



INFORME PERIODO 2016

1-APELLIDO: Cortizo

NOMBRE (s): Lorena Valeria

TITULO (s): Lic. en Biología con orientación en Ecología

Dirección electrónica: cortizolore@gmail.com

2-OTROS DATOS

INGRESO: Categoría Profesional Adjunto Mes: Julio Año: 2011

ACTUAL: Categoría Profesional Adjunto Mes: Julio Año: 2017

3- PROYECTOS DE INVESTIGACION EN LOS CUALES COLABORA

a)-"Innovación tecnológica eco-compatible aplicada a la industria del cuero". Proyecto de Fortalecimiento de Centros CIC.

b)- "Diseño y desarrollo de procesos destinados a minimizar el impacto ambiental de las curtiembres de la Provincia de Buenos Aires". Proyecto de Innovación y Transferencia en Áreas Prioritarias de la Provincia de Buenos Aires (PIT-AP-BA).

4-DIRECTOR ACTUAL

Apellido y Nombre (s): López Laura María Isabel

Cargo Institución: Investigador Independiente CONICET.

Dirección: Camino Centenario 505 y 508. Parque Tecnológico CIC. Gonnet.

C.P. 1897 Prov. Buenos Aires Tel: 0221484/1876

Dirección electrónica: lmiilopez@yahoo.com.ar

5-LUGAR DE TRABAJO: CITEC (Centro de Investigación de Tecnología del Cuero).

6- INSTITUCION DONDE DESARROLLA TAREAS DOCENTES U OTRAS:

7- RESUMEN DE LA LABOR QUE DESARROLLA

En el CITEC se trabaja fundamentalmente asesorando a la industria curtidora a través del diseño de tecnologías de producción dentro del marco del uso racional de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente. Los efluentes de la industria del cuero constituyen uno de los residuos de mayor complejidad debido a las características de su carga contaminante. Mis tareas han estado relacionadas con la tecnología del proceso de curtición de piel ovina especialmente en cuanto al tratamiento de los efluentes generados. Fundamentalmente a través de la puesta a punto del tratamiento secundario empleando de lodos activados. Estos efluentes industriales por su compleja composición requieren una técnica de tratabilidad biológica especialmente diseñada para determinar los parámetros cinéticos que permiten el diseño de sistemas biológicos aeróbicos. La eficiencia del sistema fue monitoreada por bioindicadores.

8- EXPOSICION SINTETICA de la LABOR DESARROLLADA en el PERIODO

8.1 Introducción

La actividad curtidora es por propia naturaleza generadora de importantes cantidades de residuos debido a la utilización de sustancias químicas nocivas y a la liberación de una variedad de materiales de desechos perjudiciales.

El grado de contaminación no sólo depende de la materia prima piel procesada sino también del tipo de cuero elaborado a partir de la misma dado que los procesos y los productos empleados cambian según sea el caso. Durante la elaboración de cueros vacunos los procesos de remojo y de depilado son los responsables del 80 % de la carga contaminante expresada en términos de parámetro demanda biológica de oxígeno DBO, esto es debido a la elevada polución orgánica biodegradable aportada por las proteínas y sus productos de degradación. Además estos procesos contribuyen con un 60 % al total de los sólidos suspendidos. El proceso de depilado aporta la totalidad del sulfuro residual. El efluente proveniente del curtido contribuye con el cromo trivalente que al igual que el sulfuro alcanza en el efluente líquido total, concentraciones superiores a la permitida por la legislación sanitaria.

8.2 Tratamiento de efluentes de la Industria del Cuero:

8.2.1 Tratamiento primario de efluentes mediante la utilización de coagulantes-floculantes a escala de laboratorio

Los efluentes se recolectaron después de llevarse a cabo el proceso de Ribera para pieles de oveja y yacaré en la planta de curtiduría del CITEC y fueron caracterizados en base a determinaciones realizadas según Standard Methods Method Edition for the Examination of Water and Wastewater, 1992. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 1.

