



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

SUSTITUCIÓN DEL CLARIFICANTE OCTAPOL CON CELITE EN LOS ANÁLISIS DE
POLARIMETRÍA DE MUESTRAS OBTENIDAS EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE
SACAROSA EN CAÑA DE AZÚCAR.

Autora:

Yépez Ortiz Ana Lorena

Director:

Ing. Juan De la Vega M.Sc.

Asesores:

Ing. Iván Vaca

Ing. Rosario Espín M.Sc.

Ing. Jimmy Cuarán M.Sc.

Ibarra-Ecuador

2017

Lugar de investigación:

Laboratorio de análisis control de calidad del Ingenio Azucarero del Norte (I.A.N.C.E.M)

HOJA DE VIDA DE LA INVESTIGADORA



NOMBRE: Yépez Ortiz Ana Lorena

DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 100341760 - 5

FECHA DE NACIMIENTO: 15 de octubre de 1991

ESTADO CIVIL: Soltera

DIRECCIÓN: Calle general Pintag y Duchicela

TELÉFONO: 0982706709

E-MAIL: lore_anita@hotmail.es

AÑO: 2017

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

FICAYA-UTN


ANA LORENA YÉPEZ ORTIZ, “SUSTITUCIÓN DEL CLARIFICANTE OCTAPOL CON CELITE EN LOS ANÁLISIS DE POLARIMETRÍA DE MUESTRAS OBTENIDAS EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE SACAROSA EN CAÑA DE AZÚCAR.” / TRABAJO DE GRADO. Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial Ibarra, 03 de enero del 2017.

DIRECTOR: Ing. Juan De la Vega

La presente investigación tuvo como objetivo Sustituir el clarificante octapol con celite en los análisis de polarimetría de muestras obtenidas en el proceso de extracción de sacarosa en caña de azúcar.

Ibarra, 03 de enero del 2017


Ing. Juan De la Vega M.Sc.
Director de Tesis


Ana Lorena Yépez Ortiz
Autora

ARTÍCULO CIENTÍFICO

TÍTULO: SUSTITUCIÓN DEL CLARIFICANTE OCTAPOL CON CELITE EN LOS ANÁLISIS DE POLARIMETRÍA DE MUESTRAS OBTENIDAS EN EL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE SACAROSA EN CAÑA DE AZÚCAR.

AUTORA:

Yépez Ortiz Ana Lorena

DIRECTOR:

Ing. Juan De la Vega M.Sc.

RESUMEN

La polarimetría es un procedimiento fundamental de todo ingenio azucarero, ya que la medida de la Pol en una solución es bastante aproximada al porcentaje de sacarosa que tiene esa muestra. Por tanto la frecuencia de los análisis polarimétricos, determinará una mayor precisión en todos los indicadores de productividad industrial.

El objetivo principal de la presente investigación es sustituir el clarificante octapol con celite en los análisis de polarimetría de muestras obtenidas en el proceso de extracción de sacarosa en caña de azúcar, con el fin de reducir costos en los análisis de polarimetría, manteniendo la eficiencia del clarificante.

Se concluyó que se puede sustituir hasta un 70% de celite; debido a que las variables

físico-químicas de las muestras analizadas, interfieren en la lectura de polarimetría; el precio de la mezcla (30% octapol -70% celite) es de \$ 0.24; se alcanzó una reducción en los costos diarios de clarificación del 47,9 %, manteniendo la eficiencia del proceso.

PALABRAS CLAVE

Pol, sacarosa, costo, calidad.

ABSTRACT

Polarimetry is a fundamental process all sugar mill, as the measure of Pol in a solution quite approximate to the percentage that has that sample. So the frequency of the analysis established Polarimetric will determine greater accuracy in all indicators industrial productivity.

The main objective of this research is to substitute the clarifier octapol with celite in the polarimetry analysis samples obtained in the process of extraction of sucrose extraction in sugar cane in order to reduce costs in the polarimetry analysis maintaining the efficiency of the clarifier

It was concluded that can replace up to 70% Celite; because the physicochemical properties of the samples analyzed, variables interfere in reading polarimetry; the price of the mixture (30% octapol -70% celite) is \$ 0.24; a reduction in daily clarification costs of 47.9% was achieved, maintaining the efficiency of the process.

