

## POSIBLES APLICACIONES DE PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIAS EN CERVECERÍA HATUEY

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

*El combinado industrial Cervecería Hatuey-Cuba Ron constituye la fuente puntual de origen terrestre que mayor carga orgánica aporta a la bahía santiaguera (41,55 %) a través del río Yarayó, según los estudios realizados por diversos investigadores y corroborado por los especialistas del CITMA, provocando afectaciones a la calidad de las aguas de ambos cuerpos receptores. Se proponen 5 alternativas para la minimización de desechos las que permitirían la recuperación del 80,74 % del residual líquido que se vierte a la bahía a través del río Yarayó y el ahorro de \$ 31 984,48 anualmente por concepto de compra de combustible y agua. Además con la estrategia de prevención de la contaminación ambiental disminuirían considerablemente los impactos negativos provocados por el vertimiento de desechos, dándole cumplimiento a una de las tareas prioritizadas en el territorio, la reducción de la contaminación de la bahía santiaguera.*

**Palabras clave:** contaminación ambiental, producción más limpia.

*The combined industrial Hatuey Brewery-Cuba Ron is the point source from land that contributes most to the organic load Santiago Bay (41,55 %) across the river Yarayó, according to studies by several researchers, and corroborated by specialists CITMA causing damages to the water quality of receiving bodies both. 5 alternatives are suggested for waste minimization which enable the recovery of 80,74 % of the residual liquid is poured into the bay via the river Yarayó and saving \$ 31 984,48 a year for purchase of fuel and water. In addition to the strategy of prevention of environmental pollution greatly diminished the negative impacts caused by the dumping of waste, giving effect to one of the priority tasks in the territory, the abatement of Santiago Bay.*

**Key words:** environmental pollution, cleaner production.

### Introducción

La protección del ambiente en la actualidad constituye uno de los grandes desafíos a los que debe enfrentarse la humanidad si es que se quiere preservar el linaje humano, por lo que se requiere un cambio radical de la concepción y del modo de interacción del hombre con los restantes componentes ambientales.

El crecimiento permanente de la población mundial, el incremento de las riquezas de los capitalistas, la miseria de los desposeídos, consecuencia inmediata de la globalización neoliberal, ha contribuido a profundos cambios ambientales que acentúan mucho más la polarización entre los países desarrollados, los eufemísticamente llamados en vías de desarrollo y los subdesarrollados.

Una clara manifestación de lo señalado lo constituye el grado de ensuciamiento del ambiente natural, de las aguas superficiales y subterráneas, del aire atmosférico, del suelo, el agotamiento de importantes recursos minerales, entre

otros. Estos procesos exigen la aplicación de acciones a escala internacional, estatal y social, técnicas y organizacionales para la protección de la biosfera de las consecuencias de la actividad antrópica, dirigidas a la conservación de los recursos naturales, su recuperación, renovación, restauración y control para el bienestar de la sociedad humana.

Es necesario e imprescindible que tales acciones sean parte inseparable de las políticas ambientales y de los planes de desarrollo, lo que permitiría la preservación del necesario equilibrio ecológico para el mantenimiento de la vida. Todos los procesos productivos generan desechos pero no todos los desechos pueden ser calificados como contaminantes.

Algunos desechos pueden reciclarse, ser tratados, recuperados, los contaminantes de procesamientos más complejos para que su descarga no provoque afectaciones ambientales. La contaminación y el riesgo ambiental son los grandes problemas generales a los que se enfrentan

---

actualmente la humanidad, la mejor solución para ambos es la prevención.

El combinado industrial Cervecería Hatuey–Cuba Ron se encuentra rodeado de 8 556 viviendas con 23 440 habitantes, el mismo constituye la fuente puntual de origen terrestre que mayor carga orgánica aporta a la bahía santiaguera (41,55 %), según los estudios realizados por diversos investigadores y corroborado por los especialistas del CITMA. Desde su fundación en 1927 los residuales que genera son vertidos a la bahía mediante el río Yarayó sin ningún tipo de tratamiento provocando afectaciones a la calidad de las aguas de ambos cuerpos receptores.

