

CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL DEL COMBINADO INDUSTRIAL HATUEY (I PARTE)

Telvia Arias Lafargue, Oscar Reyes Yola
Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Oriente

Se caracterizaron ambientalmente los procesos de producción de cervezas y alcoholes en el combinado industrial Cervecería Hatuey–Cuba Ron, realizando un análisis crítico de la tecnología utilizada actualmente teniendo en cuenta que la vía más eficiente y eficaz de resolver los problemas de contaminación ambiental está asociada con la prevención. La caracterización abarcó también los procesos auxiliares imprescindibles para el desarrollo de los procesos productivos. Finalmente se presenta el análisis ambiental de un combinado sui géneris en Cuba por la variedad de surtidos que en este se elaboran y las características de su ubicación. El trabajo permitió determinar que los mayores impactos ambientales negativos y riesgos los genera la Cervecería “Hatuey” por lo que deben priorizarse allí las medidas de mitigación necesarias, siendo la contaminación atmosférica y la de las aguas las que más se manifiestan. Por otra parte se corroboró que la eliminación de la producción de aguardiente en la destilería de la empresa Cuba Ron permitió disminuir considerablemente la carga contaminante referida a DBO_5 o DQO , destinadas al río Yarayó aunque es necesario señalar que esto ha ocasionado algunas afectaciones de carácter productivo, y que aún se continúan descargando aguas residuales sin ningún tratamiento.

Palabras clave: contaminación ambiental, diagnóstico ambiental.

Were characterized environmentally production processes of beers and spirits in the industry combined Hatuey Brewery-Cuba Ron, A critical analysis of the technology used currently considering the most efficient and effective way to solve environmental pollution problems associated with prevention. The characterization also included auxiliary processes essential to the development of production processes. Finally we present the environmental assessment of a sui generis combination in Cuba by the variety of sets that this is developed and the characteristics of their location. The work revealed that the major negative environmental impacts and risks are generated Brewery Hatuey so there should be prioritized necessary mitigation measures, with air pollution and water which is most manifest. Moreover, it was confirmed that the elimination of the production of rum at the distillery of the company allowed Cuba Ron significantly reduce the pollutant load referring to BOD_5 , COD , for the river Yarayó although it should be noted that this has caused some affectations of productive, and still continue discharging wastewater without any treatment.

Key words: environmental pollution, environmental analysis.

Introducción

El combinado industrial Cervecería Hatuey-Cuba Ron, fue construido hace más de 80 años para la fabricación de alcoholes, aguardiente, cervezas y maltinas de gran calidad. En la década del 70 se llevó a cabo la reconstrucción de la cervecería y desde el año 2008 dejó de producir aguardiente. Desde su fundación todos los residuales que generan sus procesos productivos son descargados al aire ambiente, y al río Yarayó, considerado una fuente contaminante aguas arriba de la bahía santiaguera, provocando impactos ambientales negativos en los diferentes compo-

nentes del ambiente natural y en la salud de los trabajadores, y de las personas que viven en los barrios aledaños al mencionado combinado.

La producción de cervezas y maltinas se realiza mediante la transformación de las materias primas en diversos procesos físicos, químicos y microbiológicos en plantas de procesos semicontinuas, entre los cuales se encuentran los siguientes: tratamiento de granos, proceso en caliente, proceso en frío, embotellado y envasado en cuñetes. El surtido que se elabora es amplio: cervezas de 10°, 12°, 16°, caldo y concentrado; maltinas y concentrado de maltinas, con produc-

ciones superiores a las 4 200 miles de cajas anuales. Mensualmente se realizan 30 cocimientos de cerveza y dos de maltina concentrada.

Para la producción de aguardiente se empleaba la miel final procedente de los centrales azucareros. En el año 2008 la corporación Cuba Ron suspendió la producción de aguardiente en Santiago de Cuba para disminuir la contaminación de la bahía, provocada por la descarga de la vinaza de la destilación alcohólica. Antes de suspender el proceso para la producción de aguardiente, este constituía la materia prima para la obtención de alcoholes.