KEYWORDS

Pol, sucrose, cost, quality

INTRODUCCIÓN

La industria azucarera se basa en una serie de operaciones que buscan la transformación de la caña en azúcar y derivados. Entre estas operaciones se encuentran: actividades de cultivo, cosecha, transporte, proceso, empaque, almacenamiento y comercialización (Quezada, 2010).

Dentro de los procesos de extracción de sacarosa en caña de azúcar en los ingenios azucareros, los análisis de laboratorio son procedimientos de control que se realizan para asegurar la calidad del producto. Los mismos se llevan a cabo en los puntos críticos de la línea de producción, a fin de identificar y controlar de manera oportuna las posibles fallas que se puedan generar, prevenir problemas de calidad de materia prima o producto final. Dentro de todos los parámetros analizados la polarimetría es el más importante, puesto que el contenido de

sacarosa es la principal información que se requiere para administrar la producción en cada una de sus etapas.

POLARIMETRÍA (POL)

De acuerdo a Hoareau, Horeau, Petit, Roussel, & Corcodel, (2010), la polarimetría se emplea universalmente como un método simple para medir el contenido de sacarosa. Este método requiere una etapa de clarificación para eliminar la turbidez de la muestra y lograr una transmitancia de luz correcta en el polarímetro.

La Polarimetría emplea la actividad óptica de los componentes del jugo. Dado que sacarosa es el principal componente del jugo, su actividad óptica es predominante en comparación a otros componentes como glucosa y fructosa. Tradicionalmente la polarimetría se mide en el rango de longitud de onda visible (589,44 nm), siendo necesaria una etapa de clarificación antes del análisis.

Según Molina (2013) se pueden realizar curvas que relacionan la rotación óptica con la concentración. Estas pueden ser lineales o parabólicas, sin embargo el uso más extenso de la Polarimetría es en la industria de azúcar, para determinar la concentración de sacarosa. Si ella está sola en una solución la rotación óptica es directamente proporcional a la concentración. Si están presentes otros materiales ópticamente activos el

procedimiento es más complejo, porque se tiene que hacer una inversión del azúcar, para luego asegurar que la concentración será proporcional a la diferencia de la rotación óptica antes y después de la inversión.

El instrumento empleado es el polarímetro y sacarímetro cuyos componentes básicos son: una fuente de luz monocromática, un prisma polarizador para producir radiación polarizada, un tubo de muestra, un prisma analizador con escala circular y un detector como se observa en la figura 1.

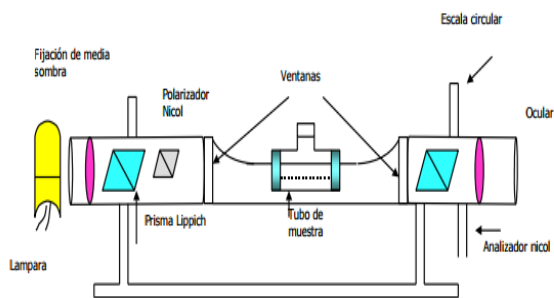


Figura 1. Esquema de los componentes de un Polarímetro (Molina, 2013).

SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (°BRIX)

Benítez & Guagalango (2011) señalan que el °Brix constituye el porcentaje de sacarosa en peso, que contiene una solución de azúcar puro, es el porcentaje de los sólidos totales disueltos en solución o el porcentaje de sólidos solubles, se mide con el refractómetro. Este parámetro es importante por lo siguiente: La cantidad de panela varía según el porcentaje de extracción del molino

y la concentración de los sólidos solubles (°Brix), así: a mayor porcentaje de extracción y a mayor concentración de sólidos solubles, mayor cantidad de panela por tonelada de caña. En los molinos paneleros la extracción fluctúa, normalmente, entre 40 y 65% y la concentración de los sólidos solubles en el jugo crudo se encuentra entre 16 y 22 °Brix.

PUREZA REAL

La “Pureza Real” es la proporción de sacarosa en los sólidos solubles totales de la sustancia azucarada. Por tanto una solución con 85 de Pureza real contiene 85% de sacarosa y 15% de otros sólidos solubles. El agua que contiene la solución no se tiene en cuenta en este término, por tanto es un % sobre base libre de agua (Pérez, 2007).

