

Análisis y mejora de procesos en la producción de rones

Idania Blanco-Carvajal*, Eric Estrada-Medina, Carlos Molina-Maqueira, Arlyn Reyes-Linares, Maricela Vega-Batista

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

Vía Blanca No. 804 y Carretera Central. La Habana, Cuba

* idania.blanco@icidca.azcuba.cu

RESUMEN

El Análisis de procesos se utiliza para descubrir las partes débiles en el proceso productivo y la crear medidas para su eliminación parcial o completa. En este trabajo se realiza una evaluación del proceso tecnológico para la elaboración de ron en la Planta de Producción de Rones del Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, con la realización de un diagnóstico en las diferentes áreas de la ronera para determinar los puntos débiles y definir las posibles brechas tecnológicas. Se emplearon diversos métodos y técnicas, así como herramientas clave para el diagnóstico, tales como: observación directa, consulta de documentos, entrevistas, análisis y síntesis, tablas, diagramas y técnicas de trabajo en grupo. Por su importancia fueron evaluadas varias etapas en el área de fabricación. Entre otras debilidades se detectó que no se realizaba la caracterización de residuales en la regeneración de la resina de intercambio y del fregado de las botellas. Una de las alternativas tecnológicas propuesta fue la evaluación de los residuales en dos etapas del proceso (fregado de botellas y desmineralización del ron) y sus soluciones para establecer una producción compatible con el medioambiente.

Palabras clave: análisis de procesos, producción, ron, mejora.

ABSTRACT

Process Analysis is used to discover weak parts of productive process and for development of measures for their partial or complete elimination. This paper presents an evaluation of technological process for rum elaboration in the Cuban Research Institute of Sugarcane Derivatives Rum Production Plant. A diagnosis in different areas of rum factory was carried out to determine the weak points and define the possible technological gaps. Various methods and techniques were used, as well as key diagnostic tools; such as: direct observation, document consultation, interviews, analysis, also synthesis, tables, diagrams and group work techniques applied. Due to their importance, several stages in manufacturing area were evaluated. Among other weaknesses, it was detected that residuals characterization in regeneration of resin exchange and bottle washing were not carried out. One of the proposed technological alternatives was an evaluation of residuals in two process stages (bottle washing and rum demineralization) and also their solutions to establish a production compatible with the environment.

Keywords: process analysis, production, rum, improvement.

INTRODUCCIÓN

El proceso de fabricación de ron incluye una serie de etapas determinantes en la obtención del producto final para ser logrado con una calidad exigente (1).

Para ser competitivo en el mercado, se requiere de una revisión constante de todos los procesos y procedimientos que se dan dentro de una empresa. Por eso es importante identificar y evaluar los puntos críticos de los diferentes procesos para mejorar la eficiencia productiva (2, 3).

En el área de producción de rones del Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) se elaboran rones Premium y en su preparación se han detectado posibles brechas tecnológicas en las etapas de fabricación, por lo que se hace necesaria una evaluación técnica para la mejora continua de los procesos, además de un diagnóstico general de las distintas áreas, como parte del análisis integral del proceso.

El Análisis de procesos es un aporte para intensificar la utilización de las instalaciones de la industria de procesos químicos y elevar su productividad. Se utiliza para descubrir las partes débiles en el proceso productivo correspondiente y para la creación de medidas para su eliminación parcial o completa. Conduce a un aumento de la efectividad del proceso de producción, además de permitir un mejor aprovechamiento de las materias primas, la energía y los medios de trabajo, así como un aumento de los grados de eficiencia de la fuerza de trabajo y el mejoramiento de las condiciones materiales (4).

Por lo anteriormente expuesto y dada la importancia que tiene para Cuba mantener el prestigio de la calidad de los rones a nivel global, se plantea como objetivo introducir mejoras tecnológicas para la producción de rones Premium, con la realización de un diagnóstico general de la planta, a fin de detectar fortalezas y puntos débiles y proponer alternativas tecnológicas en el proceso de fabricación de rones a partir de los resultados del diagnóstico general y mantener la calidad de los productos; además, ser compatibles con el medioambiente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se dividió en tres fases, según Estrada *et al* (5): Primero, se realizó el desarrollo del marco de referencia para el estudio del área y la confección del diagnóstico. Segundo, La exploración documental/producto específico para analizar la información relativa a la tecnología, sus procesos y las relaciones con el entorno del área productiva. Se tomó como caso de estudio el producto: Ron Premium. Tercero, la fase de campo en la que se darán a conocer las posibles soluciones a los problemas detectados en los procesos, con la implementación de mejoras tecnológicas para la producción de un ron de calidad.

