

Conservación de jugo de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) como bebida refrescante

Conservation of *Saccharum officinarum* juice (sugar cane) as a refreshing drink

Juan Alberto Flores Garazatúa¹ y Pervis Atilio Tafur Gallardo²

Recibido: enero 2012

Aceptado: abril 2012

RESUMEN

El jugo de caña de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) obtenido después de tres días de cosecha, una vez filtrado y envasado en polietileno de alta densidad fue pasteurizado a 95 °C por quince minutos y almacenado por tres meses. Los análisis fisicoquímicos, organolépticos y microbiológicos determinaron aptos para consumo humano como bebida refrescante con las características de un jugo de caña fresco con alto contenido de hierro (7,06 mg/l) y 16,75 °Brix.

Palabras claves: jugo de caña, *Saccharum officinarum*, POJ Proefstation Oost Java, NCO Coimbatore Natal, bebida refrescante.

ABSTRACT

The juice cane of *Saccharum officinarum* (sugar cane) obtained after three days of harvest, once filtered and packaged in high density polyethylene was pasteurized at 95 °C for fifteen minutes and stored for three months. Physicochemical, organoleptic and microbiological analyzes determined that is a save product for human consumption as a refreshing drink with the characteristics of fresh juice cane with high iron content (7,06 mg/l) and 16,75 °Brix.

Key words: cane juice, *Saccharum officinarum*, POJ Proefstation Oost Java, NCO Coimbatore Natal, refreshing drink.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de la caña de azúcar en el Perú tiene gran potencial por las condiciones óptimas de clima y suelo que ayudan a la variedad de este producto, que permiten rendimientos excepcionales, del cual se puede extraer diversos productos como el guarapo, la chancaca, azúcar rubia artesanal y azúcar blanca refinada (Chen, 1991).

En la región Loreto la producción de caña de azúcar se ve afectada por las inundaciones de la creciente de los ríos, lo que tiende a generar pérdidas en las áreas de cosecha. La mayor producción se da en

la provincia de Alto Amazonas, de donde el 80% es para la elaboración de aguardiente (Minag-OIA, 2000).

El jugo de caña de azúcar en nuestra región se comercializa como bebida refrescante en condiciones informales de salubridad, lo que genera cierta desconfianza al consumidor ya que no tiene condiciones mínimas de salubridad para su consumo; sin embargo, tiene una gran aceptación por su frescura y sabor agradable (Foncodes-Aslusa, 2007).

La caña de azúcar tiene un alto valor edulcorante y nutritivo, así como muchas alternativas de siembra, cosecha,

¹Facultad de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Nauta 5ta. cuadra, Iquitos, Perú. jfgarazatua@gmail.com

²Facultad de Industrias Alimentarias. UNAP. Iquitos, Perú.

industrialización y transformación. En este contexto de estudio, se tiene por objetivo conservar el jugo de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) como bebida refrescante para consumo humano, dietética y energizante por su alto contenido de calorías y la presencia de azúcares como la glucosa, sacarosa y fructosa, además de vitaminas como la niacina, riboflavina, tiamina y otros; y minerales como potasio, sodio, magnesio, calcio y hierro en condiciones de frescura (Foncodes-Aslusa, 2007).

MATERIAL Y MÉTODO

Material

Se utilizaron tallos de caña de azúcar de las variedades POJ Proefstation Oost Java (caña negra) y NCo Coimbatore Natal (caña amarilla) que fueron adquiridos en la comunidad 8 de Diciembre del distrito de Belén, río Itaya. Se usaron los equipos de la Planta Piloto de Conservas de la Facultad de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

Método de análisis

El análisis sensorial se realizó mediante la prueba afectiva o hedónica (prueba no objetiva) y se efectuó con un mínimo de treinta jueces catadores no entrenados, posibles consumidores habituales del producto y compradores de esa gama de alimentos de la geografía de la ciudad de Iquitos (Observatorio Tecnológico de la Industria Agroalimentaria de la Comunidad de Madrid, 2005).

Los datos fueron analizados estadísticamente por Anova, con una diferencia significativa a un nivel $\alpha = 0,05$ y comparaciones múltiples mediante la prueba de Tukey y LSD.

Los análisis fisicoquímicos fueron determinados por N.T.P. 206.011: hume-

dad, N.T.P. 206.012: ceniza (minerales), A.O.A.C. 920.39: fibra bruta, A.O.A.C. 942.15: azúcares reductores, N.T.P. 201.040: acidez titulable (ácido cítrico y ácido láctico) y pH N.T.P. 204.007: color, olor y sabor (jugo de caña fresca) y la presencia de vitaminas (tiamina B₁, riboflavina B₂, niacina B₃, piridoxina B₆) por cromatografía en camada fina comparada con muestras originales.

