

Estudio de los problemas ambientales ocasionados por un combinado alimenticio en Guantánamo. Cuba

Study of environmental problems caused by an eating combined in Guantánamo. Cuba

MsC. Telvia Arias-Lafargue

Facultad Ingeniería Química, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba.
tal@fiq.uo.edu.cu

Resumen

El combinado alimenticio, conformado por la productora de Bebidas y Refrescos (EMBER) y la Fábrica de galletas, en Guantánamo contribuye a la contaminación del río Guaso debido al vertimiento de aguas residuales sin un tratamiento eficiente, lo que ha ocasionado a su vez problemas sociales en el entorno de la laguna de oxidación existente por el estado de deterioro que la misma presenta. En este trabajo se señalan los residuales generados en cada planta del combinado, se presenta la caracterización de los residuales líquidos, los daños ocasionados por estas descargas indiscriminadas, así como una alternativa para resolver la situación que se manifiesta en la zona consistente en la instalación de un sistema de humedales que posibiliten eliminar las cargas contaminantes.

Palabras clave: contaminación del río Guaso, contaminación de suelo.

Abstract

The nutritious combination, shaped for Bebidas's producer and Refrescos (EMBER) and the cookies Factory, in Guantánamo contributes to the contamination of the river Guaso due to the vertimiento of residual waters without an efficient treatment, that has caused in turn social problems at the surroundings of the lagoon of existent oxidation for the status of deterioration that the same presents. indicate the residual generated in the combination's each plant in this work, the

characterization of the residual liquids, the damages caused by these indiscriminate unloadings, as well as an alternative to solve the situation that is shown at the zone consisting of the installation of humedales's system that the contaminating loads make it possible to eliminate shows up.

Keywords: contamination of Guaso river, contamination of ground.

INTRODUCCION

Las aguas residuales del combinado alimenticio conformado por la productora de Bebidas y Refrescos (EMBER) y la Fábrica de Galletas de la ciudad de Guantánamo, son vertidas al medio sin previo tratamiento contaminando el ecosistema y afectando la calidad de vida de los pobladores que viven en las zonas aledañas al complejo industrial. Este combinado canaliza sus aguas residuales, en caudal aproximado a 180 m³/día, a través de una conductora principal, hacia una laguna de estabilización mostrada en la figura 1, la cual, debido a la no ejecución de los mantenimientos periódicos planificados, perdió su valor de uso, encontrándose obstruida por la presencia en su interior de lodo y abundante vegetación.



Fig. 1 Laguna de estabilización.

En consecuencia, los residuales se vierten, sólo con un pretratamiento, consistente en la separación de grasa y de los sólidos más groseros, a la cuenca del río Guaso que constituye el punto final de vertimiento.

Estos centros productores (la EMBER y la Fábrica de Galletas) clasifican, según la NC 521: 2007 [4], entre las industrias de mayor contribución de carga contaminante al cuerpo receptor, aportando sales inorgánicas, sólidos suspendidos, sólidos sedimentables, sustancias inorgánicas y nutrientes, entre otras. Los efectos que tal carga contaminante produce al cuerpo receptor son muy variados y se pueden mencionar entre los más representativos los siguientes: disminución del oxígeno disuelto y aumento de la materia orgánica presente en el cuerpo receptor, aumento del color y olor, sedimentación en cauces, muerte de la flora y la fauna, y pérdida total de los valores estéticos. Todo ello afecta los usos previstos causando la contaminación del recurso hídrico.

Unido al problema medioambiental planteado, han surgido afectaciones de índole social. Las tierras ubicadas alrededor del área de la laguna, fueron entregadas por el MINAGRIC, en usufructo, a 23 familias para la producción de viandas, hortalizas y vegetales. En los últimos años, la cantidad de productos cosechados se ha reducido sensiblemente debido a la inexistencia de posturas de calidad y a la escasez de aguas disponibles para el riego de las plantaciones, situaciones dadas por los eventos de intensa sequía que han azotado la provincia en estos años y la creciente degradación de los suelos, como resultado de este anormal comportamiento climático.

En tal escenario, algunos usufructuarios, cuyas tierras colindan con secciones rotas del colector principal, tal como se muestra en la figura 2 y/o áreas de vertimiento a la laguna de estabilización, han empleado las aguas negras para el riego, obviando las severas implicaciones que estas prácticas pudieran tener para la salud de los consumidores y las reiteradas llamadas de atención emitidas por las autoridades locales.