Para la realización del diagnóstico se utilizaron herramientas como: Diagrama de flujo o bloques, Planos de distribución de áreas, Plano de distribución de equipo y Análisis DAFO (6).

Se llevó a cabo la caracterización del proceso productivo objeto de estudio y su diagnóstico, a través de un análisis del ciclo y del nivel técnico de la producción.

Metodología analítica

Para la caracterización de las aguas residuales en el proceso de desmineralización del ron y del agua de fregado de botellas se realizaron las siguientes determinaciones:

- DQO: Demanda química de oxígeno micrométodo y DBO/Procedimientos del laboratorio: Demanda bioquímica de oxígeno, Oxitop Box WTW
- pH (7) y Conductividad eléctrica/Standard Methods for the Examination of Water and Wastewaters, 2510 CONDUCTIVITY*
- Nitrógeno total y fósforo: nitrógeno Método KJELDAHL y Método colorimétrico
- Método horizontal para la detección y enumeración de coliformes-Técnica de tubos múltiples o método del número más probable (MNP) (8, 9)

Metodología para el análisis del proceso

Se propone una metodología (figura 1), que se utiliza para realizar el diagnóstico en el proceso de producción de rones, que permita identificar y evaluar los puntos críticos para mejorar la eficiencia productiva y dirigir el camino hacia la mejora de los procesos.

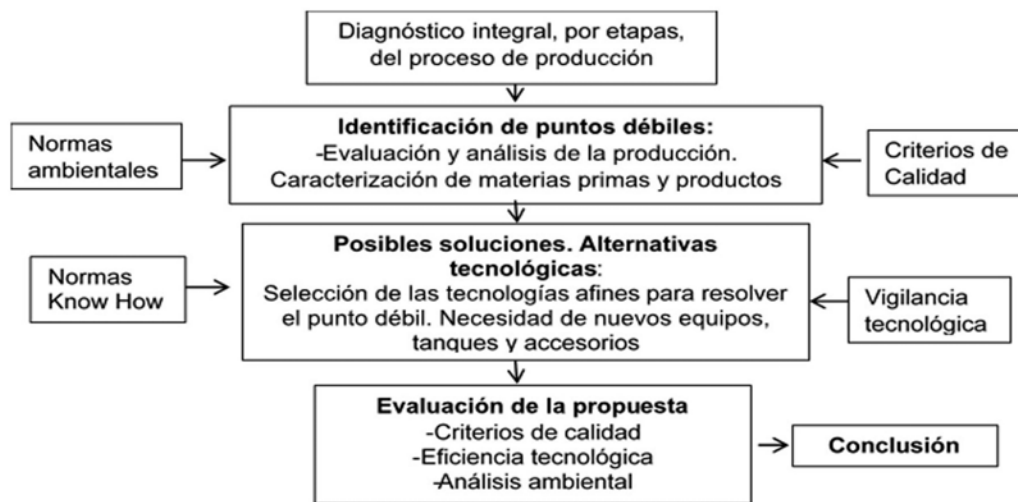


Figura 1. Metodología para el análisis del proceso de producción de rones.

Diagnóstico por etapas del proceso de producción

Según la metodología, se realiza el diagnóstico, se identifican los puntos débiles y se hace una evaluación de los procesos en la producción. Posteriormente, se dan posibles soluciones a cada uno de los puntos débiles detectados, a través de alternativas tecnológicas, que tienen en cuenta el cumplimiento de las normas, el know how y la vigilancia tecnológica (10). De todos los puntos débiles detectados, solo haremos referencia en este trabajo al de la etapa de desmineralización del producto y del área de fregado de botellas (tabla 1).