## Métodos

Para abordar científicamente el estudio de la prevención de la contaminación por la producción de cervezas y alcoholes, se utilizaron los métodos siguientes:

### Métodos teóricos

- Dialéctico–materialista: Dado el complejo carácter económico, político y social de la problemática ambiental estudiada, este resulta esencial para la búsqueda y determinación de las opciones de prevención de la contaminación ambiental provocada por dicho combinado industrial.
- Analítico–sintético: Permite la descomposición de los procesos de producción de alcoholes y cervezas en los principales elementos que los conforman para determinar sus particularidades ambientales, las causas y las consecuencias de la contaminación que generan, así como las vías más adecuadas para su prevención y control, integrando mediante la síntesis para descubrir sus relaciones y características generales.
- Inductivo–deductivo: Posibilita realizar el tránsito de la caracterización de las particularidades de los diferentes procesos productivos componentes a la generalidad de la producción a nivel del combinado industrial (inductivo) que permite establecer generalizaciones con el movimiento de lo general a lo particular (deducción).

- Hipotético–deductivo: Parte del precepto de la reducción de la contaminación industrial al principio de la producción y no al final, encontrándose vías eficaces para erradicar la misma, las que pueden concretarse en los programas de prevención y los sistemas de gestión ambiental empresarial.
- Histórico–lógico: Establece el estudio y los antecedentes de las tecnologías ambientales en su devenir histórico, delimitando las generalidades de la evolución y principales tendencias de desarrollo.
- Modelación: Representación de las diferentes prácticas industriales en lo referente a la gestión de desechos en el combinado a fin de poder analizar sus particularidades y operar y/o experimentar con ellas.
- Enfoque de sistema: Estudio del combinado integral Cervecería Hatuey y Cuba Ron al interaccionar unos con otros e incluir procesos comunes.

### Métodos empíricos

- Medición: Se realizaron mediciones de las variables intensivas (temperatura, presión, etcétera) y extensivas (flujos máxicos y volumétricos) para determinar los consumos de agua, vapor, materias primas, desechos generados, caudales de aguas residuales y emisiones gaseosas y material particulado.
- Experimentación: Se realizó en las condiciones de explotación de las tecnologías empleadas para la producción en el combinado.

### Gestión de desechos

La gestión de desechos constituye una necesidad imperiosa en cualquier sociedad y más en los momentos actuales de crisis ambiental y lucha por mejorar las condiciones ambientales en todo el planeta. Las prácticas industriales de gestión de desechos se han ido perfeccionando a lo largo de muchos años, entre las cuales pueden señalarse las siguientes:

---

## Práctica industrial pasada



Hace muchos años, como muestra la figura anterior, se comenzó con la caracterización de la contaminación que provocan los residuos la cual solo mide los elementos contaminantes, siendo seguida por la evaluación y la remediación que tampoco solucionan el problema generado con el vertimiento de desechos. Desafortunadamente todavía existen muchos procesos que se ajustan al esquema anterior como es el caso del Combinado Industrial Cervecería Hatuey–Cuba Ron.