La pureza real se puede describir como la relación entre el Pol y el Brix y es la más usada en el control del proceso; aunque en algunos casos puede crear confusiones como por ejemplo en el caso del agotamiento de la Miel Final. La Pureza Real viene dada por:

$$(Pureza Real) = \frac{POL}{BRIX} * 100 \text{ (Pérez, 2007)}$$

MATERIALES Y MÉTODOS

La fase experimental se desarrolló en el laboratorio del Ingenio Azucarero del Norte

ubicado en la provincia de Imbabura, cantón Ibarra.

Se analizó las variables Sólidos Solubles (°Brix) para las muestras y Turbidez (NTU), Polarimetría y Pureza en los filtrados, se planteó 5 tratamientos: Octapol. (100% octapol); Mezcla 1. (75% octapol + 25% celite); Mezcla 2. (50% octapol + 50% celite); Mezcla 3. (25% octapol + 75% celite); Celite. (100% celite). Para las variables de Polarimetría y Pureza se realizó los siguientes tratamientos: T1 (100% Octapol); T2 (75% Octapol – 25% Celite); T3 (50% Octapol – 50% Celite); T4 (45% Octapol – 55% Celite); T5 (40% Octapol – 60% Celite); T6 (35% Octapol – 65% Celite); T7 (30% Octapol – 70% Celite), para las diferentes muestras: Jugo Primario; Jugo Claro; Jugo Mixto; Masa Cocida A; Masa Cocida B; Masa Cocida C; Miel A y Miel B.

Para el análisis de la variable Sólidos solubles totales (°Brix), se evaluó a las diferentes muestras, utilizando un refractómetro de marca Schmidt + Haensch refractómetro (DUR-SW) para su uso simultáneo de Pol y °Brix, con lo que se determinó los sólidos totales valor que se utilizó para obtener la pureza, relacionando pol/°brix de dichas muestras.

Para la variable Polarimetría se aplicó el método de ICUMSA GS2/3-1 que consiste

en utilizar un polarímetro de marca Schmidt + Haensch refractómetro (DUR-SW) para su uso simultáneo de Pol y °Brix, con lo que se determinó la lectura aparente de la pol en Z° y con los cálculos correspondientes se obtuvo la pol real que nos sirvió para el cálculo de la pureza.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el presente capítulo se presentan los resultados de la investigación “Sustitución del clarificante octapol con celite, en los análisis de polarimetría de muestras obtenidas en el proceso de extracción de sacarosa en caña de azúcar”, con la finalidad de obtener la mejor mezcla clarificante para reducir los costos en los análisis de polarimetría.

CARACTERIZACIÓN DE LAS MUESTRAS

Para la caracterización de las muestras (Jugo Primario; Jugo Claro; Jugo Mixto; Masas Cocidas y Miel), se realizó la medición de la concentración de sólidos solubles.

En la tabla 1 muestra las características que presentan las diferentes muestras para el inicio de la investigación.

filtrado final de: Turbidez expresada en NTU.

ANÁLISIS DE ANÁLISIS DE TURBIDEZ (NTU)

Se evaluó con un turbidímetro de marca HACH 2100Q, con la finalidad de determinar la cantidad de sólidos disueltos, el cual se expresa en unidades Nefelométricas NTU. Esta variable se midió a los 5 tratamientos con sus respectivas repeticiones. Las tablas 2, 3 y 4 muestran los valores obtenidos.

VARIABLE	SÓLIDOS SOLUBLES (°BRIX)
MUESTRAS	
JUGO PRIMARIO	18,51
JUGO MIXTO	19,12
JUGO CLARO	17,59
MASA COCIDA A	90,2
MASA COCIDA B	91,4
MASA COCIDA C	90,4
MIEL A	75,10
MIEL B	81,70

Tabla 1. Características de las muestras

De acuerdo a los parámetros estandarizados para estos análisis en el Ingenio Azucarero del Norte, las muestras de jugos deben poseer un rango de °Brix entre 17 y 21; las masas cocidas entre 88-95 ° Brix y las mieles entre 75-82 ° Brix. Esto demuestra que las muestras se encuentran en los rangos establecidos por el mencionado ingenio.

