

CUANTIFICACIÓN Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS EN LA PLANTA PARA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) EN CICABA

Gonzalez Muñoz María Mercedes¹ (1), Cuevas Rodríguez German (2)

¹[Ingeniería Ambiental, Universidad de Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [mm.gonzalezmunoz@ugtomx.onmicrosoft.com]

²[Ingeniería Civil, División de Ingenierías, Campus Guanajuato] | Dirección de correo electrónico: [german28@ugto.com]

Resumen

El proyecto se llevó a cabo en la empresa CICABA, para la cuantificación, cualificación y valorización de los residuos sólidos y líquidos, generados durante el proceso de tratamiento de aguas residuales. Las estimaciones de los volúmenes de residuos se obtuvieron pesando a diario durante una semana; la medición de caudales se estimó con el monitoreo del Canal Parshall, posteriormente, se calculaban los gastos diarios con uso de una ecuación matemática ya establecida; la cualificación de residuos se estimó con una separación física de los mismos y consulta bibliográfica. Los resultados arrojan que el tratamiento de aguas residuales no cumple con las condiciones de descarga, establecidas por la NOM-001-SEMARNAT-1996, esto se debe a la cantidad de residuos que se depositan en el pretratamiento; estos residuos se conforman por vísceras, pelo, sangre, pezuñas, huesos, producto de decomiso y grasas. Los residuos generados en el proceso de tratamiento de aguas residuales presentan gran potencial de aprovechamiento como materia prima para la generación de biodiesel y biogás, esto a su vez estabilizan las condiciones de descarga del efluente.

Abstract

The project was carried out in the company CICABA, for quantification, qualification and recovery of the solid and liquid wastes generated during the process of wastewater treatment. The estimates of the volumes of waste were obtained by weighing daily during a week. Measurement of flows are estimated with the monitoring of the Channel Parshall, subsequently, it is estimated the daily expenses using the mathematical equation to calculate the costs through the width of groove of the canal and its height. The qualification of waste was estimated with a physical separation of the same and bibliographical consultation. The results show that the wastewater treatment does not meet the terms of download, established by the NOM-001-SEMARNAT-1996, this is due to the amount of waste that are deposited in the pretreatment. These residues are conformed by viscera, hair, blood, hooves, bones, product of confiscation and fats. The waste generated in the process of wastewater treatment have great potential for use as raw material for the generation of biodiesel and biogas, this in turn stabilize the conditions of effluent discharge.

INTRODUCCIÓN

Generación de los residuos cárnicos durante la matanza de cerdos

La evaluación del volumen de agua necesaria para convertir a un lechón de peso vivo promedio de 100 kg en carne para consumo humano, depende del grado de tratamiento de los subproductos que se lleva a cabo en los locales. Durante el proceso de producción de carne de cerdo existen etapas generadoras de aguas residuales, dentro de las cuales se encuentran: Recepción de porcino 15 litros de agua por cerdo procesado. Aturdimiento e Insensibilización 6 Litros de agua por cerdo procesado; proceso de rasurado (depilación) y retiro de piel 60 litros por cerdo procesado. Evisceración y división de canal 40 litros por cerdo procesado. Inspección post mortem y procesamiento de vísceras 50-100 litros por cerdo procesado. Lavado de canal, es lavada con agua a presión o manguera simple, el caudal utilizado durante el proceso no ha sido cuantificado. Limpieza de instalaciones se lavan diariamente, incluso dos o más veces, dependiendo de la cantidad de cerdos procesados, este proceso se realiza con agua a presión o bien incluyendo el uso de detergentes, productos alcalinos (para la remoción de grasa y proteína), desinfectantes, o una mezcla de los anteriores, cabe señalar que para este proceso tampoco existe una cuantificación de los caudales de agua utilizado]. La demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) de las aguas residuales provenientes de un rastro de cerdos, podría girar en torno a las 1250 ppm y la demanda química de oxígeno de aguas residuales (DQO) a las 2500 ppm. Estos niveles medios parten del supuesto de una recuperación máxima de los desechos en la fuente mediante una eficaz administración y la recuperación de subproductos [1].

Simbiosis Industrial

La Simbiosis Industrial es el intercambio de materiales entre varios sistemas productivos de manera que el residuo de uno es materia prima para otros y su implantación promueve una red de empresas. La simbiosis industrial nació con un objetivo puramente económico. Aunque siempre se ha reconocido que conlleva buenas consecuencias ambientales [4].

