

Desinfección de aguas residuales de una industria avícola para su reutilización

Edixon Gutierrez^{1,2}, Anna Travaglini¹, Giselle Uzcatogui¹ y Yaxcelys Caldera^{3*}

¹Centro de Investigación del Agua. Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia.
Maracaibo. Estado Zulia, Venezuela.

²Escuela de Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería.
Universidad Rafael Urdaneta. Maracaibo, Estado Zulia.

³Laboratorio de Investigaciones Ambientales. Núcleo Costa Oriental del Lago. Universidad del Zulia.
Cabimas. Estado Zulia, Venezuela.

*yaxcelysc@hotmail.com

Recibido: 29-06-2012 Aceptado: 16-11-2012

Resumen

En esta investigación se determinó la eficiencia de un equipo de desinfección con cloro existente en una planta de tratamiento de aguas residuales de una industria avícola, con la finalidad de reutilizar el efluente en la limpieza del área de recepción de aves. Se determinaron los parámetros demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos totales (SST), sólidos suspendidos volátiles (SSV), nitrógeno total (N_T), fósforo (P_T), color, turbidez, pH, coliformes totales (CT) y coliformes fecales (CF) a la entrada y salida de la cámara de cloración. Los parámetros fisicoquímicos a la salida de la cámara cumplieron con lo establecido por las normativas ambientales venezolanas. El equipo de desinfección existente no fue eficiente para remover los parámetros microbiológicos, obteniéndose remociones de 65,22% y 59,51% para CT y CF respectivamente, valores que deben alcanzar porcentajes del 99,99% para considerar la reutilización del efluente. La cámara de cloración produce 8 veces el volumen consumido en el área de recepción de aves. Las dimensiones de la cámara de cloración rediseñada son: canal de 0,75 m de alto, 0,2 m de ancho y 73 m de largo, mientras que el tiempo de retención hidráulico fue 33 mín para una dosis de 12,5 mg/L.

Palabras clave: Desinfección, cloración, reutilización, aguas residuales, industria avícola.

Disinfection of poultry industry wastewater for reuse

Abstract

In this investigation was determined the efficiency of disinfection equipment with chlorine in the wastewater treatment plant of a poultry industry, to obtain an effluent suitable for reuse in the cleaning of the bird's reception area. Parameters chemical oxygen demand (COD), biochemical oxygen demand (BOD), total suspended solids (TSS), volatile suspended solids (VSS), total nitrogen, phosphorus (P), pH, color, turbidity, total coliform (TC) and fecal coliform (FC) were determined to the inlet and outlet of the chlorination chamber. The physicochemical parameters to the output of the chamber comply with the requirements of venezuelan environmental regulations. The existing disinfection equipment was not efficiency to remove microbiological parameter; obtaining removals of 65.22% and 59.51% for CT and CF respectively, values to be achieved percentages of 99.99% to consider the

reuse of effluent. The chlorination chamber produces 8 times of the volume consumed in the bird's reception area. The equation of disinfection of the waters was obtained, which allowed to re-design the chlorination chamber, with dimensions of the channel of 0.75 m of high place (water level), 0.2 m of wide and 73 m of length and a hydraulic retention time of 33 min to a dose of 12.5 mg/L.

Key words: Disinfection, chlorination, reuse, wastewater, poultry industry.

Introducción

Las aguas residuales provenientes de plantas de tratamiento alcanzan una calidad que las convierte en un recurso hídrico reutilizable, especialmente valioso donde el agua es escasa [1]. Después del tratamiento, las aguas residuales pueden ser reutilizadas o aprovechadas para fines beneficiosos como riego de cultivos, irrigación urbana, restauración de ecosistemas, reutilización industrial y recarga a aguas subterráneas [2].