CARACTERIZACIÓN DE LOS FILTRADOS

Para la caracterización de las diferentes mezclas: T1. Octapol. (100% octapol); T2. Mezcla 1. (75% octapol + 25% celite); T3. Mezcla 2. (50% octapol+ 50% celite); T4. Mezcla 3. (25% octapol+ 75% celite); T5. Celite (100% celite). Se realizó análisis en el

MUESTRAS TRATAMIENTOS	JUGO PRIMARIO	JUGO MIXTO	JUGO CLARO
T1. Octapol. (100% octapol)	5,21	3,01	2,52
T2. Mezcla 1. (75% octapol + 25% celite)	8,90	3,21	3,17
T3. Mezcla 2. (50% octapol+ 50% celite)	11,6	11,1	7,77
T4. Mezcla 3. (25% octapol + 75% celite)	31,41	69,90	19,11
T5. Celite. (100% celite)	75,50	177,00	56,30

Tabla 2. Turbidez (NTU) obtenida en las muestras Jugo Primario, Jugo Mixto y Jugo Claro por cada tratamiento aplicado.

MUESTRAS TRATAMIENTOS	MASA COCIDA A	MASA COCIDA B	MASA COCIDA C
T1. Octapol. (100% octapol)	2,04	3,24	3,75
T2. Mezcla 1. (75% octapol + 25% celite)	0,99	9,09	2,95
T3. Mezcla 2. (50% octapol+ 50% celite)	1,06	12,51	13,97
T4. Mezcla 3. (25% octapol + 75% celite)	1,60	24,30	141,72
T5. Celite. (100% celite)	63,70	131,00	146,07

Tabla 3. Turbidez (NTU) obtenida en la muestra Masas Cocidas A, B y C por cada tratamiento aplicado.

MUESTRAS	MIEL A	MIEL B
TRATAMIENTOS		
T1. Octapol. (100% octapol)	0,28	1,08
T2. Mezcla 1. (75% octapol + 25% celite)	2,40	4,45
T3. Mezcla 2. (50% octapol+ 50% celite)	2,58	40,71
T4. Mezcla 3. (25% octapol + 75% celite)	6,50	71,60
T5. Celite. (100% celite)	66,91	185,00

Tabla 4. Turbidez (NTU) obtenida en la muestra Miel A, B por cada tratamiento aplicado

Los datos que se obtuvieron en la variable turbidez nos indica hasta qué porcentaje de sustitución nos permite la lectura en el polarímetro; es así que los filtrados de T5 (100% celite) y T4 (25% octapol – 75% celite) no se pudieron leer en el polarímetro ya que sus filtrados presentan valores de turbidez altos que no permiten el paso de la luz polarimétrica.

En el caso de Masa Cocida C y Miel B, T3 (50% octapol – 50% celite), T4 (25% octapol – 75% celite) y T5 (100% celite) se obtuvieron lecturas de turbidez muy altas las cuales no se pudo obtener un dato de pol.

EFICIENCIA DE LOS CLARIFICANTES

Para determinar la eficiencia de los clarificantes se analizó las variables de polarimetría (pol) y pureza.

ANÁLISIS DE POLARIMETRÍA (POL)

En esta variable se observó que la sustitución (25% octapol – 75% celite) y (100% celite) no obtuvieron ningún valor de

pol, debido a que sus filtrados son demasiado oscuros y no permiten el paso de la luz para obtener una lectura del polarímetro. Esto sucedió en las muestras de Jugo Primario, Jugo Mixto, Jugo Claro, Masa Cocida A, Masa Cocida B y Miel A; por lo tanto se procedió a realizar nuevos porcentajes de mezclas, teniendo así nuevos tratamientos: T1 (100% Octapol); T2 (75% Octapol – 25% Celite); T3 (50% Octapol – 50% Celite); T4 (45% Octapol – 55% Celite); T5 (40% Octapol – 60% Celite); T6 (35% Octapol – 65% Celite); T7 (30% Octapol – 70% Celite).

