

1 Biotempo, 2022, vol. 19 (2), XX-XX.

2 doi:10.31381/biotempo.v19i2.5238

3 Este artículo es publicado por la revista Biotempo de la Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Este es un  
4 artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra  
5 original sea debidamente citada de su fuente original.  
6

7

8 RESEARCH NOTE / NOTA CIENTÍFICA

9

10 BIODEGRADABILITY COEFFICIENT IN THE OXIDATION LAGOONS ANGOSTURA-  
11 LIMÓN AND YAURILLA, ICA-PERU

12 COEFICIENTE DE BIODEGRADABILIDAD EN LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN

13 ANGOSTURA-LIMÓN Y YAURILLA, ICA-PERÚ

14 Félix Ricardo Belli-Carhuayo<sup>1</sup>; George Argota-Pérez<sup>2</sup> & José-Iannacone<sup>3,4</sup>

15

16 <sup>1</sup>Área Académica de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. Universidad Nacional "San Luis  
17 Gonzaga" (UNICA). Ica, Perú. felix.belli@unica.edu.pe

18 <sup>2</sup>Centro de Investigaciones Avanzadas y Formación Superior en Educación, Salud y Medio  
19 Ambiente "AMTAWI". Puno, Perú. george.argota@gmail.com

20 <sup>3</sup> Laboratorio de Parasitología. Grupo de Investigación "One Health", Facultad de Ciencias  
21 Biológicas. Escuela de Posgrado. Universidad Ricardo Palma (URP). Lima, Perú.  
22 jose.iannacone@urp.edu.pe

23 <sup>4</sup> Laboratorio de Ecología y Biodiversidad Animal. Facultad de Ciencias Naturales y  
24 Matemática. Grupo de Investigación en Sostenibilidad Ambiental (GISA), Universidad  
25 Nacional Federico Villarreal (UNFV). Lima, Perú.

26

27 \*Corresponding Author: felix.belli@unica.edu.pe

28 Belli-Carhuayo *et al.*


29 Titulillo: Biodegradability coefficient in the oxidation lagoons

30

31

32 Félix Ricardo Belli-Carhuayo:  <https://orcid.org/0000-0002-2885-8071>

33 George Argota-Pérez:  <https://orcid.org/0000-0003-2560-6749>

34 José Iannacone:  <https://orcid.org/0000-0003-3699-4732>

35

## 36 **ABSTRACT**

37 The monitoring of the oxidation ponds is a verification activity on the efficiency of the  
38 environmental treatment. The aim of the study was to determine the biodegradability coefficient  
39 in the Angostura-Limón and Yaurilla oxidation lagoons, Ica-Peru. From April to May 2022, a  
40 sampling of the influents and effluents was carried out, determining the biochemical oxygen  
41 demand (BOD<sub>5,20</sub> wastewater) and the chemical oxygen demand (COD). With the physical-  
42 chemical parameters, the relationship of the biodegradability quotient was established:  $CB =$   
43  $BOD_{5,20} / COD$ . In the Angostura-Limón oxidation pond, the concentrations in influents and  
44 effluents were: BOD<sub>5,20</sub> = 315.0 and 308.1 mg·L<sup>-1</sup>; COD = 795.0 and 811.7 mg·L<sup>-1</sup> while, in  
45 the Yaurilla oxidation lagoon they were: BOD<sub>5,20</sub> = 268.8 and 303.6 mg·L<sup>-1</sup>; COD = 728.30  
46 and 795.7 mg·L<sup>-1</sup>. The concentrations of BOD<sub>5,20</sub> and COD exceeded the maximum permissible  
47 limit of Supreme Decree 004-2017 MINAM where values of 15 mg·L<sup>-1</sup> and 40 mg·L<sup>-1</sup> are  
48 established (D1: vegetable risk). Statistically significant differences were found in the BC  
49 values: 0.396 and 0.369 for both oxidation lagoons where a biodegradability condition was  
50 shown (0.25 - 1.50). It is concluded that there were concentrations of contamination from the  
51 effluents before the concentrations of organic matter in the wastewater for the oxidation  
52 lagoons, despite the biodegradability condition of the effluents.