Sin embargo, es necesario garantizar la máxima eficiencia de remoción de microorganismos patógenos, convirtiéndose la desinfección en una etapa importante del tratamiento. Entre algunos desinfectantes empleados con éxito en el tratamiento de aguas residuales destinadas a la reutilización se encuentran el ozono [3, 4], radiación ultravioleta [5, 6], y cloro [7, 8], siendo el cloro el de mayor uso debido a la disponibilidad, costo, facilidad de aplicación y buen rendimiento [9].

Las industrias avícolas consumen grandes cantidades de agua durante la obtención de la carne, la cual no forma parte del producto final, por lo que el agua consumida se convierte en agua residual desechada [10]; el volumen de agua consumido y sus características varían dependiendo del proceso industrial, del consumo de agua, del número de animales sacrificados, de la eficiencia de recolección de sangre y subproductos y del manejo del agua en el proceso productivo [11, 12, 13]. Se estima que el volumen varía entre 10 a 16 L/ave sacrificada. La reutilización de las aguas en las industrias avícolas ocasionaría una reducción del consumo de agua y la optimización de los procesos de producción.

Se han realizado varias investigaciones con la finalidad disminuir el consumo de agua en las industrias cárnicas y reutilizar las aguas residuales. Matsumura y Mierzwa [14] encontraron que el agua de refrigeración se puede reutilizar para el lavado de vísceras y plumas en los canales. Amorim *et al.* [15] obtuvieron que, parte de los efluentes generados en las torres de refrigeración se pueden reutilizar para lavar las jaulas de plástico para el transporte de aves vivas. Muchas empresas están utilizando sus aguas residuales tratadas o parcialmente tratadas para refrigeración, en inodoros o para el riego de planta [1].

En esta investigación se determinó la eficiencia de un equipo de desinfección con cloro existente en la planta de tratamiento de aguas residuales de una industria avícola, con la finalidad de reutilizar el efluente en la limpieza del área de recepción de aves.

Parte experimental

Área de estudio

La industria avícola, ubicada en el estado Zulia, consta de un sistema de tratamiento basado en el proceso de lodos activados. El efluente del matadero entra directamente al sistema de tratamiento por la estación de bombeo, y pasa por las distintas unidades: tamiz rotatorio, tanque de aceites y grasas, reactor biológico, sedimentador circular y finalmente llega a la cámara de cloración.

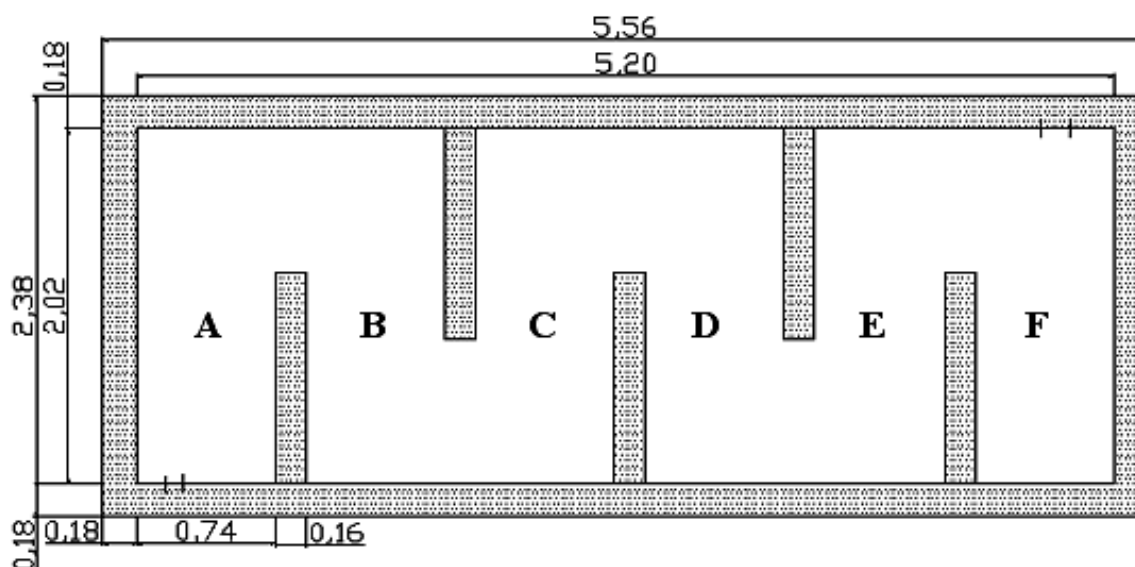
El equipo de desinfección consta de un tanque dispensador de cloro y una cámara de cloración. El tanque dispensador de cloro, es un tanque de plástico elevado circular de 200 L, con una válvula de salida que dispensa cloro líquido (hipoclorito de calcio) en la superficie del líquido. La cámara de cloración (Figura 1), es un tanque rectangular de concreto armado cuyas dimensiones son 5,2 m de largo, 2,02 m de ancho y una profundidad de aproximadamente 2 m (nivel del agua: 1,45 m), con paredes de espesor de 18