Por esta razón hace aproximadamente 3 años que se emplea la flema procedente de las destilerías de algunos centrales azucareros para la producción de alcoholes de primera y de segunda, destinándose el primero a la industria farmacéutica y el segundo al uso como combustible doméstico. La sustitución del aguardiente por la flema ha provocado el incremento del costo de producción de los alcoholes debido al flete que se debe pagar para la transportación de la flema, materia prima que puede proceder de cualquier parte del país.

Caracterización ambiental de la Cervecería “Hatuey”

La caracterización del proceso permite definir la estrategia de análisis. Datos aportados por especialistas de la entidad reflejan que la Cerve-

cería Hatuey consume 20 litros de agua por cada litro de cerveza elaborada. Sin embargo la norma establece 10, existiendo industrias en el mundo cuyo índice de consumo es de 8. Esto significa que en la Cervecería Hatuey sin lugar a dudas hay un sobreconsumo de agua para la elaboración de sus productos por lo que se hace necesario la toma de medidas que reviertan la situación. La capacidad de almacenamiento de agua es de 2 870 m³.

En todo el proceso se generan residuales líquidos, sólidos, semisólidos y gaseosos los cuales se señalan en el esquema siguiente. Gran parte del polvo coleccionado en el proceso de limpieza de los granos de cebada malteada se emiten al aire exterior y otra parte se esparce en el área de trabajo; este polvo puede ocasionar neumoconiosis.

El condensado tecnológico procedente del macerador y del tacho se recupera en un tanque al efecto, perdiéndose una parte del vapor por la no existencia de trampas. El afrecho se almacena en silos para su posterior recogida por la Empresa de Porcinos para utilizarlo como componente del pienso. Sin embargo, muchas veces se derrama en el piso y de ahí pasa al sistema de alcantarillado que conduce al río Yarayó, mezclado con el que no se recupera totalmente por problemas en la tina de extracción. Este provoca fetidez y en ocasiones está por tiempo prolongado en espera de la entidad encargada de recogerlo para utilizarlo como alimento animal.

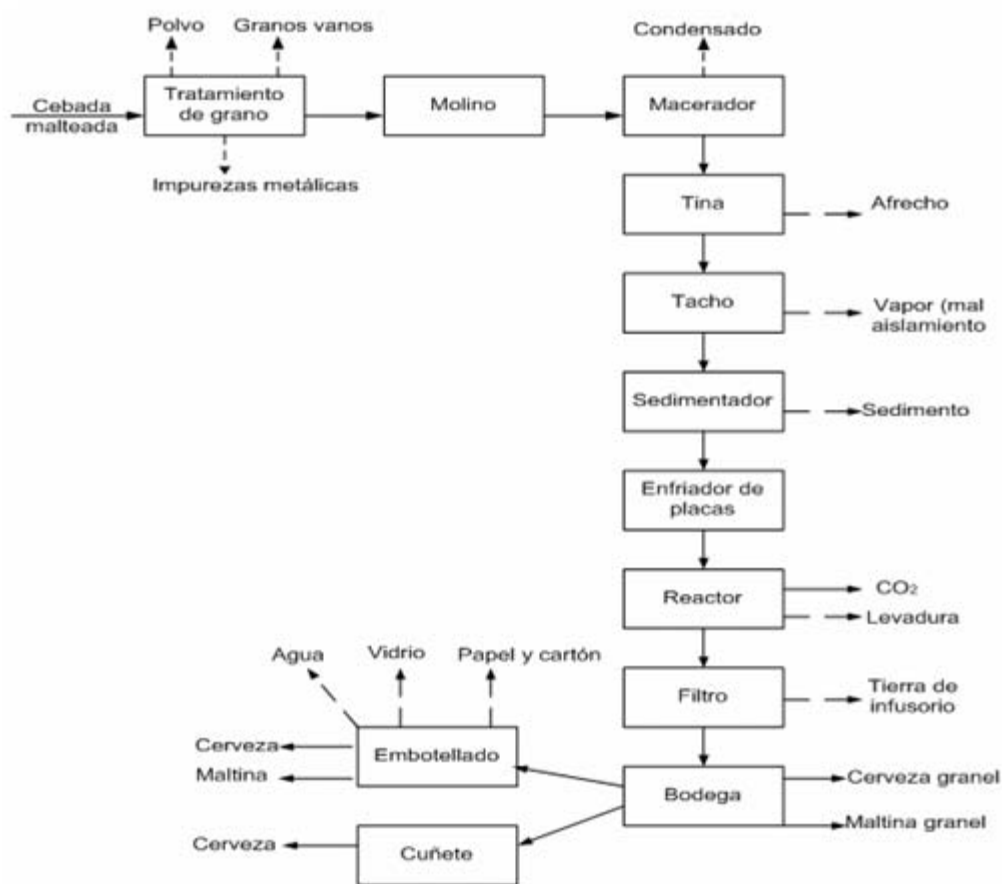


Diagrama de bloques del proceso de producción de cervezas y maltinas.

