



Fecha de presentación: 25/10/2018 Fecha de aceptación: 16/11/2018 Fecha de publicación: 10/04/2019

Revista *Márgenes*. Vol.7, No.1, Enero-Abril, 2019. RNPS: 2460

¿Cómo citar este artículo?

Obregón-Luna, J. de J. (enero-abril, 2019). Empleo de vinazas concentradas como biocombustible con reducción de su impacto ambiental: minirrevisión. Revista *Márgenes*, 7(1), 81-90. Recuperado de <http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes/issue/view/782>

TÍTULO: EMPLEO DE VINAZAS CONCENTRADAS COMO BIOCOMBUSTIBLE CON REDUCCIÓN DE SU IMPACTO AMBIENTAL: MINIRREVISIÓN

TITLE: USE OF CONCENTRATED VINASSES AS BIOCOMBUSTIBLE WITH REDUCTION OF THEIR ENVIRONMENTAL IMPACT: A MINIREVIEW

Autor: Dr. C. Ing. Joaquín de Jesús Obregón-Luna

Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”, Colaborador del Centro de Estudio de Energía y Procesos Industriales (Ceepi), Sancti Spíritus, Cuba. Correo electrónico: jobrelu@nauta.cu

RESUMEN

Se analizó la ingeniería conceptual del empleo de las vinazas concentradas, como combustible renovable mitigante al calentamiento global, en un esquema energético para generar calor y electricidad. Son utilizadas en la propia concentración de este residual líquido, con aún discretos excedentes para otros propósitos industriales. Representa otra forma de mitigación del riesgo de su impacto ambiental. En Centroamérica y el Caribe por las condiciones climáticas específicas, entre otras áreas geográficas similares, las mismas pueden mezclarse con el bagazo y combustionar en la etapa de zafra azucarera, pero después de este período requiere del empleo de diseños especiales de quemadores para continuar con la producción de bioetanol. Fue identificado que entre 60% Brix y 65 % Brix el poder calórico de las vinazas concentradas oscila entre 1 650 y 1 681 kcal. kg⁻¹. Se presenta una ecuación general para calcularlo en función del % Brix. Es mostrado el esquema general de la ingeniería conceptual termoenergética. Por lo expuesto, este artículo centró su objetivo en

examinar el empleo de las vinazas concentradas como combustible renovable con las soluciones ingenieras inducidas de diseño de quemadores y la mitigación del impacto ambiental que se logra.

Palabras clave: bioetanol de caña de azúcar; generación de vapor; generación de electricidad; medio ambiente; vinazas concentradas.

ABSTRACT

The conceptual engineering of the employment of the concentrated vinasses was analyzed as fuel renewable to mitigate to the global heating, in an energy scheme to generate heat and electricity. They are used in the own concentration of this residual liquid with even discreet surpluses for other industrial purposes. It represents another form of mitigation of the risk of their environmental impact. In Central America and the Caribbean for the specific climatic conditions among other similar geographical areas, the same can mix with the bagasse and to burn it in the sugar crop, but after this period it requires of the employment of special designs of burners to continue with the bioetanol production. It was identified that 60% enters Brix and 65% Brix the caloric power of the concentrated vinasses it oscillates between 1 650 and 1 681 kcal. kg⁻¹. A general equation is presented to calculate it in function of the% Brix. The general scheme of the conceptual engineering thermo energetic is shown.

Keywords: sugar cane bioethanol; concentrated vinasses; steam and electricity generation; environment.

INTRODUCCIÓN

El combustible tradicional de la industria azucarera de la caña de azúcar ha sido el bagazo, biomasa que brota de la planta de extracción con un contenido promedio de 50% de humedad. Se combustiona en las calderas de donde sale vapor de agua sobrecalentado. Con el vapor originado se accionan turbogeneradores para producir electricidad, de los mismos emerge vapor saturado (escape) que se utiliza en el proceso tecnológico. Basada en esta concepción ingeniera termoenergética, la utilización de las vinazas concentradas como combustible no presenta inconvenientes en cuanto a la humedad en los mismos equipos para generar vapor, pero al ser un líquido sí difiere sustancialmente del bagazo que es un sólido. En zafra azucarera se puede mezclar con dicho bagazo y se quema sin dificultades, pero después de esta, no

