



## **Evaluación de tres métodos químicos para la conservación de caña de azúcar (*saccharum officinarum l.*), variedad POJ 93, en la provincia de Pastaza, Ecuador**

Evaluation of three chemical methods for the conservation of sugar cane (*Saccharum officinarum l.*), variety POJ 93, in the province of Pastaza, Ecuador

**Autores:** Raúl García<sup>1</sup>  
Diego Sarabia<sup>2</sup>  
Josselyn Pico<sup>3</sup>  
David Sancho<sup>4</sup>  
Danilo Sarabia<sup>5</sup>  
Javier Matute<sup>6</sup>

**Dirección para correspondencia:** [sarabiad87@gmail.com](mailto:sarabiad87@gmail.com)

Recibido: 2018-04-26

Aceptado: 2018-06-13

### **Resumen**

Esta investigación se fundamenta en conocer la eficacia de los conservantes químicos en la caña (*Saccharum officinarum L.*) variedad POJ93, con relación al tiempo de conservación, para lo cual se planteó en el estudio tres factores que fueron: Factor A, tiempo (15 y 30 días), Factor B, temperatura (6 °C y ambiente) y Factor C, conservantes (metabisulfito de Na, benzoato de Na y sorbato de k), cada uno de los conservantes con los que se trabajó, no excedió los límites permitidos, dejando como resultado que el tiempo máximo de conservación de los tratamientos, fue del día 15 a 6°C, estos sufrieron un descenso mínimo de °Brix , que según el análisis de la varianza y la prueba de Tukey al 0.05 % no es una diferencia significativa. De igual manera en la evaluación sensorial

<sup>1</sup> Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Ecuador.

<sup>2</sup> Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Ecuador.

<sup>3</sup> Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Ecuador.

<sup>4</sup> Universidad Estatal Amazónica. Puyo, Ecuador.

<sup>5</sup> Universidad Técnica de Ambato. Ambato, Ecuador.

<sup>6</sup> Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador.

realizada a cada una de las variables (color, olor, sabor y textura) por panelistas, solo hubo diferencia significativa en los resultados de la variable color, que fueron sometidos a un análisis de la varianza no paramétrico por el método de Kruskal-Wallis al 5%. Y con respecto al análisis económico los tratamientos fueron analizados utilizando el método relación Costo/ Beneficio permitiendo conocer que el tratamiento T1 (15 días + 6 °C + Meta bisulfito de Na) supera económicamente a los otros dos con un margen de ganancia de 0.56 centavos por cada dólar invertido.

**Palabras clave:** Caña de azúcar; conservantes; evaluación sensorial.

### **Abstract**

The purpose of this investigation was to evaluate the efficiency of chemical preservatives in sugar cane (*Saccharum officinarum* L.), and its relation with preservation time. Thus, three factors were determined, Factor A “time” (15 and 30 days), Factor B “temperature” (6°C and environment temperature) and Factor C “preservatives” (sodium metabisulfite, sodium benzoate and potassium sorbate) which were added not exceeding recommended concentrations. As result it was determined that maximum preservation-time was 15 days with a 6°C temperature, these had a lower sugars-Brix concentration which was considered not significant due to an Analysis Of Variance and a Tukey test at 0.05%. About sensory evaluation of the studied variables (color, odor, flavor and texture) it was obtained a single significant difference regarding to color which was analyzed with a Kruskal-Wallis test at 5%. Finally, according to cost-benefit analysis, it was determined that T1 treatment (15 days + 6°C + Sodium Metabisulfite) was superior to other treatments with a profit-margin of 0.56 dollars from every invested dollar.

**Keywords:** Sugar cane; preservatives; sensory evaluation.

### **Introducción**

La *Saccharum officinarum* L., corresponde a las cañas cultivadas hoy en día y se considera que fue domesticada a partir de *Saccharum robustum*. Cada una de las especies mencionadas tiene sus propias características que la identifican de manera específica. El número de cromosomas es variable dentro de cada especie, lo cual ha incidido en una variación genética amplia en sus progenies, cuando ellas han sido utilizadas en cruces entre las especies.