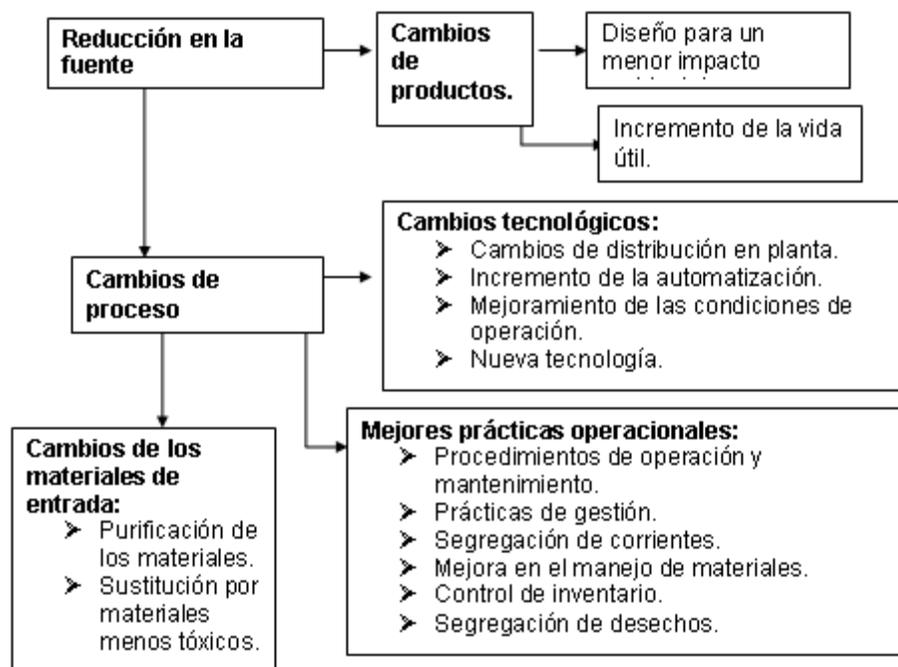
En una etapa posterior apareció el abatimiento de la contaminación en la cual se tratan los residuales al final del proceso, lo que implica un alto costo en construcción y mantenimiento de plantas de tratamiento. Esta estrategia genera múltiples dificultades al tener que garantizarse el tratamiento de grandes volúmenes de residuales con disímiles características, implicando grandes gastos de recursos tal como muestran las prácticas industriales recientes de gestión de desechos. Son diversas las industrias que han logrado pasar a esta práctica, como por ejemplo el Centro Genético Porcino, sin embargo con ella no se garantiza la solución de la contaminación ambiental.

Los controles al final del proceso son muy caros, no siempre son apropiados y en ocasiones son prácticamente muy difíciles de realizar. Por lo que si se aspira a proteger al ambiente y la salud

humana de los problemas de la contaminación por desechos, ésta se debe controlar en su origen, en su propia fuente.

Posteriormente surgieron las ideas de la prevención de la contaminación, cuya implementación ha crecido vertiginosamente en los últimos años, al considerarse su práctica una prioridad de la gestión, pues tiene como base evitar la contaminación en la etapa inicial de los procesos, dando lugar de ese modo a las tecnologías limpias y la ecología industrial sustentadas en el principio precautorio, que establece que no se debe descargar nada hasta que no se esté seguro de que no creará problemas de contaminación.

En los últimos años se ha venido implementando esta práctica en diversas industrias en todo el mundo, pues elevan la efectividad de la mitigación de los impactos ambientales negativos que provoca la contaminación originada en el sector industrial. Siendo así, las estrategias de prevención centran su atención en materia de riesgo ambiental en la disminución o eliminación de los contaminantes al reducir en la fuente de generación los desechos que se producirían mediante el uso más racional de los recursos, eficiencia energética, ahorro de agua, etcétera, como bien se muestra en la figura 1.



**Fig. 1 Métodos típicos de reducción en la fuente.**

Existen dos métodos típicos de reducción de contaminantes en la fuente: los cambios de productos y los cambios de procesos, que a su vez llevan implícitos los cambios de materias primas, cambios tecnológicos y mejoras en las prácticas operacionales. Resulta esencial adoptar esta estrategia al ser de mayor efectividad en la mitigación de los impactos ambientales negativos asociados con la actividad económica social. La prevención de la contaminación soluciona el problema en su origen, se basa en el empleo racional y eficiente de materia prima, agua, energía y la reducción apreciable o eliminación de sustancias contaminantes generadas del proceso.

Tener en cuenta todas las medidas de prevención que sean posible promueve desde la mayor eficiencia para producir compuestos menos dañinos, hasta la recuperación de todos los recursos naturales para su conservación.