Fig. 2 Colector principal.

Por todo lo antes expuesto se puede concluir que constituye un problema medioambiental y social el vertimiento sin un tratamiento adecuado de los residuales líquidos del combinado EMBER – Fábrica de Galletas de la ciudad de Guantánamo al río Guaso. Para tratar de revertir la situación se hace necesario:

- Determinar las principales sustancias contaminantes de las aguas negras del complejo alimenticio.
- Presentar una alternativa que permita disminuir la contaminación que estos provocan al entorno.

FUNDAMENTACION TEORICA

La EMBER de Guantánamo tiene como objetivo la elaboración de refrescos, hielo y cervezas. La fábrica de galletas no pertenece a la EMBER, sino a la Empresa Provincial Alimentaria, subordinada al Poder Popular, pero sus residuales también tributan a la conductora antes mencionada. Entre sus producciones de encuentran: la galleta de sal, el pan y la galleta dulce.

Seguidamente se relacionan los principales contaminantes generados en los diferentes procesos productivos.

Producción de refrescos carbonatados

Líquidos: Ácidos cítrico, fosfórico y tartárico, aguas albañales, detergente, esencias y emulsiones, fosfato trisódico, fuel oil, hidrato de cal, hipoclorito de sodio, lubricantes, nafta, refresco, sulfato de alúmina, solución de sacarosa, sosa y soda ASH.

Sólidos: Arena, azúcar, carbón activado, cloruro de sodio, grasa lubricante, papeles, tapas y vidrios.

Gaseosos: CO₂, gases de la combustión y vapor de agua.

Producción de Hielo

Líquidos: Aguas albañales, sulfato de alúmina, hidrato de cal, hipoclorito de sodio, detergente, solución de NaCl, dicromato de potasio, sosa, nafta y lubricantes.

Sólidos: Carbón, arena, grasa lubricante y papeles.

Gaseosos: Amoníaco.

Producción de cervezas

Líquidos: Agua caliente, aguas albañales, cerveza o caldo, lubricantes, nafta, hipoclorito de sodio, sosa, detergente, soda ASH, sosa, fosfato trisódico y jabalina.

Sólidos: Vidrios, tapas, grasa lubricante, papeles

Gaseosos: CO₂ y vapor de agua

En la composición de los residuales líquidos de las producciones de la fábrica de galletas se encuentran:

- Restos de materias primas: harina de trigo, levaduras, azúcar, sal, aceite, y grasa galletera, bicarbonato, color caramelo.
- Restos de materiales de limpieza: detergente industrial, ácido clorhídrico comercial, creolina, hipoclorito de sodio.
- Restos de hidrocarburos: lubricantes, fuel oil, grasa sólida.
- Aguas albañales.

A continuación se presentan los resultados de las determinaciones y análisis químico-físicos que se le han practicado a las aguas residuales, por el laboratorio de la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de la Provincia Guantánamo, con el objetivo de lograr su adecuada caracterización [2]. Ver a continuación la tabla 1.

Tabla 1
Análisis de las aguas residuales del Complejo Alimenticio

Determinaciones	U/M	Resultados				Media	Máx
		M1	M2	m ³	M4		
DBO	mg/L	95	74	65	44	70	95
Sólidos Totales	mg/L		51,7	243	830	375	830
Sólidos Disueltos Totales	mg/L		0,8	479,5	822	434	822
Sólidos suspendidos Totales	mg/L		50,9	163	8	74	163
Sólidos Sedimentables	mg/L		0.03	14.24	7.12	0,3	0,6
pH	U	7,45	8,59	7,95	8,5	8,12	8,6

Amoníaco	mg/L		0,068	0,098	0,41	0,19	0,41
Nitritos	mg/L		93,82	93,92	0,1	62,61	93,92
Nitratos	mg/L		2,365	2,365	1,3	2,01	2,365
Coli Total	UFC/100 mL	2400	2400	2400	276	1869	2400
Coli Fecal	UFC/100 mL	6	33	28	2	17	33
Oxígeno Disuelto	mg/L	0	0	0	4,6	1,2	4,6
Conductividad	uS/cm	652	9032	773,45	978	2859	9032

Al realizar una pequeña comparación con lo que se establece en la norma de vertimiento de aguas residuales a la zona costera nos podemos percatar de que los parámetros medidos sobrepasan los valores permisibles para los sólidos suspendidos y los coliformes totales, sin embargo existen parámetros que no se establecen del todo en la norma y que en estos casos presentan valores que deben ser tenidos en cuenta debido a las consecuencias que puede provocar su presencia en un cuerpo de agua receptor cualquiera, tal es el caso de la conductividad, los nitritos y los sólidos disueltos. Todo esto se puede apreciar mejor en la tabla 2, donde se presenta la comparación con la norma de vertimiento.