cm, el cual se encuentra por debajo del nivel del suelo. Presenta también, cinco baffles de concreto en su interior con espesores de 16 cm, con los cuales se logra la interconexión de 6 canales iguales, de 0,74 m de ancho, con el objeto de ahorrar espacio físico, la longitud del canal total es de 10,1 m. La entrada del agua tratada proviene directamente del sedimentador circular y, luego del proceso, el agua es descargada.

Agua residual

Las muestras de aguas residuales de la entrada a la cámara de cloración se recolectaron a la salida del sedimentador circular, ya que en este punto no ha habido contacto con el cloro y las muestras de la salida fueron tomadas al final del canal de la cámara de cloración, donde ya se ha cumplido el tiempo de residencia de las aguas. Se recolectaron además, 5 L en un envase plástico del efluente del sedimentador, para realizar el análisis de la dosis de cloro, muestras tomadas para cada dosis estudiada. Todas las muestras se refrigeraron en una cava con hielo, para su transporte al laboratorio donde se llevó a cabo su análisis [16].

Figura 1. Cámara de cloración existente en la industria avícola



Procedimiento experimental

Se realizó la medición del caudal empleado en la limpieza del área de recepción de aves a través del llenado de un volumen fijo con las mangueras usadas en esta área. También se midió el caudal de entrada a la cámara de cloración, para esto, se tuvo que vaciar por completo y cronometrar el tiempo de llenado de la misma.

Para la determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos se siguió la metodología de los métodos estándar para el análisis de aguas y aguas residuales de la APHA-AWWA-WEF [16]. Los parámetros fisicoquímicos determinados fueron demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos totales (SST), sólidos suspendidos volátiles (SSV), nitrógeno total (N_T), fósforo (P_T) pH, color, turbidez. Mientras que los parámetros microbiológicos fueron remoción Coliformes Totales (CT) y Fecales (CF) a través del método del número más probable por la técnica de fermentación multitubos (NMP/100 mL).

Para la determinación de la dosis óptima de cloro se adicionó una cantidad de cloro, determinada teóricamente, a 1 L de la muestra de la entrada a la cámara de cloración contenida en un recipiente rectangular de vidrio.

La solución de cloro adicionada se preparó con hipoclorito de calcio, $\text{Ca}(\text{OCl})_2$, variando la dilución dependiendo de la dosis requerida. Para cada dosis se estudiaron tres tiempos de contacto, neutralizando el cloro remanente con 1 mL de tiosulfato de sodio y analizando la muestra resultante en CT y CF al término de cada tiempo.