Tabla 1. Puntos débiles y posibles soluciones en la etapa de desmineralización

Etapas	Puntos débiles	Posibles soluciones
Desmineralización del producto y tratamiento de residuales	<ul style="list-style-type: none"> No se conoce la caracterización del residual que se genera en la etapa de desmineralización de rones 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar la caracterización del residual que se genera en el proceso de desmineralización de rones y proponer su posible tratamiento
Fregado de botellas y caracterización de residuales	<ul style="list-style-type: none"> No se conoce la caracterización de los residuales que se genera en esta etapa 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar la caracterización de los residuales que se generan en esta etapa

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el cumplimiento de los criterios de calidad, de eficiencia tecnológica, del cuidado medioambiental y con el diagnóstico realizado en las etapas del proceso de producción, serán argumentadas y evaluadas las propuestas tecnológicas con las posibles soluciones, descritas anteriormente.

Desmineralización del producto, caracterización y tratamiento de residuales

La operación del tratamiento con resinas de intercambio iónico tiene como objetivo eliminar los iones metálicos sedimentables Ca y Mg, disueltos en la mezcla de ron, los cuales son adsorbidos por la resina en el transcurso del tratamiento. En este proceso se cuenta con una columna en el área de producción, para realizar las operaciones de desmineralización de los rones oscuros. Se tomaron muestras de los residuales generados por la columna desmineralizadora de ciclo básico actual y se enviaron al laboratorio de aguas residuales para su caracterización y, de esta manera, poder evaluar su acción contaminante (11). Por lo que se decide acumular en un tanque toda esa agua residual y mezclarla con el agua de lavado final, hasta lograr su homogeneización. A esta mezcla final se le realizaron nuevamente los análisis y se evidenció que esa última ya puede verterse al alcantarillado, pues cumple con la Norma.

También se evaluaron muestras en el momento del lavado a contracorriente y del descargue de la solución regenerante. En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos y los límites máximos permisibles promedio (LMPP), según la NC-27:2012 (11). Por lo que se decidió acumular en un tanque toda esa agua residual y mezclarla con el agua de lavado final, hasta lograr su homogeneización. A esta mezcla final se le realizaron nuevamente los análisis y se evidenció que esa última ya puede ser vertida al alcantarillado, pues cumple con la Norma.

Tabla 2. Caracterización del residual del lavado a contracorriente y descargue del regenerante en ciclo básico

Método de ensayo	Unidad de medida	LMPP*	Muestras del agua residual del lavado de la columna	
			Lavado a contracorriente y regenerante (Etapa 1)	Etapa 1 y agua de lavado final (vertimiento)
DQO	mg/l	<700	900	666
pH	unidades	6-9	5.57	6.05
Temperatura (°C)	°C	<50	25	25
Conductividad eléctrica	µS/cm	<2000	9.8	9.12
Incertidumbre (T °C)	U °C		3.303	25
Temperatura (°C)	°C	<40	25	

Fregado de botellas y caracterización de residuales

Las botellas nuevas entran al área de fregado, se enjuagan con agua del acueducto para eliminar el polvo que contengan y se les adiciona ácido fosfórico para arrastrar los restos de suciedad que se encuentren adheridos a las paredes de las botellas; después, se enjuagan para eliminar el ácido, se prepara agua jabonosa y se restriegan bien con un paño destinado para este fin, luego se enjuagan con agua de acueducto y, finalmente, con agua destilada.

Para la caracterización del agua residual procedente del fregado de las botellas, se tomaron muestras en diferentes momentos del día y se llevaron a los laboratorios de aguas residuales y microbiología del Instituto, para cuantificar el contenido de detergente o ácido que se está vertiendo al alcantarillado, según los límites máximos permisibles establecidos en la Norma de vertimiento NC-27:2012.

Tabla 3. Resultados de las aguas residuales del fregado de las botellas, antes y después de las medidas adoptadas

Método de ensayo	Unidad de medida	LMPP*	Muestras del agua de lavado de las botellas	
			Antes de la medida	Después de la medida
DQO	mg/l	<700	58.3	118.7
DBO	mg/l	<300	20.4	89.3
pH	unidades	6-9	1.96	6.38
Temperatura	°C	<50	23.5	23.7
Conductividad eléctrica (T °C)	µS/cm	<2000	5.29	446
	°C		23.7	23.6
Nitrógeno total	mg/l	<15	14	0
Fósforo	mg/l	<10	26.26	7.0
Sólido sedimentables totales	ml/l	<3	Ausente	Ausente
Materia flotante	-	Ausente	Ausente	Ausente
Temperatura	°C	<40	23.6	

*LMPP-Límites máximos permisibles promedio.