En las muestras de Masa Cocida C y Miel B solo se obtuvo datos hasta T2 (75% Octapol – 25% Celite). Las tablas 5, 6 y 7 muestran los valores que se obtuvieron en esta variable.

MUESTRAS	JUGO PRIMARIO	JUGO MIXTO	JUGO CLARO
TRATAMIENTOS			
T1. Octapol. (100% octapol)	16,48	16,81	15,30
T2. Mezcla 1. (75% octapol+ 25% celite)	16,51	16,87	15,15
T3. Mezcla 2. (50% octapol+ 50% celite)	16,62	16,94	15,31
T4. Mezcla 3. (45% octapol+ 55% celite)	16,95	17,39	15,34
T5. Mezcla 4. (40% octapol+ 60% celite)	16,99	17,42	15,35
T6. Mezcla 5. (35% octapol+ 65% celite)	17,03	17,44	15,42
T7. Mezcla 6. (30% octapol + 70% celite)	17,13	17,47	15,44

Tabla 5. Datos obtenidos de la variable Polarimetría (°Z) en la muestra Jugo Primario, Jugo Mixto y Jugo Claro por cada tratamiento aplicado.

MUESTRAS TRATAMIENTOS	MASA COCIDA A	MASA COCIDA B	MASA COCIDA C
T1. Octapol. (100% octapol)	78,21	66,89	55,81
T2. Mezcla 1. (75% octapol+ 25% celite)	78,82	67,01	56,05
T3. Mezcla 2. (50% octapol+ 50% celite)	78,53	67,19	-
T4. Mezcla 3. (45% octapol+ 55% celite)	79,99	66,58	-
T5. Mezcla 4. (40% octapol+ 60% celite)	79,71	66,83	-
T6. Mezcla 5. (35% octapol+ 65% celite)	79,52	66,70	-
T7. Mezcla 6. (30% octapol + 70% celite)	79,33	67,28	-

Tabla 6. Datos obtenidos de la variable Polarimetría (°Z) de la muestra Masa Cocida A, B y C por cada tratamiento aplicado.

MUESTRAS TRATAMIENTOS	MIEL A	MIEL B
T1. Octapol. (100% octapol)	54,72	41,46
T2. Mezcla 1. (75% octapol+ 25% celite)	55,38	41,57
T3. Mezcla 2. (50% octapol+ 50% celite)	55,70	-
T4. Mezcla 3. (45% octapol+ 55% celite)	58,59	-
T5. Mezcla 4. (40% octapol+ 60% celite)	58,47	-
T6. Mezcla 5. (35% octapol+ 65% celite)	58,62	-
T7. Mezcla 6. (30% octapol + 70% celite)	58,50	-

Tabla 7. Datos obtenidos de la variable Polarimetría (°Z) de la muestra Miel A, B por cada tratamiento aplicado.

De acuerdo a los parámetros estandarizados en el Ingenio Azucarero del Norte, la lectura de pol en jugo primario debe estar en un rango de 15.73-17.21; jugo mixto 16.25-17.59; jugo claro 14.89-15.77; masa cocida A 76.67-81.18; masa cocida B 63.98-73.12 y miel A 53.32-59.32. Se puede comprobar que los datos analizados se encuentran dentro de este rango.

De los tratamientos analizados el polarímetro leyó hasta T7 (30% Octapol – 70% Celite), estableciendo así que la mejor mezcla sería T7 con referencia a levantamiento de datos y costo.

En las muestras de Masa Cocida C y Miel B solo se obtuvo datos hasta T2 (75% Octapol – 25% Celite), estableciendo que esta sería la mejor para estas muestras tomando en cuenta la lectura de la pol y precio de la mezcla.

ANÁLISIS DE PUREZA

En esta variable se observó que en los tratamientos T4 (25% octapol – 75% celite) y T5 (100% celite) no se obtuvo ningún valor de pol, por lo que no se pudo obtener un dato de pureza, debido a que esta variable es la relación entre pol y °Brix; esto sucedió en las muestras de Jugo Primario, Jugo Mixto, Jugo Claro, Masa Cocida A, Masa Cocida B y Miel A; por lo tanto se procedió a realizar nuevos porcentajes de mezclas, teniendo así nuevos tratamientos: T1 (100% Octapol); T2 (75% Octapol – 25% Celite); T3 (50% Octapol – 50% Celite); T4 (45% Octapol – 55% Celite); T5 (40% Octapol – 60% Celite); T6 (35% Octapol – 65% Celite); T7 (30% Octapol – 70% Celite).