resulta practicable al menos en Centroamérica y el Caribe, por lo cíclico de la producción azucarera, dada las condiciones meteorológicas específicas de esta área geográfica entre otras (Obregón-Luna, 2009). La elaboración de bioetanol por fermentación de sustratos de la caña de azúcar, no tienen esta afectación, pues las materia primas están concentradas como las mieles B y las melazas, acumuladas en tanques de almacenamiento (Obregón-Luna, 2016). Por tanto se deduce, que la solución tecnológica aplicable para alimentar vinazas concentradas como combustible renovable en periodo no zafra azucarera, es más cercana a la existente para gas natural y fuel oil con quemadores, con otro gran inconveniente, estos combustibles fósiles tienen una humedad menor que dichas vinazas concentradas, reto que la ingeniería ha enfrentado y solucionado con el desarrollo de quemadores especiales (Schopf & Erbino, 2006). Por lo expuesto, este artículo centró su objetivo en examinar el empleo de las vinazas concentradas como combustible renovable con las soluciones ingenieras inducidas de diseño de quemadores y la mitigación del impacto ambiental que se logra.

DESARROLLO

El empleo de las vinazas para generar vapor, conlleva a su concentración previa en equipos y tecnología propios de la ingeniería química (Obregón-Luna, 2017). Las mismas también tienen otros usos como componente en la formulación de piensos para animales, tensioactivos en fábricas de cemento, compost y fertilizante entre otros (Gnecco, 2005). Como combustible renovable su utilización no es generalizada, aunque se reportan al menos dos calderas de vapor en Tailandia que combustionan vinazas con un poder calórico entre 1 621 kcal/kg y 1 871 kcal/kg con punto de ignición o flama de 480°C (García & Rojas, 2006). Además, existen proyectos presentes en Suramérica al respecto, compulsados en esencia como protección medioambiental al vertimiento de vinazas a ríos (Perera, 2009). El propósito es producir vapor para cogenerar electricidad y emplear el de escape en el proceso tecnológico, con mitigación del impacto ambiental. Por su parte las cenizas resultantes de la combustión son ricas en potasio (K). El diagrama de la Figura 1, ilustra las bases de la ingeniería conceptual (Obregón-Luna, 2016).

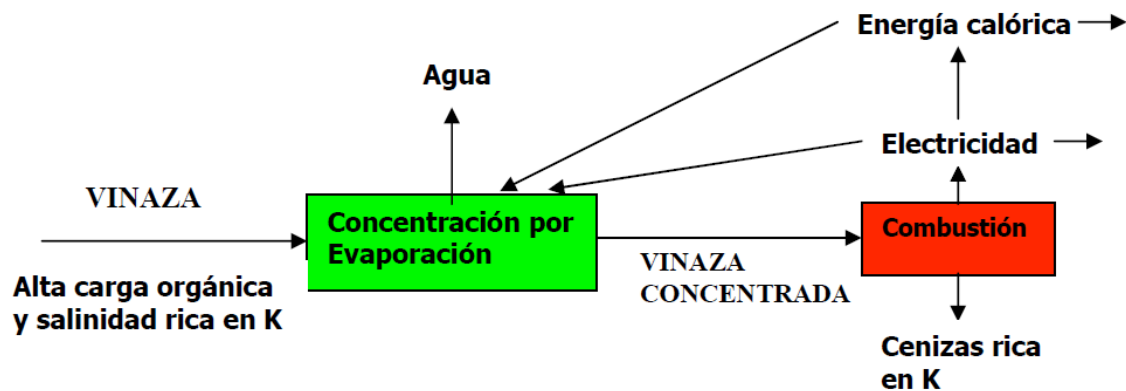


Figura 1. Diagrama general de empleo de vinazas para combustionar en calderas de vapor

En la Figura 1 se constata que la energía obtenida por la combustión de las vinazas concentradas es autosuficiente, alcanza para las necesidades de vapor y electricidad requeridas en su concentración, aún discretos excedentes de ambas, para diversos empleos en otras actividades en la fábrica (Jacques, Lyons & Kelsall, 2003 ; Obregón-Luna, 2009; Perera, 2009). Las cenizas que se originan como residuo inorgánico sólido, constituye una fuente rica en potasio como componente de fertilizante para la caña de azúcar y otros cultivos agrícolas.