Tabla 4. Número más probable (NMP) de coliformes, por cada 100mL de agua en el análisis microbiológico

Muestra	Números de tubos positivos						NMP/100 ml
	Caldo EC			Caldo bilis verde			
	10 ml	1 ml	0.1 ml	10 ml	1 ml	0.1 ml	
1	0	0	0	0	0	0	<3

No. de tubos muestreados: 9 (3 réplicas por dilución). Pruebas presuntivas (caldo EC, BioCen). Prueba confirmatoria (Caldo bilis verde brillante, BioCen). Incubación 37 °C±1 °C, entre 24 y 48h.

Como se evidencia en las tablas anteriores los resultados de los análisis arrojaron que el agua residual que se vertía al alcantarillado presentaba el contenido de fósforo y el indicador del pH fuera de los parámetros establecidos, principalmente el valor de PH que era muy bajo. Esto debido a que las botellas se friegan con ácido fosfórico diluido a partes iguales por lo que se propuso disminuir la concentración de ácido a una parte por tres partes de agua y corroborar la limpieza de las botellas. Posteriormente, se repitieron los ensayos y se demostró que los dos parámetros ya cumplían con la norma de vertimiento. A las muestras también se les realizó análisis microbiológico (tabla 4) y se concluyó que la muestra de agua residual analizada no contenía coliformes.

En la figura 2 se muestra el diagrama de flujo del proceso de elaboración del ron, después del análisis de etapas analizadas en este trabajo y de argumentar las principales propuestas tecnológicas, que hasta el momento se han podido realizar, con las mejoras tecnológicas y así obtener productos con un estándar de calidad estable y amigable con el medioambiente.