La ecuación de desinfección para las aguas residuales de la industria avícola se determinó empleando la ecuación 1, donde el parámetro Ct se deriva de la ley de Chick de la cual se deduce la ley de Watson, K es la constante de la desinfección, C la concentración del desinfectante [mg/L] y n el coeficiente de disolución, el cual expresa la eficiencia bactericida del desinfectante [17].

$$C = \left(\frac{K}{t}\right)^{\frac{1}{n}} \rightarrow K = C^n t \quad (1)$$

Resultados y discusión

La cámara existente cumple con la relación largo-ancho mínima recomendada de 10 a 1 [18]; sin embargo, el canal está sobredimensionado para el caudal que entra a la cámara, generando una velocidad del fluido menor a la requerida para el arrastre de todo el volumen de agua en el canal. Se observa que la última sección del canal (sección F, Figura 1), no cumple ninguna función dentro de la cámara de cloración, debido a la disposición de los baffles en relación con la entrada y salida de la cámara. El agua en esta sección está acumulada y confinada y no es arrastrada por el fluido en movimiento, que sale de la cámara al cumplir con el recorrido, sin pasar por este espacio.

En el área de recepción de aves se obtuvo que el caudal consumido para su limpieza es de 23760 L/día; mientras que la cámara de cloración genera 194950,8 L/día. Este volumen generado por la cámara de cloración es 8 veces el volumen consumido en la limpieza del área de recepción por lo que, de cumplir con las normativas ambientales, se puede suplir completamente el consumo de agua en esta área.

Durante el proceso de matanza de la industria avícola, toda el agua residual generada (incluyendo el agua empleada en la limpieza del área de recepción de aves) entra a la planta de tratamiento; por lo tanto, la reutilización de esta agua representaría el 12% del agua total consumida. Algunos investigadores han presentado reducciones importantes de agua cuando se reutiliza el agua residual tratada, Amorim *et al.* [15] lograron una reducción en el consumo de agua similar (12%) cuando reutilizaron efluentes tratados para el lavado de jaulas para el transporte de aves. Mientras que, Manios *et al.* [1] trataron el agua proveniente de una industria cárnica, que incluyó la desinfección de 300 m³ de agua con cloro, para su reutilización en el riego de árboles para la producción de madera, indicando que el tratamiento adecuado de las aguas residuales minimiza el impacto ambiental y reduce las necesidades de agua dulce. Por su parte, Matsumura y Mierzwa [14] lograron una reducción del 31% del consumo de agua reutilizando el agua de refrigeración en el lavado de vísceras y plumas en los canales.

En la Tabla 1 se presentan los valores de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas a la entrada y salida de la cámara de cloración. Los valores de los parámetros fisicoquímicos se encuentran por debajo de lo establecido en la normativa ambiental [19], tanto a la entrada (con excepción del fósforo) como a la salida de la cámara de cloración, por lo que esta agua califica para su posible reutilización, no obstante, en la determinación de CT y CF se obtuvieron distintos valores para cada muestra recolectada, donde la mayoría de los valores tanto de entrada como de salida están por encima de lo establecido en esta normativa.

Tabla 1. Caracterización de las aguas residuales de la industria avícola en la cámara de cloración

Parámetro	ECCI	SCCI	Descarga a red de cloacas*	Descarga a cuerpos de agua*
DQO (mg/L)	80,2	64,4	900	350
DBO (mg/L)	2,88	2,52	350	60
SST (mg/L)	19,3	19	400	80
SSV (mg/L)	15,3	12,8	NR	NR
NTK (mg/L)	2,6	2,6	40	40
Nitritos + Nitratos (mg/L)	0,26	0,14	NR	10
P _T (mg/L)	11,6	8,4	10	10
Color (UC)	74,1	76,1	NR	500
Turbidez (UNT)	17	16	NR	NR
CT (NMP/100mL)	[13000-3·10 ⁶]	[8000-33·10 ⁴]	NR	≤ 1000 en el 90%
CF (NMP/100mL)	[0-17·10 ⁴]	[0-11·10 ⁴]	NR	NR
pH	6,78	6,91	6 – 9	6 – 9
T (°C)	27	27	NR	40

ECCI: Entrada a la cámara de cloración, SCCI: Salida de la cámara de cloración, DQO: demanda química de oxígeno, DBO: demanda bioquímica de oxígeno, SST: sólidos suspendidos totales, SSV: sólidos suspendidos volátiles, NTK: nitrógeno total Kjeldahl, P: fósforo, pH: potencial de hidrógeno, T: temperatura, *Gaceta Oficial [19]. NR: no reportado.