Los clones comerciales de caña de azúcar son derivados de las combinaciones entre las especies principales (Osorio, 2007).

En términos de producción mundial, Según los datos de FAO, en el mundo se sembraron unas 21.032.610 hectáreas de caña de azúcar en el 2009, siendo Brasil el mayor con 8.598.440 Has, seguido por India (4.400.000 Has), China (1.630.520 Has) y Pakistán (1.029.000 Has). Brasil (40,88%), India (20,9%), China (7,75%) y Pakistán (4,89%), son los que mayor área de siembra destinaron al cultivo. Estos cuatro países siembran más del 74,42% de la

superficie mundial. Otros países que se destacan en cuanto al área de siembra dedicada al cultivo de caña de azúcar son Tailandia (4,43%), México (no se dispone de informaciones para este año), Cuba (2,06%), Filipinas (1,92%), Australia (1,86%), entre otros (Fretes & Martínez, 2011).

La caña de azúcar representa el cultivo más importante en la producción de endulzante en el mundo. La caña de azúcar es uno de los cultivos más importantes en la agricultura ecuatoriana, por ser la principal fuente de materia prima para la producción de azúcar, etanol, alcohol y panela (CINCAE, 2009).

La industria azucarera del Ecuador, es la industria más innovadora del país, que cubre todo el proceso agroindustrial de la caña de azúcar, cuya actividad representa el 8.7% del PIB agrícola nacional (CINCAE, 2017).

En la provincia de Pastaza se cultiva ampliamente la variedad POJ 93 (Limeña) para la obtención de panela (granulada y bloques), miel, jugos, alcohol y caña de fruta. Se disponen de 927,05 ha de cultivo y constituye el principal rubro agrícola de la provincia. Siendo esta variedad una de las más influyentes en esta zona debido a su mejor adaptabilidad a las condiciones de clima y suelos (Mujica *et al.*, 2008).

En esta región del país existen organizaciones y pequeños productores que cuentan con sus propios terrenos y cultivos de caña de azúcar. Más allá de estos recursos es importante indicar que las organizaciones y productores cuentan con equipos e insumos limitados para desarrollar plenamente estas actividades, lo cual deja como consecuencia la baja productividad. El mercado actual de la Caña de Azúcar que se produce en la provincia de Pastaza se destina en un 30% al mercado del consumo de caña en tallo fresco para los turistas, el restante 70% se destina a la venta para la producción de Panela y Aguardiente (GADPPz, 2014).

El jugo de caña es un líquido viscoso, de color opaco que va del marrón al verde oscuro. Su composición varía dependiendo de la variedad, la edad, fitosanidad, el suelo, las condiciones meteorológicas, manejo agronómico, etc (Jiménez *et al.*, 2014).

La caña de azúcar tiene una serie de compuestos que confieren color al jugo, tales como la clorofila y los compuestos fenólicos, cuya presencia puede determinar, por diferentes vías, el desarrollo de otros compuestos de color (Solís-Fuentes, Calleja-Zurita, & Durán-de-Bazúa, 2010).

Uno de los cambios más importantes en el jugo de la caña de azúcar es el oscurecimiento que se produce inmediatamente después de la extracción, que se relaciona con la formación de melanoidinas, de la reacción de Maillard entre los azúcares reductores y las proteínas y aminoácidos presentes en la caña de azúcar (Solís-Fuentes *et al.*, 2010).

El jugo de caña está compuesto por azúcares, sustancias solubles llamadas no azúcares y agua. Entre los primeros, la sacarosa es el

principal constituyente, siguiéndole en concentraciones decrecientes, la glucosa, fructosa y los oligosacáridos.