Tabla 2

Comparación de los valores medios y máximos de la caracterización de las aguas residuales con la norma 521:2007

Parámetros	U/M	Media	Máx	NC 521: 2007
DBO	mg/L	70	95	30 - 150
Sólidos suspendidos Totales	mg/L	74	163	30 -150
Sólidos Sedimentables	mg/L	0,3	0,6	5 - 15
pH	U	8,12	8,6	5.5-9.0
Coli Total	UFC/100 mL	1869	2400	200 - 400 *
Coli Fecal	UFC/100 mL	17	33	200 - 400 *

La aplicación de las aguas residuales en la agricultura se conoce desde hace mucho tiempo, pero su mayor proliferación se produjo en Europa en la segunda mitad del siglo XIX (Alemania, Inglaterra, Francia y Polonia). El rápido aumento de la población en las grandes ciudades provocó que se sobrepasara la capacidad natural de depuración de las aguas receptoras y se adoptara el método de regarlas sobre el suelo cultivado. En América Latina las dos principales experiencias forestales regadas con aguas residuales se encuentran en el proyecto del Lago Texcoco en el Valle de México y en el entorno ecológico de San Juan de Miraflores al sur de Lima en Perú. Para estos sistemas las investigaciones se centran sobre la topografía, tipo de suelo, permeabilidad y profundidad del agua subterránea y las características del drenaje superficial natural [1].

En sentido general se puede decir que el suelo presenta condiciones óptimas para ser utilizado para el vertimiento de aguas residuales cuando [1].

- El pH está entre 5,5 y 8,4.
- La conductividad eléctrica es menor de 4 mmhos/cm.
- La permeabilidad está entre 1,5 y 50 mm/h.

- Las aguas subterráneas se encuentran a profundidades mayores de 1,2 m.
- La pendiente del terreno está entre el 2 y el 15 %.
- La profundidad del suelo es mayor de 0,6 m.
- La zona no es susceptible de inundación.

También resulta importante considerar el clima local, ya que las abundantes lluvias limitan la capacidad de infiltración del suelo.

La selección del cultivo constituye una estrategia de protección al consumidor. La calidad que debe tener el efluente depende del tipo de cultivo que se va a emplear; por lo tanto, la restricción de cultivos debe ser entendida como una medida más dentro del contexto de un sistema de control. Además, es un paso fundamental en el proceso de diseño ya que muchas de las decisiones estarán en función del tipo de cultivo. Los cultivos más adecuados son los que presentan una elevada capacidad de asimilación de nutrientes, alto consumo de agua, elevada tolerancia a la humedad del suelo, baja sensibilidad a los constituyentes del agua residual y mínimas necesidades de control [5].

Entre estos cultivos se encuentran especies forrajeras perennes, turbas, ciertas especies de árboles, algunos cultivos agrícolas y algunos frutales. Los cultivos forrajeros y forestales son los que presentan una mayor capacidad de asimilación de nutrientes [6].

Las directrices recomendadas por la OMS sobre la calidad microbiológica de las aguas residuales empleadas en la agricultura se presentan en la tabla 3.

Tabla 3
Directrices recomendadas por la OMS sobre la calidad microbiológica
de las aguas residuales empleadas en la agricultura.