Los análisis microbiológicos fueron determinados para *Salmonella* sp. recomendado por el FDA. 1992.7^{ma}, coliformes fecales mediante ICMSF. 2000 2^{da} Edic., mohos y levaduras recomendado por el FDA. 1992. Cap. 18. 7^{ma} Edic. y aerobios mesófilos por recuento estándar en placa ICMSF. 2000 2^{da} Edic. (Minsa/Digesa, 2008).

Proceso de elaboración de jugo de caña de azúcar pasteurizada

La obtención del jugo de caña pasteurizada se realiza siguiendo el proceso que se describe a continuación y se muestra en la figura 1:

- **Materia prima.** Se utilizó el tallo de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) de las variedades caña de azúcar negra (POJ Proefstation Oost Java) y caña de azúcar amarilla (NCo Coimbatore Natal).
- **Selección y clasificación.** Se seleccionaron aquellos tallos sanos sin índice de deterioro por picaduras de insectos. Se los clasificó según su variedad.
- **Pesado.** Se determinó una cantidad exacta necesaria a procesar o analizar su rendimiento en el producto final.
- **Lavado y desinfección.** Se utilizó agua potable y una escobilla, y para la desinfección se sumergieron los tallos en agua clorada a 10 ppm por un tiempo de cinco minutos y luego se procedió a enjuagar.

- **Prensado o extracción de jugo.** Consistió en hacer pasar los tallos de caña de azúcar por unos rodillos pesados llamados trapiches, con el objetivo de ejercer presiones elevadas sobre la superficie de la caña para romper todas las células y así poder extraer todo el jugo posible que se encuentra en el tallo. Una vez extraído el jugo, se realizaron los respectivos controles de pH y °Brix.
- **Clarificado.** Se sometió al jugo de caña de azúcar a temperaturas aproximadas de 60 a 80 °C, provocando un cambio físico de todos los sólidos en suspensión, y de algunas ceras y gomas que se extrajeron del jugo, haciendo que estas sustancias en conjunto se aglomeren y formen partículas más grandes y para que emerjan a la superficie del envase que lo contiene. Cuando el jugo se calentó a 50 °C, se añadió el ácido cítrico a 0,075%.
- **Filtrado.** Se llevó a cabo en un lecho de arena y de celulosa con el objetivo de separar las partículas aglomeradas y en suspensión formadas durante la clarificación.
- **Envasado.** Se realizó a 80 °C. Se envasó en bolsitas de nylon (polietileno de alta densidad PEAD de 0,965 g/cm³ de 0,22 mm de espesor, transparente) diseñadas con base redonda para sentarse, con capacidad de hasta 200 ml.
- **Sellado.** Se realizó en una selladora eléctrica. Para un buen sellado de las bolsitas, primero se expulsaron todas las burbujas de aire que habían.
- **Tratamiento térmico.** Se realizó en una cocina industrial a gas propano. Se sometieron a la acción del calor a las bolsitas de nylon llenas de jugo de caña, para matar los microorganismos patógenos y alterantes existentes en el producto; en esta operación se sometieron a calentamiento a las

bolsitas llenas para hacer que lleguen hasta los 90, 95 y 100 °C por los tiempos de 8, 10 y 15 minutos.

- **Enfriado.** Por aspersion con agua fría hasta temperatura ambiente, generándose de esta forma el *shock* térmico en el producto.
- **Almacenado.** Se almacenó en un lugar fresco y seco a temperatura ambiente, para evitar el deterioro del producto.

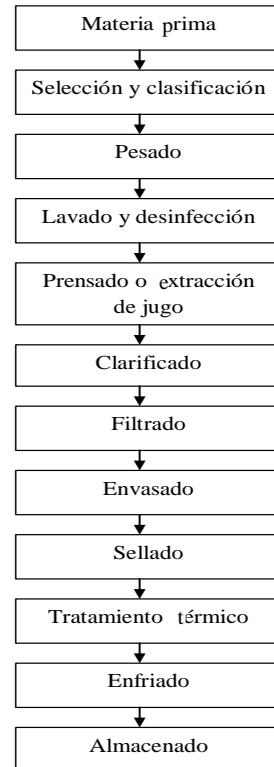


Figura 1. Diagrama de flujo: obtención del jugo de caña pasteurizado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis del jugo de caña

El jugo de caña fresco sin tratamiento es un líquido de color marrón oscuro, reflejo del color de la caña negra. También tiene en su composición sólidos en suspensión como bagacillo, ceras, coloides y ciertas impurezas, que caracterizan al jugo fresco. El °Brix está en 14,5 que demuestra que

tiene una alta concentración de azúcar. Tiene un pH de 5,42 que lo clasifica como un alimento ácido pero suficiente para conservarlo por un tratamiento térmico de pasteurización por medio del cual se pueden preservar algunas vitaminas del complejo B. Es rica también en hierro.

