

La acidez fermentativa como indicador de la calidad del jugo de la caña.

Autor: Lic. Humberto Cuellar Fariñas

Resumen

Se presenta un método sencillo para determinar la calidad del jugo de la caña desde el punto de vista de su grado de infección microbiana. Se basa en determinar la variación de la acidez total del jugo cuando éste es incubado durante 3 horas a $37 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, ésta variación de acidez la llamamos acidez fermentativa. Se halla el valor de este indicador para cañas sanas microbiológicamente, es decir que no presentan deterioro de sus jugos siendo su valor normal como máximo 0,09. Se comprueba estadísticamente que los jugos deteriorados muestran valores superiores en función de la magnitud del estado de deterioro. Se evalúa la relación entre el valor de la acidez fermentativa y la pureza de la miel final encontrándose un coeficiente de correlación significativo igual a 0,648. La sencillez y efectividad del método permite su aplicación en los ingenios no sólo para evaluar la caña en el campo o la caña recibida en el basculador sino también que puede ser aplicado para evaluar el estado higiénico del tándem.

Introducción :

Son muchos los indicadores que se tienen en cuenta para evaluar la calidad del jugo de la caña (VAN DER POEL,1998; REIN,P. 2007), siendo los tradicionales el contenido de sólidos disueltos, la polarización del mismo y su pureza, así como el contenido de reductores . Estas determinaciones analíticas se realizan tanto a las cañas que se programan para moler como a la propia materia prima recibida en el ingenio. Sin embargo en muchas ocasiones esos indicadores muestran valores aparentemente normales y su comportamiento fabril es muy malo . Nuestra experiencia personal , así como la de otros especialistas (HERNÁNDEZ,1986) señalan como un factor esencial a la hora de evaluar el jugo es su calidad microbiológica, dada su incidencia negativa en el proceso de fabricación del azúcar.

De todos es conocido que las cañas pueden tener muy buenos sus indicadores generales antes mencionados , pero si éstas están afectadas por la acción del bórer, roedores u otra plaga específica o por algún fenómeno meteorológico (CUELLAR,2002) ya esto traería consecuencias posteriores en el proceso fabril de muy graves consecuencia las que se traducen en un alto consumo de cal, mala clarificación y deficiente agotamiento de la miel final como efectos negativos más sobresalientes.

¿Cómo poder conocer el estado de los jugos de las cañas desde el punto de vista microbiológico?

Existen métodos indirectos para ésta evaluación (CLARKE, 1997) tales como la determinación de dextrana, polisacáridos,etc. Sin embargo estos métodos no son efectivos pues dependen de la vía utilizada por la flora microbiana, además son más costosos.

Existen también los métodos directos de la prueba de la resazurina (PÉREZ, 2006) y el de la fermentación espontánea (PÉREZ, 2006) en base a la variación del pH en jugos incubados. Estos últimos métodos aunque también son más efectivos sin embargo adolecen de algunos inconvenientes.

Nosotros hemos elaborado un método sencillo para conocer la calidad microbiológica del jugo a la que hemos llamado acidez fermentativa que en esencia se basa en medir la variación de acidez que experimenta el jugo de la caña cuando ésta se somete a un proceso de fermentación normal . Esta técnica contempla la determinación de la acidez total inicial del jugo y posteriormente colocar una porción de dicho jugo en incubación durante 3 horas al cabo de las cuales se vuelve a determinar su acidez, considerándose que si ocurre un incremento de ésta es producto de la acción microbiana sobre el sustrato formado por los componentes del jugo. Este método tiene la ventaja de ser muy sencillo y además de ser un método que mide el efecto directo de la acción microbiana.

El método propuesto también se puede emplear para valorar el grado de frescura de la caña recibida en el ingenio. Esta valoración también es de muy alta confiabilidad por ser una determinación directa del estado de deterioro de los jugos. Sirve para corroborar si el tiempo entre corte y molida de la caña que viene reflejado en las tarjetas o vales de los carros o camiones son reales , pues muchas veces estos datos no son compatibles con la realidad del comportamiento de los jugos en el proceso fabril. Su aplicación en Cuba ha tenido muy buenos resultados pues ha permitido a la dirección técnica y administrativa del ingenio tomar decisiones acertadas en base a los resultados de éste análisis.

Otra de las ventajas del método propuesto es que puede ser empleado también para evaluar el estado higiénico del tándem .

Objetivo: Establecer un método de análisis sencillo y confiable que permita determinar la calidad microbiológica de los jugos de cañas para evaluar el estado de la misma en los campos , así como en la propia fábrica cuando ésta llega para ser molida.