Categoría	Reutilización	Grupo expuesto	Nematodos intestinales^b (media aritmética nº de huevos por litro ^c)	Coliformes fecales en 100ml (media geométrica ^c)	Tratamiento Necesario para lograr la calidad microbiológica exigida
A	Riego no restringido Cultivos que se consumen crudos, campos de deportes, parques públicos ^d	Consumidores, trabajadores agrícolas y público	≤1	≤1	Estanques de estabilización con tiempos de retención de 20 días o tratamiento equivalente
B	Riego restringido Cultivos Industriales y forrajeros, cereales, árboles ^e y cultivos que se consuman cocinados	Trabajadores agrícolas	≤1	No se recomienda ninguna	Estanques de estabilización con tiempos de retención de 10 días o tratamiento equivalente
C	Riego localizado de los cultivos de la categoría B cuando ni lo trabajadores ni el público están expuestos		Ninguna norma	Ninguna norma	Al menos sedimentación primaria

^a En casos específicos, se deben tener en cuenta los factores epidemiológicos, socioculturales y ambientales de cada lugar y modificar las directrices de acuerdo con ello.
^b Especies de *Ascaris* y *Trichuris* y *Anquilostomas*.
^c Durante el periodo de riego.
^d Conviene establecer una directriz más estricta (<200 coliformes fecales por 100ml) para prados públicos.
^e En uso de árboles frutales el riego debe cesar dos semanas antes de cosechar la fruta y ésta no se debe recoger del suelo. No es conveniente regar por aspersión.

La norma de calidad para el riego sin restricciones (categoría A) exige la reducción del número de huevos de helmintos contenidos en las aguas residuales hasta una concentración de uno o menos por litro y una concentración máxima de 1000 coliformes fecales/100mL; no obstante, en casos donde pueda haber un contacto directo del público con las aguas residuales, como en parques públicos o campos deportivos, la OMS recomienda que no se exceda de 200 coliformes fecales/100mL. Esta calidad de agua es suficiente para proteger la salud de todos los grupos que pudieran estar expuestos.

La norma de calidad para el riego restringido (categoría B) recomienda los mismos requisitos para helmintos pero no señala ninguna directriz sobre la calidad bacteriológica, puesto que los trabajadores agrícolas (único grupo afectado) tienen un riesgo mínimo o nulo respecto a la infección por bacterias contenidas en las aguas residuales, según las pruebas epidemiológicas que se tienen.

No obstante estos valores de directrices no deben interpretarse en sentido estricto, por lo que podrán ser modificadas según los factores epidemiológicos, socioculturales y ambientales.

El riego de cultivos especialmente los que se consumen crudos, exigen el empleo de efluentes de alta calidad pero para otros se pueden emplear aguas residuales de calidad inferior sin riesgo alguno para el consumidor. Sin embargo, si el efluente empleado es muy mala calidad, pueden verse afectados los agricultores.

Por tanto según los grupos expuestos las medidas de protección sanitarias que exigen, los cultivos pueden clasificarse en tres grupos:

Categoría I

Los efluentes empleados deben cumplir las directrices para el riego sin restricciones. Se necesita proteger a los consumidores, trabajadores y público en general. Se incluyen en este grupo:

- Cultivos que se consuman crudos y que puedan estar en contacto directo con el agua residual (hortalizas frescas o frutas regadas por aspersión).
- Campos con acceso al público (parques, campos deportivos, etcétera).

Categoría II

Se utilizan aguas de menor calidad, aguas para riego restringido. Además de la protección a los trabajadores del campo, puede ser necesaria la adopción de otras medidas tales como detener el riego por un período determinado antes de recoger la cosecha. Se incluyen en este grupo:

- Cultivos para consumo humano que no entren en contacto directo con las aguas residuales (árboles frutales, viñas, etc). Será necesario evitar su recogida del suelo y su riego por aspersión.
- Cultivos de pastos y forrajes verdes.
- Cultivos para consumo humano que no se ingieran crudos (papas, remolachas, berenjenas, etcétera).
- Cultivos para consumo humano cuya cáscara no se come.
- Cualquier cultivo que se riegue por aspersión.

Categoría III.

Cultivos que puedan con aguas de baja calidad. Solo necesitan protección los trabajadores agrícolas. Se incluyen en este grupo:

- Cultivos destinados a industrias no alimentarias.
- Cultivos que se tratan por el calor o que se desecan antes de ser consumidos.
- Cultivos destinados a la elaboración de enlatados u otros tratamientos que destruyan los patógenos.
- Cultivos forrajeros secados al sol, recolectados antes de ser consumidos por los animales.
- Campos cercados a los que el público no tiene acceso.

Se considerará que la calidad del agua es conforme con las condiciones requeridas si las muestras recogidas en un mismo punto, durante un año, cumplen que:

- El 95 % de las muestras no exceden del valor límite establecido para nematodos intestinales.
- El 90 % de las muestras no exceden del valor límite establecido para coliformes [1].