El jugo fresco de caña tiene una elevada carga microbiana tanto en mesófilos, mohos, levaduras y coliformes fecales, lo que indica que por naturaleza está contaminado y es riesgoso para su consumo por consumidores no habituales de este producto.

Con los resultados obtenidos se definió el proceso que se describe seguidamente y se muestra en la figura 2:

- **Materia prima.** La materia prima que generó mejores resultados en características organolépticas en el producto final fue el tallo de *Saccharum officinarum* de la variedad POJ Proefstation Oost Java (caña de azúcar negra). Los tallos de la caña en el momento de la cosecha se cortaron a una longitud máxima de 90 cm para facilitar su lavado. Y en la cosecha de estos tallos se evitó que tengan la menor cantidad de cogollo. La mayor parte de los alimentos pueden contener, en el momento de su recolección o sacrificio, diversos contaminantes o compuestos no comestibles; sus características físicas además, pueden ser muy diversas. Por ello, resulta muy imprescindible someter al alimento a una o más operaciones de lavado, limpieza, clasificación o pelado, que los prepare para operaciones subsiguientes de elaboración, que permitan obtener un alimento de calidad elevada y uniforme (Fellows, 1994).
- **Selección y clasificación.** Se seleccionaron aquellos tallos sanos sin índice de deterioro por picaduras de

insectos y roturas causadas por el golpe de agua, y con la menor longitud de cogollo. Se clasificaron según la variedad requerida.

En la industria alimentaria una de las formas más habituales de separación es la selección y clasificación manual para que la materia prima esté ubicada en grupos contenidos por sus propiedades físicas (Potter, 1999).

- **Pesado.** Se determinó la cantidad exacta necesaria que se va a procesar para calcular su rendimiento en el producto final.
- **Almacenado o maduración de tallos.** Consistió en guardar los tallos cosechados por un tiempo de tres días en condiciones adecuadas de un ambiente fresco y seco. Este tiempo de almacenamiento hace que los tallos incrementen y mejoren su sabor y olor. La caña no debe permanecer en espera por más de tres días para su extracción pues al sobrepasar este tiempo se presentan aún mayores incrementos en los contenidos de azúcares reductores, lo cual afecta la eficacia del proceso de limpieza del jugo. En cualquier condición, es recomendable almacenar la caña bajo techo para protegerla del sol (FAO, 1998).
- **Lavado y desinfección.** El lavado se realizó por aspersión con agua potable, para eliminar la suciedad, la arena y los cuerpos extraños de la superficie de los tallos a procesar. Para extraer la suciedad adherida de la superficie de los tallos se frotó con una escobilla o malla de plástico; esto también ayudó a obtener un jugo más claro en comparación a su color normal, y para la desinfección se sumergieron los tallos en agua clorada a 10 ppm por un tiempo de cinco minutos. El lavado es aquella operación unitaria en la que el alimento se libera de sustancias diversas

que lo contaminan, dejando su superficie en condiciones adecuadas para su elaboración posterior (Fellows, 1994).

- **Prensado o extracción de jugo.** Esta operación se realizó escurriendo el agua que quedó en la superficie de los tallos. El prensado consistió en hacer pasar los tallos de caña de azúcar por unos rodillos pesados llamados trapiches con el objetivo de ejercer presiones elevadas sobre la superficie de la caña para romper todas las células y así poder extraer todo el jugo posible que se encuentra en el tallo. Al realizar esta operación se cortaron los extremos de los tallos. Una vez extraído el jugo se realizaron los respectivos controles de pH y °Brix. La caña llega a molinos y mediante presión extraen el jugo de la caña, saliendo el bagazo con aproximadamente 50% de fibra leñosa. Una vez extraído el jugo se tamiza para eliminar el bagazo y el bagacillo. (Alza y Rengifo, 1980).
- **Clarificado.** Consistió en someter al jugo de caña de azúcar al calor a temperatura de 80 °C por 15 min para provocar un cambio físico de todos los sólidos en suspensión y dispersoides, y de algunas ceras y gomas que se extrajeron del jugo, haciendo que estas sustancias en conjunto se aglomeren formando partículas más grandes y para que emerjan a la superficie del envase que lo contenía. Cuando el jugo se calentó a 50 °C se añadió el ácido cítrico anhidro en una proporción de 0,075% de la cantidad de jugo a procesar y con un pH final entre 4,0 y 4,3. Durante el tiempo de clarificado se extrajeron los sólidos aglomerados causados por el incremento de temperatura para evitar la saturación de los filtros cuando se procedió a filtrar. En el transcurso de la operación se tomaron muestras para