A estas bondades se añade que: desaparece completamente como residual líquido con riesgos de originar afectaciones al medio ambiente. Sin embargo, dado los altos costos de las instalaciones y su mantenimiento para su concentración en particular, motiva que se catalogue hasta el momento como una alternativa a utilizar en casos muy específicos, donde prácticamente no existan otras posibilidades como el fertirriego entre otros, (Perera, 2009).

Obtenida de diferentes fuentes (Schopf & Erbino, 2006; García & Rojas, 2006; Obregón-Luna, 2009; Ingledew, Austin, Kluhsbies & Kelsall, 2009; Albers, 2013;) la Tabla 1 compila caracterizaciones realizadas a vinazas concentradas.

Tabla 1. Características de las vinazas concentradas

Parámetro	60% Brix	65% Brix
pH	4,5- 5,0	4,6- 5,0
Temperatura °C	50-60	50-60
Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) mg/L	53 900	321 750

Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	590 000	731 250
Sólidos totales (ST)	mg/L	600 000	856 375
Sólidos solubles (SS)	mg/L	539 000	650 000
Nitrógeno- N	mg/L	9 500	7 800- 11 538
Fósforo- P ₂ O ₅	mg/L	400	146-3 250
Potasio- K ₂ O	mg/L	48 800	54 275- 74 750
Calcio- CaO	mg/L	-	21 613- 74 263
Magnesio- MgO	mg/L	-	9 425- 11 375
Sulfato- SO ₄	mg/L	-	60 125- 60 612
Calor de combustión	kcal. kg ⁻¹	1 650	1 621- 1 871
Relación Vinaza/Etanol	L /L	0,80	0,74

Al comparar ambas vinazas concentradas de la Tabla 1, se dedujo que lo más probable es que la de 60% Brix procede de jugos de caña, al tener diferencia muy significativa en la DBO respecto a la de 65% Brix. Esta última aparentemente se originó de mieles B o melaza. Se evidencian también contrastes menos marcados como en: DQO, ST y SS, para solo una diferencia de 5% Brix entre una y otra, que escapan analizar al propósito de este trabajo.

Para calcular el calor de combustión de las vinazas concentradas se ha desarrollado una ecuación (Schopf & Erbino, 2006), que generalizada es como sigue (Obregón-Luna, 2016):

$$Hu = (Hu_{bs} \cdot \%Brix/100) - [(100 - \%Brix)/100 \cdot (585)] \text{ kcal. kg}^{-1}$$

Donde:

Hu_{bs}: Calor de combustión de la vinaza seca $\approx 3\,250 \text{ kcal. kg}^{-1}$.

585: kcal necesarias para llevar a vapor 1 kg de agua a 20^o C.

La misma permite sin desviaciones significativas, determinar el calor de combustión de las vinazas concentradas de 50% Brix a 75% Brix (Obregón-Luna, 2016).

Para su utilización concreta requiere de quemadores especiales, diseñados para combustionar licores negros (ligninas) de la industria de la celulosa y el papel. No se descarta la pertinencia de ajustes específicos en el diseño. La Figura 2 muestra un esquema de un modelo en utilización industrial (Schopf & Erbino, 2006).