En la actualidad los cambios de procesos son los que más abundan en el mundo, sin embargo aún falta mucho por hacer si se desea realmente revertir la situación en que se encuentra el planeta. Son múltiples los ejemplos de cambios de

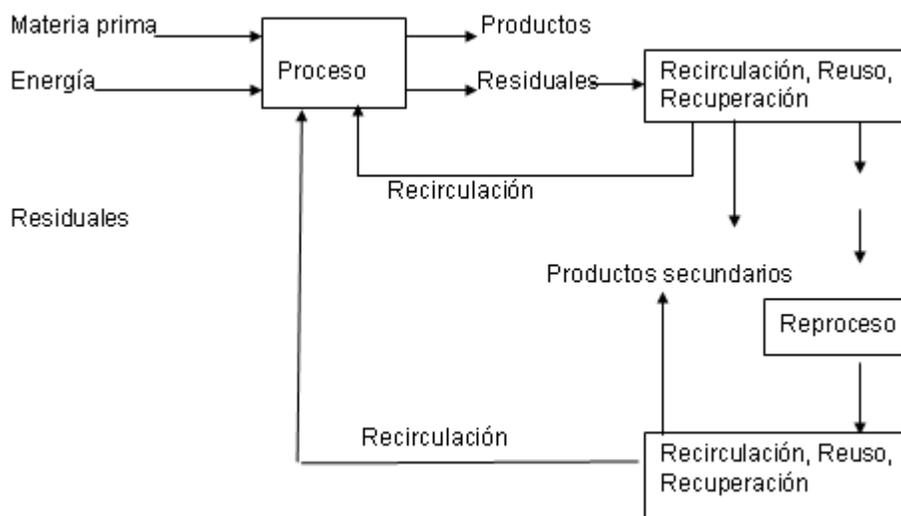
procesos que pueden manifestarse para reducir la generación de desechos, por ejemplo:

- Reducir las pérdidas de materias primas, semielaboradas y de productos debido a las fugas, derrames y arrastres.
- Producción programada para reducir la limpieza de equipos y áreas de proceso.
- Mejorar los procedimientos y operaciones de limpieza para reducir la generación de desechos mezclados diluidos empleando métodos tales como limpieza en seco, aire comprimido para la limpieza de tuberías, etcétera.
- Separar los desechos para incrementar la recuperación de materiales valiosos.
- Optimizar el control de los parámetros de operación (temperatura, presión, tiempo de reacción química, concentración de reactivos) para reducir la generación de subproductos.
- Recolección de materiales derramados o fugas con vistas a su reuso.
- Evaluar la necesidad de cada etapa operacional y eliminar las innecesarias.
- Incremento de la estabilidad de la alimentación de las materias primas y materiales auxiliares evitando los cambios bruscos.

La aplicación consciente de cualquiera de los métodos de reducción de contaminantes en la fuente permite identificar lo que se desea como práctica industrial ideal para el futuro y con la cual se garantizaría una producción con cero desechos. El cero desecho implica también el cero emisiones, que significa básicamente que nada puede perderse siendo el primer paso para garan-

tizarlo la implementación de las prácticas de producción más limpias, esto a su vez indicaría la existencia de políticas gubernamentales que guíen en la necesaria aproximación de tecnologías que pudieran considerarse actualmente una utopía pero que debe ser el futuro. Una versión gráfica de lo que se desea sea la producción industrial futura se ofrece a continuación.

### Práctica industrial ideal para el futuro



Es así que la minimización de residuos, constituye una obligación en la actualidad para cualquier industria por dos razones fundamentales: la posibilidad de reuso de subproductos con la consiguiente mejora económica y por sobre todo la garantía de no incrementar los niveles de contaminación existentes. Además son múltiples los beneficios por minimización de residuos, como por ejemplo:

- Ahorro de materias primas
- Ahorro por reducción de costos de almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final
- Mejora en la seguridad e higiene laboral
- Reducción de potenciales problemas ambientales
- Cumplimientos con normas ambientales

A pesar de la importancia que tiene su aplicación existen barreras para la introducción de las PML en Cuba.