determinar el °Brix adecuado que debía tener nuestro producto final que estuvo entre 16 y 17.

La temperatura de calentamiento varía entre 90 y 114,4 °C; por lo general se calienta a la temperatura de ebullición o ligeramente más alta; la temperatura ideal está entre 94 y 99 °C. En la clarificación del jugo por sedimentación los sólidos no azúcares se precipitan en forma de lodo llamado cachaza (Alza y Rengifo, 1980).

- **Filtrado.** Se llevó a cabo en un lecho de arena y de celulosa, con el objetivo de separar las partículas aglomeradas en suspensión formadas durante la clarificación.

La filtración se utiliza para clarificar líquidos eliminando la pequeña proporción de sólidos que contienen en suspensión y para recuperar los líquidos contenidos en la fracción sólida de una pasta (Fellows, 1994).

- **Envasado.** Se realizó en caliente no menor de 70 °C. Se envasó en forma manual en bolsitas de nylon (polietileno de alta densidad PEAD de 0,965 g/cm³ de 0,22 mm de espesor, transparente) diseñadas con base redonda para sentarse, con capacidad de hasta 200 ml. Los alimentos se calientan por diversas razones, en muchas ocasiones para destruir los microorganismos y conservarlos. Los microorganismos son más sensibles al calentamiento rápido; de aquí que un aumento en un corto periodo de tiempo acelera mucho más la destrucción de microorganismo (Potter, 1999).
- **Sellado.** Se realizó en una selladora eléctrica, después de expulsar todas las burbujas de aire.
- **Tratamiento térmico.** Consistió en someter a la acción del calor a las bolsitas de nylon llenas de jugo de caña. El tratamiento térmico sirvió para

eliminar todos los microorganismos patógenos y alterantes, también enzimas existentes en el producto y para aumentar el tiempo de vida útil. Esta operación se realizó con los parámetros a temperatura de 95 °C y tiempo de 15 min. El jugo fresco sin tratamiento tuvo pH de 5,02; para pasteurizar se bajó el pH a menos de 4,5 utilizando el ácido cítrico en una proporción de 0,075%.

La pasteurización implica un tratamiento térmico más suave, generalmente a temperatura por debajo del punto de ebullición del agua. Los tratamientos pasteurizantes persiguen, dependiendo del alimento, dos objetivos primarios diferentes. En algunos productos, los procesos de pasteurización están específicamente diseñados para destruir los microorganismos patógenos que pueda haber en el alimento. El segundo objetivo es ampliar la vida útil de un producto desde un punto de vista microbiano y enzimático (Potter, 1999).

La intensidad del tratamiento térmico y el grado de prolongación de su vida útil se hallan determinados principalmente por el pH del alimento. El objetivo principal en los alimentos de baja acidez (pH mayor de 4,5) consiste en la destrucción de bacterias patógenas, mientras que en los alimentos de pH inferior a 4,5 suele ser más importante la destrucción de los microorganismos causante de su alteración y la inactivación de sus enzimas (Fellows, 1994).

- **Enfriado.** Esta operación se realizó por inmersión en agua fría hasta temperatura ambiente. Mientras el calentamiento consiste en la aplicación de energía calorífica a los alimentos, el enfriamiento consiste en su eliminación. De ello se deduce que para que los alimentos mantengan una calidad

óptima, deben calentarse y enfriarse rápidamente (Potter, 1999).

- **Almacenado.** Se almacenó en un lugar fresco y seco a temperatura ambiente, para evitar el deterioro del producto. Durante su almacenamiento y distribución los alimentos se expusieron a un amplio rango de condiciones ambientales, como presión, temperatura.

Durante el procesado y almacenamiento de los alimentos ocurren diversos cambios químicos que ocasionan su deterioro, reduciendo su calidad sensorial y nutritiva. Muchas reacciones enzimáticas son la causa de cambios o alteraciones de la calidad de los alimentos (Shafiur, 2003).