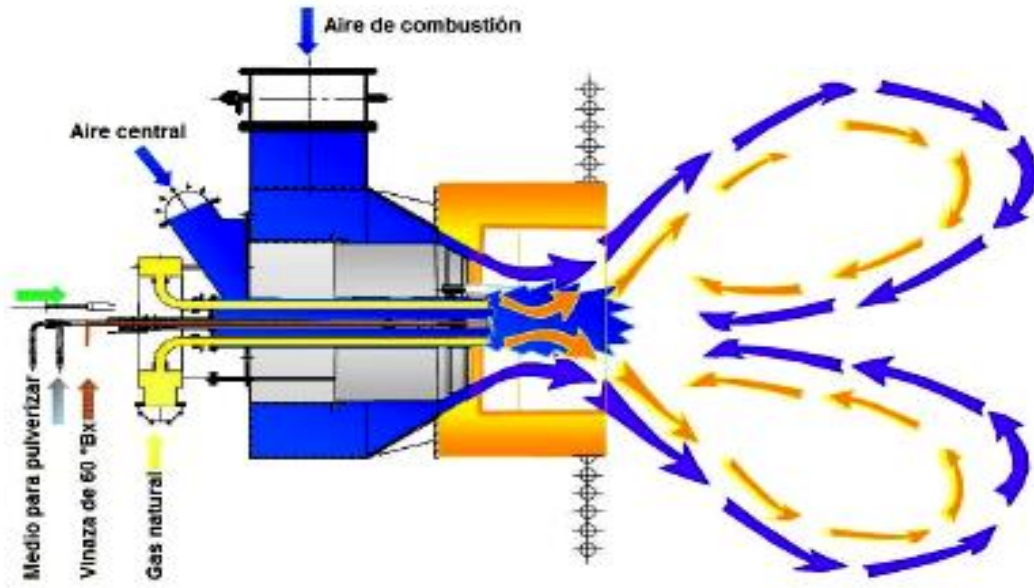


Figura 2. Quemador torsional para líquidos de bajo poder calórico

Este modelo de quemador opera inicialmente con gas natural, hasta que alcanza la temperatura especificada por el fabricante, momento en que comienza la sustitución gradual del mismo por vinaza concentrada caliente, en este caso a 60% Brix. Se reduce progresivamente el suministro del combustible tradicional, proporcional al aumento paulatino del flujo de vinaza concentrada. Finalmente queda en operación, en estado estacionario, con un mínimo de suministro del gas natural, como llama soporte de estabilidad y combustión completa. El aire de combustión se suministra de forma tangencial en el ángulo interno del quemador, es acelerado rotacionalmente para aportar el oxígeno necesario en la combustión, mediante un cono existente al efecto. En la Figura 3 se muestra una ilustración digital del quemador en funcionamiento.