DQO	12144 mg/l	Grasas	110 mg/l
Sulfuros	160 ppm	SST	7,07 mg/l
pH	8,83		

Tabla 1. Caracterización del efluente original

El tratamiento primario del efluente fue ensayado empleando dos coagulantes diferentes: FeCl_3 y $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ y adicionando luego 2 floculantes alternativos de acuerdo a lo presentado en la tabla 2. Los floculantes utilizados fueron un polímero aniónico (Polifloc 1021) que pertenece a la familia de las poliacrilamidas y un floculante catiónico (Polifloc 5390) perteneciente a la familia de las poliaminas cuaternarias.

Coagulantes	Vol.muestra (mL)	Vol.de coagulante (mL)	pH registrado	Floculante	Vol. Floculante (mL)	Volumen barro sedimentado (mL)	DQO (mgO ₂ /L)
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 20%p/v	600	2	8,8	polifloc 5390	1	150	11430
	600	2	8,8	polifloc 5390	2	150	14288
	600	2	8,8	polifloc 1021	1	140	11430
	600	2	8,8	polifloc 1021	2	140	12573
$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 50%p/v	500	2	7,08	polifloc 5390	1	400	4896
	500	2	7,09	polifloc 5390	2	370	4080
	500	2	7,03	polifloc 1021	1	200	4896
	500	2	7,07	polifloc1021	2	180	4080
Fe Cl_3 45%p/v	500	2	6,6	polifloc 5390	1	300	6400
	500	2	6,6	polifloc 5390	2	300	4800
	500	2	6,6	polifloc 1021	1	280	5600
	500	2	6,6	polifloc 1021	2	270	4800

Tabla 2. Ensayos de coagulación/floculación

En el 1er ensayo con $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ en la menor concentración, los valores de remoción de DQO fueron muy bajos y hasta en algunos casos no hubo remoción. El pH no se modificó y el volumen de lodo primario sedimentado fue bajo (150-140 mL). En el 2do ensayo se utilizó una concentración de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ mayor, los valores de remoción de DQO fueron de 59 - 66% y el pH 7 - 7,1. El volumen de barro sedimentado fue mayor cuando se utilizó como floculante Polifloc 5390.

Empleando FeCl_3 como coagulante los valores de remoción de DQO variaron del 53 al 60%, los mayores porcentajes de remoción se obtuvieron con la mayor concentración de floculantes. El pH descendió a 6,6 y el volumen de barro sedimentado fue aproximadamente de 300mL.

El mismo esquema de ensayos se llevó a cabo para el efluente del Curtido de oveja (DQO inicial 17952 mg/l). Los mejores resultados se obtuvieron adicionando $Al_2(SO_4)_3$ y el floculante aniónico (porcentaje de remoción de DQO: 32%).

8.2.2. Ensayos de electrocoagulación como alternativa en el tratamiento primario de efluentes de piel vacuna

El efluente caracterizado y el que se usó para el siguiente ensayo se obtuvo de una curtiembre que procesa 1000 pieles vacunas por día. El efluente a tratar fue tomado de un tanque en el cual confluyen los residuos líquidos de la planta, estos residuos presentan un pre-tratamiento mediante oxidación de sulfuros por un lado y recuperación de cromo por otro.

Caracterización en laboratorio del efluente pre-tratado

- * pH: 9,3
- * Conductividad: 7,3 mS
- * DQO: 2500 mg/l
- * Sólidos sedimentables (SS) 10min: 4ml/l; 1h: 5ml/l; 2h: 5ml/l
- * Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV)
- * Sólidos Solubles en Éter Etílico (SSEE) 810 mg/l - 4060 mg/l
- * Sulfuros: 113 mg/l

Electrocoagulación

La corriente eléctrica proporciona la fuerza electromotriz que provoca las reacciones químicas que desestabilizan las partículas suspendidas o disueltas que forman agregados. Al ocurrir esto los componentes formados pueden precipitar o flotar y se pueden remover fácilmente.