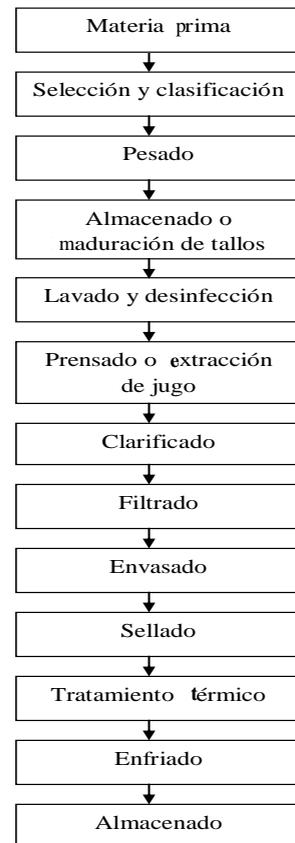
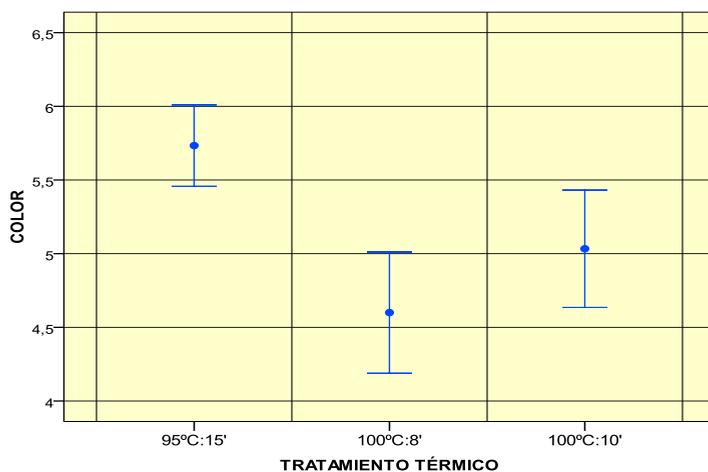


Figura 2. Diagrama de flujo: elaboración y conservación del jugo de caña de azúcar almacenado, como bebida refrescante.

Tabla 1. Test de rangos múltiples de Tukey por color y tratamiento térmico.

Tratamiento térmico	N	Subconjunto para $\alpha = 0,05$	
		1	2
M25-100 °C: 8'	30	4,60	
M26-100 °C: 10'	30	5,03	
M24-100 °C: 30'	30		5,73
Sig.		0,208	1,000

**Figura 3.** Promedios e intervalos del color según LSD de acuerdo al tratamiento térmico.

Evaluación sensorial y resultados estadísticos

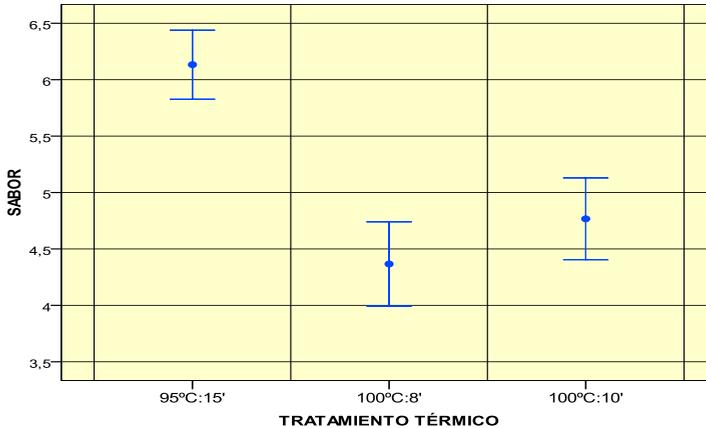
De las 54 muestras encuestadas por catadores no entrenados y con la prueba hedónica, solo surgieron 3 muestras con un alto índice de valoración en aceptabilidad: M24, M25 y M26 a comparación de las muestras M4, M5, M6, M7, M8, M9, M12, M13, M14, M15, M16, M17, M18, M22, M23, M27, M31, M32, M33, M34, M35, M36, M38, M40, M41, M42, M43, M44, M45, M50, M51, M52, M53 y M54; y las muestras M1, M2, M3, M10, M11, M19, M20, M21, M28, M29, M30, M37, M39, M46, M47, M48 y M49 que no se consideraron debido a que

no cumplían con el tiempo de vida útil comercial.