53 **Keywords:** biochemical oxygen demand – chemical oxygen demand – organic matter –  
54 pollution – wastewater

55

## 56 RESUMEN

57 El monitoreo de las lagunas de oxidación es una actividad de verificación sobre la eficiencia  
58 del tratamiento ambiental. El objetivo del estudio fue determinar el coeficiente de  
59 biodegradabilidad en las lagunas de oxidación Angostura-Limón y Yaurilla, Ica-Perú. Desde  
60 abril a mayo de 2022 se realizó, un muestreo en los afluentes y efluentes determinándose, la  
61 demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_{5,20}$ ) y la demanda química de oxígeno (DQO). Con los  
62 parámetros físico-químicos se estableció, la relación del cociente de biodegradabilidad:  $CB =$   
63  $DBO_{5,20}/ DQO$ . En la laguna de oxidación de Angostura-Limón las concentraciones en  
64 afluentes y efluentes fueron:  $DBO_{5,20} = 315,0$  y  $308,1 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ;  $DQO = 795,0$  y  $811,7 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$   
65 mientras que, en la laguna de oxidación de Yaurilla fueron:  $DBO_{5,20} = 268,8$  y  $303,6 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ;  
66  $DQO = 728,30$  y  $795,7 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ . Las concentraciones de  $DBO_{5,20}$  y DQO superaron el límite  
67 máximo permisible del Decreto Supremo 004-2017 MINAM donde se establecen valores de  $15$   
68  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$  y  $40 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$  (D1: riesgo de vegetales). Se halló diferencias estadísticamente  
69 significativas en los valores de CB:  $0,396$  y  $0,369$  para ambas lagunas de oxidación donde se  
70 mostró condición de biodegradabilidad ( $0,25 - 1,50$ ). Se concluye, que existió concentraciones  
71 de contaminación desde los efluentes ante las concentraciones de la materia orgánica en las  
72 aguas residuales para las lagunas de oxidación, a pesar de la condición de biodegradabilidad de  
73 los afluentes.

74 **Palabras clave:** aguas residuales – contaminación – demanda bioquímica de oxígeno –  
75 demanda química de oxígeno – materia orgánica

76

## 77 INTRODUCCIÓN

78 La tasa o fracción biodegradable mediante la relación entre la  $DBO_{5,20}$  (demanda bioquímica de  
79 oxígeno) y la DQO (demanda química de oxígeno), es un indicador sobre el estado de  
80 tratamiento ambiental de las aguas residuales en las lagunas de oxidación (Jouanneau *et al.*,  
81 2014). La principal dificultad en la medición de la  $DBO_{5,20}$  radica en que su eficiencia de logro

82 solo es para 5 días y donde se obtiene una biomasa por transformación de los microorganismos  
83 aerobios (Chiappini *et al.*, 2010).

84 A pesar, que se requiere la remoción de coliformes fecales, nutrientes como el nitrógeno y  
85 fósforo, pero la caracterización eficiente de las lagunas de oxidación sigue siendo en valorarse  
86 la eliminación sobre la materia orgánica mediante la demanda bioquímica de oxígeno (Romero  
87 & Castillo, 2018). En caso contrario, las lagunas de oxidación presentarán un estado de  
88 eutrofización que genera graves consecuencias y entre ellas, la disponibilidad limitante de  
89 oxígeno (Ramos *et al.*, 2017).

90 Medirse, la relación existente entre la materia orgánica biodegradable y el consumo del oxígeno  
91 para degradarse u oxidarse dicha materia orgánica, indicará si el cuerpo de agua receptor es  
92 biodegradable (Pite *et al.*, 2011), además, de la probable seguridad del sistema de tratamiento.  
93 El objetivo del estudio fue determinar el coeficiente de biodegradabilidad en las lagunas de  
94 oxidación Angostura-Limón y Yaurilla, Ica-Perú.