Para cumplir los criterios de reuso expuestos se recomiendan los procesos relacionados en la tabla 4.

Tabla 4

Procesos de tratamiento sugeridos para cumplir con los criterios de las guías de reuso de residuales

Tratamiento	Cosechas que no se consumen de forma directa	Cosechas que se consumen cocinadas	Cosechas que se consumen crudas
Tratamiento primario	+++	+++	+++
Tratamiento secundario		+++	+++
Filtración con arena		+	+
Desinfección		+	+++
Criterios de salud	A+F	D+F	

donde

+++ Esencial

+ puede ser requerido en ocasiones

A: libre de sólidos groseros y significativa remoción de huevos de parásitos

D: No más de 100 coliformes por 100 ml en el 80 % de las muestras.

F: No uso de químicos que puedan dejar residuos indeseables en las cosechas.

Al adoptar una política de reuso que garantice la calidad del agua para el riego, deben ser monitoreados los parámetros críticos siguientes [1]:

- Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) < 20mg/L
- Sólidos Suspendidos (SS) < 30mg/L
- Turbidez < 2 Unidades después de la filtración
- Coliformes Totales < 22 NMP/100mL
- Cloro residual combinado 2~5 mg/L

Para garantizar que las aguas residuales que se generan en el complejo EMBER – Fábrica de galletas puedan ser vertidas sin que causen daños ambientales como los descritos anteriormente se hace necesario implementar un sistema de tratamiento que bien podría estar conformado por tanques sépticos y un sistema de humedales que posibiliten eliminar las cargas contaminantes que las mismas presentan al poder ser considerados como reactores biológicos.

Teniendo en cuenta la información localizada en las bibliografías consultadas: [1,3]

- El rendimiento puede ser mejor en los sistemas de flujo subsuperficial comparado con los sistemas de flujo libre (FWS) ya que tienen un área sumergida mucho mayor que incrementa el potencial de crecimiento de la biomasa fija.
- El área física requerida para los sistemas de flujo subsuperficial (SFS) generalmente es menor que la de un sistema FWS.
- Los sistemas de flujo subsuperficial (SFS) se diseñan con el objeto de proporcionar un tratamiento secundario avanzado.
- Los sistemas FWS, generalmente, se emplean para tratamientos finales de afinamiento.
- Los humedales diseñados para el tratamiento de aguas residuales de tipo industrial que contienen grandes composiciones de sólidos inorgánicos pueden necesitar un tanque o laguna de sedimentación antes del humedal, para evitar una rápida acumulación de sólidos inorgánicos en el mismo.

CONCLUSIONES

- En los residuales líquidos del complejo alimenticio EMBER - Fábrica de Galletas se encuentran altos contenidos de sólidos y coliformes que superan las normas de vertimiento vigente.
- Se recomienda implementar un sistema de tratamiento conformado por tanques sépticos y un sistema de humedales que posibiliten eliminar las cargas contaminantes que se vierten al entorno.

BIBLIOGRAFIA

1. ÁLVAREZ VEGA, José Fernando: "Tratamiento de aguas residuales mediante filtros verdes". Tesis en opción al grado científico de máster en Ingeniería Hidráulica. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Centro de Investigaciones Hidráulicas. La Habana, Cuba, 2004.
2. Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de la Provincia Guantánamo. "Caracterización de los residuales líquidos de la EMBER Guantánamo. Informe inédito". Cuba. 2007
3. CRITES, Ron; TCHOBANOGLIOUS, George: "Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados." McGraw-Hill Interamericana S.A, Colombia, 2000.
4. Oficina Nacional de Normalización. "Norma Cubana 521: 2007 Vertimiento de aguas residuales a la zona costera y aguas marinas-especificaciones". 2da Edición. La Habana. Cuba.
5. HERNÁNDEZ M., A. *et al.* "Manual de depuración Uralita", Editorial Paraninfo S.A. España. 1996.
6. METCALF & EDDY. Ingeniería de aguas residuales. Tratamiento vertido y reutilización, pp. 1051-1150. 1995.

Recibido: Septiembre 2016

Aprobado: Diciembre 2016

MsC. Telvia Arias-Lafargue. Facultad Ingeniería Química, Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba. tal@fiq.uo.edu.cu