Leyenda: —→ Productos
 - - -→ Desechos

Una parte del sedimento del clarificador del caldo, se emplea en la tina y otra es vertida al sistema de alcantarillado. La levadura se recupera una parte para alimento animal, aunque en el área de almacenamiento se evidencia pestilencia debido al derrame continuo y cuando se limpia el local todo va a la red de alcantarillado junto a la que se desecha de los fermentadores.

Debido a las violaciones de los parámetros operacionales (afectaciones por falta de agua, violación en las pausas de maceración, hervidura no vigorosa o violaciones en la temperatura de fermentación) el empleo de la tierra de infusorios dura menos de lo previsto y como consecuencia los consumos y vertimientos de la misma son mayores. Además en la reducción del ciclo de filtración de cerveza influyen el cambio del tipo de lúpulo utiliza-

do, la eliminación de la filtración de mosto cervecero y la baja recuperación de la levadura. La tierra desechada va directo al sistema de alcantarillado donde crea obstrucciones y de ahí a la bahía creando deposiciones en su fondo marino.

Durante el proceso fermentativo se genera CO_2 , que se recupera en una planta diseñada para ello. Resulta evidente que todos los equipos y secciones que conforman el proceso de producción de cerveza necesitan con frecuencia una limpieza, y para esto se requiere de grandes volúmenes de agua, y la utilización de diferentes sustancias como son: hidróxido de sodio al 2 % y el ácido nítrico al 2 % para eliminar las incrustaciones de todos los equipos y el sistema de tuberías; y ácido peracético al 2 % para la desinfección en los tanques de fermentación.

Los tanques en los que se preparan las disoluciones de limpieza presentan un deterioro avanzado, realizándose las diferentes operaciones de manera manual y sin emplear medidas confiables, aumentando así las posibilidades de derrame de estas disoluciones. Para el lavado de los equipos se utilizan 80 hL de disolución de hidróxido de sodio que es recirculada por todos los equipos utilizándose para lograr una buena limpieza y para el enjuague utilizan 320hL/h de agua (4 veces la cantidad de solución a utilizar). Igual cantidad se utilizan de ácido nítrico y de ácido peracético.

Las aguas de limpieza de equipos, las aguas de lavado de las botellas y el agua fría y caliente que utilizan durante la pasteurización y no se recuperan, todas se vierten al alcantarillado. Se generan además vidrios y etiquetas que no se pueden vender totalmente a materia prima por no encontrarse en depósitos separados. También están los desechos que se encuentran dentro de las botellas que se lavan. Debe señalarse la influencia negativa que tiene el uso inadecuado por la población de las botellas para almacenar diferentes tipos de sustancias lo que repercute en el incremento de la cantidad de disoluciones agotadas y en el rechazo posterior de la cerveza embotellada decomisada,

la cual finalmente se destina a la canalización, además la generación de disoluciones básicas debido a la limpieza química de estas.

Para el envasado de la cerveza en cuñetes no se crearon las condiciones necesarias, desde el punto vista ambiental, pues la limpieza de estos se realiza con ayuda de una manguera que derrama constantemente 24 litros de agua por segundo, según las mediciones directas realizadas en el sitio. Por otra parte en estos procesos hay riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores de manera continua como se podrá apreciar seguidamente.

Un resumen de las sustancias contaminantes generadas por las producciones referidas y en lo cual debe hacerse mayor énfasis en la búsqueda e implementación de las medidas convenientes, se muestran en las tablas siguientes. Se podrá observar que son disímiles los residuales que se generan y que la mayoría no se recuperan, aún cuando es posible. De 15 sólo se recupera parcialmente el 33,33 % y aunque el 80 % puede ser reutilizado reduciendo la contaminación por su vertimiento solo el 13,33 % se reutiliza como alimento animal. Los escapes de amoníaco también ocurren a menudo, encontrándose expuestos a ellos los trabajadores del área de refrigeración constantemente.