Los estudios experimentales de electrocoagulación fueron llevados a cabo a escala laboratorio en un reactor tipo batch que consiste en un vaso de vidrio de 600 ml, equipado con un cátodo y un ánodo. Los electrodos fueron realizados con hierro dulce e instalados en paralelo, en un primer ensayo el tamaño de los electrodos fue de 55x75mm y en el segundo el tamaño fue de 110x20mm. Se aplicó una intensidad de corriente de 28 mA x cm² con una fuente de 12 voltios. El experimento fue realizado a temperatura ambiente, utilizando un volumen de 400 ml de efluente a tratar y dejándolo reaccionar 120 minutos, tomando muestras a los 60 minutos a los 120 minutos. El proceso fue caracterizado a través de la determinación de la DQO para evaluar como variaba la carga orgánica con respecto a la inicial (2500 mg/l). Se detectó una remoción del 64 % de la DQO original en la primera hora de reacción y no se detectó una diferencia significativa con la muestra evaluada en la segunda toma (120 minutos); en la segunda prueba usando diferente área superficial, la remoción de DQO fue menor. En tanto que, el proceso de tratamiento primario utilizando coagulante y floculante realizado en la curtiembre que proporcionó el efluente permite sólo un 40 % de remoción de la DQO inicial (datos aportados por la curtiembre).

8.2.3 Ensayo de tratabilidad biológica de efluentes de piel ovina (tratamiento secundario)

- Obtención del efluente. El efluente fue generado en la planta piloto de curtiduría del Centro de Investigación y Tecnología del Cuero empleando pieles de ovejas. El pre-tratamiento se realizó sobre la línea de curtido y de ribera por separado para evitar la formación de gases tóxicos. Ambas líneas fueron sometidas a aireación, sedimentación y precipitación a través de un proceso físico-químico. En el tratamiento primario se utilizaron coagulantes y floculantes para eliminar sólidos suspendidos y coloidales. Se dejó sedimentar y se retiró el

sedimento. Antes de la prueba de tratamiento biológico, los efluentes tratados se mezclaron en una relación 4.1 y caracterizaron: DBO, DQO, pH, NKT, conductividad y NaCl. La tabla 3 muestra las características del efluente mezcla del proceso de curtición de piel de oveja.

Características del efluente del curtido de oveja	
DBO	1860 mg/l
DQO	5400 mg/l
pH	4,6
Conductividad	40 mS
Cloruros	24 g/l
NKT	0,25-0,38 g/l

Tabla 3

- Mantenimiento, alimentación de reactores biológicos y tratabilidad de efluentes.

Para el montaje del reactor biológico se inoculó con efluente cloacal y se hizo un seguimiento del crecimiento microbiano a través del parámetro de control Sólidos Suspendidos Volátiles (SSV) y la observación microscópica. El inóculo fue un cultivo de microorganismos proveniente de la cámara de partición de una planta de tratamiento de efluentes cloacales, a partir de este se deben desarrollar los barros biológicos para efluentes de curtiembre, la alimentación debe aumentar en forma gradual hasta que se alcanza un valor aproximado de entre 2500-3000 mg/l de SSV.

Para el control del reactor biológico se determinaron los parámetros: pH, SST (mg/l) Sólidos suspendidos totales, SSF (mg/l) Sólidos suspendidos fijos, SSV (mg/l) Sólidos suspendidos volátiles, DQO (mg/l) Demanda química de oxígeno, Q (ml/día) Alimentación, F/M (1/día) Relación alimento/ microorganismos. Por otra parte se estudió la biología de barros y el análisis cualitativo de microorganismos.

Adaptación del reactor biológico

Las experiencias del tratamiento biológico se realizaron por duplicado utilizando reactores con aireación discontinuos tipo batch de 1 litro de capacidad. El pH se mantuvo alrededor de 7-8. En esta etapa también se determinó la concentración de microorganismos presentes (SSV: 3000 - 3500 mg / l). El caudal (Q) fue estimado tanto para el efluente industrial como para el sustrato de alimentación (leche). Los reactores biológicos fueron alimentados gradualmente con el efluente a tratar entre 15 y 30 días antes del ensayo de tratabilidad. El aumento en el porcentaje de alimentación de efluente industrial fue progresivo; a medida que se aumentaba la alimentación con el efluente industrial, disminuía la alimentación con el sustrato leche (tabla 4). El efluente se suplementó con fósforo en la siguiente proporción: carbono: nitrógeno: fósforo 100: 5: 1. Se utilizó la siguiente ecuación para calcular el Q:

$$Q = \frac{F}{M} \cdot \frac{x V r \times SSV}{DBO}$$

Q del sustrato inicial: 2,5 ml/ día. Q del efluente final: 160 ml/ día.