Las fluctuaciones en los parámetros microbiológicos, puede ser consecuencia del mal funcionamiento de la cámara de cloración (dosis de cloro inferior a la requerida y baja velocidad del fluido) o del sedimentador, ya que se observó el paso de restos de lodos a la cámara, que alteran los resultados tanto fisicoquímicos como microbiológicos.

Para obtener la dosis de cloro, se determinó la ecuación de desinfección del afluente de la cámara de cloración, analizándose tres dosis de cloro para distintos tiempos de retención. La concentración inicial (0,171 mg/L) es la dosis utilizada actualmente en el equipo de desinfección de la industria avícola, el cual tiene como tiempo de retención teórico 35 minutos, aunque, aún después de haber pasado 40 minutos, sólo logró remover el 59% de los CF presentes, confirmando que el empleo de esta dosis no es suficiente en el proceso de desinfección para la reutilización de estas aguas. La segunda concentración analizada fue de 0,3 mg/L, con la que se obtuvo un resultado similar a la anterior, alcanzando sólo el 71% de la remoción luego de transcurridos 40 minutos de tiempo de contacto. Con la última concentración evaluada, fue de 5,5 mg/L, valor que está por encima del punto de quiebre de cloro para estas aguas. Con ésta se obtuvo remociones para CF de 97,375% a los 30 minutos y 99,999% (5 unidades Log) a los 40 minutos, respectivamente. A diferencia de las dosis anteriores, ésta se probó a 50 minutos, arrojando una remoción de 100% de coliformes totales y fecales, como se observa en la Tabla 2.

Pant y Mittal [20] cloraron el efluente de una planta tratamiento de aguas residuales municipales, con dosis de 5 y 20 mg/L por 30 minutos, obteniendo remociones de 90% y 100% CF respectivamente. Afirman que la baja remoción obtenida al utilizar la dosis de 5 mg/L puede deberse a que no se alcanzó el punto de quiebre y por lo tanto el cloro fue consumido por otras especies, caso similar al de este estudio, al utilizar las dosis de 0,171 y 0,3 mg/L.

Tabla 2. Remoción de coliformes totales y coliformes fecales para distintas dosis y tiempos de contacto

Dosis 0,171mg/L	20 min	30 min	40 min	50 min
Coliformes totales (%)	26,667	43,333	58,889	-
Coliformes fecales (%)	26,667	43,333	61,111	-

Dosis 0,30mg/L	20 min	30 min	40 min	50 min
Coliformes totales (%)	37,5	55,625	71,25	-
Coliformes fecales (%)	33	62	60,667	-

Dosis 5,5mg/L	20 min	30 min	40 min	50 min
Coliformes totales (%)	98,5294	98,65625	99,9989	100
Coliformes fecales (%)	95,015	97,375	99,999146	100

Con los datos obtenidos en la Tabla 2, se obtienen los valores expresados en la Tabla 3 que representan los tiempos de contacto en los cuales se logró una remoción de coliformes fecales de 99,99% (4 unidades Log), remoción requerida para cumplir con la norma para agua potable [19].