Tabla 1
Residuales gaseosos

Denominación	Lugar de generación	Se recupera		Posible reuso	
		SI	NO	SI	NO
CO ₂	Reactores		x	x	
Gases de combustión	Calderas		x		x
Material Particulado	Tratamiento de grano		x		x

Tabla 2
Residuales sólidos

Denominación	Lugar de generación	Se recupera		Posible reuso	
		SI	NO	SI	NO
Afrecho	Tina de extracción	x		x	
Tierra de infusorio	Filtro de cerveza		x	x	
Vidrio	Embotellado	parcialmente		x	
Papel y cartón	Embotellado	parcialmente		x	
Plástico	Embotellado	parcialmente		x	
Polvo de cebada	Torre de grano		x	x	

Tabla 3
Residuales líquidos

Denominación	Lugar de generación	Se recupera		Posible reuso		Posible tratamiento	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Agua de enfriamiento	Embotellado Enfriadores		x	x			No es necesario
Agua caliente	Embotellado		x	x			x
Agua para la limpieza de los equipos.	Cervecería		x	x		x	
Agua de servicios	Cervecería		x		x	x	
Levadura	Reactores		parcial	X			X
Disoluciones de NaOH, NH ₃ y ácido peracético	Limpieza química de los equipos		x	x		Depende del nuevo uso que tenga.	

Algunas características de los residuales generados durante estos procesos productivos, determinadas ana-

líticamente en el laboratorio de química de la Universidad de Oriente, se presentan seguidamente.

Tabla 4
Características físicas de los residuos sólidos

Parámetro	Afrecho	Tierra de infusorio (Suspensión)	Crema de levadura (Semisólido)
ρ (kg/m ³)	1176,47	2710	1 013,46
μ (Pa*s)		0,888 8	1,168 1
W (kg/h)	23,63	25	28,17
Cenizas (%)	0,46 ± 0,08	84,22 ± 1,19	0,37 ± 0,23
Materia orgánica (%)	99,54 ± 0,06	15,77 ± 1,19	99,63 ± 0,23
Carbono (%)	57,73 ± 0,05	9,14 ± 0,64	57,79 ± 0,13
Humedad (%)	81,21 ± 1,06	69,808 ± 0,18	-
Grasas (%)	2,40 ± 0,14	-	38,26 ± 1,39
Nitrógeno total (%)	4,6 ± 0,24	-	-
Proteína bruta (%)	28,75 ± 1,52	-	-
pH	5,36 ± 0,14	4,73 ± 0,14	4,27 ± 0,14
Olor	cebada	cerveza	cerveza
Color	marrón	Gris-blanco	Crema característico
Tacto	-	granulosa	cremosa

La caracterización de los residuos refleja que la levadura y el afrecho poseen un porcentaje de materia orgánica y de carbono elevado lo que indica su procedencia, con humedad alta debido al proceso tecnológico. Sin embargo después de un tratamiento de secado el afrecho puede llegar a tener una humedad del 10 % lo que favorece la estabilidad y la conservación del mismo, garantizándose que no se pierdan sus cualidades como

alimento animal durante su transportación y almacenamiento. El contenido de nitrógeno y proteína que este posee justifica su uso como alimento animal. En el caso de la tierra de infusorio el contenido de cenizas es elevado indicando el alto contenido de sustancias inorgánicas presentes, lo cual está en correspondencia con el origen de la misma, corroborado por el resultado del contenido de materia orgánica y carbono.