Según análisis estadístico de la evaluación sensorial se obtuvieron resultados que se muestran en la tabla 1. Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medios son significativamente diferentes entre unos y otros. En la primera columna de los subconjuntos se observa que no existe diferencia significativa al 95% del nivel de confianza entre las muestras M25 y M26. Por el contrario, se observa diferencia significativa de la muestra M24 que se ubica sola en la segunda columna.

Tabla 2. Test de rangos múltiples de Tukey por sabor y tratamiento térmico.

Tratamiento térmico	N	Subconjunto para $\alpha = 0,05$	
		1	2
M25-100 °C: 8'	30	4,37	
M26-100 °C: 10'	30	4,77	
M24-95 °C: 15'	30		6,13
Sig.		0,227	1,000

**Figura 4.** Promedios e intervalos del sabor según LSD de acuerdo al tratamiento térmico.

El método que está siendo usado actualmente para diferenciar entre las medias es Tukey, el procedimiento LSD tiene una diferencia realmente significativa. Con este método, hay un riesgo de 5% en el empleo entre uno o más pares de medida significativamente diferentes cuando sus diferencias actuales se igualan a cero.

Se puede observar en la figura 3 que en cuanto al color no existe diferencia significativa entre el tratamiento térmico de las muestras M25 y M26, pero sí existe diferencia significativa con respecto a M24-M25 y M24-M26.

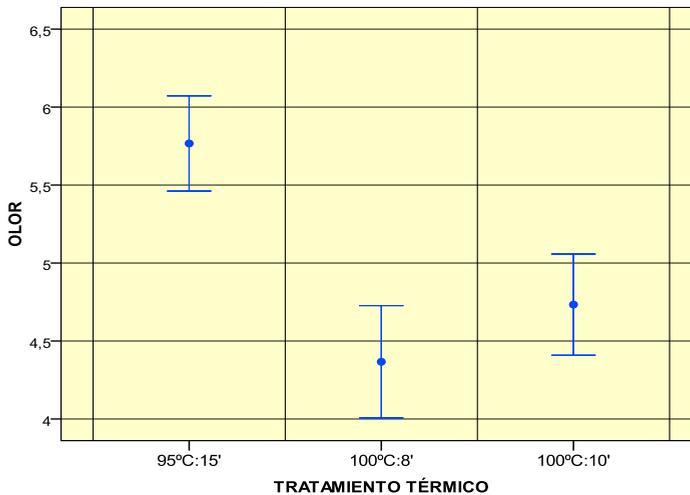
Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medios son significativamente diferentes entre unos y otros. En la primera columna de los subconjuntos se observa que no

existe diferencia significativa al 95% del nivel de confianza entre las muestras M25 y M26. Por el contrario, se observa diferencia significativa de la muestra M24 con respecto a las otras dos muestras presentes, ubicándose sola en una segunda columna.

El método que está siendo usado actualmente para diferenciar entre las medias es Tukey, el procedimiento LSD tiene una diferencia realmente significativa. Con este método, hay un riesgo de 5% en el empleo entre uno o más pares de medida significativamente diferentes cuando sus diferencias actuales se igualan a cero. La figura 4 nos muestra que en cuanto al sabor con respecto al tratamiento térmico, no existe diferencia significativa entre las muestras M25 y M26, pero sí una considerable diferencia significativa de la muestra M24 frente a estas dos últimas.

Tabla 3. Test de rangos múltiples de Tukey por olor y tratamiento térmico.

Tratamiento térmico	N	Subconjunto para $\alpha = 0,05$	
		1	2
M25-100 °C: 8'	30	4,37	
M26-100 °C: 10'	30	4,73	
M24-95 °C: 15'	30		5,77
Sig.		0,249	1,000

**Figura 5.** Promedios e intervalos del olor según LSD de acuerdo al tratamiento térmico.

Esta tabla aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medios son significativamente diferentes entre unos y otros.

En la primera columna de los subconjuntos se observa que no existe diferencia significativa al 95% del nivel de confianza entre las muestras M25 y M26. Por el contrario, se observa diferencia significativa de la muestra M24 que se ubica sola en la segunda columna.

El método que está siendo usado actualmente para diferenciar entre las medias es Tukey, el procedimiento LSD tiene una diferencia realmente significativa. Con este método hay un riesgo de 5% en el empleo entre uno o más pares de medida significativamente

diferentes cuando sus diferencias actuales se igualan a cero.

La figura 5 nos muestra que en cuanto al olor con respecto al tratamiento térmico, no existe diferencia significativa entre las muestras M25 y M26, pero sí una considerable diferencia significativa de la muestra M24 frente a estas dos últimas.

