Si se realiza la determinación de SSV a distintos tiempos durante el ensayo, se puede construir la curva de velocidad de crecimiento de biomasa. Esta curva permite determinar la producción de lodos en el sistema (Gráfico N°1 y N°2).



Se comprueba que la biodegradabilidad del efluente es muy buena, ya que los valores de DQO alcanzan en pocas horas niveles cercanos a cero.

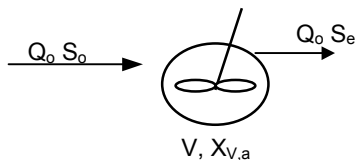
Los tiempos de residencia para los distintos tipos de reactores de lodos activados son:

Lodo activado de alta carga: 0 – 8 horas
 Lodo activado convencional: 8 – 25 horas
 Aireación extendida: > 25 horas

ENSAYOS EN REACTORES CONTINUOS

Los ensayos en reactores continuos se realizan para obtener los parámetros biocinéticos necesarios para realizar el diseño a escala real de los reactores de lodo activado. En ellos se ingresa una alimentación en forma continua consistente en el agua residual a tratar acondicionada con los nutrientes apropiados, y a la vez sale continuamente el agua residual tratada. Los microorganismos permanecen suspendidos en el reactor mediante la agitación que proporcionan los dispositivos de aireación, la cual es necesaria para mantener el sistema aerobio.

Podemos esquematizar un reactor de tipo continuo como sigue:



Donde:

Q_0 = Caudal de ingreso y de salida de líquido
 S_0 = Concentración de sustrato en el agua residual antes de tratar
 S_e = Concentración de sustrato en el agua residual después de tratar
 V = Volumen del reactor
 $X_{v,a}$ = Concentración de SSV o biomasa en el reactor
 th = Tiempo de residencia hidráulico
 q = velocidad específica de consumo de sustrato

Partiendo de que el consumo de sustrato transcurre según una reacción de primer orden, se obtiene la ecuación:

$$q = (S_0 - S_e) / X_{v,a} * th = k S_e \quad (\text{Ramalho, 1993})$$

Los parámetros a determinar son los siguientes:

- **k**: constante de velocidad de consumo de sustrato
- **a**: parámetro de utilización de oxígeno para la oxidación de sustrato
- **b**: parámetro de utilización de oxígeno utilizado en la respiración endógena
- **Y**: parámetro de producción de biomasa por consumo de sustrato
- **Kd**: parámetro de consumo de biomasa por respiración endógena

El coeficiente k aplicado al diseño de reactores permite obtener las dimensiones del reactor; los parámetros **a** y **b** se utilizan a fin de calcular las necesidades de oxígeno del sistema y así seleccionar los dispositivos de aireación; **Y** y **Kd** permiten calcular la cantidad de lodos neto que se generan en el tratamiento.

Se trabajó con dos reactores en paralelo, construidos de vidrio divididos en 2 secciones: cámara de oxidación (5 l) y decantador (3 l). La aireación se provee mediante aireadores con difusores de cerámica. El agua residual se alimenta a través de bombas peristálticas. La temperatura de trabajo se mantuvo entre 22°C y 25°C mediante calefactores eléctricos colocados en cada uno de los reactores.

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

De acuerdo a los datos obtenidos en la operación de los reactores discontinuos, los tiempos de residencia th para este tipo de efluente, operando en un reactor de lodo activado convencional, están comprendidos entre 8 y 25 horas. A fin de lograr la máxima remoción de sustrato, se seleccionaron los tiempos: 20 y 25 horas.

Teniendo en cuenta que cada cámara de aireación contiene 5 l, con los valores anteriores de tiempo de residencia, los caudales a alimentar en cada reactor calculados fueron:

REACTOR	CAUDAL			
	ml/min	l/h	l/día	th
R1	4,16	0,25	6	20 hs
R2	3,33	0,2	4,8	25 hs