Tabla 5
Características de los residuales líquidos diciembre 2009

Parámetro	Unidad de medida	Elaboración	Pasteurización	Norma cubana
pH	Unidades	7,97	8,05	6-9
CE	μ S/cm	300	260	3500
turbiedad	UTN	99	12	-
Temp.	C	44	70	50
SST	mg/L	225	190	-
NH ₄ ⁺	mg/L	< 0,05	< 0,05	20
PO ₄ ³⁻	mg/L	0,377	0,377	10
DBO ₅	mg/L	61	12	60
DQO	mg/L	197	36	120
DBO ₅ /DQO		0,30	0,33	0,5
Coliformes totales	NMP/100mL	> 110 000	> 110 000	-
Coliformes fecales	NMP/100mL	> 11 000	2300	-

En el caso de los residuales líquidos se puede apreciar que la turbiedad, los sólidos suspendidos y la presencia de coliformes presentan valores muy superiores a la norma de vertimiento, que establece en este último parámetro que no deben poseerlos. Sin embargo en el caso del agua que sale de elaboración también se viola lo normado en cuanto a los valores de DBO₅ y DQO, observándose que la corriente de pasteurización posee un ligero exceso de temperatura.

En el diagnóstico ambiental se analiza el cumplimiento del plan técnico económico y las buenas prácticas en las actividades industriales, así como el conocimiento de las normas existentes para la explotación adecuada de los recursos con que se cuenta. Su análisis demuestra que el costo de la producción mercantil se afecta por el crecimiento de los precios de las principales materias primas sin tener acceso a cambiar, corrigiéndose las fichas de costo en el 2007. En los años 2005 y 2006 la producción física se incumple por mala planificación y mal estado técnico de los equipos que no reciben o recibían mínimos recursos para el mantenimiento preventivo, cambiando la política en este sentido en el 2007.

Se hizo un diagnóstico para establecer el sistema de riesgos y puntos críticos de control para la planta de llenado de barriles que generó un plan de medidas que no ha podido cumplirse por falta de recursos materiales. Se tiene un sistema de ins-

pección de todos los puntos críticos de la producción y planificados los muestreos para reducir las pérdidas de materias primas, productos y garantizar la calidad de la producción, contando con un sistema de registro. Existe un programa de mantenimiento preventivo planificado. Se han trazado estrategias y planes de medidas para mejorar las condiciones higiénicas ambientales y se desarrolla un proyecto de reconstrucción del canal de desagüe que está en extremo deteriorado.

La caracterización se complementa con el análisis de los impactos ambientales y los riesgos más significativos que pueden presentarse en cada uno de los equipos del proceso tecnológico. La tabla siguiente muestra un ejemplo en la que se identifican y valoran los riesgos y los impactos que se manifiestan. Como se puede apreciar la contaminación de las aguas y de la atmósfera son los impactos que más se manifiestan en la industria, coincidiendo así con dos de los problemas ambientales generales identificados en el mundo, el país y el propio territorio, de ahí la necesidad de tomar medidas que contribuyan a su disminución.

Los daños respiratorios por la emisión a la atmósfera del polvo de la cebada malteada; los riesgos por quemaduras por el mal estado técnico del aislamiento térmico de algunas tuberías y los escapes de vapor en secciones como la del embotellado; así como la caída a nivel en el área de elaboración constituyen los riesgos que más pueden presentarse.

Existen otros riesgos en la industria como la contaminación química que puede presentarse en varias zonas pudiendo afectar toda el área y a la población de los alrededores. Estos pueden surgir por diferentes eventos naturales, tales como, los sismos de gran intensidad, explosiones o errores en la manipulación de las sustancias, los medios y equipos. También hay riesgo de inundación por intensas lluvias asociadas o no a huracanes debido a la ubicación de la industria en un sitio de alto nivel del manto freático (60 cm) y al mal estado del sistema de drenaje, el cual presenta tupiciones constantes por el vertimiento de sólidos industriales.

Consideraciones finales de cervecería

Durante todo el proceso de producción de cervezas y maltinas se contamina el agua y la atmósfera de forma continua debido a la no recuperación de subproductos por el mal estado técnico de algunos equipos, tampoco se aprovechan los desechos que se generan por lo que son muchos los impactos negativos que se provocan tanto al entorno como a la salud de trabajadores y miembros de la comunidad. Existen problemas ambien-

tales por problemas operacionales, falta de instrumentación, automatización y mantenimiento. Son múltiples los riesgos que se pueden manifestar y para los cuales resulta imprescindible la toma de medidas inmediatas.

Diagnóstico ambiental de la destilería

Datos aportados por especialistas de la entidad reflejan que la destilería consume al año 65 172,31 m³ de agua. Esta cuenta con una capacidad de almacenamiento de agua de 1 866 m³.