Día	Efluente Curtiembre %	Efluente Curtiembre a agregar (ml/día)	Sustrato (leche) %	Sustrato leche a agregar (ml/día)	Fósforo (ml/l)
1	5	8	95	2,37	0,43
2	10	16	90	2,24	0,48
3	20	32	80	1,99	0,61
4	30	48	70	1,74	0,75
5	40	64	60	1,49	0,88
6	50	80	50	1,24	1,01
7	55	88	45	1,11	1,087
8	60	96	40	0,99	1,15
9	65	104	35	0,86	1,22
10	70	112	30	0,73	1,29
11	75	120	25	0,6	1,35
12	80	128	20	0,48	1,42
13	85	136	15	0,36	1,48
14	90	144	10	0,24	1,55
15	95	152	5	0,12	1,61
16	100	160	0	0	1,69
17	100	160	0	0	1,69

Tabla 4. Ensayo de adaptación

Tratabilidad biológica

Se comenzó agregando el volumen de efluente calculado en tiempo cero y se determinaron SSV y DQO a diferentes tiempos (tabla 5).

Tiempo (min)	SST (mg/l)	SSF (mg/l)	SSV (mg/l)	DQO (mg/l)
1	7650	3470	4180	1157
5	8100	3650	4450	1052
10	7310	3290	4020	1157
15	7080	3190	3890	1262
20	8960	3980	4980	946
30	8200	3620	4580	1262
60	9280	4200	5080	946
120	8590	4020	4570	946
180	7300	3480	3820	946
240	9020	3990	5030	736
300	8430	3880	4550	736
360	6720	3070	3650	631
480	7570	3490	4080	631
1440	8170	3840	4330	526

A partir de estos resultados, las variables cinéticas fueron calculadas, K (velocidad máxima de eliminación del sustrato) y Ks (coeficiente promedio de velocidad) utilizando los modelos cinéticos de Monod y Eckenfelder (Tablas 1 y 2 ANEXO). El modelo cinético que mejor se ajustó fue adoptado para el diseño. Con el modelo cinético ya definido y teniendo en cuenta el valor de vuelco admisible, se calcularon los tiempos de retención hidráulica que deben tenerse en cuenta para la degradación del efluente.

Biología de los barros

El estado del fango activo se caracteriza a través de la observación del desarrollo del lodo empleando técnicas microscópicas en conjunto con parámetros físico-químicos. Para el procedimiento de la observación microscópica se extrajeron muestras homogéneas del licor mezcla del reactor biológico en tubos tipo Falcon, manteniendo una capa de aire suficiente para no agotar el oxígeno hasta su traslado al laboratorio de microscopía. Las muestras fueron observadas con microscopía óptica de campo claro. Este monitoreo resulta tener alta sensibilidad porque cualquier cambio se ve reflejado en la composición de las especies presentes en el lodo.

Estructura del floc biológico

Para la observación de los floculos, problemas de separación de sólidos y aparición de filamentosas, se tomó una muestra del licor mezcla del reactor aerobio, se agitó suavemente, se introdujo en una probeta de litro, y se dejó sedimentar durante 30 minutos. A continuación se realizaron las siguientes observaciones: color, volumen de sedimentación (sólidos sedimentables), turbidez y presencia de floculos suspendidos

Resultados

Después del tratamiento secundario, el parámetro DQO cambió de 5000 mg/l a 526 mg/l. Con los datos obtenidos de SSV y DQO en el ensayo, el modelo que mejor se ajustó fue el de Monod, cuya tasa máxima de remoción del sustrato (K) fue de 1,71 / día y el coeficiente de saturación (Ks) fue de 1090 mg / l. Estos parámetros cinéticos se aplicaron en la siguiente ecuación linealizada.

$$\frac{Xt}{S_{in} - S} = \frac{K_s}{K} \cdot \frac{1}{S} + \frac{1}{K}$$

t tiempo de retención hidráulica

S_{in} DQO inicial

S DQO final

X: SSV (mg/l)

K_s: coeficiente de saturación (mg DBO/l)

K: Tasa máxima de remoción del sustrato (1/día)