Los no azúcares son sales de ácidos orgánicos e inorgánicos, ácidos carboxílicos, aminoácidos, proteínas, polisacáridos solubles, almidón, ceras y grasa y otros compuestos minoritarios, tales como flavonoides, polifenoles, entre otros (Zossi *et al.*, 2010).

La demanda de la caña de azúcar variedad POJ-93, es fuerte y al ser un producto comestible, es perecedero y está expuesto a sufrir cambios internos y externos que afectan las características organolépticas del producto. Estadísticamente hasta un 23 por ciento de las frutas y las hortalizas más perecederos se pierden debido a deterioros microbiológicos y fisiológicos, pérdida de agua, daño mecánico durante la cosecha, envasado y transporte, o a las inadecuadas condiciones de traslado. Estas pérdidas ascienden a más del 40-50 por ciento en las regiones tropicales y subtropicales (FAO, 2004) en (Urrutia- Orozco, 2010).

La caña de azúcar por lo general tiene un pH neutro en su estado natural, pero una vez extraído no siempre conserva esa neutralidad por lo tanto: Grado de acidez del jugo: el valor del pH es uno de los factores más importantes de controlar en el proceso, pues cuando a los jugos les falta cal, producen panela falta de grano (blanda y melcochuda) y en el caso contrario (pH superior a 6,5) oscurece el producto (Osorio, 2007).

La mayor parte de estos cambios que provocan su rápido deterioro y que ocurre en la caña, son debido a la acción enzimática y no enzimática propias de la misma que al ser expuestas al ambiente estas interactúan con el oxígeno logrando cambios bioquímicos (oxidación) que son visibles cambiando su sabor, color textura etc (Osorio, 2007).

Conociendo la problemática a la que se enfrentan los comercializadores de caña de azúcar variedad POJ-93, este trabajo de investigación busca dar solución al rápido deterioro de la caña. En la cual se utiliza tres métodos químicos de conservación, que a su vez cumpla con las normas establecidas que permitan mantener las características propias de un producto fresco.

## **Metodología**

El desarrollo experimental se realizó en el laboratorio de agroindustrias de la Universidad Estatal Amazónica, que está ubicado en el Km 2 ½ de la vía a Napo, en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza. La presente investigación tuvo una duración de 2 meses en la que se cumplieron los objetivos propuestos.

La materia prima principal en esta investigación fue la caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) Variedad POJ-93, cultivada en la finca del señor Luis Núñez ubicada en el sector las Américas km 4 vía a Napo.

Las cañas fueron receptadas en el lugar de la experimentación. Teniendo en cuenta que fueron seleccionadas por sus condiciones de madurez en el

momento de su corte en la propia finca. Toda la materia prima se pesó con la finalidad de conocer cuál es su rendimiento final dando como peso inicial 69kg. Posteriormente se eliminó la contaminación de materiales físicos (tierra, lodo, etc.) para luego por inmersión eliminar la carga microbiana de la caña, utilizando hipoclorito de Na al 100ppm.

Se procedió a desprender la cáscara de la fruta, procedimiento que se lo realizó de manera manual con machetes que facilitaron esta labor. Utilizando cuchillos de acero inoxidable, previamente desinfectados para evitar la contaminación cruzada, se cortaron los entrenudos (tucos) de la caña en 8 partes, en el orden que se iba a llevar a cabo la inmersión.

La caña fue sumergida en tres soluciones diferentes (Metabisulfito de Na, Benzoato de Na, Sorbato de K) por un tiempo de 15 min cada una, este proceso se llevó a cabo en el orden del cortado. De acuerdo a la cantidad de caña que fue de 6kg para cada tratamiento en 20 litros de agua, se calculó la concentración necesaria en gramos de cada conservante. Con el fin de minimizar la contaminación del ambiente hacia el producto y los efectos de la refrigeración, los tratamientos se empacaron en fundas plásticas transparentes y herméticas de doble cierre, cada funda contenía 500g de las muestras en total 36 muestras. De los 36 tratamientos 18 se almacenaron al ambiente y 18 en refrigeración 6°C.