En la producción de aguardiente se obtenían como residuales durante el proceso de fermentación el dióxido de carbono que se recuperaba en su totalidad para su posterior uso en la carbonatación de bebidas y el fondaje de los fermentadores, una suspensión rica en levaduras que se recuperaba para la alimentación animal. Durante la destilación, en la columna de aguardiente se obtenía la vinaza, un residual muy agresivo, altamente corrosivo por sus características ácidas y elevada temperatura, rico en proteínas y minerales, cuya descarga en su totalidad a la bahía santiaguera provocaba serios impactos ambientales en dicho ecosistema costero.

Tabla 6
Etapa en caliente

Equipo	Aspecto	Impacto ambiental	Carácter del impacto	Valoración del impacto	Total	Riesgo	Valoración del riesgo	Total
Molinos (3)	Atascamiento y pérdida de materia prima	Contaminación de las aguas	Negativo	Moderado (4)	54	Caida a nivel	Moderado (4)	38
	Emisión de energía térmica	Contaminación atmosférica	Negativo	Moderado (4)		Quemadura	Alto (6)	
Maceradores (2)	Vertimiento de residuales	Contaminación de las aguas	Negativo	Moderado (4)	54	-	Leve (2)	38
	Emisión de energía térmica	Contaminación térmica	Negativo	Leve (2)		Quemadura	Alto (6)	
Tina de extracción (1)	Residuales sólidos	Contaminación de las aguas	Negativo	Crítico (10)	54	Obstrucción	Crítico (10)	38
	Emisión de energía térmica	Contaminación térmica	Negativo	Crítico (10)		Quemadura	Crítico (10)	
Tacho (1)	Residuales líquidos	Contaminación de las aguas	Negativo	Crítico (10)	54	-	--	38
	Partículas en suspensión	Contaminación de las aguas	Negativo	Crítico (10)		-	--	

En la producción de alcoholes los residuales generados son líquidos: agua de luterio y aceite de fusel, ninguno de los dos se recupera aunque pueden ser muy útiles en el aprovechamiento del

calor que tiene la primera y en la industria de los cosméticos el segundo. Un esquema con los desechos y productos obtenidos en la destilería se muestra seguidamente:

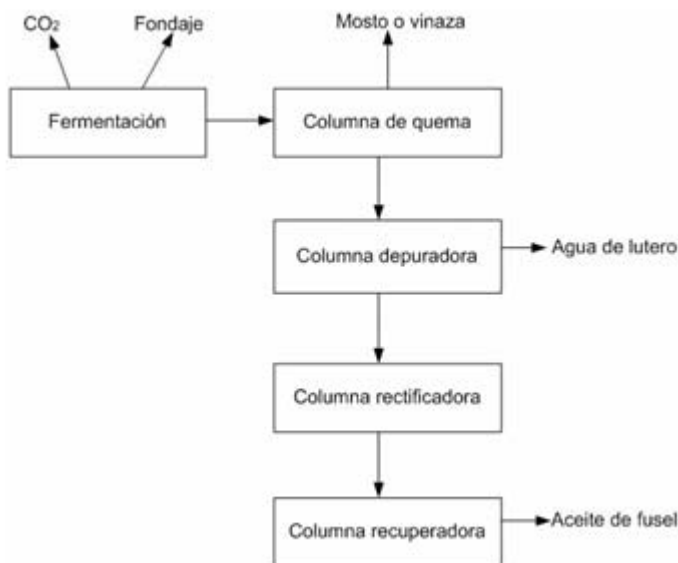


Diagrama de bloques del proceso de producción de alcoholes y aguardientes.

Siguiendo el mismo procedimiento que se utilizó para el análisis del cumplimiento del plan técnico económico de la cervecería se apreció que en los años 2005 y 2006 no se cumplió, debido a la falta de fluido eléctrico, de agua, combustible y materia prima; problemas operacionales de la caldera, abundantes lluvias y roturas de equipos. No existe licencia sanitaria pues la empresa no cumple con algunos requisitos higiénicos sanitarios, debido a que el drenaje carece de la capacidad adecuada y la infraestructura es mala por presentar problemas con el techo y paredes desconchadas, además de salideros. Se realizó una evaluación ambiental que arrojó una puntuación de 79, cuando el mínimo a obtener es de 85 puntos según establece el CNICA. No obstante sí cumplen las especificaciones de calidad de los productos finales. Existe un programa de mantenimien-

to preventivo planificado y se cuenta con los registros correspondientes.

