

Tratamiento del condensado vegetal de los concentradores de jugos en frutos de cítricos después de la cosecha con el fin de poder utilizarlo como agua de alimentación de calderas

Treatment of the vegetable condensed obtained in juices of citric fruits after the harvest to be used to feed the boilers

Alexander Roque Chávez¹ y Yosbel Jiménez Armelo²

RESUMEN: El trabajo se desarrolla con el objetivo de determinar el valor del pH del condensado vegetal obtenido de los concentradores de jugos, su variación en dependencia con el tipo de cítrico y su madurez, así como determinar la cantidad de hidróxido de sodio (NaOH) necesario para su tratamiento con el fin de poder utilizarlo como agua de alimentación de calderas, para el estudio se tomaron varias muestras de pH durante la campaña 2008-2009 que abarcaron siete meses, los valores de pH se compararon con el Ratio de la fruta, obteniéndose una correlación de 0,00149, demostrándose mediante métodos estadísticos que el pH del condensado vegetal es constante durante toda la campaña y que es posible utilizarlo como agua de alimentación de calderas, adicionándole a cada metro cúbico 10, 17 g de hidróxido de sodio logrando elevar su pH de 4 hasta 8.

Palabras clave: caldera, agua de alimentación, Ratio.

ABSTRACT: The objective of this paper is to determine the value of the pH on the condensed vegetable obtained from the juice concentrators, its variance depending on the kind of citrus fruits and its maturity as well as to determine the amount of sodium hydroxide needed for its treatment, to be used to feed the boilers. For this study many samples of pH were taken during the campaign 2008-2009, in a 7 month period. The values of pH were compared to the fruit ratio obtaining a correlation of 0,00149, and by statistics methods it is found that the condensed vegetable pH is constant during the whole campaign and that it is possible to use it to feed the boilers adding to every cubic meter 10,17 g of sodium hydroxide to increase values of pH, from 4 to 8.

Keywords: boiler, feeding water, Ratio.

INTRODUCCIÓN

En Cuba, la Red Nacional de Producción Más Limpia (RNPML) fue establecida por la ONUDI en mayo del 2001. En el año 2004 la Empresa de Cítricos “Héroes de Girón” se inserta en ella y es cuando se comienza a recuperar el condensado vegetal que originan los concentradores de jugos TASTE. El agua proveniente de la condensación de vapores vegetales obtenidos en el proceso de concentración de jugo se reutilizan en el proceso de limpieza de tanques, ultrafiltro, columnas de resinas, lavado de cáscara y en la extracción de sólidos solubles de la pulpa proveniente del finisher de jugo (Vicentetrapani, 2008). Una gran parte de este condensado vegetal va al manto freático por no estar las

condiciones creadas para poder aprovecharlo en otras tareas.

La concentración del jugo genera alrededor 200-300 litros de agua por tonelada de fruta procesada y en los primeros efectos del evaporador de quintuple efecto el agua alcanza una temperatura de aproximadamente 80° C que puede ser utilizada en diferentes procesos tales como la alimentación de las calderas, gracias a los parámetros de la calidad de estas aguas que pueden, sin efectos colaterales, sustituir el agua suave y también por su alto contenido energético (Prévez, 1997).

Para obtener una buena calidad del vapor y asegurar una larga vida del generador de vapor éste debe ser alimentado con agua tratada previamente (Valtec-Umisa, 2008). Tratar esta agua tiene un costo en divisas que no se incurriría si se utilizara condensado vegetal

Recibido 12/02/09, aprobado 22/09/10, trabajo 58/10, investigación.

¹ Ing., Especialista B en beneficio y producción agropecuaria, Empresa de Cítricos Héroes de Girón, Jagüey Grande, Matanzas, Cuba. E-✉: felipe@citricojg.cu

² Ing., Prof., Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, La Habana, Cuba.

pues los parámetros de dureza de este cumplen con los parámetros necesarios, no siendo así el pH el cual es necesario elevar para evitar corrosión. El alcalinizante más usado es el hidróxido de sodio (NaOH) que tiene como función mantener el pH ideal (*Análisis 1/2/resina/depositos*, 2008).

El presente trabajo tiene por tanto como objetivo fundamental determinar el valor del pH del condensado vegetal obtenido de los concentradores de jugos, su variación en dependencia con el tipo de cítrico y su madures, así como determinar la cantidad de NaOH necesario para su tratamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron varias mediciones del pH durante la campaña 2008-2009 en los meses de septiembre, octubre, noviembre donde se procesó toronja blanca, roja y rosada y los meses de enero, febrero, marzo y mayo donde se procesó naranja Valencia.