En el experimento se tomó en cuenta tres factores de estudio, constituidos por tiempo, temperatura y adición de conservantes y se establecieron dos niveles para la variable tiempo (15 días y 30 días); dos niveles para la variable temperatura (6° y temperatura ambiente); y, tres niveles para la variable adición de conservantes (Metabisulfito de NA al 0.5%, Benzoato de Na al 0.1% y Sorbato de NA al 0.1%)

En el diseño experimental se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial 2x2x3, para 12 tratamientos con tres repeticiones por cada tratamiento, obteniendo un total de 36 unidades experimentales. Cada unidad experimental estuvo compuesta por 500gr de caña de azúcar variedad POJ 93.

#### *Mediciones experimentales*

Dentro del experimento se midieron las siguientes variables:

*Características Organolépticas.* Se determinó mediante el criterio de un panel de catadores, la aceptación hacia cada uno de los tratamientos. Se consideró las siguientes variables: Olor, Color (aspecto), Sabor (gusto) y Textura.

*Concentración de sacarosa.* Se determinó en el laboratorio de agroindustrias de la Universidad Estatal Amazónica, con el uso de un refractómetro manual con escala de 0 a 100 °Brix, previamente calibrado, donde se midió la siguiente variable: Grados °Brix.

*Relación Costo / Beneficio.* La relación costo-beneficio (B/C), también conocida como índice neto de rentabilidad, es un cociente que se obtuvo al dividir el

Valor Actual de los Ingresos totales netos o beneficios netos (VAI) entre el Valor Actual de los Costos de inversión o costos totales (VAC) de un proyecto mediante la siguiente fórmula:  $B/C = VAI / VAC$

### *Análisis estadísticos*

A continuación se detallan los análisis estadísticos que se aplicaron para las variables mencionadas anteriormente, apoyados con el programa Infostat versión 2010.

Para los resultados de la variable “características organolépticas” se sometieron a un análisis de la varianza no paramétrica por el método de Kruskal-Wallis al 5%.

Los resultados experimentales que se obtuvieron de la variable “concentración de sacarosa” fueron sometidos a los análisis de varianza y la separación de medias que se realizó mediante la prueba de: Tukey al punto 0.05 de significancia.

## **Resultados y Discusión**

### *Características Organolépticas*

Los resultados obtenidos de evaluación de tres métodos químicos para la conservación de caña de azúcar (*Saccharum officinarum L.*) variedad POJ-93, se muestran en los siguientes cuadros. Las variables evaluadas fueron: Color; Olor; Sabor y Textura.

### *Resultados de la variable color*

En la prueba de Kruskal-Wallis al 0.05 para la variable Color se encontraron diferencias significativas entre tratamientos y dos rangos de significación (A, B). En el rango con mayores valores de mediana se encuentran los tratamientos T1 (Metabisulfito de Na – 15 días –6 °C) y T3 (Sorbato de k – 15 días –6 °C) con 4.0 y 4.0. En el rango con menor valor de mediana, se encuentra el tratamiento T2 (Benzoato de Na – 15 días –6 °C).

Cuadro N° 1: Resultados de la variable color.

Variable	Tratamientos	N	Medias	Medianas	H	P
Color	T1	10	3,90	4,00	8,26	0,0109
Color	T2	10	2,40	2,00		
Color	T3	10	3,50	4,00		

Tratamiento	Medianas	Rangos
T2	2,00	9,20 A
T3	4,00	17,15 B
T1	4,00	20,15 B

Letras distintas indican diferencia significativa  $p \leq 0.05$

La preferencia de los degustadores por las muestras T1 y T3 con respecto a la variable color se debe a:

En el caso del T1 el Metabisulfito evito el pardeamiento debido a que tiene una doble función que es antimicrobiano y antioxidante (AGROVIN, 2015) como lo establece (García-Ruiz *et al.*, 2015) siendo el segundo lo que determina a este tratamiento como el mejor según los datos de los resultados obtenidos.

