

Evaluación ambiental de una destilería en Cuba

Dania Alonso-Estrada*; Norge Garrido-Carralero, Orly López-Delgado

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (Icidca).

Via Banca 804 y Carretera Central. San Miguel del Padrón, La Habana, Cuba.

*dania.alonso@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

Se presenta un estudio ambiental de una destilería en Cuba para identificar y evaluar los problemas ambientales generados por la actividad industrial. Mediante la simulación en Microsoft Excel del proceso tecnológico se determinaron los principales problemas que afectan la eficiencia en la fábrica y el consumo de agua y energía, además de la caracterización de los residuales. El estudio evidencia que la industria presenta un elevado índice de generación de vinazas de $16.78 \text{ L}_{\text{vinaza}}/\text{L}_{\text{etanol}}$ con elevada carga orgánica y alto consumo de agua en el proceso de $6.82 \text{ m}^3/\text{hL}_{\text{etanol}}$, que incide en el alto volumen y carga orgánica de los residuales. Lo que evidencia la inmediatez de aplicar un adecuado tratamiento de los residuales.

Palabras clave: impacto ambiental, simulación, residuales, vinaza.

ABSTRACT

An environmental study of a distillery in Cuba is presented to identify and evaluate the environmental problems generated by industrial activity. By means of the Microsoft Excel simulation of the technological process, the main problems that affect the efficiency in the factory and the consumption of water and energy were determined, in addition to the characterization of the residuals. The study shows that the industry has a high index of vinasse generation of $16.78 \text{ L}_{\text{vinasse}}/\text{L}_{\text{ethanol}}$ with high organic load and high water consumption in the process of $6.82 \text{ m}^3/\text{hL}_{\text{ethanol}}$, which have influence in the high volume and organic load of the residuals. This shows the immediacy of applying an adequate treatment of residuals.

Key words: environmental impact, simulation, residual, vinasse.

INTRODUCCIÓN

En Cuba la tecnología instalada en las destilerías es convencional y conserva esquemas de hace más de 60 años. Las destilerías cubanas se caracterizan por tener bajas eficiencias (75 - 78 %) y grado alcohólico de (4.5 - 5.5 % (v/v)) en fermentación (1, 2), si se comparan con los valores que se reportan internacionalmente, que son superiores a 90 % y 8 % (v/v) respectivamente (3). También presentan pequeñas capacidades de producción, diseñadas para trabajar exclusivamente con mieles y altamente contaminantes del medio ambiente, además requieren de la utilización de grandes cantidades de agua y energía.

El grupo empresarial AZCUBA cuenta con 10 destilerías cuyas vinazas poseen un alto poder de contaminación encontrándose en el orden de los 40

- 80 kg/m³ de DQO. El volumen diario total es superior a 8 000 m³/d por lo que es necesario implementar alternativas tecnológicas con vistas a disminuir el volumen de este residual y aplicar un tratamiento adecuado del mismo (4).

Por lo anterior, es importante realizar estudios de impacto ambiental que evidencien la situación actual de las destilerías en Cuba y la necesidad de implementar alternativas tecnológicas que mejoren la eficiencia, productividad y los aspectos relacionados con el impacto medioambiental.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realiza el impacto ambiental en una destilería enfocado a las producciones más limpias. Con el uso de un simulador en Microsoft Excel se ejecuta-

ron los balances de masa y energía asociados a la producción de etanol, se determinaron los principales problemas que afectan la eficiencia en la fábrica, el índice de generación de vinazas, consumo de agua y energía, además de realizar la caracterización de los residuales.

Las condiciones de operación de la industria para el desarrollo del trabajo, son para una destilería con capacidad de producción de etanol hidratado de 500 hL/d considerando que opera 240 días al año, utilizando como materia prima miel B a 83.24 % brix, 58.07 % de azúcares fermentables y una concentración alcohólica del vino alimentado a la columna destiladora de 5.2 % (v/v).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se determinaron indicadores para evaluar la destilería y cómo inciden estos indicadores en el índice de generación y carga contaminante de los residuales. En la tabla 1 se muestran los resultados de la simulación obtenidos a partir de la información

brindada por la industria.

Se obtuvo un alto flujo de vinazas (34.74 m³/h) e índice de generación de vinazas (16.78 L_{vinaza}/L_{etanol}), al utilizar miel B como materia prima. El incremento de este indicador muestra su origen en los aspectos fermentativos o sea, en el bajo grado alcohólico que implica mayor consumo de vapor y por tanto mayor volumen de vinazas, con el consiguiente impacto ambiental negativo por su alto flujo, carga orgánica y temperatura.

La baja eficiencia en la fermentación de 76.8 %, está influenciada por la composición químico-física y calidad de la miel, donde influyen los altos contenidos de sólidos, por las elevadas temperaturas alcanzadas en la fermentación al no contar con sistemas de enfriamiento que permitan mantener temperaturas adecuadas (5), la mala calidad de los nutrientes, además del mal estado técnico de los fermentadores y en el alto consumo de vapor de la destilería (7 397.41 kg/h), influyen en el bajo porcentaje alcohólico de la fermentación.

La fuente de abasto del agua que se utiliza en la fábrica es el pozo. En la tabla 2 se muestra el consumo de agua actual de la destilería en cada etapa del

proceso, determinado por el balance de agua mediante la simulación del proceso tecnológico.