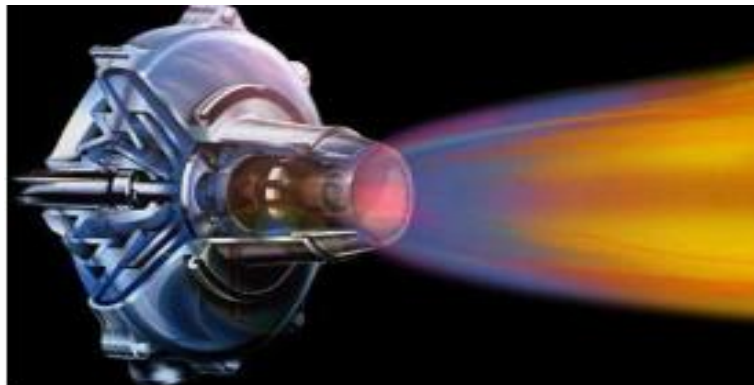
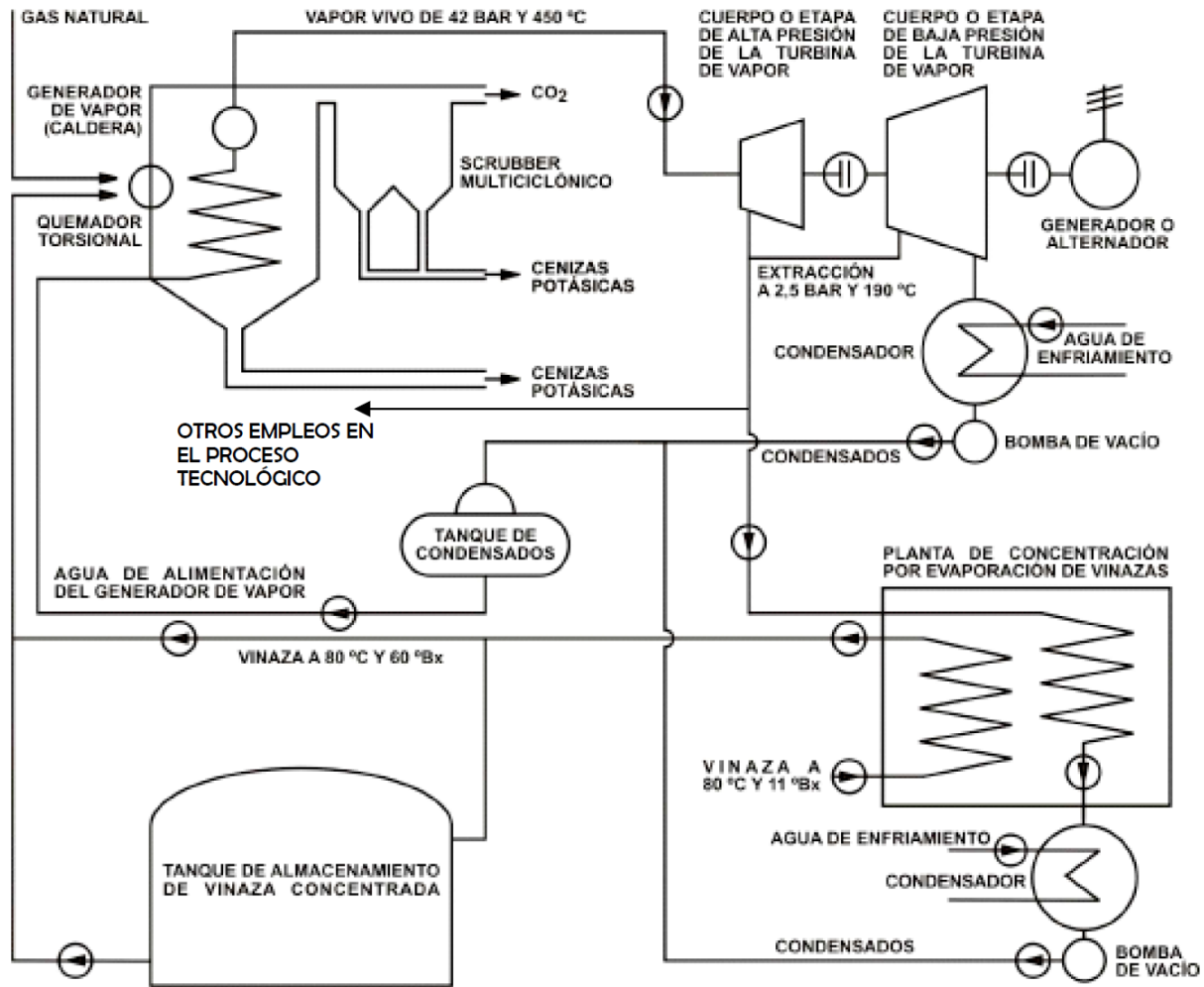


Figura 3. Quemador torsional en operación

Este dispositivo entre otros similares de diferentes firmas comerciales, forma parte esencial de la utilización de las vinazas concentradas como combustible renovable en su aprovechamiento útil industrial con mitigación del impacto ambiental. Comparado con el resto de la instalación donde se inserta, su coste no es muy elevado. Para ilustrar lo expuesto la Figura 4, muestra el esquema general de la ingeniería conceptual energética (Perera, 2009).



SCRUBBER: Separador limpiador

Figura 4. Ingeniería conceptual del empleo de vinazas concentradas como combustible

La Figura 4 muestra el esquema general energético desde la concentración de las vinazas, su almacenamiento y combustión con el quemador torsional; generación de vapor y electricidad con extracción de vapor de escape para la planta de evaporación

donde se concentran. Al proyecto original (Perera, 2009) se le ha incorporado el uso tecnológico en otras áreas de la fábrica, del bajo excedente de vapor de escape que se obtiene. A más largo plazo tendrá solución con el aumento de la presión de operación de la caldera de vapor y otras mejoras energéticas, retos actuales para las ingenierías química y termoenergética (Obregón-Luna, 2016).