Todo lo contrario con el tratamiento T2 ya que este solo actúa como antimicrobiano y no como antioxidante.

El color opalescente de los tratamientos se debe a la temperatura de refrigeración, este influye directamente en su color debido a la quemadura por frio que se da por fluctuaciones de temperatura también corroborado por (Cheftel, 1992).

#### *Resultados de la variable olor*

En la prueba de Kruskal-Wallis al 0.05 para la variable Olor no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos T1 (Metabisulfito de Na – 15 días –6 °C), T2 (benzoato de Na – 15 días –6 °C) y T3 (Sorbato de k – 15 días –6 °C).

En los datos obtenidos de las medias de acuerdo a la escala hedónica de 5 puntos, tenemos que el mejor tratamiento es el T2 con un valor de 3, seguido del T1 con 2.5 y por último el T3 con 2.3, como lo muestra el (Cuadro N° 2) de la varianza, dejándonos como resultado al T2 como el mejor tratamiento con un valor de 3 que significa que tiene una aceptabilidad de bueno.

Cuadro N° 2: Resultados de la variable olor.

Variable	Tratamientos	N	Medias	Medianas	H	P
Olor	T1	10	2,50	2,50	4,20	0,0995
Olor	T2	10	3,00	3,00		
Olor	T3	10	2,30	2,00		

Con respecto a los resultados donde no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos para la variable olor puede deberse a: Que los tres tratamientos T1, T2 y T3 fueron sometidos a un mismo tiempo de almacenamiento, una misma temperatura y un conservante diferente, pero los tres tienen la misma función contra bacterias, mohos y levaduras como lo dicen (Lück & Jager, 2000).

En el caso de la diferencia de medias en donde el mejor resultado lo obtuvo el T2 (Benzoato de Na) con un valor de 3, puede deberse a que el benzoato actúa mejor contra las bacterias que el Sorbato de K y mejor contra los mohos y levaduras en comparación con el Metabisulfito de Na.

#### *Resultados de la variable sabor*

En la prueba de Kruskal-Wallis al 0.05 para la variable Sabor no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos T1 (Metabisulfito

de Na – 15 días –6 °C), T2 (benzoato de Na – 15 días –6 °C) y T3 (Sorbato de k – 15 días –6 °C).

En los datos obtenidos de las medias de acuerdo a la escala hedónica de 5 puntos, el mejor tratamiento con una mínima diferencia fue el T2 con un valor de 2.9, seguido del T1 con 2.2 y por último el T3 con 1.7 como lo muestra el cuadro (Cuadro N°3), dejando como resultado que el tratamiento T2 con valor de 2.9 tiene una aceptabilidad de bueno.

Cuadro N° 3: Resultados de la variable sabor.

Variable	Tratamientos	N	Medias	Medianas	H	P
Sabor	T1	10	2,20	2,00	5,53	0,0506
Sabor	T2	10	2,90	3,00		
Sabor	T3	10	1,70	1,50		

Con respecto a los resultados donde no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos para la variable Sabor puede deberse a:

Primero que la concentración de sacarosa (°Brix) tuvo un descenso casi similar en los tres tratamientos esto debido a que fueron sometidos a las mismas condiciones de temperatura en el mismo tiempo.

Y en el caso de la diferencia de medias en donde el mejor resultado lo obtuvo el T2 (benzoato de Na) con un valor de 2.9, puede deberse a que el benzoato actúa mejor contra las bacterias que el Sorbato de k y mejor contra los mohos y levaduras en comparación con el Metabisulfito de Na dejando como resultado un descenso menor que los demás tratamientos.