- Énfasis de las normativas y sistemas regulatorios sobre los controles de salida. Insuficiencia y desactualización de los mismos.

- Falta de conocimiento sobre los beneficios económicos y ambientales de la introducción de prácticas de P+L.
- Carencia de recursos materiales y financieros. Limitado acceso a tecnologías más limpias.
- Relativa aceptación por parte de los inversionistas de los costos de los sistemas de tratamiento y disposición final.
- Poca estimulación al cambio.
- Falta de divulgación de las experiencias exitosas en P+L desarrolladas en el ámbito nacional.
- Limitaciones para el acceso a la información sobre P+L.

El 50 % de los desechos se pueden evitar con simples medidas de manejo y cambios menores en los procesos. El 65 % de las barreras de la Producción Más limpia tienen que ver con la motivación y actitudes humanas.

El Combinado Industrial Cervecería Hatuey–Cuba Ron se ha quedado en la primera etapa de

la evolución de la protección ambiental con la cual no se soluciona nada. En función de lo antes expuesto es que se decidió estudiar la posibilidad de introducir algunas prácticas de producción más limpias consistentes en cambios en el proceso tecnológico.

Lo primero a realizar en el trabajo fue determinar los diferentes residuales y desechos que se generaban en el combinado, si estos se recuperaban o no y si era posible la reutilización de los mismos, toda esta información se resume seguidamente.

Tabla 1  
Residuales sólidos

Nombre	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	no totalmente		x	
Papel y cartón	Embotellado	no totalmente		x	
Plástico	Embotellado	no totalmente		x	
Polvo de cebada	Torre de grano		x	x	

Tabla 2  
Residuales gaseosos

Nombre	Lugar de generación	Se recupera		Posible reuso	
		SI	NO	SI	NO
CO <sub>2</sub>	Reactores y calderas		x	x	
Gases de combustión	Calderas		x		x
Material Particulado	Tratamiento de grano		x		x

También están los escapes de amoníaco a lo que están expuestos los trabajadores del área de refrigeración constantemente.

Tabla 3  
Residuales líquidos

Nombre	Lugar de generación	Se recupera		Posible reuso		Posible tratamiento	
		SI	NO	SI	NO	SI	NO
Agua de luterero	Columna depuradora		x	x			x
Aceite de fusel	Columna rectificadora		x	x		x	
Agua de enfriamiento	Embotellado Enfriadores Refrigeración		x	x			x
Agua caliente	Embotellado		x	x			x
Agua para la limpieza de los equipos.	Cervecería y Destilería		x	x		x	
Agua para los servicios	Cervecería y Destilería		x		x	x	
Levadura	Reactores (cervecería)		x	X			X

Con toda esta información y para definir las alternativas de reducción de los diferentes residuales se determinaron los flujos respectivos para lo cual se utilizaron balances de masa y energía en todos los sistemas. El flujo de las aguas de lavado y pasteurización fue medido directamente en la industria.

Se presentan finalmente 5 propuestas de opciones de prácticas de producción muy limpias para los procesos productivos de cervezas y alcoholes en el combinado industrial Cervecería Hatuey–Cuba Ron:

- Recuperación total del afrecho: 172 toneladas de afrecho se generan en un mes de producción, el 10 % va al alcantarillado, se propone el cribado para su recuperación y poder comercializarlo en su totalidad con la Empresa de porcinos como alimento animal.
- Recuperación total de la levadura: Se diseñó un tanque para recuperar los 20 m<sup>3</sup> que se desechan mensualmente.
- Recuperación de la tierra de infusorio: Se pue-

de utilizar para fines constructivos, los 600 kg/día que se desechan.