Para las mediciones se utilizó el pH metro digital 540 GLP.

El tamaño de la muestra se determinó mediante el percentil Z, asumiendo un grado de confianza del 99% y un margen de error de 0,20 (Guerra, 2004).

Cantidad de muestras (n)

$$n = \left(\frac{\sigma \cdot Z_{1-\frac{\alpha}{2}}}{e} \right)^2 \quad 1$$

donde:

σ -desviación típica; α -coeficiente de confianza; Z-percentil (se busca en tablas); e-margen de error.

La información fue procesada utilizando los software sobre

Windows: Statgraphics Plus versión 5.1 (2001).

Determinación de a cantidad de hidróxido de sodio a utilizar

$$m(\text{NaOH}) = C(\text{NaOH}) \cdot M(\text{NaOH}) \cdot V(\text{NaOH}) \quad 2$$

donde:

C-concentración de la sustancia;

m-masa de la sustancia;

M-masa molar de la sustancia;

V-Volumen de la sustancia.

Para determinar la cantidad de hidróxido de sodio a utilizar se realizaron 10 mediciones en 7 meses y todas con pH diferentes, se utilizó la bureta digital DL-50 y el peachímetro para ir valorando la muestra se utilizó NaOH con una concentración de 0,113 mol/L

De forma experimental se determinó la cantidad de NAOH que se necesita para subir el PH de una disolución de condensado vegetal de 80ml a un rango entre 8 y 9.

El gasto en todas las muestras fue de 0,18 mL, por regla de tres se determinó que para un metro cúbico se necesitaría 2,25 L lo que equivale a 10, 17 g.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se muestran los resultados estadísticos de las muestras tomadas en cada mes, donde se puede ver que la desviación típica es muy pequeña lo que indica que es muy poca la dispersión de las mediciones alrededor de la media., esto lo corrobora la cantidad de muestras necesarias que en un solo caso exige más de una en la mayoría ni siquiera 1.

TABLA 1. Comportamiento estadísticos mensuales del pH durante la campaña 20 08-2009

	sep.	oct.	nov.	enero	febrero	marzo	mayo
	ph	ph	ph	ph	ph	ph	ph
Media	3,95	4,00	4,38	4,33	4,28	4,45	4,03
Intervalo	3,77	3,85	4,23	3,93	4,14	4,44	4,02
confianza	4,14	4,15	4,52	4,74	4,42	4,46	4,04
Desviación típica	0,21	0,18	0,17	0,47	0,12	0,01	0,01
Cantidad de mediciones	0,2519	0,20058	0,18848	1,279970	0,09653	0,00067	0,0005
Cantidad de medición real	10	9	9	9	5	6	5

En la Tabla 2 se muestran los valores de pH obtenidos a cada muestra después de aplicarle 0,18 mL de hidróxido de sodio a 0,113 mol/L de concentración, como se puede apreciar en todos los casos el pH subió del rango de 4-5 al 8-9 necesario según normas europeas y los fabricantes de calderas (*Manual de instrucciones, uso y mantenimiento del generador de vapor modelo UMISA SMS'40*, 2001; *Características del agua de caldera. Recomendadas para Agua de Alimentación*, 2008; Valtec-Umisa, 2008).

TABLA 2. Valores de pH después del tratamiento

Número de muestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH del Condensado vegetal sin NaOH	4,00	3,7	4,4	4,7	4,8	4,6	4,4	3,5	4,0	4,5
pH del Condensado vegetal después de adicionar 0,18 mL de NaOH a 0,113 mol/L	8,5	8,2	8,68	9,0	8,4	8,5	8,10	8,05	8,15	8,4

En la Figura 1 se pude apreciar que el índice de madures (RATIO) aumenta con el transcurso del tiempo, no siendo así con el pH del condensado vegetal, que se mantiene durante toda la campaña prácticamente sin variación, siempre alrededor de 4,00.

La estabilidad del pH durante toda la campaña garantizará fijar un valor constante de hidróxido de sodio por m³, que facilitará contar con sistemas sencillo sin la necesidad de usar peachímetros y otros equipos.