CONCLUSIONES

A diferencia de otros usos de las vinazas, su concentración y empleo como combustible representa la utilización particular y específica de las mismas como energía renovable, en los esquemas termoenergéticos de las destilerías de alcohol, con lo que mitiga en parte, el calentamiento global. Desaparecen las vinazas como residual líquido industrial, el riesgo de su impacto ambiental es anulado. No es una tecnología futurista, existen instalaciones que operan de esta forma. Su alto costo si se realiza la inversión, solo para este propósito con cerca de diez años para su recuperación, limita más generalización dado al poco excedente de vapor y electricidad. Sin embargo, al menos en países de Centroamérica y el Caribe en el periodo de zafra azucarera, en sistemas central azucarero-destilerías de alcohol, las vinazas concentradas pueden mezclarse con el bagazo de caña y combustionarse en las calderas del área de generación de vapor sin mayores dificultades. Después de este periodo, si se pretende continuar con la producción de bioetanol, la combustión de vinazas concentradas conlleva al empleo de quemadores especiales diseñados con tales propósitos. En estos casos, los costos se reducen considerablemente, al utilizar instalaciones termo energéticas existentes, aunque aumenta los gastos de mantenimiento, dado a que operan fuera del período zafra más de 300 días al año. Las vinazas concentradas aparte de su uso como combustible renovable, también son comercializadas como tensioactivos, fertilizante y componente de piensos para animales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Albers, M. (2013). *Concentração de vinhaça. Dedini/Vogelbusch*. Recuperado de <https://revistarpanews.com.br/ultima-edicao/144-edicao2015/edicao-195/4961-tecnologia-industrial-contencetracao-vinhaca>

García, A., & C. Rojas. (2006). *Posibilidades de Uso de la Vinaza en la Agricultura de acuerdo con su Modo de Acción en los Suelos*. Recuperado de <http://www.tecnicana.com>

Gnecco, J. (2005). *Sistema de concentración de vinaza*. Recuperado de http://www.academia.edu/33309652/CONCENTRACION_Y_COMBUSTION_DE_VINAZAS

Ingledew, W. M., Austin, G. D., Kluhspies, C., & Kelsall, D. R. (2009). *The Alcohol Textbook*. 5th. Ed.. Recuperado de <https://www.google.com/search?q=the+alcohol+textbook+5th+edition+pdf&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b-ab>

Jacques, K., Lyons, T. P. & Kelsall, D. R. (2003). *The Alcohol Textbook*, 4th Ed.. Nottingham University Press. United Kingdom Recuperado de <https://www.google.com/search?q=the+alcohol+textbook+4th+edition+pdf&ie=utf-8&oe=utf-8&client=firefox-b>

Obregón-Luna, J. J. (2009). *Vinazas de sustratos fermentados y destilados de caña de azúcar: Estado del arte de utilizations*. Recuperado de <http://www.monografias.com/trabajos71/vinazas-sustratos-fermentados-cana-azucar/vinazas-sustratos-fermentados-cana-azucar.shtml>

Obregón-Luna, J. J. (2016). *Manual del bioetanol de la caña de azúcar*. Cap. 7. (Proyecto institucional en ejecución). Universidad de Sancti Spiritus, Cuba. Recuperado de revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes/article/download/698/633

Obregón-Luna, J. J. (2017). Concentración de vinazas para usos mitigantes del impacto ambiental: Minirrevisión. *Márgenes*, 5(4), 83-94. Recuperado de <http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/margenes>

Perera, J. G. (2009). *Concentración y Combustión de Vinazas*. Recuperado de http://www.tucuman.gov.ar/varios/proyecto_concetracion_y_combustion_de_vinazas.php

Schopf, N., & Erbino, P. (2006). *Combustion Technology for LCV Fuels like Vinasse in the Sugar Industry employing the Saacke Swirl Burner SSBS-LCG*. Saacke GmbH & Co. KG. Bremen, Deutschland. Alemania. Recuperado de

<https://www.atamexico.com.mx/wp-content/uploads/2017/11/COPRODUCTS-33-Schopf.pdf>

Márgenes publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