Central Industrializadora de Cárnicos del Bajío (CICABA)

La empresa CICABA (Central Industrializadora de Cárnicos del Bajío), se encuentra ubicada en la Carretera Federal La Piedad-Pénjamo S/N Palo Alto de Abajo Km 26F en el municipio de Pénjamo, Guanajuato. La empresa CICABA, es un establecimiento Tipo Inspección Federal (TIF), es una instalación de sacrificio de animales de abasto, frigoríficos e industrializadores de productos y subproductos cárnicos, que es objeto de una inspección sanitaria permanente, en la que se verifica que las instalaciones y los procesos cumplan con las regulaciones que señala la SAGARPA para que los alimentos sean inocuos; procesa 2100 cerdos diarios y tiene de 110 a 250 empleados, la empresa pertenece al Corredor Económico Irapuato-Pénjamo; Agroindustrial-Biotecnológica [5]. Actualmente CICABA, cuenta con varias simbiosis establecidas dentro de su Planta de producción. La primera es la producción de biogás en el proceso de tratamiento de Aguas Residuales, este biogás se dirige a las calderas; el producto de decomiso (producto no aprovechable o en descomposición) y la sangre del cerdo, se procesa en una planta de rendimiento para producir harinas dirigido para alimentación de animales; Los cerdos que llegan muertos se venden al Zoológico de La Piedad, Michoacán como alimento para los animales. Aunque ya existen simbiosis establecidas para el aprovechamiento de los residuos provenientes de los procesos de producción, aún hay cantidades significativas de residuos desaprovechados, como lo son grasas de cerdo, sólidos (vísceras rojas, vísceras verdes, pedacera de hígados y corazón de pollo), pelo, pezuñas, sangre y material de

decomiso y fluidos no aprovechables. Todos estos residuos no aprovechados son depositados en una fosa en el suelo en un terreno cercano a la Planta de CICABA; al llevarse a cabo el enterramiento de residuos provoca contaminación de suelo y puede que haya una infiltración al subsuelo, lixiviación a cuerpos de agua cercanos; además de que al ser materia orgánica en descomposición de la misma provoca focos de infección y malos olores a la población cercana; esto provocaría la inconformidad de la población aledaña a la zona de Palo Alto de Abajo. Además que estos residuos desaprovechados podrían generar un incremento a las utilidades de las simbiosis ya establecidas en la empresa de CICABA.

MATERIALES Y MÉTODOS

El tratamiento de agua residual de CICABA, se divide en tres partes en pretratamiento, tratamiento primario y tratamiento secundario. El pretratamiento, comienza en 2 registros hidráulicos con trampas de grasas, la grasa se retiene por sedimentación, los sólidos en suspensión y por flotación el material graso. La primera trampa proviene de proceso de mantequera y la segunda trampa proviene de matanza. Enseguida está el cárcamo de bombeo, está formado por un canal de rejillas de 0.60 metros de ancho, aquí llegan el efluente proveniente de matanza y vísceras; en esta parte se extraen los sólidos mayores a 2" de diámetro. El tratamiento primario comienza en el canal desarenador, se cuenta con tres canales desarenadores; cumple con la función de remover partículas de arenas con velocidad de sedimentación superior a 1.0 m por minuto pero al proceso no solo llegan arenas si no también pedacitos de vísceras rojas y verdes. El efluente cae a un vertedor rectangular para homogeneizar la velocidad del efluente a 0.3 m/s, enseguida cuenta con un desnivel para la sedimentación de arenas con velocidad superior a 1 metro por minuto; el efluente pasa a un canal parshall de 3 " de garganta libre de sólidos y arenas. Por último el efluente llega a un tanque de igualación que cuenta con dos mezcladores sumergibles marca Flygt, estos mezcladores evitan la formación de natas y homogenizan la mezcla. El efluente de agua residual mezclado se dirige hacia 3 biodigestores anaerobios, para producción de biogás, enseguida de cada uno de los