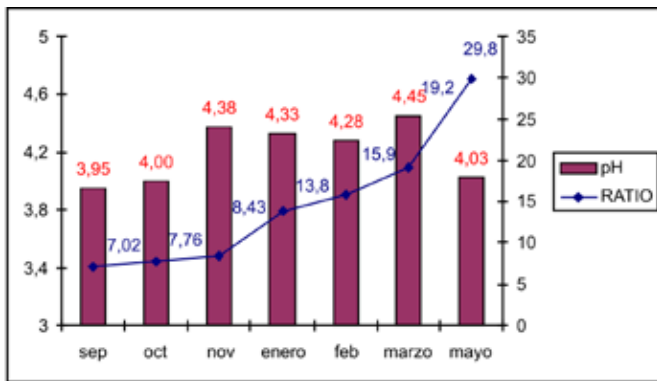


FIGURA 1. Comportamiento del pH del condensado vegetal y el índice de madures (RATIO) durante 7 meses de la campaña 2008-2009.

Se obtuvo una correlación de 0,00149 El índice indica, por tanto, una independencia total entre las dos variables, es decir, que la variación de la madures de la fruta no influye en absoluto en el valor que pueda tomar el pH del condensado vegetal.

TABLA 3. Valores para obtener la correlación

x	y	$X = x - \bar{x}$	$Y = y - \bar{y}$	x^2	$X*Y$	y^2
3,95	7,02	-0,25	-7,54	15,6025	1,91	49,2804
4,00	7,76	-0,20	-6,80	16,0000	1,38	60,2176
4,38	8,43	0,18	-6,13	19,1844	-1,09	71,0649
4,33	13,8	0,13	-0,76	18,7489	-0,10	190,44
4,28	15,9	0,08	1,34	18,3184	0,10	252,81
4,45	19,2	0,25	4,64	19,8025	1,15	368,64
4,03	29,8	-0,17	15,24	16,2409	-2,63	888,04
29,42	101,91			123,8976	0,72	1880,4929

En la Figura 2 se aprecia que la nube de puntos está muy dispersa por lo que no se puede trazar una recta de regresión.

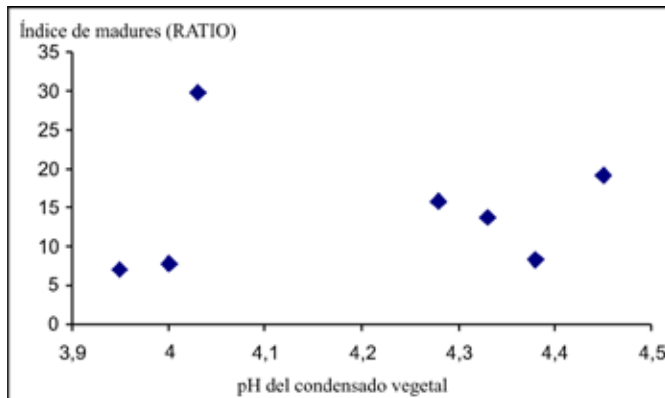


FIGURA 2. Correlación entre el pH del condensado vegetal y el índice de madures durante 7 meses de la campaña 2008-2009.

CONCLUSIONES

- El pH del condensado vegetal se comportó de forma prácticamente constante durante toda la campaña.
- El pH del condensado vegetal no guarda ninguna relación con el aumento del índice de madures de la toronja roja, rosada, blanca y la naranja.
- Es posible utilizar el condensado vegetal proveniente de la concentración de jugos cítricos como agua de alimentación de calderas, adicionándole a cada metro cúbico 10, 17 g de hidróxido de sodio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Características del agua de caldera, Recomendadas para Agua de Alimentación. [en línea], 2008 Disponible en: http://www.calderasvapor.com/agua_calderas.htm [Consulta: 7 de Julio del 2008]

GUERRA, C.W.: *Estadística*, 136pp., Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 2004.

HOEL, P: *Estadística Elemental.*, pp. 227-234, Instituto Cubano del Libro, La Habana, Cuba, 1973.

Análisis 1/2/resina/depósitos MKT-AP. 646 Jagüey Grande, Matanzas, Cuba, Agosto, 1998.

Manual de instrucciones, uso y mantenimiento del generador de vapor modelo UMISA SMS'40(15) y resto de equipos instalados, NT1633, [en línea], 2008, Disponible en: www.valtec-umisa.es [Consulta: 7 de Julio del 2008].

PRÉVEZ, L.: *Manual de producción más limpia para el sector industrial citrícola*, pp. 2-16, Sánchez-Osuna, M. ONUDI/RNPML/IIFT., España, 1997.

VALTEC-UMISA: *Valtec-Umisa: Generadores de vapor pirotubulares modelo "UMS"* [en línea], 2008, Disponible en: www.valtec-umisa.es [Consulta: 7 de Julio del 2008].

VICENTETRAPANI: *Unidad de Negocios, Industria.* [en línea], 2008, Disponible en: http://www.vicentetrapani.com/gest_amb/Informe%20industria%20feb-00.html [Consulta: 15 de Julio del 2008].