Materiales y métodos: Primeramente se estudia el comportamiento de éste índice en muestras de cañas sometidas al deterioro para ver como este indicador responde ante las variaciones de la calidad del jugo a consecuencia de la acción microbiana. Para ello se toman muestras de cañas al azar, las cuales son cortadas en trozos con el objeto de asemejarla lo más posible a la obtenida al corte mecanizado (tamaño de 25 cm de longitud) . Estos trozos se colocan en 3 pilas teniendo en cuenta incluir igual número de trozos de la parte superior, media e inferior de la caña. Se preparan dos grupos de cañas de 3 pilas cada uno , el primer grupo incluye las cañas verdes y el segundo grupo las cañas quemadas. Se toman muestras de estas pilas en los siguientes intervalos de tiempo: 0, 24, 36, 48, 60, 72 y 96 horas. Estas muestras se desfibran y luego se prensan 500 g de la misma en una prensa hidráulica para extraerle el jugo se prensan a una presión de 100 kgf/cm^2 durante 1 minuto . Al jugo extraído se le determina la acidez fermentativa . El valor de acidez es el promedio correspondiente a

las 3 muestras analizadas de cada grupo para cada intervalo de tiempo. También se le determina al jugo la dextrana % de Brix y se comparan ambos comportamiento.

Se determina estadísticamente la relación entre el tiempo de la caña en campo y la correspondiente acidez fermentativa.

Con el fin de determinar el valor normal de acidez fermentativa para las cañas sanas se tomaron 50 muestras de cañas de diferentes campos de la provincia de Villa Clara en Cuba. Para la recolección de estas muestras se tiene en cuenta tomar los tallos que no presentan afectación por plagas u otras causas. Las muestras de caña son desfibradas de la misma forma que se explicó anteriormente. El jugo extraído es analizado posteriormente para lo cual se le determina inicialmente la acidez total mediante la valoración con NaOH 0.1N. Seguidamente se toman 150 ml de jugo prensado en erlenmeyer de 250 ml, se tapan y se incuban a $37 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ durante 3 horas. Pasado este tiempo se vuelve a determinar la acidez total. La diferencia entre la acidez inicial y la acidez después de incubada la muestra constituye la acidez fermentativa.

A continuación se calcula el valor medio de estos resultados, su desviación típica y la tolerancia natural de estos valores.

Con el fin de comprobar la eficacia de este indicador para la detección de deterioro de los jugos de cañas se analizaron en 2 ingenios de la provincia José Ma Pérez y Héctor Rodríguez 60 muestras de cañas recibidas con altos tiempos de retención de la caña cortada mecánicamente y almacenadas en carros de ferrocarril. El tiempo de retención sobre carros oscilaron entre 12 y 28 horas.

Seguidamente en el ingenio Hermanos Ameijeiras durante 30 días de trabajo se compara el efecto de la acidez fermentativa de la caña sobre la eficiencia de la fábrica en lo fundamental en lo que se refiere al agotamiento de la miel final.

Resultados y discusión:

En el Gráfico I mostramos el comportamiento que presenta la acidez fermentativa en el jugo de la caña en función de su tiempo de atraso. Como se puede apreciar hay un incremento de la acidez fermentativa en el jugo de la caña en función del tiempo de atraso de la misma, además este incremento es mayor en la caña quemada como era de esperar. Estos resultados muestran que efectivamente, la acidez fermentativa responde ante el deterioro del jugo por su acción microbiana. Sin embargo al analizar el Gráfico II podemos ver que la dextrana muestra un comportamiento errático, es decir que no hay un incremento sostenido de la misma con el tiempo de atraso de la caña, esto demuestra que la caña puede estar deteriorada y sin embargo no producir por la vía de formación de polisacáridos la cantidad esperada de dextrana, sin embargo la formación de ácidos por la vía fermentativa muestra en todo momento un incremento en función del grado de deterioro. Por lo tanto la acidez fermentativa es un indicador de gran confiabilidad para evaluar el estado microbiológico de la caña.

Al correlacionar el tiempo de atraso de la caña con los correspondientes valores de acidez fermentativa aplicando el programa estadístico Statgraphics Centurion XV II se encontró un coeficiente de correlación igual a 0,81 el que también resultó significativo de acuerdo al análisis de regresión y de varianza realizado y que se resume a continuación:

Análisis de regresión – Modelo Lineal $y = a + bx$

Variable dependiente: Acidez fermentativa

Variable independiente: Tiempo

<u>Parámetro</u>	<u>Estimación</u>	<u>Error Estand.</u>	<u>Estadístico t</u>	<u>p- Valor</u>
Ordenada	0,04429	0,0100	4,428	0,0003
Pendiente	0,001071	0,00017	6,029	0,0000

Análisis de Varianza

<u>Fuente</u>	<u>Suma cuadrados</u>	<u>G.L</u>	<u>Cuad.Medio</u>	<u>Coefic. F</u>	<u>P-Valor</u>
Modelo	0,0208	1	0,0208	36,35	0,0000
<u>Residuo</u>	<u>0,01088</u>	<u>19</u>	<u>0,00057</u>		
Total	0,0317	20			