En las siguientes tablas se presenta un resumen de las principales características de los residuales que se generan durante la producción de alcoholes, así como la caracterización del agua de luterio y de las aguas residuales de la salida general de la destilería, ambas realizadas a muestras tomadas en diciembre del año 2009 y caracterizadas por especialistas de los laboratorios de recursos hidráulicos en Santiago de Cuba.

Como se puede apreciar los sólidos, la turbiedad y la temperatura que presenta la salida de la destilería superan los valores normados, sin embargo estos son muy inferiores a los que se podían encontrar cuando en la planta se fabricaba el aguardiente, debido a la alta carga orgánica que el mosto residual presenta.

Tabla 7

Características del agua de luterio diciembre 2009

Parámetro	pH	CE	Turb.	Tem p.	Cenizas	Residuo Seco	DBO ₅	DQO	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
Unidad de medida	Unidades	μ S/cm	UTN	°C	%	%	mg/L	mg/L	NMP/100 mL	NMP/100 mL
Agua de luterio	8,26	21,16	-	96	0,15	0,09	-	-	-	-
Norma Cubana	6-9	3500	-	50	-	-	60	120	-	-

Tabla 8
Residuales de la producción de alcoholes

Nombre	Lugar de generación	Se recupera		Posible reuso		Posible tratamiento	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Agua de luterio	Columna depuradora		x				
Aceite de fusel	Columna rectificadora		x	x		x	
Agua para la limpieza de los equipos.	Destilería		x	x		x	
Agua para los servicios	Destilería		x		x	x	

Tabla 9
Características de la salida general de la destilería diciembre 2009

	pH	CE	turbiedad	Temp.	SST	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	DBO	DQO	Coliformes Totales	Coliformes fecales
Unidad de medida	U.	μ s/cm	UTN	°C	mg/L	mg/L	mg/L	mg/l	mg/l	NMP/100ml	NMP/100ml
Salida destilería	7.3	300	95	75	492	0,259	0,377	24	73	Mayor de 110 000	2300
Norma	6-9	3500	---	50	---	20	10	60	120	---	---

Seguidamente se presentan los riesgos e impactos que se identificaron en la destilería, incluyendo los que se manifestaban cuando se producía aguardiente en la planta, con el propósito de analizar la mejoría de la situación ambiental después de la suspensión de la producción de aguardiente.

La fabricación de alcoholes y aguardiente, contribuye a la contaminación de las aguas y la atmósfera, coincidiendo con dos de los problemas ambientales generales identificados en todos los ámbitos. Todos los residuales de la destilería, se vierten al medio ambiente sin ningún tipo de tratamiento. La columna de fusel no cuenta con los dispositivos necesarios para la separación del aceite por lo que este es recirculado a la columna rectificadora constantemente hasta que se descarga totalmente al alcantarillado.

Por otra parte hay que señalar la necesidad del calentamiento previo del alcohol flema, utilizado como materia prima en lugar del aguardiente para la producción de alcoholes de 1ra y de 2da, lo que implica incremento del consumo de vapor de despojamiento suministrado a la columna depuradora para la rectificación y por ende mayor consumo de combustible e incremento de la emisión de gases producto de la combustión, lo que contribuye a incrementar los problemas de contaminación atmosférica.

En estos procesos, hay riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores de manera continúa, destacándose las quemaduras por el mal

estado técnico del aislamiento de algunas tuberías, y la alta temperatura que presentan las columnas y los condensadores; así como caídas a nivel en toda el área de destilación, también existe peligros por los diferentes productos almacenados en un local con poca ventilación y ubicado al lado del comedor obrero.

Con el propósito que garantizar la autonomía en la generación de vapor se instaló una caldera de 5 ton.h⁻¹ de generación de vapor en el espacio que ocupaban los tanques de fermentación, sin embargo la ubicación de la chimenea hacía que el humo generado durante la combustión se mantuviera constantemente en la zona de trabajo afectando al aire del entorno.