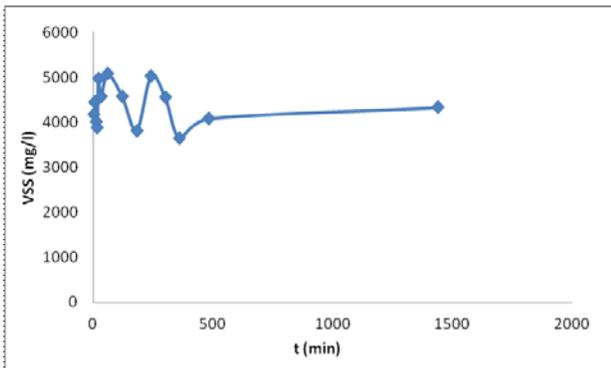
Diseño siguiendo la ecuación de Monod (Figura 1, Gráfica de Monod ANEXO)

$$t = \left(\frac{K_s}{K \cdot S} \right) + \left(\frac{1}{K} \right) \cdot \left(\frac{X}{S_{in} - S} \right)$$

K_s= 1090.... K= 1,71...S= 250 mg/l....S_{in}=5000 mg/l....X=3500 mg/l.

El tiempo de retención hidráulico fue de 60 hs con una relación alimento/microorganismo (F/M= 0,47 /día)

A



B

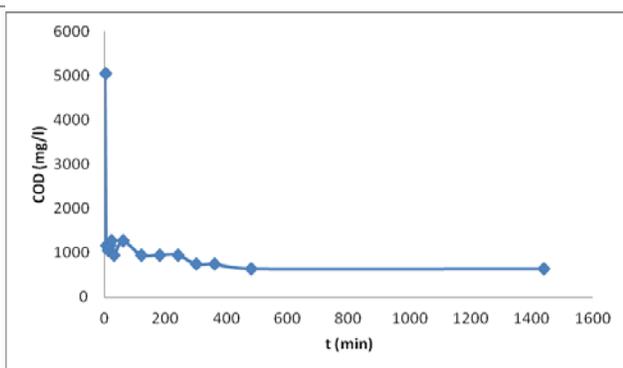


Figura 1 A: SSV respecto al tiempo de retención hidráulico, B: remoción de DQO a diferentes tiempos de retención hidráulico.

En el ensayo macroscópico se observó una tonalidad marrón del licor mezcla durante los primeros minutos de sedimentación. Esta característica está asociada con su madurez. Después de 30 minutos se observó una turbidez baja a media, la presencia de flóculos en suspensión fue baja y la velocidad de sedimentación rápida. Las principales características microscópicas del flóculo observadas (en promedio) fueron: forma irregular, tamaño mediano, estructura compacta, textura débil, cobertura mediana (10-50%), división de protozoos 4-7 sp. Este estudio simplificado permitió determinar un buen índice de lodos, siendo una evaluación preliminar, rápida y sencilla de los rendimientos de depuración

En el análisis de la microbiota, se detectaron rotíferos de las familias Philodinidae y Lecanidae (Fig. 2 ANEXO) al comienzo del ensayo pero no al final del mismo cuando ya presentaba un 100% de efluente. Estas comunidades, representantes de fangos viejos, fueron observadas debido a que este ensayo se inició con un lodo de alta edad, con flóculos que presentaban excesivo tiempo de permanencia en el reactor. Además, se han detectado amebas desnudas de la familia Amoebidae (Fig. 3 ANEXO) y diferentes grupos de protistas alveolados. La presencia de ciliados disminuye la cantidad de bacterias libres, por lo tanto la turbidez, mejorando la calidad del efluente. Se encontró una mayor diversidad de ciliados protistas dentro de la clase Oligohymenophorea, los cuales se pueden clasificar en tres familias. Ciliados nadadores bacterívoros de la familia Cyclidiidae, *Cyclidium* sp. (muy activo, nunca permanece en reposo, sólo cuando se alimenta) (fig. 4 ANEXO), se han identificado ciliados nadadores de la familia Parameciidae. Durante las últimas etapas aparecen los ciliados sésiles, básicamente peritricos de la familia Vorticellidae (*Vorticella* sp.) (Figura 5 ANEXO); en este grupo se ha identificado la formación de larvas móviles. (Fig. 5' ANEXO) se observaron formas individuales o pueden formar colonias. En adición a esta etapa aparecen los pleurostomatos nadadores predadores/omnívoros de la familia Litonotidae (Fig. 6 ANEXO) y los ciliados reptantes bacterívoros espirotricos de la familia Aspidiscidae (Fig. 7 ANEXO).