Se tiene actualmente un elevado índice de consumo de agua en la destilería de 6.82 m³/hL de alcohol a 100 °Gl. El alto consumo de agua de enfriamiento en la destilación, está condicionado por la no existencia de un sistema cerrado de enfriamiento, que permita recircular el agua utilizada en las áreas de condensación y enfriamiento.

Los residuales líquidos que se generan en el proceso productivo: agua de lavado de los fermentadores, vinazas, agua de enfriamiento de condensadores y aguas de limpieza de los equipos, se descargan a una zanja que conduce a las lagunas para un posterior uso en el fertirriego. En la tabla 3 se muestran algunos parámetros de la

Tabla 1. Resultados de la simulación

Parámetros	Unidad	Valor calculado
Flujo de vinazas	m ³ /h	34,74
Índice de generación de vinazas	L _{vinaza} /L _{etanol}	16,78
Flujo de agua de dilución de mieles	m ³ /h	16,90
Flujo de vapor en la columna destiladora	kg/h	6 164,51
Índice de consumo de vapor en la columna destiladora	kg/L _{etanol}	3,24
Eficiencia en fermentación	%	76,8
Eficiencia en destilación	%	91,7
Consumo de agua en la destilería	m ³ /hL	6,82
Consumo de vapor en la destilería	kg/h	7 397,41
Generación de CO ₂ en fermentación	t/d	96,2

Tabla 2. Consumo de agua en la destilería

Consumo de agua		Unidad	Valor calculado
Fermentación	Agua de dilución de miel	m ³ /hL _{etanol}	1,72
	Agua de preparación de sales	m ³ /hL _{etanol}	0,50
Destilación	Enfriamiento de condensadores	m ³ /hL _{etanol}	3,6
	Enfriamiento de fusel	m ³ /hL _{etanol}	0,30
Otros	Agua de limpieza de pisos y equipos	m ³ /hL _{etanol}	0,50
	Uso potable	m ³ /hL _{etanol}	0,20

Tabla 3. Caracterización de la vinaza

Parámetro	Unidad	Valor calculado
DQO	mg/L	47 656
DBO	mg/L	24 218,8
Nitrógeno	mg/L	84
Fósforo	mg/L	4,41
Calcio	mg/L	46,2
Potasio	mg/L	670
Sodio	mg/L	20
pH	mg/L	3,91
Conductividad	mS/cm	11,17
ST	mg/L	38 530

caracterización de la vinaza, residual más agresivo del proceso de producción de etanol.

La vinaza supera los límites permisibles de materias orgánicas referidas como DQO (demanda química de oxígeno) y DBO (demanda biológica de oxígeno), muy superior a las normas de vertimiento establecidas, también se superan los límites de concentración de nitrógeno, calcio y el pH es ácido.

El vertimiento de aguas residuales a la salida de la destilería es del orden de los 1400 m³/día. En la caracterización de los residuales se evaluó una concentración de materia orgánica del orden de los 27.67 kg /m³ de DQO, que equivale a una carga diaria de 38 738 kg/d en términos de demanda química

de oxígeno, lo que indica que la vinaza residual se diluye con el agua residual que no se recupera dentro del proceso productivo.

Los resultados anteriores demuestran que el residual no cumple con la norma cubana vigente para el vertimiento de residuales líquidos al medio NC 27: 2012 6). Se superan los límites permisibles de materias orgánicas para su vertimiento a ríos, embalses, acuíferos, sistemas acuáticos que por lo general constituyen sus cuerpos receptores. Lo que indica que no puede ser vertido a ningún cuerpo receptor sin antes ser tratado.

CONCLUSIONES

- El estudio ambiental permitió con criterios técnicos y ambientales evaluar parámetros de operación de la destilería, el consumo de agua y la caracterización de los residuales.
- Se demostró que la industria presenta elevado consumo de agua en el proceso con un índice de consumo de 6.82 m³/hL de alcohol, que se incrementa al carecer de sistema de enfriamiento e incide en el aumento del volumen de los residuales.
- El estado técnico del equipamiento de la destilería incide en la disminución de la eficiencia y el aumento del volumen y carga orgánica de los residuales.
- Es necesario aplicar un adecuado tratamiento de los residuales, debido al elevado volumen y carga orgánica que presentan.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Saura, G.; Domenech, F. Desarrollo del programa integrado de producción de alcohol en la industria azucarera. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, Cuba: Informe Final de Proyecto, Departamento de Alcohol, 2006.
 2. Estévez, R. Curso tecnología de producción de alcohol. ICIDCA, 2013.
 3. Vianna, H. La reciente evolución de la producción de bioetanol a partir de caña de azúcar en Brasil. La Habana, Cuba, Congreso Internacional sobre Azúcar y derivados, 2013.
 4. Alonso, D.; Garrido, N.; Pérez, O.; Zumalacárregui, L. Alternativas tecnológicas para reducir el efecto ambiental de las vinazas de la industria alcohólica. ICIDCA sobre los derivados de la caña de azúcar, mayo - agosto 2015, vol. 49, núm. 2, pp. 44-49, ISSN: 0138-6204.
 5. Garrido, N.; Alonso, D. Aspectos tecnológicos a tener en cuenta en la eficiencia de una destilería. Centro Azúcar, 2016, vol. 43, núm. 2, ISSN: 2323-4861.
 6. NC:27, N. C. (2012). "Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado. Especificaciones". ICS:13.060.30. La Habana. Cuba.
-