Consideraciones finales de destilería

En la producción de aguardiente y alcohol el principal problema ambiental resultaba la generación del mosto o vinaza cuyo volumen y características implican grandes afectaciones al medio acuático. Sin embargo, se genera también el agua de lucero y el aceite de fusel que pueden aprovecharse íntegramente como materia prima para el mismo proceso o en la perfumería. Debe enfatizarse en el hecho de que el traslado del proceso de aguardiente debe implicar una disminución considerable de las afectaciones a la bahía santiaguera pero si no se le anexa una planta de tratamiento la contaminación en el sitio donde fue ubicada será de gran envergadura.

Tabla 10
Destilería Hatuey

Equipo	Aspecto	Impacto ambiental	Carácter de impacto	Valoración de impacto	Total	Riesgo	Valoración del riesgo	Total
Tanques de almacenamiento de miel (2)	Derrame de miel	Contaminación de las aguas	Negativo	Alto (6)	84	--	--	43
Tanque de pesada (1)	Derrame de miel	Contaminación de las aguas	Negativo	Alto (6)		--	--	
Fermentadores y prefermentadores (9)	Vertimiento de residuales	Contaminación de las aguas	Negativo	Extremo (10)		--	--	
	Emisión de CO ₂	Contaminación atmosférica	Negativo	Extremo (10)		Daños respiratorios	Alto (6)	
Tanque de vino (1)	Derrame de vino	Contaminación de las aguas	Negativo	Alto (6)		----	----	
Intercambiador de calor (1)	Emisión de energía térmica	Contaminación atmosférica	Negativo	Alto (6)		Quemaduras	Alto (6)	
Torre de aguardiente (1)	Escapes de vapor	Contaminación atmosférica	Negativo	Alto (6)		Quemaduras	Alto (6)	
	Vertimiento de mosto	Contaminación de las aguas	Negativo	Extremo (10)		--	--	
Torre rectificadora (1)	Vertimiento de flema	Contaminación de las aguas	Negativo	Extremo (10)		Quemaduras	Alto (6)	
Torre de fusel	Vertimiento de fusel	Contaminación de las aguas	Negativo	Extremo (10)		Quemaduras	Alto (6)	
Tanques de almacenamiento de alcohol (6)	Vapores de alcohol	Contaminación atmosférica	Negativo	Moderado (4)	Incendio	Crítico (10)		

Conclusiones

El desarrollo del trabajo permitió llegar a las siguientes conclusiones:

1. Los principales problemas ambientales identificados en el combinado Cervecería Hatuey–Cuba Ron, fueron la contaminación de las aguas y la contaminación atmosférica, coincidiendo con dos de los problemas generales ambientales identificados en el mundo, el país y el territorio; recibiendo las aguas y la atmósfera los mayores impactos ambientales de la producción de alcoholes, cervezas y maltinas.
2. Los mayores impactos ambientales negativos y riesgos lo genera la cervecería por lo que debe ser en ella que se tomen las medidas para disminuirlos.
3. La suspensión de la producción de aguardiente en la destilería ha disminuido considerablemente los valores de DBO_5 y DQO que aportaba el combinado al río Yaráyó y a la bahía a pesar de

que sobrepasan en ocasiones los límites permisibles; sin embargo ha provocado impactos en el orden económico y social que demuestran la unilateralidad en la decisión adoptada para la protección del ambiente natural, al implicar el incremento de los costos por flete.

Bibliografía

1. Casals, Joaquín y col., “Análisis del riesgo en instalaciones industriales”. Ediciones UPC. 2001.
2. Chabalina, Liuba y col., “Contaminación marina en bahías y zonas costeras de Cuba e del Gran Caribe”. Centro de Ingeniería y manejo Ambiental de Bahías y Costas. La Habana. Cuba. 1999
3. CITMA., “Informe de la situación ambiental bahía santiaguera”. Santiago de Cuba. 2008
4. CITMA., “Taller Nacional Río + 10”, Santiago de Cuba. 2001
5. División de Estudios Medioambientales., “Diagnóstico y Manejo de Residuales Sólidos de la Bahía de Santiago de Cuba”. Programa Territorial Recuperación de Ecosistema. Geocuba. 2003