9- OTRAS ACTIVIDADES

9.1-PUBLICACIONES, COMUNICACIONES, etc:

Cortizo L; Scelsio N; Perotti S; Martegani J; López L.(2017) "Performance evaluation of aerobic reactor and *Sarcocornia perennis* to reduce the COD and chloride of effluents from tanning sheepskins" "*International Journal of Environment and Health*", Special Issue on: "Environmental Trends for Sustainable Development" (IJENVH_153931), en prensa.

Cortizo L; Galarza B; Garro M. L; Farias C; Rodriguez R; Lopez L. (2017) "Characterization Of Biological Treatment Of Effluents From Tanned Sheepskins". Proceedings of the XXXIV IULTCS Congress. Science and Technology for Sustainability of Leather ISBN: 978-81-932639-0-7.

Galarza B., Garro L., Cortizo L., Greco C., Hours R. (2017). "Enzymatic unhairing: permeability assay of bovine skin epidermis with fungal enzyme extracts", Proceedings of the XXXIV IULTCS Congress. Science and Technology for Sustainability of Leather ISBN: 978-81-932639-0-7.

Cortizo L; Scelsio N; Perotti S; Martegani J. (2017) "Tratamientos de depuración biológica de efluentes de la industria del cuero", aceptado para ser publicado en la Revista de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Publicación de la Asociación Argentina de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente AIDIS Argentina. ISSN 0328 2937

Cortizo L; Garro M.L; Galarza B. (2017) "Evaluación y aplicación del tratamiento biológico de efluentes de pieles de oveja curtidas utilizando procesos de lodos activados". Journal of Aqeic, ISSN 2014-8011 (en prensa) a ser publicado en el Vol. 68 N°3 (Julio-Agosto-Septiembre 2017).

Cortizo L; Galarza B. (2017) Alternativas sustentables para el fortalecimiento industrial publicado en la revista digital INTI Cueros Informa, Boletín del Centro de Investigación y Tecnología del Cuero n° 3 <http://www2.inti.gob.ar/web/noticiero.jsp?idNoticia=801>

9.2-CURSOS DE PERFECCIONAMIENTO

- "Entrenamiento en operación de reactores biológicos de laboratorio". Capacitación a cargo de Ing. Ruth Rodriguez, jefe de Laboratorio Efluentes Líquidos y Residuos Sólidos- Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (INTI Ambiente). Julio a octubre de 2016.
- Gestión de Efluentes Líquidos Industriales- Docentes: Ing. Ruth Rodriguez, Ing. Federico Bailat. Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI). Curso de posgrado con evaluación final aprobada, septiembre de 2016.
- Curso de inglés que se dicta para el personal del CITEC a cargo de la profesora Ana Cendoya. Marzo 2016- continuo.

- 9.3-ASISTENCIA A REUNIONES CIENTIFICAS/CONGRESOS

Tercer Congreso Internacional Científico y Tecnológico. Presentación stand Centro de Investigaciones de Tecnología del Cuero (CITEC). Comisión de investigación Científica en el Teatro Argentino de la ciudad de La Plata, 1 de septiembre de 2016.

"Characterization of biological treatment of effluents from tanned sheepskins". Visual Presentación en el XXXIV International Congress of IULTCS (International Union of Leather Technologists & Chemists Congress) Chennai, India, 5 al 8 de febrero de 2017.

Galarza B., Garro L., Cortizo L., Greco C., Hours R. (2017). "Enzymatic unhairing: permeability assay of bovine skin epidermis with fungal enzyme extracts". Oral presentación en el XXXIV International Congress of IULTCS (International Union of Leather Technologists & Chemists Congress) Chennai, India, 5 al 8 de febrero de 2017.

Seminario “Soluciones Prácticas para el Control de Efluentes”, Jenck & Municipalidad de Tapalqué, Provincia de Buenos Aires. 3 de mayo de 2017.