Tabla 3. Tiempo para una remoción del 99,99%

Dosis (mg/L)	Tiempo_{99,99%} (min)
0,171	62,22
0,30	68,42
5,5	39,96

A partir de los datos de la Tabla 3 y realizando un ajuste por mínimos cuadrados se obtiene la ecuación (2), que es la ecuación de desinfección para las aguas que entran a la cámara de cloración de la planta de tratamiento de la industria avícola. Con esta ecuación se determinó el tiempo de contacto teórico necesario para que, con cualquier dosis de cloro, se alcance una remoción del 99,99% de coliformes fecales.

$$tC^{0,1464} = 0,235 \quad (2)$$

En la Tabla 4 se muestran las dimensiones del equipo de desinfección para alcanzar una remoción de CF del 99,99%, las cuales se obtuvieron fijando como parámetro principal la velocidad del fluido y el caudal de entrada a la cámara de cloración. Se consideró que para lograr la eficiencia de los equipos de desinfección, se emplean canales abiertos estrechos que simulen un comportamiento flujo pistón, y se recomienda una velocidad del fluido de entre 2 y 4,5 m/min, para asegurar el arrastre del fondo y descartar la deposición de sólidos en el canal [18].

Para lograr la velocidad deseada es necesario redimensionar el canal, obteniendo el área adecuada para el caudal que se maneja. Por otra parte, al aumentar la velocidad del fluido, se requiere un canal más largo. En el caso de esta investigación, la mínima variación del tiempo causa un gran cambio en la concentración de cloro que se debe utilizar, dada a la naturaleza exponencial de la ecuación de desinfección de las aguas a clorar.

Tabla 4. Parámetros de diseño para el equipo de desinfección

Parámetro	Cámara existente	Cámara requerida
Caudal (L/s)	4,923	4,923
Velocidad del fluido (m/min)	0,2754	2
Ancho del canal (m)	0,74	0,2
Altura del agua (m)	1,45	0,75
Largo del canal (m)	10,1	73
Tiempo de contacto (min)	37	33
Dosis de cloro (mg/L)	0,171	12,5

El tiempo de retención mínimo para obtener una desinfección eficiente debe ser de 30 minutos [2, 20]. Por esto, los 36 minutos fijados para rediseñar el equipo de desinfección asegura el tiempo necesario para someter a las aguas a una desinfección eficiente. Debido a la diferencia entre las temperaturas en la planta de tratamiento y el laboratorio, se realizó un ajuste para conocer el tiempo de contacto necesario para la dosis que se desea aplicar. Para esto se realizó la corrección con respecto a la temperatura donde se obtuvo el tiempo mínimo requerido de contacto para la dosis determinada. Se encontró que solo son necesarios 33 minutos de tiempo de contacto para una dosis de 12,5 mg/L. Por estas razones se fijó un tiempo de 33 minutos, para el cual se requiere un canal de 73 m de longitud y se requiere una dosis de exposición de 12,5 mg/L

Conclusiones

El equipo de desinfección existente en la planta de tratamiento no fue eficiente para remover los parámetros microbiológicos, ya que no opera con una dosis de cloro suficiente y sus dimensiones son mayores a las requeridas para el caudal que maneja, resultando en una baja velocidad del fluido muy baja que no garantiza el arrastre de todo el cuerpo de agua.

El efluente de la cámara de cloración existente cumple con la normativa para descarga a red de cloacas y cuerpos de agua, en cuanto a parámetros fisicoquímicos, representando una alternativa para su reutilización.

El volumen de agua tratada generado por la cámara de cloración es 8 veces el volumen consumido en la limpieza del área de recepción por lo que, de cumplir con las normativas ambientales, representaría el 12% del agua total consumida.

La ecuación de desinfección obtenida de las aguas de la industria avícola es: $tC^{0,1464} = 0,235$

Las dimensiones del canal, después del rediseño, son: 0,2 m de ancho, 0,75 m de alto (nivel de agua) y 73 m de largo, que garantiza un tiempo de contacto de 33 min para una dosis de 12,5 mg/L.