En las muestras de Masa Cocida C y Miel B solo se obtuvo datos hasta T2 (75% Octapol – 25% Celite).

Las tablas 8, 9 y 10 muestran los valores que se obtuvieron en esta variable.

MUESTRAS TRATAMIENTOS	JUGO PRIMARIO	JUGO MIXTO	JUGO CLARO
T1. Octapol. (100% octapol)	89,01	87,90	87,00
T2. Mezcla 1. (75% octapol+ 25% celite)	89,20	88,21	86,15
T3. Mezcla 2. (50% octapol+ 50% celite)	89,79	88,62	87,04
T4. Mezcla 3. (45% octapol+ 55% celite)	91,59	90,97	87,19
T5. Mezcla 4. (40% octapol+ 60% celite)	91,81	91,13	87,28
T6. Mezcla 5. (35% octapol+ 65% celite)	92,00	91,23	87,66
T7. Mezcla 6. (30% octapol + 70% celite)	92,54	91,35	87,80

Tabla 8. Datos obtenidos de la variable Pureza en la muestra Jugo Primario, Jugo Mixto y Jugo Claro por cada tratamiento aplicado.

MUESTRAS TRATAMIENTOS	MASA COCIDA A	MASA COCIDA B	MASA COCIDA C
T1. Octapol. (100% octapol)	86,70	73,18	61,73
T2. Mezcla 1. (75% octapol+ 25% celite)	87,38	73,32	61,95
T3. Mezcla 2. (50% octapol+ 50% celite)	87,06	73,51	-
T4. Mezcla 3. (45% octapol+ 55% celite)	88,68	72,84	-
T5. Mezcla 4. (40% octapol+ 60% celite)	88,37	73,12	-
T6. Mezcla 5. (35% octapol+ 65% celite)	88,16	72,98	-
T7. Mezcla 6. (30% octapol + 70% celite)	87,95	73,61	-

Tabla 9. Datos obtenidos de la variable Pureza de la muestra Masa Cocida A, B y C por cada tratamiento aplicado.

MUESTRAS TRATAMIENTOS	MIEL A	MIEL B
T1. Octapol. (100% octapol)	72,86	50,73
T2. Mezcla 1. (75% octapol+ 25% celite)	73,75	50,88
T3. Mezcla 2. (50% octapol+ 50% celite)	74,16	-
T4. Mezcla 3. (45% octapol+ 55% celite)	78,02	-
T5. Mezcla 4. (40% octapol+ 60% celite)	77,85	-
T6. Mezcla 5. (35% octapol+ 65% celite)	78,06	-
T7. Mezcla 6. (30% octapol + 70% celite)	77,90	-

Tabla 10. Datos obtenidos de la variable Pureza de la muestra Miel A, B por cada tratamiento aplicado.

De acuerdo a los parámetros estandarizados en el Ingenio Azucarero del Norte, la pureza en jugo primario debe estar en un rango de

85-93; jugo mixto 85-92; jugo claro 85-90; masa cocida A 85-90; masa cocida B 70-80 y miel A 75-78. Se puede comprobar que los datos analizados se encuentran dentro de este rango.

La variable pureza es la relación de pol y °Brix de la muestra, por lo tanto se obtienen valores hasta T7 (30% Octapol – 70% Celite), estableciendo así que la mejor mezcla sería (30% Octapol – 70% Celite con referencia a levantamiento de datos y costos en las muestras de Jugo Primario, Jugo Mixto, Jugo Claro, Masa Cocida A, Masa Cocida B y Miel A.

En las muestras de Masa Cocida C y Miel B solo se obtuvo datos hasta T2 (75% Octapol – 25% Celite), estableciendo que esta sería la mejor para estas muestras tomando en cuenta la pureza y precio de la mezcla.