95

## 96 **MATERIALES Y MÉTODOS**

97 Entre abril y mayo de 2022 se realizó, un muestreo (06:30-08:00 am) en los canales de afluentes  
98 y efluentes donde se determinó, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5,20</sub>) y la demanda  
99 química de oxígeno (DQO). Las mediciones se realizaron por el Laboratorio Acreditado  
100 Envirotest S.A.C.

101 Con la DBO<sub>5,20</sub> y la DQO se indicó, el coeficiente de biodegradabilidad:  $CB = DBO_{5,20} / DQO$ .

102 Las concentraciones sobre la DBO<sub>5,20</sub> y DQO se compararon con el límite máximo permisible  
103 del Decreto Supremo 004-2017 MINAM donde se establecen como valores en la categoría D1:  
104 riesgo de vegetales para la DBO<sub>5,20</sub> = 15 mg·L<sup>-1</sup> y DQO = 40 mg·L<sup>-1</sup>.

105 Para el análisis de los resultados se utilizó el programa estadístico profesional SPSS v.25 donde  
106 la normalidad de los datos fue mediante la prueba Shapiro-Wilk. Se comparó los valores del

107 coeficiente de biodegradabilidad mediante la prueba paramétrica t-Students donde los  
108 resultados se consideraron significativos cuando  $p < 0,05$ .

109 **Aspectos éticos:** Los investigadores señalan que se cumplieron todos los aspectos éticos  
110 nacionales e internacionales.

111

## 112 RESULTADOS

113 Se muestra, las concentraciones de la  $DBO_{5,20}$  y DQO en las lagunas de oxidación donde los  
114 valores superaron el límite permisible. Existió diferencias estadísticamente significativas ( $t =$   
115  $33,07$ ; valor  $P = 0,00$ ) entre los CB (Tabla 1).

116

117 **Tabla 1.** Coeficiente de biodegradabilidad en las lagunas de oxidación.

118

Lagunas de oxidación	Parámetros físico-químicos	Afluentes ( $mg \cdot L^{-1}$ )	Efluentes ( $mg \cdot L^{-1}$ )	Coeficiente de biodegradabilidad
Angostura-Limón	$DBO_{5,20}$	315,0	308,1	0,396
	DQO	795,0	811,7	
Yaurilla	$DBO_{5,20}$	268,8	303,6	0,369
	DQO	728,30	795,7	

119

120

## 121 DISCUSIÓN

122 Los valores elevados de la  $DBO_{5,20}$  y la DQO indicaron consumo de oxígeno elevado para  
123 degradar y oxidar la materia orgánica que se tributa por los afluentes (Kim *et al.*, 2013). La  
124 materia orgánica biodegradable al ser directamente proporcional a la concentración de oxígeno  
125 disuelto (Park & Noguera, 2004), entonces resultaría imposible, eliminar aquella materia  
126 orgánica en exceso que no es requerida y por tanto, existirá contenido elevado de nutrientes  
127 (Guo *et al.*, 2013).

128 El exceso de la materia orgánica puede generar costos ambientales adicionales para el  
129 tratamiento y manejo seguro sobre la calidad del agua residual en las lagunas de oxidación (He

130 *et al.*, 2014; Argota *et al.*, 2016), de modo que, la sostenibilidad sobre el valor de uso de los  
131 efluentes puede resultar restrictivo (Färe *et al.*, 2014; Fuentes *et al.*, 2015).

132 La limitación principal del estudio fue no describirse, la concentración de los parámetros en la  
133 zona intermedia de las lagunas de oxidación para valorar, la fluctuación biodegradable.