Referencias bibliográficas

1. Manios T., Gaki E., Banou S., Klimathianou A., Abramikis N. and Sakkas N. Closed wastewater cycle in a meat producing and processing industry. *Resources, Conservation & Recycling*, Vol. 38, No. 4, (2003), p. 335-345.
2. Hammer M. J. and Hammer M. Jr. *Water and wastewater technology*. 4ta. Ed. USA: Prentice-Hall. (2001).
3. Liberti L., Notamicola M. and López A. Advanced treatment for municipal wastewater reuse in agriculture. III - Ozone disinfection, *Ozone Sci. Eng.*, Vol. 22, No. 2, (2000), p. 151-166.

4. Xu P., Janex M., Savoye P., Cockx A. and Lazarova V. Wastewater disinfection by ozone: main parameters for process design. *Water Research*, Vol. 36, No. 4, (2002), p. 1043-1055.
5. Liberti L., Notamicola M., López A. and Petruzzelli D. Advanced treatment for municipal wastewater reuse in agriculture. UV disinfection: parasite removal and by-products formation. *Desalination*, Vol. 52, No. 1-3, (2002), p. 315-324.
6. Nardi I., Del Nery V. Amorim A., Dos Santos N. and Chimenes F. Performance of SBR, Chemicals-DAF and UV disinfection for poultry slaughterhouse. *Desalination*, Vol. 269, No. 1-3, (2011), p. 184-189.
7. Winward G., Avery L., Stephenson T. and Jefferson B. Chlorine disinfection of grey water for reuse: Effect of organics and particles. *Water Research*, Vol. 42, No. 1-2, (2008), p. 483-491.
8. Gómez-López M., Bayo J., García-Cascales M. y Angosto J. Decision support in disinfection technologies for treated wastewater reuse. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 17, No. 16, (2009), p. 1504-1511.
9. Romero J. *Purificación del agua*. Primera Edición. Escuela Colombiana de Ingeniería. (2005).
10. Pham N. Environmental performance improvement for small and medium-sized slaughterhouse in Vietnam. *Environmental, Development and Sustainability*, Vol. 8, No. 2, (2006), p. 251-269.
11. Caldera Y., Gutiérrez E., Luengo M., Chávez J. and Ruesga L. Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales de industria avícola. *Revista Científica, FCV-LUZ*, Vol. XX, No. 4, (2010), p. 409-416.
12. Del Nery V., Damianovic M. and Barros F. The use of upflow anaerobic sludge blanket reactors in the treatment of poultry slaughterhouse wastewater. *Water Science & Technology*, Vol. 44, No. 4, (2001), p. 83-88.
13. Nardi, I., Fuzi, T. and Del Nery, V. Performance evaluation and operating strategies of dissolved-air flotation system treating poultry slaughterhouse wastewater. *Resources Conservation & Recycling*, Vol. 52, No. 3, (2008), p. 533-544.
14. Matsumura E. and Mierzwa J. Water conservation and reuse in poultry processing plant- A case study review. *Resources, Conservation & Recycling*, Vol. 52, No. 6, (2008), p. 835-842.
15. Amorim A., Nardi, I. and Del Nery V. Water conservation and effluent minimization: Case study of a poultry slaughterhouse. *Resources, Conservation & Recycling*, Vol. 51, No. 1, (2007), p. 93-100.
16. APHA, AWWA, WCF. *Standard methods for examination of water and wastewater*. 18th Ed. Washington. DC, USA. (1998).
17. Arboleda, J. *Teoría y práctica de la purificación del agua*. Tomo 1. McGraw-Hill Interamericana, S.A. de C.V., 3ra Edición, Colombia. (2000).
18. Metcalf & Eddy Inc. *Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse*. 3ra edition. New York. McGraw Hill. (1991).
19. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 5021. Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos de efluentes líquidos. Decreto 883. Venezuela. (1995).
20. Pant A. and Mittal A. Disinfection of wastewater: Comparative evaluation of chlorination and DHS-biotower. *Journal of Environmental Biology*, Vol. 28, No. 4, (2007), p. 717-722.
21. Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 36395 Normas Sanitarias de Calidad de Agua Potable. Decreto MSAS N° SG-018-98. Caracas, Venezuela. (1998).