#### *Resultados de la variable textura*

En la prueba de Kruskal-Wallis al 0.05 para la variable textura (cuadro N°4) no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos T1 (Metabisulfito de Na – 15 días –6 °C) T2 (benzoato de Na – 15 días –6 °C) y T3 (Sorbato de k – 15 días –6 °C).

Con respecto a los valores de las medias, el tratamiento T1 con un valor de 3.30 fue el mejor, seguido por el T2 con 3.20 y por último el T3 con 3.00. Dejándonos como resultado que el mejor fue el T1 con una aceptabilidad de Bueno a Muy Bueno.

Cuadro N° 4: Resultados de la variable textura.

Variable	Tratamientos	N	Medias	Medianas	H	P
Textura	T1	10	3,30	3,00	0,15	0,9023
Textura	T2	10	3,20	3,00		
Textura	T3	10	3,00	3,00		

Con respecto a los resultados donde no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos para la variable textura puede deberse a:

Que los tratamientos fueron sometidos a las mismas condiciones de temperatura y tiempo de conservación.

Y con relación a las medias donde el mejor resultado lo obtuvo el T1 (Metabisulfito de Na) con un valor de 3.20, puede deberse a que el Metabisulfito por su doble función es más eficaz contra la descomposición.

#### *Concentración de sacarosa*

##### *Resultados del Análisis de la varianza día 1*

En los resultados de sólidos solubles en todos los tratamientos en el día 1, no se observaron diferencias altamente significativas.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
BRIX día 1	36	0,34	0,04	5,97	

  

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	11,32	11	1,03	1,13	0,3834
TRATAMIENTO	11,32	11	1,03	1,13	0,3834
Error	21,89	24	0,91		
Total	33,20	35			

Figura N° 1: Resultados ADEVA (°Brix) – día 1.

Luego de realizar las medición de los grados °Brix después del día 1, se observa que no existe diferencia significativa en los datos iniciales de los grados °Brix, esto podría deberse a que la materia prima (caña de azúcar variedad POJ-93), provenía de un mismo cultivo.

##### *Resultados del Análisis de la varianza día 15*

En los resultados de sólidos solubles en los mejores tratamientos T1 (Metabisulfito de Na – 15 días –6 °C) T2 (benzoato de Na – 15 días –6 °C) y T3 (Sorbato de k – 15 días –6°C) del día 15, no se observaron diferencias altamente significativas.

Análisis de la varianza					
Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV	
Brix	9	0,07	0,00	4,99	

  

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,26	2	0,13	0,23	0,8017
Tratamiento	0,26	2	0,13	0,23	0,8017
Error	3,40	6	0,57		
Total	3,66	8			

Figura N° 2: Resultados ADEVA (°Brix) – día 15.

Luego de realizar las medición de los grados °Brix después del día 15, se observa que no existe diferencia significativa en los grados °Brix, esto podría deberse a que los tres tratamientos fueron sometidos a una misma temperatura de refrigeración (6 °C) durante los 15 días y a la acción de cada conservante.

#### *Resultados del Análisis de la varianza del tiempo y conservante*

En los resultados de sólidos solubles de la concentración de sacarosa de los mejores tratamientos del día 15 en comparación con los del día 1, no se observaron diferencias altamente significativas, encontrándose un solo rango(A) en la prueba de Tukey al 5%.

```

Análisis de la varianza

Variable N  R²  R² Aj  CV
Brix      18  0,48  0,26  5,19

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)
  F.V.      SC  gl  CM  F  p-valor
Modelo      7,23  5  1,45  2,18  0,1250
Tiempo      6,72  1  6,72  10,13  0,0079
Conservante  0,24  2  0,12  0,18  0,8362
Tiempo*Conservante  0,27  2  0,13  0,20  0,8201
Error       7,97  12  0,66
Total      15,20  17
  