De acuerdo a los resultados obtenidos por el análisis estadístico, la muestra que tiene mayor aceptación por los catadores es la muestra M24, definiéndose sus parámetros de proceso.

La prueba momentánea más común es la evaluación puramente hedónica, el sujeto debe expresar su opinión concerniente a un carácter agradable sobre escalas acota-

das de tres puntos: me gusta, ni me gusta ni me disgusta, me disgusta.

Solo puede usarse cuando la prueba está destinada a una o varias muestras; si queremos hacer representación estadística de los resultados se le asignará un valor numérico a cada punto de la escala que el juez catador no debe conocer (Observatorio Tecnológico de la Industria Agroalimentaria de la Comunidad de Madrid, 2005).

La determinación del rendimiento del jugo de caña es de 42,90%.

Vida útil del producto final

La vida útil del jugo de caña envasado se ha determinado mediante un análisis organoléptico. El producto final se almacenó en un ambiente fresco y seco, del cual se empezaron a realizar degustaciones y observaciones físicas semanales. A partir de los tres meses de almacenado se empezó a notar enturbiamiento del líquido y pérdida del color, tendiéndose a clarificarse formando trozos de mucílago con sabor ácido y presencia de alcohol debido a una fermentación.

No se hizo pruebas con otros empaques que no son transparentes por lo que no podemos indicar que el tiempo de vida útil del jugo de caña pasteurizado es mayor a tres meses por el contenido de vitaminas del complejo B.

La transparencia del envase es deseable porque permite al consumidor ver el producto que está comprando. Pero considerando que la mayoría de los alimentos son sensibles a la luz, al menos en cierto grado, al elegir el recipiente se debe tener en cuenta la duración de la vida útil del producto y el daño que podría causarle la luz. Usar botellas coloreadas es una solución de compromiso normal (Potter, 1999).

Los alimentos pasteurizados contienen todavía muchos microorganismos vivos capaces de multiplicarse, por lo que la vida útil es muy limitada en comparación con la de los productos comercialmente estériles (Potter, 1999).

Comparación de propiedades físicoquímicas y microbiológicas

Los análisis físicoquímicos son representados en la tabla 4.

Tabla 4. Comparación de propiedades físicoquímicas.

Propiedades físicoquímicas	Jugo fresco de caña negra	Jugo pasteurizado de caña negra (M24)	Jugo pasteurizado de caña negra (M26)
Humedad	85,35%	83,27%	84,03%
Ceniza (minerales)	0,19%	0,15%	0,24%
Calorías	59,09 kcal	67,52 kcal	68,53 kcal
Carbohidratos	11,15%	13,71%	13,41%
Fibra bruta	0,68%	0,60%	0,60%
Sólidos en suspensión	0,09%	0,04%	0,05%
Azúcares reductores	0,789 g/ml	0,783 g/ml	0,795 g/ml
Acidez titulable (ácido cítrico)	0,28%	0,35%	0,34%

Continúa...

Continúa...

Propiedades fisicoquímicas	Jugo fresco de caña negra	Jugo pasteurizado de caña negra (M24)	Jugo pasteurizado de caña negra (M26)
pH	5,42	4,02	4,03
°Brix	14,50	16,75	16,76
Fierro (Fe ₂ O ₃)	6,68 mg/l	7,06 mg/l	7,03 mg/l
Tiamina B ₁	0,02 mg/100g	0,04 mg/100g	0,00 mg/100g
Riboflavina B ₂	0,01 mg/100g	0,02 mg/100g	0,00 mg/100g
Niacina B ₃	0,01mg/100g	0,01 mg/100g	0,01mg/100g
Piridoxina B ₆	0,00 mg/100g	0,02 mg/100g	0,01mg/100g

Tabla 5. Comparación microbiológica.

Descripción microbiológica	Jugo fresco de caña negra	Jugo pasteurizado de caña negra (M24)	Criterio microbiológico peruano (bebidas no carbonatadas)
Aerobios mesófilos (ufc/g)	4,9 x 10 ⁵	<10	10
Mohos (ufc/g)	1,1 x 10 ⁴	<10	10
Levaduras (ufc/g)	5,3 x 10 ⁴	<10	10
Coliformes fecales (NMP/ml)	23	<3	<3
Salmonella sp.	Ausencia/25 g	Ausencia/25 g	-----

En la tabla 4 se compara la muestra M24 con el jugo de la caña fresca, en la que se puede notar que en cuanto a calorías asciende de 59,09 a 67,52 kcal, lo que lo hace más energizante. Hay una cierta disminución de sólidos en suspensión que van de 0,09% a 0,04%. Se nota un incremento en acidez titulable en ácido cítrico que se da por la adición de esta durante la elaboración del jugo de caña pasteurizado y esto conlleva a la disminución del pH de 5,42 a 4,02, lo que demuestra la acidificación para su conservación.