COSTOS

En los tres turnos de trabajo que se realiza en el ingenio azucarero del norte, se analizan 150 muestras de Jugo Primario, Jugo Mixto, Jugo Claro, Masa Cocida A, Masa Cocida B, Masa Cocida C, Miel A y Miel B, obteniendo un costo de \$67.5 diario utilizando 100% octapol.

De acuerdo a las lecturas de polarimetría se puede sustituir hasta un 30% octapol y 70% celite. Para clarificar 114 muestras (21 muestras de Jugo Primario, 21 muestras de

Jugo Mixto, 21 muestras de Jugo Claro, 15 muestras de Masa Cocida A, 18 muestras de Masa Cocida B, 18 muestras de Miel A) entre los tres turnos de trabajo. El precio de la mezcla es de \$ 0.24; obteniendo un costo de \$27.36 diarios,

En el caso de las muestras de Masa Cocida C y Miel B se observó que la sustitución se puede realizar hasta un 75% octapol y 25% celite. Para clarificar 36 muestras (18 muestras de Masa Cocida C y 18 muestras de Miel B) en los tres turnos de trabajo. El costo de mezcla es de \$0.37; obteniendo un gasto diario de \$13.32

Por lo tanto se tendría un costo diario de \$40.68, gracias a la sustitución propuesta, generando a la empresa un ahorro diario de \$24.82, equivalente a un ahorro anual de \$7570.10, sin contar los dos meses de interzafra.

CONCLUSIONES

Al caracterizar los sólidos solubles en las muestras, se verificó que se encuentran dentro de los parámetros permitidos por el Ingenio Azucarero del Norte.

Al caracterizar los filtrados de masa cocida C y miel B, se observó que presentan valores de turbidez altos, por lo cual no permiten el paso de la luz para obtener una lectura de Pol.

Se determinó que de acuerdo a las lecturas polarimétricas se puede sustituir hasta un 70% de Celite para los jugos evaluados, la

masa cocida A y B y la miel A; para la masa cocida C y miel B, se determinó que se puede sustituir hasta un 25% de Celite a mayores porcentajes de Celite no se obtiene una lectura de pol, ya que sus filtrados presentan una turbiedad alta.

Con la sustitución parcial del octapol por celite indicada en el trabajo (25% para 36 muestras y 70% para 114 muestras), se alcanzó una reducción en los costos diarios de clarificación del 47,9 %, manteniendo la eficiencia del proceso.

Al analizar el producto filtrado mediante análisis físico-químico se constató que la sustitución del clarificante octapol por celite si influye en las medidas polarimétricas; pero se encuentran dentro del rango de aceptación de la planta para el control de calidad del proceso

RECOMENDACIONES

Se recomienda buscar otros tipos de clarificantes para los análisis de polarimetría de las muestras analizadas, que puedan permitir un mayor ahorro en los análisis de control de calidad en el Ingenio Azucarero del Norte.

En el momento de preparar las muestras para su posterior análisis se recomienda realizar una agitación vigorosa para mejorar la homogenización del clarificante con las muestras y posterior filtrado.

BIBLIOGRAFÍA

1. Benítez, J., & Guagalango, R. (2011). *Evaluación de dos biocidas e implementaciones económicas del procedimiento de sanitización de jugos de caña en el área de molinos del IANCEM*. Ibarra.
2. Hoareau, W., Hoareau, S., Petit, A., Rouse, C., & Corcodel, L. (01 de Enero de 2003). Non-lead polarimetry for sugarcane juice and factory products. *TECNICAÑA*(2), 69-81.
3. INGENIO AZUCARERO DEL NORTE COMPAÑÍA DE ECONOMÍA MIXTA (IANCEM). (2010). Recuperado el 27 de Octubre de 2014, de <http://www.tababuela.com/>
4. Molina, F. (05 de Diciembre de 2013). *Análisis de Productos Agrícolas I*. Recuperado el 21 de Noviembre de 2016, de <http://files.analisisproductosagricolas1.webnode.com.ve/200000022-9620d971d2/refractometria%20%20y%20polarimetria%202013.pdf>
5. Pérez, H. (2007). *Notas sobre la producción de azúcar crudo*. Cuba: Universitaria.
6. Quezada, W. (2010). *Manual de industria azucarera*. Ibarra: Creadores Gráficos.