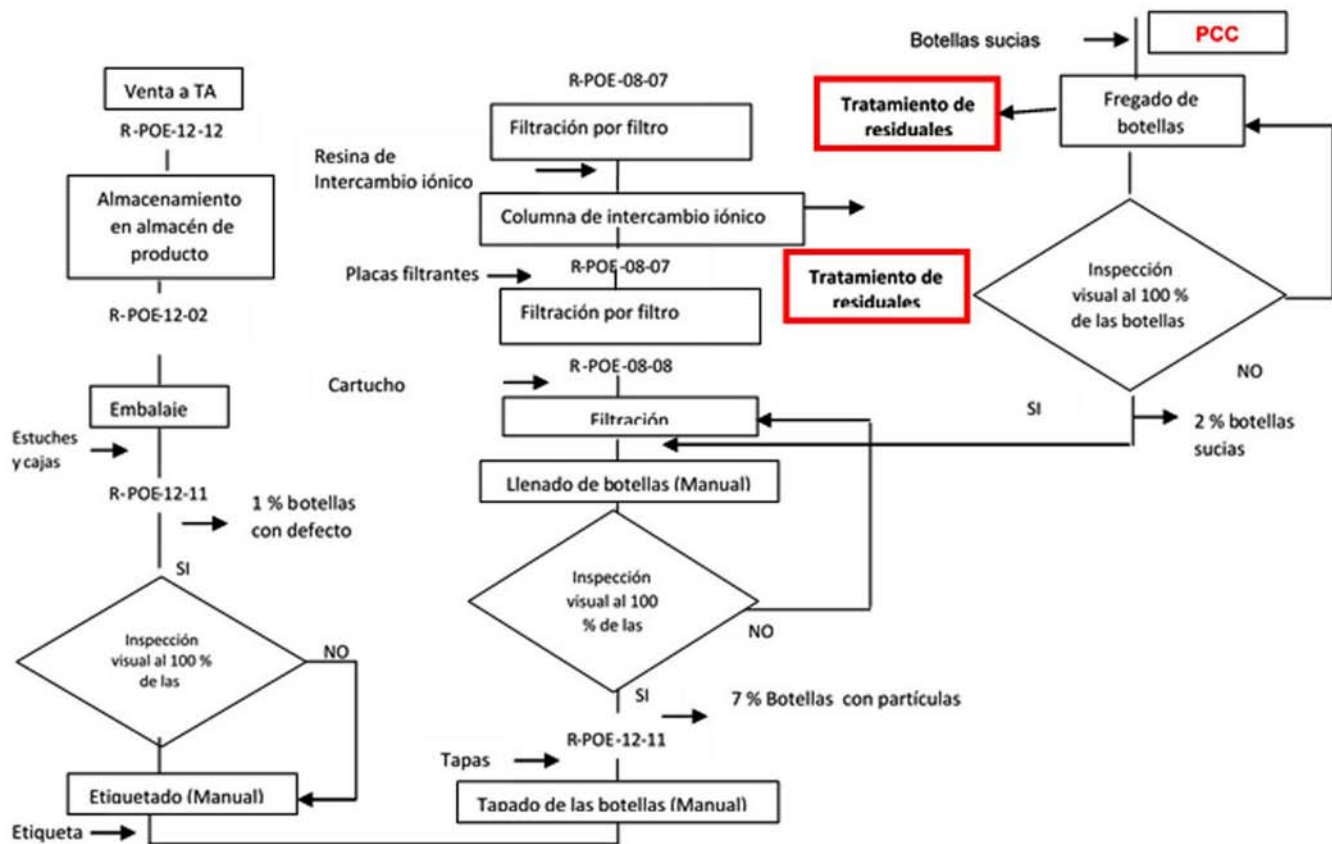


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de producción del ron, después del diagnóstico y con las mejoras tecnológicas estudiadas.

CONCLUSIONES

El diagnóstico general de la planta detectó los principales puntos débiles, como la etapa de la desmineralización de los rones y el fregado de botellas con el tratamiento de los residuales del área productiva. Las propuestas de tratamiento de los residuales líquidos en el área productiva permiten adecuarlos, según las normas de vertimiento y, de esa manera, fortalecer la producción del Instituto hacia el uso de tecnologías más limpias y eficientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Blanco, I. Estudio del tratamiento térmico de las virutas de roble en la elaboración de extractos para la producción de rones [Tesis presentada en opción al grado académico de Master en Ingeniería Alimentaria]: Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" CUJAE; 2004.
2. Tullume, L. Á. Propuesta de mejora del proceso productivo de bebida gaseosa en la empresa complejo industrial San Antonio para incremento de su productividad. Tesis para optar el título de: Ingeniero industrial. Chiclayo, 19 de diciembre de 2018. 101 pág.
3. Vidal, W.J. Propuesta de mejora de procesos en la producción de bebidas alcohólicas utilizando herramientas del lean manufacturing. Tesis para optar por el título profesional de: ingeniero industrial. Lima, octubre 2018. 148 pág.

4. Vidal, W.J. Propuesta de mejora de procesos en la producción de bebidas alcohólicas utilizando herramientas del Lean Manufacturing. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú, 2018. Doi: <http://doi.org/10.19083/tesis/624830>
5. Estrada, E., *et al.* (2019). Evaluación del área de producción bodegas Vigía para la mejora en la eficiencia productiva. Memorias del Congreso Internacional, Sobre Azúcar y Derivados Diversificación 2019, con ISBN: 978-959-7165-59-0.
6. Méjenes, Q. A. *et al.* (2003). En línea: http://dia.chapingo.mx/plan%20de%20estudios/7_01/EIUPA%202003.pdf. Consultado: 25 de mayo de 2022.
7. Norma ISO 10523. (2008). Calidad de agua, determinación del pH. .
8. NC-ISO-7218. Microbiología de alimentos de consumo humano y animal. Requerimientos generales y guía para exámenes microbiológicos. .
9. NC-ISO-4831:2010. Método horizontal para la detección y enumeración de coliformes. Técnica del número más probable. .
10. NC-1308:2019. Gestión de la I+D+i: sistema de vigilancia e inteligencia.
11. NC-27:2012. Vertimiento de aguas residuales a las aguas terrestres y al alcantarillado - Especificaciones.