La evaluación estadística realizada a los resultados de las 50 muestras de cañas para calcular el valor normal de la acidez fermentativa arrojó un valor medio y una desviación típica de 0,031 y 0,0187 respectivamente. A partir de los mismos se determinó estadísticamente el límite máximo o la tolerancia natural de este indicador en las cañas sanas siendo su resultado igual a 0,09, es decir, que al analizar las cañas recibidas en el ingenio todas aquellas que presenten un valor de acidez fermentativa igual o menor de 0,09 se consideran que sus jugos no están deteriorados. Valores de este indicador por encima de 0,09 son considerados como de mala calidad y mientras más alto el resultado más degradado está el jugo, o sea mayor grado de infección.

Los valores obtenidos del análisis de las 60 muestras de cañas deterioradas comprobadas físicamente por su estado de pudrición roja, ataque de roedores, presencia de bórer y los altos tiempos de horas sobre carro muestran el siguiente comportamiento de la acidez fermentativa:

Media	0,19
Desv. Estand.	0,082
Coef. Variac.	43,98
Valor máx.	0,41
Valor mín.	0,11

Como se puede observar el rango de variación de la acidez fermentativa en todos los casos mostró valores superiores a 0,10 con una media elevada igual a 0,19 y un alto coeficiente de

variación. Estos resultados demuestran la efectividad de éste índice para detectar la infección. En la Grafica III se ilustra esta comportamiento.

Se determina la relación entre la acidez fermentativa y la pureza de la miel final aplicando el programa estadístico Statgraphics Centurion XV II cuyos resultados se muestran a continuación:

Análisis de regresión – Modelo Lineal $y = a + bx$

Variable dependiente: Pureza de la miel

Variable independiente: Acidez fermentativa

<u>Parámetro</u>	<u>Estimación</u>	<u>Error Estand.</u>	<u>Estadístico t</u>	<u>p- Valor</u>
Ordenada	36,5646	0,9064	40,342	0,0000
Pendiente	18,3722	4,0788	4,504	0,0001

Análisis de Varianza

<u>Fuente</u>	<u>Suma cuadrados</u>	<u>G.L</u>	<u>Cuad.Medio</u>	<u>Coefic. F</u>	<u>P-Valor</u>
Modelo	98,9899	1	98,9889	20,29	0,0001
<u>Residuo</u>	<u>136,616</u>	<u>28</u>	<u>4,8791</u>		
Total	235,605				

Dado que el p-valor de la tabla ANOVA es inferior a 0.01 existe relación estadísticamente significativa entre la acidez fermentativa y la pureza de la miel final para un nivel de confianza del 99 %. El coeficiente de correlación es igual a 0,648.

Este resultado demuestra que efectivamente, los jugos deteriorados como parte de los productos metabólicos sintetizados , incorporan sustancias que elevan la viscosidad de los materiales, así como también forman compuestos que aumentan la solubilidad de la sacarosa lo que trae como consecuencia la elevación de la pureza de la miel final y por tanto menor agotamiento de la misma.

Conclusiones:

- 1.- La acidez fermentativa constituye un nuevo indicador eficaz para evaluar el grado de deterioro de los jugos en el campo y en la caña recibida por el ingenio.
- 2.- Se encontró que los valores de acidez fermentativa igual o por debajo 0.09 es indicativo de jugos no deteriorados.
- 3.- Hay una relación directa entre el grado de deterioro y el valor de la acidez fermentativa.
- 4.- Se encontró una correlación significativa entre la acidez fermentativa y la pureza de la miel final .
- 5.- El método puede igualmente aplicarse para evaluar el estado higiénico del tándem.

Literatura consultada

- 1.- HERNÁNDEZ, M. et al. 1986. Microbiología de la producción azucarera. Cuba, Publicaciones Docentes UCLV. p: 4-13.
- 2.- CLARKE, M. 1997. Dextran in sugar factories. Causes and control. Houston, Sugar y Azúcar 10 (12) : 28-36.
- 3.- VAN DER POEL et al . 1998. Sugar Technology and Cane Sugar manufacture. Berlin, Verlag. p: 151-157.
- 4.- CUELLAR,H et al. 2002. Evaluación de la afectaciones del huracán Michelle a la agroindustria azucarera de Villa Clara, Cuba, Informe de la Delegación Provincial del MINAZ.
- 5.- PÉREZ, F. et al. 2006. Método de la Resazurina modificado para la determinación de la contaminación microbiológica en jugos. Cuba, Publicaciones azucareras. p:50-54.
- 6.- PÉREZ, F. et al. 2006. Método de la fermentación espontánea para determinar la degradación de la sacarosa en jugos . Cuba, Publicaciones azucareras. p:43-45
- 7.- REIN, P. 2007. Cane Sugar engineering. Berlin, Verlag. p: 43-46.

Anexos