Feria Internacional de Tecnologías del Medio Ambiente, el Agua y las Energías Renovables, (FITMA), Buenos Aires. Mayo de 2017.

Jornada: Tecnologías innovadoras en Aguas y Efluentes 3era Edición. Cámara Empresaria de Medio Ambiente (CEMA), Buenos Aires. 15 de junio de 2017.

Seminario “Instrumentación y metodologías para el análisis eficiente de efluentes aplicado a la industria del cuero”. AAQTIC (Asociación Argentina de los Químicos y Técnicos de la Industria del Cuero”, 3 de agosto de 2017.

10- OTROS ELEMENTOS de juicio no contemplados en los títulos anteriores

- Participación en la organización de un nuevo Laboratorio de Efluentes en el CITEC
- Participación de reuniones junto con personal del INTI Cueros, el Secretario de Producción Ing. Pablo San Martín y demás miembros de la Municipalidad de Tapalqué, destinadas al desarrollo y asesoramiento necesario para la apertura de futura curtiembre de ovino y su tratamiento de efluentes, impulsando un modelo a seguir de contaminación cero.
- Participación con personal de INTI Cuero e INTI Construcciones para llevar a cabo el proyecto de construcción de una planta de tratamiento de efluentes en el CITEC dentro del campus CIC.

Referencias

Cantera, C and Angetinetti, A. (1987), “Remojo, depilado y sus aguas residuales”, CITEC Centro de Investigaciones y Tecnología del Cuero. ISBN 950-532-087-6

Haydar, S. J., Aziz, A., Ahmad, M. S. (2007), “Biological Treatment of Tannery Wastewater Using Activated Sludge Process”, *Pak. J. Engg. & Appl. Sci.*, Vol.1, pp. 61-66

Ilyas, S., Chaudhry, M., Lateef, A. (2013), “ Biological treatment of dairy wastewater using activated sludge”, *Science Asia*, Vol. 39, pp. 179-185

Monod, Jacques (1949). "The Growth of Bacterial Cultures". *Annual Review of Microbiology*. **3**: 371. [doi:10.1146/annurev.mi.03.100149.002103](https://doi.org/10.1146/annurev.mi.03.100149.002103).

Pérez-Uz, B., Arregui, L., Calvo, P., Salvado, H., Fernández, N., Rodríguez, E., Zornoza, A., Serrano, S. 2010. “Assessment of plausible bioindicators for plant performance in advanced wastewater treatment systems”. *Water Research* 44: 5059-5069

ANEXO

Tabla 1 Parámetros calculados para el Modelo Monod

					K-Ks		Y-Kd	
					Eje Y	Eje X	Eje Y	Eje X
Sin (DQO _i mg/l)	S (DQO mg/l)	X (SSV mg/l)	t (min)	t (dias)	x.t/(Sin-S)	1/S	1/t	(Sin-S)/X*t
5000	1157	4180	1	0,00069444	0,00075534	0,0008643	1440	1323,90431
5000	1052	4450	5	0,00347222	0,00391373	0,00095057	288	255,511011
5000	1157	4020	10	0,00694444	0,00726429	0,0008643	144	137,659701
5000	1262	3890	15	0,01041667	0,01084024	0,00079239	96	92,2488432
5000	946	4980	20	0,01388889	0,01706134	0,00105708	72	58,6120482
5000	1262	4580	30	0,02083333	0,02552613	0,00079239	48	39,1755459
5000	946	5080	60	0,04166667	0,05221181	0,00105708	24	19,1527559
5000	946	4570	120	0,08333333	0,09394014	0,00105708	12	10,6450766
5000	946	3820	180	0,125	0,1177849	0,00105708	8	8,49005236
5000	736	5030	240	0,16666667	0,19660725	0,0013587	6	5,08628231
5000	736	4550	300	0,20833333	0,22230691	0,0013587	4,8	4,49828571
5000	631	3650	360	0,25	0,20885786	0,00158479	4	4,78794521
5000	631	4080	480	0,33333333	0,31128405	0,00158479	3	3,2125
5000	526	4330	1440	1	0,96781404	0,00190114	1	1,03325635