```

Figura N° 3: Resultados ADEVA (tiempo – conservante)

```

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,23497
Error: 0,6639 gl: 12
Tiempo Conservante Medias n  E.E.
1,00  2,00      16,50  3  0,47 A
1,00  3,00      16,37  3  0,47 A
1,00  1,00      16,10  3  0,47 A
15,00 3,00      15,33  3  0,47 A
15,00 1,00      15,03  3  0,47 A
15,00 2,00      14,93  3  0,47 A
Letras distintas indican diferencias significativas(p<= 0,05)
  
```

Figura N° 4: Resultados de la prueba de Tukey (tiempo – conservante)

La no existencia de diferencia significativa de °Brix en los datos iniciales del día 1 y los tomados en el día 15, se debe a la acción conservadora del frio, que esta hace que disminuya la actividad microbiana como también enzimática no dando lugar a una caída extrema de °Brix, como también a la acción de los conservantes.

*Relación Costo / Beneficio*

Cuadro N° 5: Relación costo/beneficio.

Tratamiento	Costo	Beneficio	Relación C/B
T1	5,76	9	1,56
T2	5,96	9	1,51
T3	5,96	9	1,51

Después de haber calculado los tres tratamientos principales (T1, T2, T3) podemos observar que en dos tratamientos T2y T3 (Benzoato de Na, Sorbato de k) su costo de producción fue igual en relación con el T1 (Metabisulfito de Na) que vario por una pequeña diferencia.

Esta diferencia no significativa se debe a las cantidades utilizadas de los reactivos ya que en el tratamiento T1 se utilizó 10g de Metabisulfito de Na y en los otros tratamientos se utilizó 20g cada uno, esto debido a los porcentajes permitidos por la normativa vigente de los aditivos.

De acuerdo a los resultados obtenidos los cuales son mayores que uno, es recomendable realizar este producto por la factibilidad demostrada de su relación beneficio – costo.

**Conclusiones**

Los tratamientos en los cuales no sufrieron cambios extremos tanto físicos como químicos fueron los de 15 días en refrigeración. Sin embargo no se extendió más el tiempo, porque en los otros tratamientos ya hubo un cambio de sus características físicas, por lo cual el producto tuvo que ser rechazado.

En los resultados del análisis físico de °Brix, en los tratamientos con Metabisulfito de Na, Benzoato de Na y Sorbato de k, del día 1 hasta el día 15, no hubo una diferencia significativa de descenso de °Brix en las muestras, quedando demostrado la influencia de los conservantes por su acción efectiva.

En los resultados de la evaluación sensorial con relación al análisis de la variable Color, se pudo evidenciar que en el T1 (Metabisulfito de Na – 15 días –6 °C) existió una diferencia significativa con relación a los otros tratamientos T2 y T3, dejando evidenciado que el Metabisulfito por su acción antioxidante fue mayormente eficaz que los demás. Todo lo contrario con los resultados de los análisis de las variables Olor, Sabor y Textura, donde no existió diferencia significativa entre los tres tratamientos T1 (Metabisulfito de Na – 15 días –6 °C) T2 (benzoato de Na – 15 días –6 °C) y T3 (Sorbato de k – 15 días –6°C) al día 15, comprobándose que los tres conservantes tienen la misma efectividad de mantener las características organolépticas del producto.

En el análisis económico de los tres tratamientos se determinó que el de mayor rentabilidad fue el tratamiento T1 (Metabisulfito de Na – 15 días –6 °C) con una ganancia de 0.56\$ por cada dólar invertido.

## Referencias bibliográficas

AGROVIN. (2015). Recuperado el 22 de junio de 2018, de AGROVIN: [http://www.agrovin.com/agrv/pdf/enologia/antioxidantes/es/METABISULFITO\\_POTASICO\\_es.pdf](http://www.agrovin.com/agrv/pdf/enologia/antioxidantes/es/METABISULFITO_POTASICO_es.pdf)

Cheftel, J.-C. (1992). *Introducción Bioquímica y Tecnología de los Alimentos*, (4 ed.). (F. L. Capont, Trad.) ACRIBIA. pág 191-192.