biodigestores salen biosólidos residuales, estos caen en conjunto con el efluente de agua residual a una laguna en la que se lleva a cabo el proceso de sedimentación de los mismos; para finalizar el proceso de tratamiento de aguas residuales el efluente de agua residual va a una laguna de maduración en la que entra en contacto con algas para oxigenación (eliminación de patógenos), para que el efluente sea descargada a la presa de Palo Alto de Abajo, Guanajuato. La caracterización de Aguas Residuales, fue proporcionada por la empresa CICABA; esta caracterización fue llevada a cabo en el Laboratorio de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad de Guanajuato. Se consideraron los parámetros de la Normativa Mexicana vigente en Materia de Agua Residual; NOM-001-SEMARNAT-1996, establece los Límites máximos permisibles de los contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y cuerpos nacionales (SEMARNAT, 1996). Los caudales de la PTAR de CICABA; fueron obtenidos por medio del Canal Parshall, es un dispositivo de medición experimental autorizado por CONAGUA. Los caudales de la PTAR de CICABA; fueron obtenidos por medio del Canal Parshall, es un dispositivo de medición experimental autorizado por CONAGUA. Las alturas del canal Parshall fueron monitoreadas por un periodo de 5 días, cada hora durante 8 veces al día; la medición iniciaba aproximadamente a las 8:30 a.m. y finalizaba aproximadamente a las 3:30. Al finalizar el quinto día de recabar los datos se calcularon los gastos y se crearon promedios, para determinar el gasto diario, semanal y mensual de CICABA. La cuantificación y cualificación de residuos del proceso de la PTAR, se realizó en un periodo de cinco días. Se cuantificaron una vez al día; los residuos se conjuntaban en una carretilla, debajo del tope de la carretilla, en la superficie de la carretilla se colocaba una bolsa de polietileno y alrededor cinta para sellar el residuo, enseguida se llevaba a pesar el residuo en una báscula de piso electrónica marca Torrey, modelo PLP. La cuantificación de la generación de biogás se monitorea de un medido digital, todos los días, al finalizar el proceso. Por lo que se recabaron los datos de la generación del biogás que se han generado desde enero de 2015 hasta mayo de 2016. Para finalizar se analizaron todos los datos obtenidos, cuantificación de agua residual, generación de residuos y biogás; para dar valoraciones a los residuos den soluciones a las

problemáticas ambientales que enfrenta la empresa CICABA.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinó que la empresa CICABA tiene una generación de 1,056.38 m³ diarios de agua para el procesamiento de 2,100 cerdos diarios, que mensualmente representaría 25,353.12 m³ de agua. En la bibliografía solo se reporta un consumo de 0.530 m³ diarios de agua por cerdo, 464.1 m³ diarios por la producción 2,100 cerdos y 11,138.40 m³ de agua mensuales (Signorini Porchietto, et.al, 2006). Se comparó la caracterización del agua residual, con los valores establece la NOM-001-SEMARNAT-1996, para uso de riego agrícola; muestra valores por encima de la normativa, los valores que se encuentran fuera de norma son la DBO5 con 350 mg/l; Sólidos sedimentables (Ssed) con 2.5 mg/l; Nitrógeno total de 320 mg/l. Los puntos de generación de residuos en el proceso PTAR son los siguientes: trampa de grasas 1 y 2, cárcamo de bombeo, canales desarenadores y vertedor rectangular. La cantidad de residuos se muestran en la Tabla 1 y 2. Las grasas de cerdo tiene posibilidad de ser materia prima para la generación de biodiesel; debido a que se ha reportado un rendimiento del 91.2% de rendimiento en reacciones de transesterificación de ácidos grasos (Universidad de Caldas, 2012). Con los residuos cárnicos se pueden producir de 100-170 m³/t de biogás (Aqua Limpia Engineering, 2012). Por lo que con el uso de los residuos del cárcamo de bombeo y canales desarenadores, se proyecta que se pueden aumentar 513 m³ de biogás mensuales; ya que en el año 2015 se obtuvieron 283,652 litros de biogás con lo que se cubrió el 50.34% de la demanda de combustible anual y con esto se obtuvo un ahorro económico de 1, 880,949.15 pesos mexicanos; en lo que va del año se han obtenido 98,609.5 litros de biogás con lo que se ha cubierto el 38.52% de la demanda de combustible de la empresa CICABA y se ha tenido un ahorro económico de 621,239.85 pesos mexicanos.

La evaluación a la problemática de la empresa CICABA, se generaron las siguientes propuestas de simbiosis: una opción se basa en la separación de drenajes en pluviales, sanitarios e industriales, para establecer una simbiosis de los residuos generados en el cárcamo de bombeo hacia la planta de rendimiento; o se pueden enviar los

residuos del cárcamo de bombeo y de los desarenadores a los biodigestores pero con un pretratamiento basado en un molido para lograr un menor tamaño de sólido; fabricación de biodiesel a partir de las grasas de las trampas o venderlo a una empresa para su valorización; arenas generadas en el vertedor rectangular se pueden compostear para producir abono para las plantas; o donarlo a campesinos aledaños a la zona; modificación a la laguna de maduración mediante el establecimiento de una fuente ornamental con el fin de airear los efluentes de agua. Así mismo una simbiosis para experimentación se puede realizar con el pelo de los cerdos que no se va al drenaje; se evaluaría la posibilidad de la creación de paneles aislantes térmicos o de sonido para la industria de la construcción.