134 Se concluye, que las concentraciones de la DBO<sub>5,20</sub> y la DQO en los afluentes y efluentes de  
135 las lagunas de oxidación superaron el límite permisible lo cual, indicó estado contaminación. A  
136 pesar, que existió condición de biodegradabilidad en los afluentes la carga sobre la materia  
137 orgánica fue tan elevada que no disminuyó a los valores permisibles, por tanto, los efluentes  
138 siguen tributándose en concentraciones umbrales no aceptadas.

139

#### 140 **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

141 Argota, P.G.; Argota, C.H. & Iannacone, O.J. 2016. Costo ambiental sostenible relativo a la  
142 variabilidad físico-química de las aguas sobre la disponibilidad de metales en el  
143 ecosistema San Juan, Santiago de Cuba, Cuba. *The Biologist* (Lima), 14: 219–232.

144 Chiappini, S.A.; Kormes, D.J.; Bonetto, M.C.; Sacco, N. & Cortón, E. 2010. A new microbial  
145 biosensor for organic water pollution based on measurement of carbon dioxide  
146 production. *Sensors & Actuators, B: Chemical*, 148: 103–109.

147 Färe, R.; Grosskopf, S. & Pasurka, C.A. 2014. Potential gains from trading bad outputs: The  
148 case of us electric power plants. *Resource and Energy Economics*, 36: 99–112.

149 Fuentes, R.; Torregrosa, T. & Ballenilla, E. 2015. Conditional order-m efficiency of wastewater  
150 treatment plants: The role of environmental factors. *Water*, 7: 5503–5524.

151 Guo, C.Q.; Cui, Y.L.; Dong, B. & Liu, F.P. 2017. Tracer study of the hydraulic performance of  
152 constructed wetlands planted with three different aquatic plant species. *Ecological  
153 Engineering*, 102; 433–442.

- 154 He, J.; Zhang, H.; Zhang, H.; Guo, X.; Song, M.; Zhang, J. & Li, X. 2014. Ecological risk and  
155 economic loss estimation of heavy metals pollution in the Beijiang River. *Ecological*  
156 *Chemistry and Engineering*, 21: 189–199.
- 157 Jouanneau, S.; Recoules, L.; Durand, M.J.; Boukabache, A.; Picot, V.; Primault, Y.; Lakel, A.;  
158 Sengelin, M.; Barillon, B. & Thouand, G. 2014. Methods for assessing biochemical  
159 oxygen demand (BOD): A review. *Water research*, 49: 62–68.
- 160 Kim, Y.M.; Park, H.; Cho, K.H. & Park, J.M. 2013. Long term assessment of factors affecting  
161 nitrifying bacteria communities and N-removal in a full-scale biological process treating  
162 high strength hazardous wastewater. *Bioresource Technology*, 134: 180–189.
- 163 Park, H.D. & Noguera, D.R. 2004. Evaluating the effect of dissolved oxygen on ammonia  
164 oxidizing bacterial communities in activated sludge. *Water Research*, 38: 3275–3286.
- 165 Pire, S.Ma.C.; Rodríguez, S.K.; Fuenmayor, R.M.; Fuenmayor, Y.; Acevedo, H.; Carrasquero,  
166 F.S. & Díaz, M.A. 2011. Biodegradabilidad de las diferentes fracciones de agua residual  
167 producidas en una tenería. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 21: 5–19.
- 168 Ramos, R.M.; Muñoz, P.J.F. & Saldarriaga, M.J.C. 2017. Efecto de la secuencia anaeróbica-  
169 óxica-anóxica (AOA) en la eliminación de materia orgánica, fósforo y nitrógeno en un  
170 SBR modificado a escala de laboratorio. *Ingeniare*, 25: 477–491.
- 171 Romero, L.T.J. & Castillo, T.Y. 2018. Actualización del estado de las lagunas de estabilización  
172 de la provincia Mayabeque. *Ingeniería, Hidráulica y Ambiental*, 39: 72–85.

173 Received 1 September, 2022.

174 Accepted 25 October, 2022.

175