CINCAE. (2009). *Nueva variedad de caña de azúcar para la costa ecuatoriana*. Carta Informativa: Año 11 - No.2, Una división de la Fundación para la Investigación Azucarera del Ecuador (FIADE), Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador, Km. 49.6 Vía Durán - El Triunfo ; Guayaquil - Ecuador.

CINCAE. (2017). *Los primeros 20 años del Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador*. Carta Informativa, Una División de la Fundación para la Investigación Azucarera del Ecuador (FIADE), Centro de Investigación de la Caña de Azúcar del Ecuador, Estación Experimental: Km. 49.6 Vía Durán - El Triunfo; Guayaquil - Ecuador.

Fretes, F., & Martínez, M. (2011). *Caña de azúcar: Análisis de la cadena de valor en Concepción y Canindeyú*. Agencia del Gobierno de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID/Paraguay), Concepción y Canindeyú.

GADPPz. (2014). [www.pastaza.gob.ec](http://www.pastaza.gob.ec). *Plan productivo provincial*. Puyo, Pastaza, Ecuador: Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza. Recuperado el 28 de mayo de 2018, de [www.pastaza.gob.ec/leytransparencia/k/plan\\_desarrollo\\_pastaza\\_2012\\_actualizado.pdf](http://www.pastaza.gob.ec/leytransparencia/k/plan_desarrollo_pastaza_2012_actualizado.pdf)

García-Ruiz, A., Crespo, J., López-de-Luzuriaga, J., Olmos, M., Monge, M., Rodríguez-Alfaro, M., y otros. (2015). Síntesis y aplicación de nuevas nanopartículas de plata biocompatibles para el control del crecimiento de bacterias lácticas y acéticas en vinos. *ENOLOGÍA 2.015*, 186-189.

Jiménez, R., González, N., Hernández, M., & Ojeda, N. (2014). La caña de azúcar como alimento funcional. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 1(3), 31-39.

Lück, E., & Jager, M. (2000). *Conservación química de los alimentos. Características, usos, efectos* (2 ed.). ACRIBIA, S.A. pág: 47.

Mujica, V., Guerra, M., & Soto, N. (2008.). Efecto de la variedad, lavado de la caña y temperatura de punteo sobre la calidad de la panela granulada. 33(8), 598-603. Recuperado en 25 de junio de 2018, de [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442008000800010&lng=es&tlng=](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442008000800010&lng=es&tlng=). *Interciencia*, 33(8), 598-603.

Osorio, G. (2007). *Buenas prácticas agrícolas [BPA] y buenas prácticas de manufactura [BPM] en la producción de caña y panela*. Manual Técnico,

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)., Gobernación de Antioquia. MANA.CORPOICA. Centro de Investigación “La Selva”.

Solis-Fuentes, J., Calleja-Zurita, K., & Durán-de-Bazúa, M. (2010). Desarrollo de jarabes fructosados de caña de azúcar a partir del guarapo. *Tecnología, Ciencia, Educación - Instituto Mexicano de Ingenieros Químicos A.C*, 25(1), 53-62.

Urrutia- Orozco, W. J. (2010). Conditioning operations and quality improving treatments in the yellow potato (*Solanum phureja*) minimally processed. @*LIMENTECH CIENCIA Y TECNOLOGÍA ALIMENTARIA*, 8(2), 44-48.

Zossi, S., Cárdenas, G., Sorol, N., & Sastre, M. (2010). Influencia de compuestos azúcares y no azúcares en la calidad industrial de caña de azúcar en Tucumán (R.Argentina) Parte 1: caña limpia y despuntada Influence of sugar and nonsugar compounds on sugarcane industrial quality in Tucumán (Argentine Republic). *Revista Industrial y Agrícola de Tucumán*, 87(1), 15-27.