Tabla 2 Parámetros calculados para el Modelo Eckenfelder

1er orden		2do orden	
K		K	
Eje Y	Eje X	Eje Y	Eje X
$\ln(\text{Sin}/S)$	$(x*t)/\text{Sin}$	$\text{Sin}*(\text{Sin}-S)/(S$	
1,46360746	0,00058056	6619521,53	1157
1,5587448	0,00309028	1277555,06	1052
1,46360746	0,00558333	688298,507	1157
1,37674015	0,00810417	461244,216	1262
1,66495062	0,01383333	293060,241	946
1,37674015	0,01908333	195877,729	1262
1,66495062	0,04233333	95763,7795	946
1,66495062	0,07616667	53225,3829	946
1,66495062	0,0955	42450,2618	946
1,91596307	0,16766667	25431,4115	736
1,91596307	0,18958333	22491,4286	736
2,06988733	0,1825	23939,726	631
2,06988733	0,272	16062,5	631
2,25189198	0,866	5166,28176	526

Fig 1 Gráfica de Monod

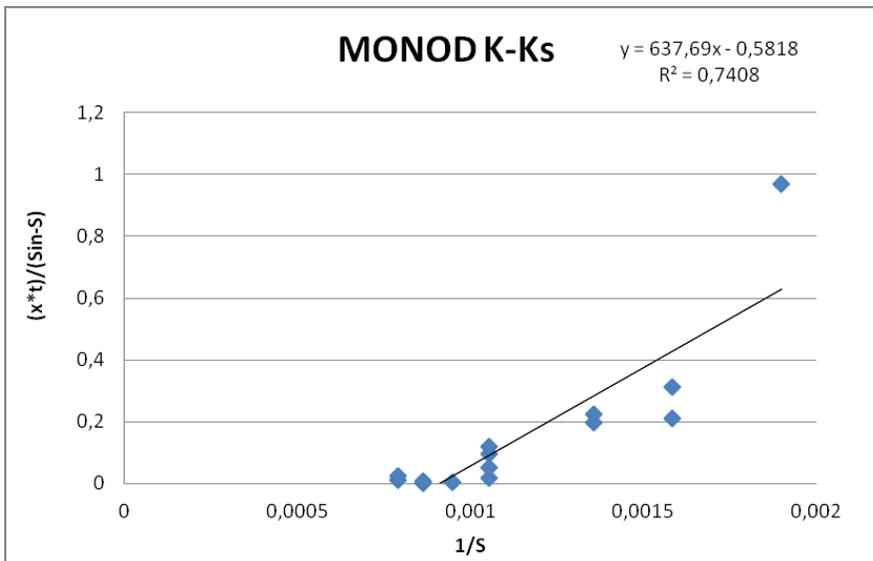


Fig. 2-Metazoos Familia Lecanidae 40 x

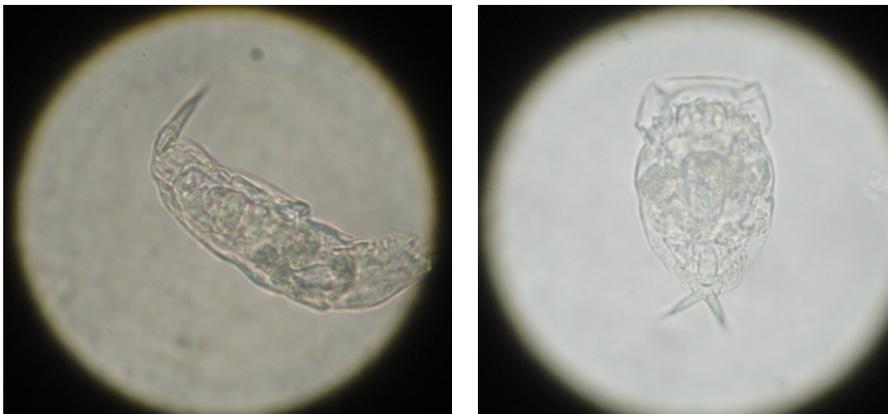


Fig. 3-ameba desnuda 40 x



Fig. 4-Familia Cyclidiidae 40x



Fig. 5-Ciliados sésiles *Vorticella* sp 40x Fig. 5'-Ciliados pedunculados unidos al floculo 40x



Fig. 6-Familia Litonotidae 40x Fig. 7-Familia Aspidiscidae 40x