- Reducción de las emisiones de gases contaminantes producto de la combustión. Para esto se evaluaron dos alternativas: la recuperación del agua de luterero, son 2000 L/h de agua a 96°C que puede reutilizarse en la caldera (175 toneladas/año de ahorro de combustible) y recuperar los 12 L/s de agua caliente de la pasteurización de cerveza y maltina (241 toneladas/año de ahorro de combustible), con ello se contribuye al ahorro de agua y combustible en la generación de vapor. Además con el ahorro de combustible se dejan de pagar \$ 35251 al año por concepto de la compra de petróleo combustible.
- Recuperación de los residuales líquidos. Estos se dividen en agua de lavado de todos los equipos (11,11 L/s), agua de lavado de cuñetes (22 L/s), aguas de pasteurización (24L/s), agua de luterero (0.56 L/s), y las aguas de servicios, las cuales en su totalidad son vertidas al río Yarayó.

---

Los residuales líquidos que se manejan en la industria ascienden a 57,67 L/s sin incluir las aguas de servicios. Se propone para evitar totalmente su vertimiento lo siguiente:

- Recuperar el agua de luterio para su empleo en caldera.
- Recuperar el agua fría y caliente que se utiliza en la pasteurización para su reemplazo en el mismo sistema.
- Instalarle restricciones a las mangueras para la regulación del gasto de agua de limpieza de diferentes equipos y áreas de procesos.

Si se implementan las propuestas de recuperación aquí expuestas se lograrían recircular 46 L/s de agua (agua de embotellado y de cuñete) y 0,56 L/s de agua de luterio, lo cual representaría el 80,74 % de toda el agua que se vierte actualmente a la bahía a través del río Yarayó. De este modo se pudiera alcanzar una significativa reducción de la contaminación ambiental en la bahía santiaguera, además de un ahorro por concepto de gasto de agua de \$ 23 860 al año.

## Recomendaciones

Se pueden generalizar las propuestas de prácticas de producción más limpias a otras industrias que produzcan bebidas en el país.

## Conclusiones

A partir de las consideraciones realizadas se puede formular las siguientes:

1. La implementación de las 5 propuestas para la minimización de desechos permitiría la recuperación del 80,74 % del residual líquido que se vierte a la bahía mediante el río Yarayó. Además la entidad ahorraría un total de \$ 31 984,48

anualmente por concepto de compra de combustible y agua.

2. Con la estrategia de prevención de la contaminación ambiental se disminuirían considerablemente los impactos negativos provocados por el vertimiento de desechos desde el Combinado Industrial Cervecería Hatuey – Cuba Ron en la ciudad de Santiago de Cuba, dándole cumplimiento a uno de los aspectos más tratados en los últimos tiempos en el territorio, la reducción de la contaminación de la bahía.

## Bibliografía

1. Bishop, Poul., "Pollution prevention: fundamental and practices". Boston McGraw-Hill, Series in water resources and environmental engineering, 2000.
2. CITMA., "Informe de la situación ambiental bahía santiaguera". Santiago de Cuba. 2008
3. Colectivo de autores., "Protección ambiental y producción más limpia". Parte 2. Tabloide del curso Universidad para todos. Editorial Academia. La Habana. 2006.
4. Gonzalez Morel, Patricio y col., "Pollution prevention diagnostic assessment brewery." Final Report. Office of environmental and natural resources. Bureau for global programs. United States Agency for International Development. Hagler Bailly Consulting, Inc. 1997
5. Henry, J. Glynn y col., "Environmental science and engineering". Ian Burton, 2da Edition. Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall, 1996.
6. Regadera, R. y col., "Diagnóstico de la calidad de las aguas de la bahía de Santiago de Cuba". II Conferencia Internacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras. Santiago de Cuba. 2005. (CD)
7. Rigola Lapena, M. Producción + Limpia. Barcelona, España, Rubes Eitorial, S.L. 1998.
8. Villasante Almeida, Rafaela y col., "Diagnóstico y Monitoreo de la Calidad de las Aguas de la Bahía de Santiago de Cuba y Caracterización de Fuentes Contaminantes" (Ríos y Drenos). Primera Etapa. Santiago de Cuba. 2006