CONCLUSIONES

El aprovechamiento de residuos, existen áreas de oportunidad en el establecimiento de simbiosis, principalmente en los residuos del cárcamo de bombeo para la generación de harinas de carne o aumento en la producción de biogás; Las trampas de grasas tienen gran potencial en la generación de biodiesel pero se debe realizar una investigación adecuada para saber si el proyecto es viable, o si es necesario buscar otras valorizaciones para las grasas. Los beneficios económicos serían; disminución en la posibilidad de contaminación del área de producción por fauna nociva; un incremento en la producción de biogás, hasta que el porcentaje de combustible para las calderas, sea el mínimo; obtención de un ahorro económico, por la disminución en la compra de biodiesel para transportes bensa transportes Bensa u obtención de utilidades por venta de grasas a alguna empresa para su valorización; ahorro monetario al disminuir la fauna nociva. Los beneficios sociales; el establecimiento de relaciones sociales con la comunidad beneficiada con las arenas para usarlas como fertilizante; cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996, esto disminuiría las problemáticas con la población aledaña a la zona provocada por las mala calidad de las descargas del agua residual, generación de empleos con el establecimiento de las nuevas simbiosis; reconocimiento social y político, como empresa socialmente responsable al realizar proyecto por el medio ambiente. Los beneficios

ambientales; disminución del riesgo de contaminación de suelos por el enterramiento de los residuos; disminución de consumo de combustibles fósiles y menor cantidad de generación de gases efecto invernadero; disminución de focos de infección para la salud pública y animales de la región; descarga del efluente con las condiciones que establece la NOM-001-SEMARNAT-1996. Por último, se debe realizar un análisis a fondo de estas simbiosis o propuestas de solución a la problemática ambiental de CICABA, para la determinar qué soluciones son las más factibles, dependiendo de sus políticas como empresa y el costo-beneficio, que representaría cada una de estas áreas de oportunidad para la empresa CICABA.

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento a la Empresa CICABA S.A. de C.V. y a la Universidad de Guanajuato, por darme la oportunidad de llevar a cabo el proyecto.

REFERENCIAS

- [1] Signorini Porchietto Marcelo, (2006), Evaluación de los Riesgos de los Rastros y Mataderos México D.F., COFEPRIS.
- [2] Cleaner Production Assessment in Meat Processing, 1998, COWI Consulting Engineers and Planners AS, Denmark, 25-41. Recuperado de <http://www.unep.fr/shared/publications/pdf/2482-CPmeat.pdf>
- [3] Departamento de agricultura, FAO, Food and Agriculture Organization, 2014, capítulo 14 Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/004/T0566S/T0566S14.htm>
- [4] Cervantes Torre-Marín, G, (2014), Ecología industrial y desarrollo sustentable, 63-65. Recuperado de http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen13/ecologia_industrial.pdf
- [5] Manual de inspección a establecimientos federales TIF, (2009), 18-29. Recuperado de http://anetif.org/files/pages/0000000024/manual_inspeccion.pdf

Tabla 1: Generación de residuos por una producción de 2100 diarios. Se considera que por cada cerdo de 100 kg se pierde del 14 a 15 % en peso; estos pesos contemplan el volumen que se va a la planta de rendimiento. Fuente: Kofanor Alimentos, 2008.

GENERACION DE RESIDUOS TEORICA		
RESIDUO	%	Kg/día
pelo	1	2100
sangre	3.50	7350
pezuñas	2.50	525
vísceras	6.50	13650
decomiso	0.161	33.81
hueso	3.20	6762
Total		3042.81

Tabla 2: Generación de residuos por una producción de 2100 diarios. Estimación experimental en la empresa CICABA. 2016

GENERACION DE RESIDUOS EXPERIMENTAL		
PROCESO	Kg/día	Kg/mes
Trampas de grasas 2	21.58	431.6
Trampas de grasas 1	82.26	658.08
Desarenador	66.18	1588.32
Cárcamo de bombeo	1251.84	3044.16
Total	1421.86	32722.16