El aumento de °Brix se da por la concentración de sacarosa, debido a la eliminación de sólidos en suspensión y

eliminación de agua durante el clarificado por acción del calor. Existe concentración de hierro, la cual le confiere propiedad antianémica. Se nota concentración de vitaminas hidrosolubles (B₁, B₂, B₃ y B₆).

Los datos de la muestra M26 son para compararlos con los de la muestra M24, lo que refleja diferencias mínimas, pero con una disminución notable de las vitaminas hidrosolubles.

En la tabla 5 se representan los resultados del análisis microbiológico. El jugo fresco de caña sin ningún tratamiento de limpieza y desinfección tiene una carga microbiana muy elevada en cuanto a aerobios mesófilos, mohos y levaduras. La presen-

Tabla 6. Criterio microbiológico nacional Minsa-Digesa 2008.

XVI. Bebidas no carbonatadas						
Agente microbiano	Categoría	Clases	n	c	Límite por mL	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	10	10 ²
Mohos	2	3	5	2	1	10
Levaduras	2	3	5	2	1	10
Coliformes	5	2	5	0	<3	---

Fuente: Minsa/Digesa, 2008.

a de coliformes fecales indica un riesgo para la salud del consumidor; sin embargo, el jugo de caña pasteurizado cumple con el criterio microbiológico nacional vigente emitido por el Ministerio de Salud, debido a que el jugo de caña ha tenido un control en su proceso desde el principio hasta obtener el producto final.

CONCLUSIONES

El producto final muestra 24 obtenido es una bebida refrescante apta para el consumo humano, con una buena calidad microbiológica y fisicoquímica, con contenido de hierro, vitaminas y calorías que pueden ser considerados dentro de la dieta mínima diaria. La muestra con mayor aceptación es la muestra 24 con variedad POJ Proefstation Oost Java (caña negra), que dio como buenos los resultados en las variables dependientes en estudio, teniendo como parámetros en temperatura 95 °C y tiempo de 15 minutos, y el producto final en comparación con el jugo fresco inicial con una mayor concentración de componentes nutricionales.

El tiempo de vida del jugo de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) de la variedad POJ Proefstation Oost Java (caña negra), con tratamiento de 95 °C x 15 minutos es de tres meses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alza Araujo LJ, Rengifo Ruiz CM. 1980. Investigación en fermentación de melaza de caña. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana - Programa Académico de Industrias Alimentarias. Iquitos, Perú. Pp. 10, 11, 20, 21, 25 y 26.
- Chen JCP. 1991. Manual del azúcar de caña. Editorial Noriega. México. Pp. 33, 34, 35, 46 y 48.
- FAO. 1998. [Internet]. Colombia: [acceso Mayo de 1998]. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) en la Producción de Caña y Panela. Cosecha, Poscosecha y Producción de Panela; [1pantalla]. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1525s/a1525s04.pdf>
- Fellows P. 1994. Tecnología del proceso de alimentos, principios y prácticas. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. Pp. 30, 32, 40, 41, 50 y 52.
- Foncodes-Aslusa. 2007. Proyecto productivo de desarrollo de capacidades para negocios rurales. Folleto, 1^{era} edición. Iquitos, Perú. Pp. 5, 6 y 7.

- Minag-OIA. 2000. Región Agraria Loreto. Folleto 2^{da} edición. Iquitos, Perú. P. 11.
- Minsa/Digesa. 2008. Proyecto NTS 071. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. Volumen 1. Lima, Perú. P. 23.
- Observatorio Tecnológico de la Industria Agroalimentaria de la Comunidad de Madrid. 2005. Las pruebas hedónicas. [Internet]. España-Madrid: [acceso 2005]. Estudio de Consumidores: Principios Básicos del Análisis Sensorial de Alimentos; [8 páginas]. <http://observatorio-alimentario.org/org/especiales/consumidores/3.htm>
- Potter N. 1999. Ciencia de los alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. Pp. 30, 32, 42, 45, 50, 51 y 52.
- Shafiur M. 2003. Manual de conservación de los alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. Pp. 24, 25, 32, 37, 39 y 42.