Tabla N° 4: caudales y tiempos de residencias ensayados en ambos reactores

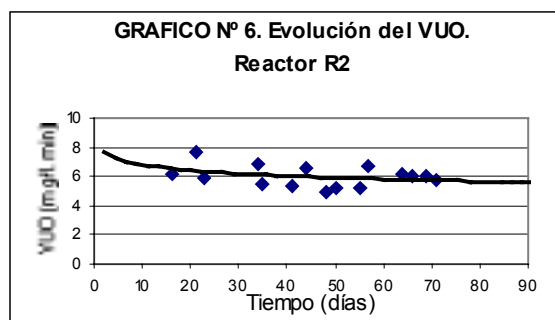
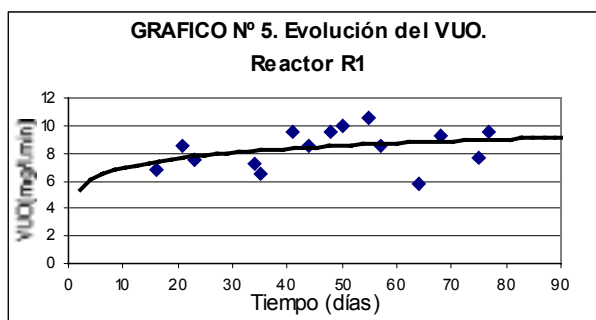
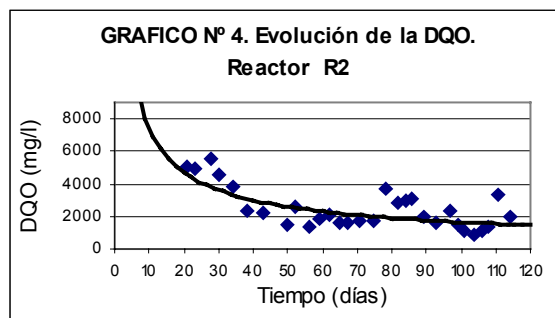
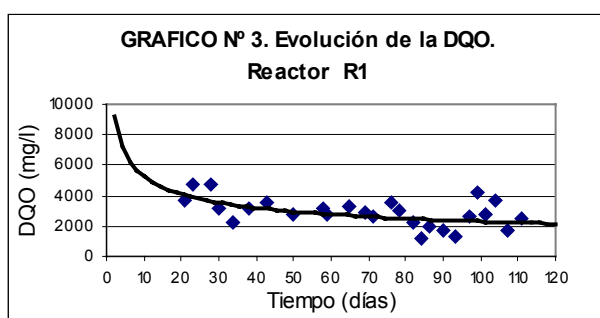
Puesta en marcha. Para comenzar el ensayo en continuo se utilizó como siembra de microorganismos lodos activados adaptados. Por razones prácticas este efluente es simulado mediante la preparación de una disolución acuosa de vino, a la que se le agregó nitrógeno y fósforo, compuestos necesarios para el metabolismo de los microorganismos. Se ajustaron los valores de DQO de esta en 8.000 mg/l: concentración media de efluentes de lavado de piletas en las bodegas de la región, previo proceso de filtrado.

Se comenzó a alimentar en forma continua con la solución de vino acondicionada con los nutrientes y pH 7, según los caudales calculados en el punto anterior (Tabla N° 4), y con la aireación necesaria.

Antes de la obtención de los parámetros biocinéticos, se deben operar los reactores hasta conseguir las condiciones de equilibrio, para lo cual se deben satisfacer estos dos criterios:

- La velocidad de utilización de oxígeno (VUO) del contenido del reactor permanece constante,
- La concentración del sustrato en agua residual tratada (DQO) se hace estable.

Por ello, se determinaron los valores de VUO en el reactor y DQO en el efluente en forma periódica. También se realizaron determinaciones periódicas de SSV, con el objeto de mantener el contenido de biomasa en los reactores en 4000 mg/l. Para eliminar microorganismos del sistema se efectuaron purgas. En los gráficos N° 3 y 4 se puede observar la evolución de la DQO durante el ensayo en los reactores continuos. En los gráficos N° 5 y 6 se puede observar la evolución del VUO durante el ensayo en los reactores continuos.



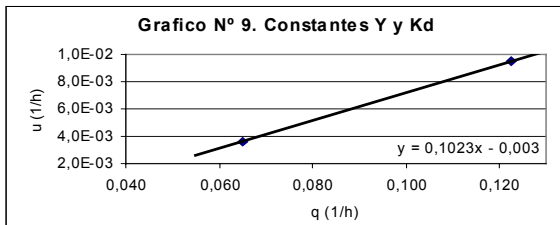
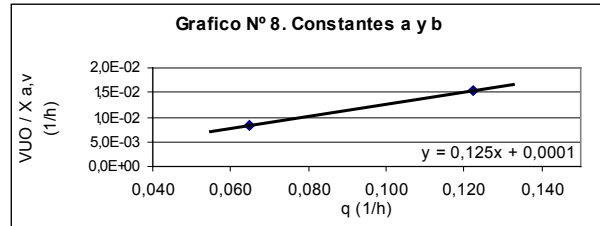
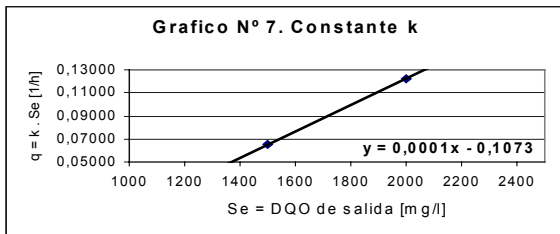
La Velocidad de Utilización de Oxígeno se determinó usando una sonda de Oxígeno Disuelto (OD) introducido en un frasco de DBO con el líquido diluido del reactor y agitación magnética (Ramalho, 1993). Las lecturas de concentración de OD se tomaron cada 30 seg. durante un periodo de 15 minutos. El Índice Volumétrico de Lodos (IVL) se define como los ml. ocupados por 1 gramo de sólidos suspendidos (peso seco) después de dejar decantar 30 minutos el licor en una probeta graduada de 1000 ml. (Ramalho, 1993). Los Sólidos Suspendidos se determinan gravimétricamente según técnica de Métodos Normalizados, 1992, parte 2540 D y 2540 E. La Demanda Química de Oxígeno se determina mediante la técnica de Reflujo cerrado colorimétrico, parte 5220 D, Métodos Normalizados.

DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS BIOCINÉTICOS

Se registran los valores obtenidos durante el ensayo en continuo cuando el reactor funciona en forma estable, es decir se hace una recopilación de las determinaciones de DQO del agua residual tratada, SSV, producción diaria de biomasa, índice volumétrico de lodos (IVL), y velocidades de utilización de oxígeno (VUO). A partir de estos parámetros se trazan las rectas que se muestran en los gráficos N° 7, 8 y 9. En el 7 se representa q (velocidad específica de consumo de sustrato=Kg DBO consumida / Kg de biomasa del reactor x día) en función de Se (DQO salida). A partir de dichos gráficos se obtienen las siguientes constantes de diseño:

Parámetro	Valor	Unidades
K	1×10^{-4}	Litros / mg x hora
a	0,125	Kg O ₂ consumido / kg DQO consumido
b	0,0001	Kg O ₂ resp. End. / kg SSV reactor x hora
Y	0,102	Kg SSV producidos / kg DQO consumidos
Kd	-0,003	Kg SSV resp. End. / kg SSV reactor x hora

Tabla N° 5: constantes de diseño obtenidas en laboratorio para Lodos Activados



Existen algunos antecedentes de K para vinazas provenientes de orujos y borras filtradas, con y sin nutrientes:

Parámetro K a 20 °C	Valor	Unidades
Vinaza tamizada orujo s/nutrientes	$0,067 \times 10^{-4}$	Litros / mg x hora
Vinaza tamizada orujo c/nutrientes	$0,15 \times 10^{-4}$	Litros / mg x hora
Borra filtrada s/nutrientes	$1,33 \times 10^{-4}$	Litros / mg x hora

Tabla N° 6: valores de K para efluentes de destilerías en reactores discontinuos a escala laboratorio (Gomez, 1983)

CONCLUSIONES

- Se trabajó con dos reactores para la determinación de las constantes. Esto puede producir errores con pequeñas variaciones ya que las rectas se determinaron con dos puntos solamente, mientras que aquellos serían menores si se trabajara al menos con cuatro puntos.
- Será conveniente realizar estos ensayos con distintos tiempos de residencia de manera de ajustar las variables de diseño aquí obtenidas.
- La falta de una adecuada estabilización dada por el VUO y la DQO de salida, hizo que se trabajara con valores promedios para la determinación de las constantes. Este motivo conjuntamente con el del primer punto, hacen que las constantes halladas, sean provisorias.
- La presencia de materia orgánica soluble en los distintos efluentes de bodegas permiten utilizar la degradación biológica por lodos activados como forma de tratamiento.
- La reducción máxima de DQO conseguida durante el ensayo fue del 90% para un efluente con una carga orgánica de 8000 mg/l; mientras que la reducción media fue del 67%. De esta manera queda comprobado la necesidad de utilizar más de una etapa de Lodos Activados para alcanzar los valores exigidos por la legislación vigente en la Provincia de Mendoza (Permitido 75 mg/l, Tolerable 250 mg/l, resolución 778/96 Departamento General de Irrigación).

ABSTRACT

Objectives:

- To optimize aerobic biological degradation of organic matter in effluent from wine industry
- To obtain from laboratory scale reactors fundamental information about designing aerobic biological reactors

Methodology of work:

- Study of the kinetics, to determine the speed to which microorganisms degrade organic matter, evaluating the variation of the substrate concentration in the liquid with respect to time.
- Matter balances in continuous reactors, evaluating the production of sludges and oxygen consumption
- Determination of the characteristics of sludges decantation

Discontinuous tests in a laboratory scale were made, in order to observe the effluent capacity of biodegradation and to determine the times of residence for continuous tests. After that, tests in continuous fermentation reactors were made, obtaining the kinetic parameters necessary for designing the activated sludge units in a real scale.

Key words: effluents treatment, effluents of wine industry, activated sludges, laboratory tests from wine industry effluents.

REFERENCIAS

- R. S. Ramalho (1993). Tratamiento de Aguas Residuales. Reverté S.A.
- Metcalf & Heddy (1995). Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, Vertido y reutilización. Vol I. 3ª Ed. Mc Graw-Hill
- Eckenfelder, W. Wesley (1989). Industrial Water Pollution Control.. 2ª Edición. Mc Grawhill
- Teresa F. Rauek (1998) Informe Final. Control de Contaminación Industrial. Unidad de Control Pesca V. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable.
- Nalco Chemical Company. (1989) Manual del Agua, su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones. Mc Graw-Hill
- APHA, AWWA, WPCF. (1992). Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas y Aguas Residuales. Ed. Diaz de Santos SA
- Gomez C., Durán J., Serra R. (1983) Caracterización y Tratabilidad de los efluentes de la industria vitivinícola. XIX Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS)