

CAPÍTULO I

I. INTRODUCCIÓN

La conservación de los alimentos está estrechamente relacionada a la evolución humana. Desde que tenemos conocimientos la conservación de los alimentos ha sido fundamental para la supervivencia, las reservas de los alimentos eran necesarias para sobrevivir durante largos y prolongadas sequias. En un principio los alimentos se tomaban de la naturaleza la recolección, la caza y la pesca, se conseguían en las proximidades con rudimentarias herramientas y se consumían en el mismo lugar. Las primeras técnicas de salazón y el ahumado, lo aportaron los egipcios. Los romanos conservaban vino durante décadas en ánforas herméticamente cerradas (www.juvasa.com).

Pero la gran revolución en la conservación de los alimentos y jugos se produce a principios del siglo XIX en Francia por el cocinero llamado Nicolás Appert que descubre de forma empírica que hirviendo los alimentos en el interior de un recipiente cerrado estos se mantenían sin alterar por largos periodos de tiempo, conservando todas sus características de olor y sabor (www.juvasa.com). Este sistema térmico se sigue utilizando más perfeccionado en la actualidad se conoce como método Appert en honor a su descubridor.

En el siglo XX debido a los avances tecnológicos se produce un avance significativo en la conservación de todo tipo de alimentos. Actualmente ya se tienen diferentes técnicas de conservación que buscan detener o retardar estos tipo de deterioro, sobre todo el provocado por los microorganismos, que fácilmente invaden a los jugos y otros tipos de alimentos, las técnicas más comunes de conservación emplean calor frío, aditivos y reductores de la actividad del agua (Camacho, 2002).

Entre las técnicas que emplean calor se hallan el escaldado, la pasteurización y la esterilización. Proceso térmico como la pasteurización supuso un gran avance para la industria y es un punto clave en el envasado de los zumos (www.asozumos.org). Como por ejemplo debido a la presencia de azúcares que contienen el jugo de caña de azúcar, se hace susceptible a sufrir alteraciones físicas y químicas ocasionadas por levaduras (Aguirre, 2010).

En la actualidad La India, es uno de los principales productores de caña de azúcar en el mundo produce alrededor de 280 millones de toneladas de azúcar de caña en un área de 4 millones de hectáreas. Aproximadamente de 10 – 12 % está disponible para la manufactura de jugo de caña el mismo que es consumido solo o con otros ingredientes. Siendo una bebida muy popular en La India, especialmente durante los duros inviernos ya que es una fuente de glucosa que ayuda a rehidratar el cuerpo humano y le da un impulso de energía lo mismo que una bebida energizante artificial (M Aguirre y C Poveda, S/A).

En Bolivia tenemos superficie cultivada de caña de azúcar desde el año 2005 en hectáreas 115.511 ha. siendo la producción en toneladas de 5687.076 t con un rendimiento de toneladas por hectáreas de 50 t/ha., en el año 2012 se tiene una superficie de 148.849 ha con una producción de 7.511.770 t. con un rendimiento de toneladas por hectáreas de 50,466 t/ha. (MDR y T; INE (p), 2012).

En Tarija se tiene una superficie cultivada de caña de azúcar desde el año 2005 en hectáreas 11.684 ha. siendo la producción en toneladas de 587.717 t con un rendimiento de toneladas por hectáreas de 50,301 t/ha., en el año 2012 se tiene una superficie de 12.139 ha con una producción de 801.201 t. con un rendimiento de toneladas por hectáreas de 66,001 (MDR y T; INE (p), 2012).

A nivel regional Bermejo tiene un total de 600.000 toneladas del cultivo de caña de azúcar, el ingenio azucarero de Bermejo como lo es Industrias Agrícolas de Bermejo

Sociedad Anónima tiene programado en la presente gestión introducir 300.000 toneladas de caña azúcar, con lo cual se prevé producir alrededor de 400.000 quintales de azúcar para el mercado local Tarijeño. Quedan 300.000 toneladas lo que significaría que el 50 % del cultivo quedan en campo (Azucarbolivia.blogspot.com).

1.1 JUSTIFICACIÓN

La caña de azúcar es un producto abundante en lugares calientes y soleados como lo es la localidad de Bermejo, zona cañera por excelencia que cuenta con una producción de 600.000 toneladas. Por tal motivo con el presente trabajo se pretende dar al cultivo de la caña de azúcar otra alternativa de aprovechamiento de dicha materia prima, como lo es; el jugo de la caña de azúcar, siendo un producto que aún no ha sido explotado a pesar que la caña es uno de los principales cultivos del municipio de Bermejo, lo que conllevó a pensar en investigar su proceso para la conservación del jugo de caña de azúcar, con el fin de promocionar esta bebida refrescante, ya que posee propiedades curativas el jugo natural de la caña de azúcar según estudios realizados por varios autores.

1.2 HIPÓTESIS

1.2.1 Hipótesis alternativa

H_{a1} = A más baja dosis de ácido cítrico y el tiempo de 15 min. de pasteurización será la indicada para conservar mejor el jugo de caña de azúcar.

1.2.2 Hipótesis nula

H_{01} = A más baja dosis de ácido cítrico y el tiempo de 15 min. de pasteurización no será la indicada para para conservar mejor el jugo de caña de azúcar.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la conservación artesanal del jugo de caña de azúcar con tres diferentes dosis de ácido cítrico y tres tiempos de pasteurización.

1.3.2 Objetivo específicos

- Determinar el mejor comportamiento en el proceso de elaboración del jugo de caña de azúcar, en sus 3 diferentes dosis de ácido cítrico (0.75 gr./l. – 1 gr./l – 1,5 gr./l.); a través del análisis sensorial.
- Establecer el mejor tiempo (10 min. -15 min. -20 min.) adecuado en la pasteurización del jugo de caña de azúcar; a través del análisis sensorial.
- Evaluar los costó de producción de los diferentes tratamientos de conservación en base al indicador beneficio/costo.

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA O MARCO TEÓRICO

2.1 ORIGEN E IMPORTANCIA DEL PRODUCTO

La India es el hogar original de la caña de azúcar. En la actualidad produce alrededor de 280 millones de toneladas de azúcar de caña en un área de 4 millones de hectáreas. Aproximadamente de 10 – 12 % está disponible para la manufactura de jugo de caña el mismo que es consumido solo o con otros ingredientes (M Aguirre y C. Poveda S/A).

Al respecto según Edgerton, (1958) indica que la caña de azúcar es nativa de las regiones subtropicales y tropicales del sudeste asiático. Alejandro Magno, la llevó de la India hacia Persia, mientras los árabes la introdujeron en Siria, Palestina, Arabia y Egipto, donde se extendió por todo el continente africano y a la Europa meridional. A finales del siglo XV Cristóbal Colón la llevó a las islas del Caribe, de allí fue llevada a toda América Tropical y Subtropical (León, 1987, citado por Peña, 1997).

La caña de azúcar representa el cultivo más importante en la producción de endulzante en el mundo. El área total en producción es de 19.24 millones de hectáreas distribuidos en Asia 42.5%, América 47.7% y en África y Oceanía cultivan 7.4% y 2.4%, respectivamente. Además de la producción de azúcar provee subproductos como el etanol para uso energético, etanol hidratado (con 4 ó 5% de agua) para motores de explosión, generación de energía eléctrica y materia prima para alimentación animal (Díaz, Lucas y Portocarrero, Eduardo, 2002).

La caña de azúcar es una gramínea de clima tropical. Esta planta es utilizada principalmente en la industria alimentaria como materia prima para realizar una extensa variedad de productos, entre ellos, el más importante es el azúcar de mesa y

por consiguiente todos sus derivados, pero también tiene otros usos, como: alcohol combustible, abono, alimentos para cerdos, etc. (M Aguirre y C. Poveda, S/A).

Debido a que este es un producto abundante en lugares calientes y soleados se puede utilizar este recurso para la producción de su jugo. Siendo un área que aún no ha sido considerado por la industria alimentaria, lo que conlleva a pensar de la factibilidad de investigar su proceso de elaboración. Por tal se estuviera desarrollando una opción más para la utilización de esta planta, y fortaleciendo el proceso de la amplia gama de productos elaborados por la industria alimentaria con el ingreso de este nuevo producto en el mercado (M Aguirre y C. Poveda, S/A).

2.2 TAXONOMÍA DEL CULTIVO DE LA CAÑA DE AZUCAR

La caña de azúcar está ubicada taxonómicamente de la siguiente manera:

(Acosta, 2018)

Reino: Vegetal.

Phylum: Telemophytae.

División: Tracheophytae.

Subdivisión: Anthophyta.

Clase: Angiospermae.

Orden: Poales.

Familia: Poaceae.

Sub. Familia: Panicoideae.

Tribu: Andropogoneae.

Nombre científico: *Saccharum officinarum* L.

Nombre común: Caña de azúcar.

Caña de azúcar, conocida con otros nombres como caña de castilla, caña dulce, cañaduz, caña melar, cañamiel y Sa-kar.

2.3 BOTÁNICA DE LA CAÑA

La caña de azúcar es una gramínea tropical, un pasto gigante emparentado con el sorgo y el maíz en cuyo tallo se forma y acumula un jugo rico en sacarosa, compuesto que al ser extraído y cristalizado en el ingenio se forma el azúcar. La sacarosa es sintetizada por la caña con la energía tomada del sol durante la fotosíntesis, constituye el cultivo de mayor importancia desde el punto de vista de la producción azucarera, además representa una actividad productiva y posee varios subproductos, entre ellos la producción de energía eléctrica derivada de la combustión del bagazo, alcohol de diferentes grados como carburante o farmacéutico (Alexander, 1985).

La parte esencial para la producción de azúcar lo constituye el tallo, dividido en nudos y entrenudos (Motta, 1994). El largo de los entrenudos puede cambiar según las variedades y desarrollo de la planta, está compuesto por una parte sólida llamada fibra y una parte líquida, el jugo, que contiene agua y sacarosa. En ambas partes también se encuentran otras sustancias en cantidades muy pequeñas. La proporción de cada componente cambia de acuerdo con la variedad de la caña, edad, madurez clima, suelo, método de cultivo, abonos, lluvias, riegos, etc.

2.4 JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR

El jugo de caña de azúcar es comúnmente consumido en los países donde es cultivada. Esta es una bebida natural dulce y refrescante, además es rica en azúcares, sales orgánicas, varias vitaminas, hierro, calcio y potasio (Atom, 2010 citado en Aguirre, 2010).

Según Jenny & Juan (2011), definen al jugo de caña como el líquido obtenido de la molienda de la caña de azúcar, el mismo que es utilizado en las industrias productoras de panela, azúcar y alcohol.

2.5 EXTRACCIÓN DEL JUGO DE CAÑA

La extracción del jugo se lleva a cabo mediante dos rodillos superpuestos, que giran, uno en dirección opuesta al otro, este equipo se llama desfibrador. La caña pasa a través de una pequeña abertura entre los rodillos mencionados y así se obtiene el jugo llamado de primera extracción, este jugo es el más rico en azúcar por que proviene de la parte medular de la caña, dicho jugo se escurre por la 10 llanura de los molinos y cae en una batea ubicada debajo de los molinos, a lo largo del trapiche (Aguirre, 2010).

2.6 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA CAÑA

La composición química de la caña de azúcar es la resultante de la integración e interacción de varios factores que intervienen en forma directa e indirecta sobre sus contenidos, variando los mismos entre lotes, localidades, regiones, condiciones del clima, variedades, edad de la caña, estado de madurez de la plantación, grado de despunte del tallo, manejo incorporado, periodos de tiempo evaluados, características físico-químicas y microbiológicas del suelo, grado de humedad (ambiente y suelo) fertilización aplicada, entre otros (Aguirre, 2010).

La caña está constituida principalmente por jugo y fibra, siendo la fibra la parte insoluble en agua formada por celulosa, la que a su vez se compone de azúcares simples como la Glucosa (Dextrosa). A los sólidos solubles en agua expresados como porcentaje y representados por la Sacarosa, los azúcares reductores y otros componentes, comúnmente se los conoce como Brix. Los sólidos solubles diferentes de la sacarosa, que contempla los azúcares reductores como la glucosa y la fructuosa y otras sustancias orgánicas e inorgánicas, se denominan usualmente “No Pol” o “No sacarosa”, los cuales corresponden porcentualmente a la diferencia entre Brix y Pol (M Aguirre y C. Poveda, s/a).

CUADRO N ° 1. Promedio de la composición química % de los tallos y los jugos de la caña de azúcar

CONSTITUYENTE QUÍMICO	PORCENTAJE*
EN LOS TALLOS	
Agua	73-76
Sólidos	24-27
- Sólidos Solubles (Brix)	10-16
- Fibra (Seca)	11-16
EN EL JUGO	
Azucares	
- Sacarosa	75-92
- Glucosa	70-88
- Fructuosa	2-4
Sales	
- Inorgánicas	3,0-3,4
- Orgánicas	1,5-4,5
Ácidos orgánicos	1-5
Aminoácidos	1,5-5,5
Otros No Azucares	
- Proteínas	0,5-0,6
- Almidones	0,001-0,050
- Gomas	0,3-0,6
- Ceras, grasas, etc.	0,15-0,50
- Compuestos fenólicos	0,10-0,80

*En los tallos, el porcentaje se refiere a la planta de caña y en el jugo a sólidos solubles.

Fuente: M Aguirre y C. Poveda.

En el cuadro N°1 revela que en la caña de azúcar el contenido de agua representa entre el 73% y el 76%. Los sólidos solubles totales (Brix % Caña) fluctúan entre 10% y 16%, y la Fibra (% de Caña) varía entre 11% y 16%. Los azúcares más simples glucosa y la fructuosa (azúcares reductores), existen en el jugo de cañas con grado avanzado de madurez en una concentración entre 1% y 5%. La calidad de jugo y de otros productos depende en buena parte, de la proporción de estos Azúcares Reductores, los cuales cuando aumentan por causa del deterioro o la inmadurez de la planta, pueden producir incrementos en el color variación en el dulzor (M Aguirre y C. Poveda, s/a).

Además de los azúcares contenidos en el jugo, existen también otros constituyentes químicos de naturaleza orgánica e inorgánica, representados por sales de ácidos orgánicos, minerales, polisacáridos, proteínas y otros (M Aguirre y C. Poveda, s/a).

La calidad de la caña afecta el procesamiento del jugo. El contenido de Almidones en el jugo es bajo (Aproximadamente entre 50 y 70 mg/l); se ha encontrado que esta es una característica muy ligada a las variedades, que puede ser modificada (reducida) mediante prácticas agrícolas como el riego y la fertilización con potasio (M Aguirre y C. Poveda, s/a).

De la composición de la Caña, el 99% corresponde a los elementos hidrógeno, carbono y oxígeno. Su distribución en el tallos es de aproximadamente un 74.5% de agua, 25 % de materia orgánica y 0.5% de minerales.

Según estudios realizados se encontró que los niveles de precursores de color o materiales pigmentados (amino – nitrógenos y fenoles) en los jugos, se relaciona con la variedad o con un déficit o estrés de la humedad pueden incrementar el contenido de cuerpos coloreados, especialmente de amino – nitrógenos.

La caña como materia prima se constituye fundamentalmente de Fibra y Jugo, donde:

$$\text{CAÑA} = \text{JUGO} + \text{FIBRA.}$$

$$\text{CAÑA} = \text{FIBRA} + \text{SOLIDOS SOLUBLES (BRIX)}$$

2.7 ALTERACIÓN DEL JUGO DE CAÑA

Desde el momento en que la caña de azúcar se corta, comienza a pasar por una serie de etapas de descomposición progresiva. Según las condiciones en que se apile la caña la descomposición puede ser lenta o rápida, aproximadamente al segundo día la caña presenta avanzadas reacciones de fermentación y oxidación. El deterioro del jugo de caña de azúcar presenta un carácter diferente, dependiendo del tipo de cambio que intervenga: cambios no microbianos internos o externos o cambios producidos por microorganismos, además del estado de madurez de la caña y de las condiciones sanitarias del suelo. La alteración del jugo de caña se produce por reacciones enzimáticas de fermentación y oxidación de la polifenoloxidasa y las reacciones no enzimáticas de Maillard, caramelización y oxidación de ácido ascórbico, las cuales dependen de la temperatura, presencia de oxígeno, pH, presencia de azúcares reductores, presencia de luz y presencia de compuestos nitrogenados (Rodríguez, 2005).

Las levaduras que contiene el jugo de caña de azúcar producen los siguientes cambios: Formación de turbidez y aumento en el pH, aromas y sabores no agradables debido a actividades del metabolismo. Las levaduras para su crecimiento utilizan oxígeno, fuentes de carbono (sacarosa) y nitrógeno orgánico (proteínas). Sintetizan todos los sustratos carbonados por vía fermentativa y en menor proporción por vía oxidativa. Las levaduras en cuestión de horas empiezan a duplicarse y producen etanol, dióxido de carbono, ácidos y otros compuestos orgánicos que afectan las propiedades fisicoquímicas y organolépticas del jugo de caña (Rodríguez, 2005).

CUADRO N°2. Microorganismos presentes en la caña de azúcar y su jugo

Tratamiento	T °C	pH	Microflora	Microorganismos	Problemas
Post-recolección	28	5.5 7.7	Mesófila	<i>Leuconostoc mesenteorides</i>	Agriado Destrucción de azúcares Formación de dextrano
Extracción de jugo	28	5.0 5.6	Mesófila	<i>Leuconostoc mesenteorides</i> <i>Enterobacter</i> <i>Levaduras</i>	Agriado Destrucción de azúcares Producción de alcohol

Fuente: Guzmán 1986 citado en (Rodríguez, 2005).

2.8 DEFINICIÓN DE FERMENTACIÓN

Es un proceso catabólico de oxidación de sustancias orgánicas para producir otros compuestos orgánicos y energía. Los procesos de fermentación son realizados por levaduras y bacterias en ausencia de oxígeno. Los carbohidratos son los principales sustratos que se fermentan, pero algunas bacterias pueden fermentar otros compuestos como ácidos orgánicos, aminoácidos, purinas y pirimidinas. Los azúcares que se fermentan son la glucosa, la fructosa, la maltosa, la sacarosa y la lactosa, los cuales se obtienen de la caña de azúcar, las melazas, los jugos de frutas, la remolacha y el suero de la leche (Puerta, 2010).

Debido a la presencia de azúcares que contiene el jugo de caña, se hace susceptible a sufrir alteraciones físicas y químicas ocasionadas por levaduras. Este riesgo puede ser evitado aplicando tecnología, utilizando buenas prácticas de manufactura y empleando un proceso térmico, que podría eliminar las levaduras responsables de la formación de etanol a partir de azúcares (Aguirre, 2010).

2.9 ADITIVOS PARA LA CONSERVACIÓN DEL JUGO DE CAÑA

2.9.1 Método físico

- **Pasteurización**

Es el método de calentamiento empleado para la conservación de diversos productos con temperaturas elevadas. Las formas de resistencia de los microorganismos se eliminan hasta en un 99%. Este tratamiento térmico busca eliminar bacterias patógenas que puedan estar presentes en el producto. Como resultado de la pasteurización se disminuye un gran número de bacterias además de la patógenas aunque algunas no patógenas permanecen, razón por la cual el producto se enfría inmediatamente después de este proceso a 10°C o preferible aun, a una temperatura más baja, para evitar el rápido crecimiento y multiplicación de las bacterias que permanecen (Duran, 2000).

2.9.2 Método químico

Estos métodos agregan sustancias químicas que no alteran las cualidades de los alimentos, esto ocasiona que el alimento permanezca estable durante bastante tiempo o en su caso, el tiempo de caducidad aumenta si se cumplen los estándares de refrigeración. Entre las sustancias químicas que se utilizan para efectuar este método se encuentran las sustancias con actividad antiséptica, que se conocen como conservadores químicos (Aguilar, 2012).

- **Ácido Cítrico**

El ácido cítrico es ampliamente utilizado en la industria de alimentos, bebidas, entre otros.

Es empleado como agente acidificante y resaltador del sabor, como antioxidante para prevenir la rancidez de grasas y aceites, como amortiguador en mermeladas y como estabilizante en gran variedad de alimentos (Sánchez, Ortiz, y Betancourt, 2004).

2.10 ANÁLISIS FÍSICO – QUÍMICO

- **Grados Brix**

Los grados Brix miden la cantidad de sólidos solubles presentes en un jugo o pulpa expresados en porcentaje de sacarosa. Los sólidos solubles están compuestos por los azúcares, ácidos, sales y demás compuestos solubles en agua presentes en los jugos de las células de una fruta. Se determinan empleando un refractómetro calibrado y a 20 °C. Si la pulpa o jugo se hallan a diferente temperatura se podrá realizar un ajuste en °Brix, según la temperatura en que se realice la lectura (Camacho, 2002).

Los canteros identificados para el corte, son aquellos que han alcanzado la madurez industrial, es decir, cañas que contienen la cantidad mínima de azúcares presentes expresado como sacarosa o como sólidos solubles en la solución mínimo 22°B mientras que en el jugo los sólidos solubles se pueden encontrar en una concentración entre 20 y 24 °B (Quezada, 2007). Coincidiendo con Guaman (2008) que indica; los sólidos solubles (expresados como grados brix, °B) que corresponden a los azúcares totales (sacarosa, azúcares reductores, otros carbohidratos y sustancias disueltas en el jugo) fluctúan entre 15 y 24° B.

La sacarosa se encuentra en los edulcorantes de consumo como es el azúcar de mesa y la panela. Al calentar la sacarosa en medio ácido o por acción de la enzima invertasa, se descompone para formar D-glucosa y D-fructosa, mezcla que se llama azúcar invertido; el cual es el rompimiento de la molécula de sacarosa por hidrólisis, en dos moléculas de glucosa y fructosa en partes iguales. La inversión se produce por efecto de ácidos, enzimas y altas temperaturas (Quezada, 2007).

- **pH (potencial de hidrógeno)**

El pH es la concentración de iones hidronio presentes en determinada sustancia. La sigla significa "potencial de hidrógeno". Este término fue acuñado por el químico Danés Sorensen, quien lo definió como el logaritmo negativo de base 10 de la actividad de los iones hidrógeno. Esto es: desde entonces, el término "pH" que se ha utilizado universalmente por lo práctico que resulta para evitar el manejo de cifras largas y complejas. En disoluciones diluidas, en lugar de utilizar la actividad del ion hidrógeno, se le puede aproximar empleando la concentración molar del ion hidrógeno.

- **Medida del pH**

El valor del pH se puede medir de forma precisa mediante un potenciómetro, también conocido como pH-metro, un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata /cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ión hidrógeno. También se puede medir de forma aproximada el pH de una disolución empleando indicadores, ácidos o bases débiles que presentan diferente color según el pH. Generalmente se emplea papel indicador, que se trata de papel impregnado de una mezcla de indicadores. Algunos compuestos orgánicos que cambian de color en función del grado de acidez del medio en que se encuentren se utilizan como indicadores cualitativos para la determinación del pH (Sandoval, 2009).

- **El pH en la conservación de los alimentos**

Si la acidez del medio se incrementa (por ejemplo el pH se reduce), los microorganismos tratan de mantener al pH interno dentro de un rango estable limitado y en un valor mayor que el del medio. Los mecanismos homeostáticos tratan de impedir que los protones crucen la membrana celular y entren al citoplasma y

además expulsan a los protones que hayan penetrado adentro de la célula. La reparación de la homeostasis perturbada del pH demanda energía y la velocidad de crecimiento disminuye. A medida que el pH se va reduciendo aún más, los requerimientos energéticos aumentan y ya no queda más energía disponible para otras funciones celulares (Alzamora, Guerrero, Nieto, & Vidales, 2004).

El pH óptimo para el crecimiento de la mayoría de las bacterias asociadas a alimentos está en el rango 6,5-7,5. Pero algunas bacterias patógenas pueden crecer a pH 4,2 y algunas bacterias deteriorativas pueden multiplicarse en condiciones muy ácidas (pH= 2,0). En general, los hongos y las levaduras tienen mayor habilidad que las bacterias para crecer a pH ácidos, pudiendo proliferar a un valor de pH tan bajo como 1,5 (Alzamora, Guerrero, Nieto, & Vidales, 2004).

Disminuir el pH debajo de 4,5 es una forma efectiva de lograr la inocuidad de algunos alimentos debido a la alta sensibilidad al pH de las bacterias patógenas. Sin embargo, para controlar el crecimiento de todos los microorganismos, el pH requerido en ausencia de otros factores de conservación sería muy bajo (< 1,8) y ello causaría el rechazo de los productos por consideraciones sensoriales (Alzamora Guerrero, Nieto, & Vidales, 2004).

La disminución del pH ayuda básicamente en dos formas a la preservación de alimentos: Inhibiendo directamente el crecimiento microbiano y reduciendo la resistencia térmica microbiana en alimentos que serán posteriormente procesados por calor (ICMSF, 1980) citado en (Gómez & Sánchez, 2007).

- **Acidez**

En alimentos el grado de acidez indica el contenido en ácidos libres. Se determina mediante una valoración (volumetría) con un reactivo básico. El resultado se expresa como el porcentaje del ácido predominante en el material. Ej. En aceites es el

porcentaje en ácido oleico, en zumo de frutas es el porcentaje en ácido cítrico, en leche es el porcentaje en ácido láctico (Sandoval, 2009).

- **Acidez fija:** Es la acidez propia del alimento o la acidez que debe tener. Llamada también acidez positiva. Por ejemplo: el ácido tartárico para el vino.
- **Acidez volátil:** Es la acidez que se debe minimizar por criterio de calidad. Es la más difícil de medir, llamada acidez negativa, por lo tanto, es algo malo. Por ejemplo: el ácido acético para el vinagre (que se elimina evaporándose).

- **Determinación de acidez**

La acidez de una sustancia se puede determinar por métodos volumétricos, es decir midiendo los volúmenes. Ésta medición se realiza mediante una titulación, la cual implica siempre tres agentes o medios: el titulante, el titulado y el colorante. Cuando un ácido y una base reaccionan, se produce una reacción; La misma que se puede observar con un colorante. Un ejemplo de colorante y el más común, es la fenolftaleína, que vira (cambia) de color a rosa cuando se encuentra presente una reacción ácido-base. El agente titulante es una base, y el agente titulado es el ácido o la sustancia que contiene el ácido (Sandoval, 2009).

- **La acidez en los alimentos**

En alimentos ácidos y de alta acidez, la presencia de esporas del *C. botulinum*, es de poca significancia, puesto que no hay crecimiento de esta bacteria a valores de pH inferiores a 4.7 (Gómez & Sánchez, 2007).

2.11 NORMA GENERAL DEL CODEX PARA ZUMOS (JUGOS) Y NÉCTARES DE FRUTAS (CODEX STAN 247-2005)

2.11.1 DEFINICIÓN

2.11.1.1 Zumo (jugo) fruta

Por zumo (jugo) de fruta se entiende el líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados inclusive por tratamientos de superficie aplicados después de la cosecha de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Comisión del Codex Alimentarius.

Los zumos (jugos) se preparan mediante procedimientos adecuados que mantienen las características físicas, químicas, organolépticas y nutricionales esenciales de los zumos (jugos) de la fruta de que proceden. Podrán ser turbios o claros y podrán contener componentes restablecidos de sustancias aromáticas y aromatizantes volátiles, elementos todos ellos que deberán obtenerse por procedimientos físicos adecuados y que deberán proceder del mismo tipo de fruta. El zumo (jugo) de fruta se obtiene exprimiendo directamente por procedimientos de extracción mecánica (Codex alimentario, 2005).

2.11.2 FACTORES ESENCIALES DE COMPOSICIÓN Y CALIDAD

2.11.2.1 COMPOSICIÓN

2.11.2.2 Ingredientes básicos

Para los zumos (jugos) de frutas exprimidos directamente, el nivel de grados Brix será el correspondiente al del zumo (jugo) exprimido de la fruta y el contenido de sólidos solubles del zumo (jugo) de concentración natural no se modificará salvo para mezclas del mismo tipo de zumo (jugo).

2.11.2.3 Otros ingredientes autorizados

A reserva de la legislación nacional del país importador, podrá añadirse zumo (jugo) de limón (*Citrus limon* (L.) Burm. f. *Citrus limonum* Rissa) o zumo (jugo) de lima (*Citrus aurantifolia* (Christm.) o ambos, al zumo (jugo) de fruta hasta 3 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro para fines de acidificación a zumos (jugos) no endulzados según se definen en las Secciones 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3, 2.1.4 y 2.1.5. Podrá añadirse zumo (jugo) de limón o zumo (jugo) de lima o ambos, hasta 5 g/l de equivalente de ácido cítrico anhidro a néctares de frutas según se definen en la Sección 2.1.6.

2.12 CRITERIOS DE CALIDAD

Basados en los criterios de calidad, el CODEX STAND 247 – 2005 de la norma general del CODEX para zumos (jugos) y néctares de frutas, menciona que los jugos deben mantener en lo posible las características de olor, sabor, color o apariencia y aceptabilidad, las cuales serán estudiadas bajo el análisis sensorial.

2.13 ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación sensorial surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos conocer la opinión y mejorar la aceptación de los productos por parte del consumidor. Además la evaluación sensorial no solamente tiene en cuenta para el mejoramiento y optimización de los productos alimenticios existentes, sino también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos, en el aseguramiento de la calidad y para su promoción y venta (marketing) (Hernández 2005).

Este último punto es primordial, ya que no se piensa desde un comienzo en el impacto que puede producir el producto en el consumidor final; es importante tener en cuenta la opinión del consumidor desde el momento de la etapa del diseño del producto, para así poder determinar las especificaciones de acuerdo a las expectativas y necesidades del mercado y por consiguiente del consumidor (Hernández, 2005).

Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es la de caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente (Hernández, 2005).

2.13.1 Prueba descriptiva

Estas pruebas permiten conocer las características del producto alimenticio y las exigencias del consumidor. A través de las pruebas descriptivas se realizan los cambios necesarios en las formulaciones hasta que el producto contenga los atributos para que el producto tenga mayor aceptación del consumidor. Las pruebas analíticas descriptivas se clasifican en: Escalas de clasificación por atributos y en pruebas de análisis descriptivo (Hernández, 2005).

2.14 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

2.14.1 Sabor

El sabor es una sensación que se percibe en las papilas gustativas de la lengua y en la pared de la boca que son estimuladas por ciertas sustancias solubles y permiten encontrar en cada producto los sabores básicos como son: dulce, salado, astringente ácido y amargo (Sánchez V. 2007). Los sabores más frecuentes que se pueden encontrar en una degustación, son los siguientes:

- Acidez, se la describe como un sabor ácido, debido a la presencia de ácidos volátiles y no volátiles y se la percibe a los lados y al centro de la lengua, se lo puede relacionar con las frutas cítricas y vinagre (Sánchez V. 2007).
- Astringencia, más que un sabor es una sensación que causa una contracción de la superficie de las mucosas de la boca, dejando una sensación seca y áspera en la lengua, además produce salivación generalmente debido a la falta de fermentación y se percibe en toda la boca, lengua, garganta y hasta en los dientes. La referencia es cacao no fermentado, inicialmente se percibe un sabor floral pero después es amargo, parecido a al sabor de las hojas de plátano.
- Dulce, este sabor es percibido en la punta de la lengua (Sánchez V. 2007).
- Salado, se percibe a los lados de la lengua y produce salivación (Sánchez V. 2007).

2.14.2 Olor

Olor es la sensación debida a la percepción de sustancias volátiles por medio de la nariz. Las sustancias volátiles atraviesan la mucosa pituitaria y entran en contacto con las células que reconocen los olores y con las terminaciones nerviosas que los

transmiten. El olor es el segundo “filtro” en la aceptación de los alimentos (Reglero 2011).

2.14.3 Color

Es el primer “filtro” para la aceptación de un alimento ya que puede revelar normalidad o anomalías en un producto. También se aprecia la apariencia (Reglero 2011).

- **El color en la caña de azúcar.** Los colores de los constituyentes de la caña de azúcar, se derivan de pequeñas cantidades de pigmentos naturales tales como clorofilas, carotenoides y antocianinas, que se encuentran generalmente en la planta. En gran parte el color también resulta del material coloreado formado por degradación de los azúcares, por reacciones polifenol hierro, por reacciones entre los azúcares reductores y los aminoácidos (Flóres, 2007).
- **El pH influye en el color del jugo.** Es un hecho que el color depende en gran parte del pH de la solución. Esto se debe al diferente color que tienen algunas sustancias a diversas acideces y alcalinidades, siendo la materia colorante, en este caso, un indicador natural del pH. En general el color es más claro en las soluciones ácidas que en las alcalinas (Flóres, 2007).

2.14.4 Aceptabilidad

El fin de los alimentos es su consumo. Además de su seguridad higiénico-sanitaria y valor nutritivo, las propiedades sensoriales son muy importantes para la aceptación de los alimentos por parte de los consumidores. Desde este punto de vista es una importante herramienta en el desarrollo de nuevos productos (Reglero, 2011).

2.15 RELACIÓN BENEFICIO/COSTO

La relación costo beneficio toma los ingresos y egresos presentes netos del estado de resultado, para determinar cuáles son los beneficios por cada peso que se sacrifica en el proyecto (Vaquiro, 2013).

Cuando se menciona los ingresos netos, se hace referencia a los ingresos que efectivamente se recibirán en los años proyectados. Al mencionar los egresos presentes netos se toman aquellas partidas que efectivamente generarán salidas de efectivo durante los diferentes periodos, horizonte del proyecto. Como se puede apreciar el estado de flujo neto de efectivo es la herramienta que suministra los datos necesarios para el cálculo de este indicador, la relación beneficio / costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar a una comunidad (Vaquiro, 2013).

2.15.1 Interpretación del resultado de la relación beneficio/costo

Si el resultado es mayor que 1, significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos. En otras palabras, los beneficios (ingresos) son mayores a los sacrificios (egresos) y en consecuencia, el proyecto generará riqueza a una comunidad. Si el proyecto genera riqueza con seguridad traerá consigo un beneficio social, si el resultado es igual a 1, los beneficios igualan a los sacrificios sin generar riqueza alguna. Por tal motivo sería indiferente (insensible) ejecutar o no el proyecto (Vaquiro, 2013).

2.16 COSTOS DE PRODUCCIÓN

Representa todas las operaciones realizadas desde la adquisición del material, hasta su transformación en artículo de consumo o de servicio, integrado por material sueldos (salarios) y gastos indirectos de producción (Bustamante, 2004).

- **Material:** Es el elemento que se convierte en un artículo de consumo o de servicio.
- **Sueldos y Salarios:** Es el esfuerzo humano necesario para la transformación del material.
- **Gastos Indirectos de Producción o de Fabricación:** Son los elementos necesarios, accesorios para la transformación del materia, además de los sueldos y salarios directos, como son: el lugar donde se trabaja, el equipo, las herramientas la luz y fuerza, combustibles, lubricantes, sueldos, papelería, útiles de escritorio etc. (Bustamante, 2004).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

El área donde se desarrolló el trabajo de tesis fue en la provincia Cercado geográficamente ubicado en la ciudad de Tarija, con coordenadas 21° 33' de Latitud Sur y 64° 48'' Latitud Oeste, a una altura de 1859 m.s.n.m, específicamente en el Tejar, Laboratorio de Fruticultura y Procesamiento de Productos Agrícolas pertenecientes a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”.

3.2 MATERIALES

A continuación se indica los materiales utilizados los cuales están divididos como la materia prima y materiales o equipos de Laboratorio.

3.2.1 Materia Prima

- Caña de azúcar
- Ácido cítrico

3.2.2 Materiales y/o Equipos de Laboratorio

- Libreta de apuntes
- Equipo digital (cronometro y cámara fotográfica)
- Machete
- Hilo de Nylon
- Balanza para 1kg.
- Balanza para 50 kg.

- Trapiche (extraer jugo)
- Canasta metálica (pasteurizar)
- Colador
- Jarra plástica
- Termómetro
- Ollas
- Cocina a gas
- Botellas de vidrio
- Tapadora
- Etiquetas

3.3 METODOLOGÍA

3.3.1 Método

La caracterización de un alimento es un proceso largo y complejo que normalmente involucra a varias disciplinas científicas. El análisis sensorial es una de ellas, y concretamente, la obtención del perfil descriptivo o “huella sensorial” del producto es una parte fundamental de esa caracterización.

La técnica para evaluar el proceso de conservación del jugo de caña, del presente trabajo se lo realizo a través de la prueba sensorial, prueba que se utiliza para medir la calidad de jugos pero también para realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos.

A continuación tenemos los nueve tratamientos con sus diferentes dosis de ácido cítrico a utilizar, con la combinación de sus tres diferentes tiempos de pasteurización a las que serán sometidos el jugo de caña de azúcar.

CUADRO N°3. Factores en estudio del ensayo experimental

FACTORES	CÓDIGO	NIVELES	ESPECIFICACIÓN
Dosis	D	D ₁	0.75 gr. de ácido cítrico / l. de jugo
		D ₂	1 gr. de ácido cítrico / l. de jugo
		D ₃	1,5 gr. de ácido cítrico / l. de jugo
Tiempo	T	T ₁	10 min. de pasteurización
		T ₂	15 min. de pasteurización
		T ₃	20 min. de pasteurización

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se tienen los tratamientos con sus combinaciones respectivas, sus dosis por (x) sus tiempos de pasteurización:

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
D₁ T₁	D₁ T₂	D₁ T₃	D₂ T₁	D₂ T₂	D₂ T₃	D₃ T₁	D₃ T₂	D₃ T₃

Descripción entre los factores de los diferentes tratamientos:

T1: D₁ T₁= 0.75 gr. de ácido cítrico / l. de jugo + 10 min. de pasteurización.

T2: D₁ T₂= 0.75 gr. de ácido cítrico / l. de jugo + 15 min. de pasteurización.

T3: D₁ T₃= 0.75 gr. de ácido cítrico / l. de jugo + 20 min. de pasteurización.

T4: D₂ T₁= 1 gr. de ácido cítrico / l. de jugo + 10 min. de pasteurización.

T5: D₂ T₂= 1 gr. de ácido cítrico / l. de jugo + 15 min. de pasteurización.

T6: D₂ T₃= 1 gr. de ácido cítrico / l. de jugo + 20 min. de pasteurización.

T7: D₃ T₁= 1,5 gr. de ácido cítrico / l. de jugo + 10 min. de pasteurización.

T8: D₃ T₂= 1,5 gr. de ácido cítrico / l. de jugo + 15 min. de pasteurización.

T9: D₃ T₃= 1,5 gr. de ácido cítrico / l. de jugo + 20 min. de pasteurización.

3.4 PROCEDIMIENTO DEL TRABAJO

El presente trabajo de investigación se inició el mes de octubre, terminado al siguiente mes de noviembre de la gestión 2017 (Ver Anexo B.5).

3.4.1 Obtención de la caña de azúcar

La materia prima como lo es la caña de azúcar, fue adquirida de la comunidad “El Nueve” una de las diversas zonas rurales cañeras del municipio de Bermejo perteneciente a la segunda sección de la provincia Arce del departamento de Tarija.

3.4.2 Extracción del jugo

Las cañas de azúcar junto con un trapiche fueron trasladados a las instalaciones del Laboratorio de Fruticultura y Procesamiento de Productos Agrícolas pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, de la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”, lugar donde se realizó la extracción del jugo, tomando en cuenta que todos los materiales estén previamente esterilizados, con el objetivo de eliminar posibles microorganismos que puedan ocasionar la fermentación del jugo de caña de azúcar.

3.4.3 Proceso térmico

Luego de la extracción del jugo, este fue envasado en botellas de vidrio con capacidad de 320 ml y posteriormente se realizó la pasteurización, para lo cual necesariamente se realizó el diseño de una canasta metálica y así poder cumplir estrictamente con los tiempos estimados de pasteurización, pero también se utilizaron los equipos que dispone el Laboratorio de Fruticultura y Procesamiento de Productos Agrícolas.

3.5 PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DEL JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR

El presente trabajo de investigación se inició el 06 de octubre del 2017 en las instalaciones del Laboratorio de Fruticultura y Procesamiento de Productos Agrícolas pertenecientes a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho” (Ver Anexo B.5).

3.5.1 Diagrama de flujo de la elaboración del jugo de caña

FIGURA N°1 Flujo de elaboración del jugo de caña.



Fuente: Elaboración propia.

3.5.2 Descripción del proceso

Recepción: Para la obtención del experimento se utilizaron 100 tallos de caña de azúcar o 100 kg., provenientes de la comunidad “El Nueve” una de las varias zonas cañeras del municipio de Bermejo. La materia prima fue trasladada hasta la ciudad de

Tarija al Laboratorio de Fruticultura, donde se realizó todo el proceso de la conservación del jugo de caña de azúcar.

Lavado: Se lavaron las cañas utilizando cepillo y esponja para eliminar las impurezas que pudiera tener la materia prima.

Prensado: En este punto se prensó la caña de azúcar en un trapiche previamente limpiado para extraer el jugo contenido en el tallo, este proceso se repitió 2 veces para extraer todo el jugo posible.

Colado: Luego del prensado, se procedió al colado del jugo en un lienzo con el fin de eliminar los residuos de bagazo en el jugo.

Adición de ácido cítrico: Se realizó adición del ácido cítrico según dosificaciones ya enunciadas anteriormente, incorporándose de forma directa al jugo.

Pesado: Para el pesado del ácido cítrico se utilizó la regla de tres simple para calcular todas las dosis (3 dosis).

Envasado - tapado: El jugo fue envasado en botellas de vidrio previamente limpias y esterilizadas, adicionando 320 ml. de jugo en cada envase, posteriormente al colocarlo de las tapas con el equipo manual.

Pasteurizado: Este proceso térmico fue realizado con materiales que se tiene en el Laboratorio de Fruticultura a una temperatura de 85°C.

Sellado: Luego del proceso térmico, las botellas fueron introducidas en agua fría ocasionando el choque térmico que provoca el sellado al vacío.

Almacenado: Las botellas se almacenaron a temperatura ambiente 22°C, para en lo posterior realizar los respectivos análisis físico-químicos y sensoriales.

Filtrado: Para el filtrado se utilizó nuevas botellas limpias y esterilizadas, un equipo de succión, dicho filtrado se lo ejecuto después de un tiempo ya que se observó la precipitación de la cachaza, quedando el jugo limpio de un color ámbar. Para posteriormente volver al paso del envasado hasta el almacenamiento, según lo que se indica en la figura de arriba.

3.5.3 Descripción del análisis físico-químico

Cabe mencionar que el presente análisis se lo realizó de manera complementaria al presente trabajo en estudio, y no así de forma principal. Las muestras serán analizadas por Laboratorio de CEANID (Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo) (Ver Anexo B.8).

Para la valoración de las características físicas-químicas del jugo de caña de azúcar ya pasteurizado se tomaron 2 muestreos por cada tratamiento, donde en el primer muestreo fue tomado un día después del proceso de conservación del jugo de caña y el segundo muestreo a los 30 días finalizando el trabajo. Al ejecutar el análisis físico-químico se determinaron los siguientes parámetros:

➤ Brix %

Los grados Brix de los jugos de caña sin procesar normalmente fluctúa entre 16 y 24 (Ramírez et al., 2014).

➤ pH

Guagalango (2011), indica que el pH del jugo de la caña de azúcar de una planta madura normal varía entre 4,73 – 5,63 y en caña dañada el valor es mucho más bajo.

➤ **Acidez %**

El resultado se expresa como el % del ácido predominante en el material de su procedencia el factor de la acidez en jugos de caña de azúcar generalmente es de 0.12 % (Aguirre, 2010).

3.6 ANÁLISIS SENSORIAL

Indicar que este análisis se lo realizó el 16 de noviembre del 2017 en el Laboratorio de Fruticultura y Procesamiento de Productos Agrícolas. Los panelistas fueron estudiantes de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales (Ver Anexo B.7).

Mediante la evaluación sensorial se midió las características sensoriales u organolépticas (sabor, olor, color, aceptabilidad) a través de boletas, las mismas que contienen 5 escalas a calificar. Este análisis nos ayudara a conocer la opinión y la aceptación por parte del consumidor, pero también a realizar investigaciones en la elaboración e innovación de nuevos productos.

3.6.1 Construcción de cubículos

La construcción de cubículos se lo realizo por qué se quiere que los catadores tengan mayor concentración al momento de evaluar las muestras (tratamientos), de igual manera cada cubículo cuenta con su respectiva silla. Los cubículos tienen suficiente espacio para que el catador este cómodo y a la vez tenga a disposición las muestras, boletas, un vaso y un recipiente extra.

3.6.2 Procedimiento

a) Validación del proceso de evaluación

Esta validación se lo realizó una semana antes de ejecutarse el análisis sensorial, con la finalidad de verificar algún error cometido, como por ejemplo en las boletas, si el espacio que tienen cada cubículo es el adecuado para la comodidad del panelista y otros componentes que requieran ajustarse, para que al momento de llevarse a cabo el análisis sensorial no se tenga inconvenientes.

A los panelistas primeramente se les mostró los cubículos, posteriormente se les proporcionó información acerca del proceso de la evaluación sensorial, pero también se informó sobre las reglas que se debe cumplir como panelistas como por ejemplo; lo que no se puede hacer dentro del desarrollo de la prueba sensorial.

A nuestros asistentes llamados “Servidores”, primeramente se les indico su función que deberán cumplir dentro del análisis sensorial, como es la de atender a cada catador asignado; facilitar muestras, boletas (llenado correcto) y otros elementos necesarios para llevar adelante la prueba sensorial.

b) Panelistas

Para la evaluación sensorial se manejó a un grupo de 16 panelistas estudiantes de la carrera de agronomía, cada uno de ellos en sus respectivos cubículos cuentan con un lapicero, un vaso de agua para equiparar los sentidos y un recipiente extra en caso que lo requieran los catadores.

Antes de comenzar con la prueba sensorial, a los catadores se les aportó información sobre la prueba, se les entregó un total de 9 muestras de aproximadamente 10 ml. (cantidad ml. según autores) cada muestra más sus respectivas boletas, mismas que

fueron entregadas una a una por los servidores que se encargaron de la atención a cada panelista.

Se siguió lo que indican los autores; por ese motivo se tomó en cuenta que los catadores tengan mayor concentración durante el desarrollo del panel, por tal motivo se prefirió hacer la construcción de los cubículos y armonizar con música clásica (opera) a volumen bajo, al momento de elegir a los catadores se verificó que exista equidad de género (femenino y masculino), que los mismos no están involucrados en el desarrollo del producto en estudio.

c) **Características a evaluar**

Las escalas definidas en evaluación del color, olor y sabor, fue; **Escala:** 1= Ninguna de las opciones; 2=Ligero; 3=Moderado; 4=Bastante; 5=Mucho.

Las escalas definidas para la evolución de la aceptabilidad fue; **Escalas:** 1= No me gusta 2=Me disgusta poco 3=Ni me gusto ni me disgusto 4=Me gusto poco 5=Me gusta mucho.

- **Olor a caña de azúcar**, el jugo debe estar exento de olores extraños. El olor es considerado como el segundo filtro en la aceptación de los alimentos.
- **Apariencia o color verde caña**, considerado como el primer filtro para la aceptación de un alimento ya que puede revelar normalidad o anomalías en un producto. El color tiene que ser característico del jugo de la caña de azúcar es verdoso claro y/o verde amarillento.
- **Aceptabilidad**, las propiedades sensoriales son muy importantes para la aceptación de los alimentos por parte de los consumidores. Siendo importante para el desarrollo de nuevos productos.

Al margen de las preguntas respecto a las características a evaluar arriba mencionadas, también se realizaron preguntas que no están dentro del estudio, a manera de obtener más información, como por ejemplo si les gusta; el color, olor sabor en caso de esta última característica si el sabor es; dulce o ácido, y por última pregunta; si estarían dispuestos a comprar el producto final.

3.7 TABULACIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

Para los resultados obtenidos de las pruebas sensoriales se empleó la estadística descriptiva para cada variable (color, olor, sabor y aceptabilidad), tomando en cuenta la distribución de frecuencias relativas y/o acumuladas expresadas en porcentaje (Hernández et. Al., 1999). Dicho cálculo se lo determinara con la formula;

$$\text{Porcentaje \%} = \frac{\text{NC}}{\text{NT}} * 100$$

NC= Número de casos o frecuencias absolutas.

NT= Número total de casos.

3.7 DETERMINACIÓN BENEFICIO/COSTO

Representa todas las operaciones realizadas desde la adquisición del material, hasta su transformación en artículo de consumo o de servicio, integrado por material sueldo, salarios y Gastos indirectos de producción (Bustamante, 2004).

a. Costos de producción del jugo de caña de azúcar

Los costos totales se calcularon mediante la suma de los costos variables (materiales directos, materiales indirectos y mano de obra directa), y los costos fijos fueron (depreciación de equipos y maquinaria y suministros).

CT = costos fijos + costos variables.

b. Ingresos Brutos

Los ingresos brutos se obtuvieron multiplicando el rendimiento total del jugo de caña de azúcar por el precio de la conserva ya terminado.

IB = valor de venta del jugo de caña de azúcar.

c. Beneficio Neto

El beneficio neto se determinó mediante la diferencia entre los ingresos brutos y los costos totales.

BN = ingresos brutos – costos totales.

d. Relación Beneficio Costo

Para realizar el análisis económico se utilizó la relación beneficio / costo, mediante la siguiente fórmula:

R (B/C) = Beneficio neto / costos totales.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

Reiterar que los presentes análisis se los realizó con la finalidad de poder observar y corroborar la apreciación de los catadores no entrenados. Los resultados obtenidos de laboratorio CEANID fueron de las siguientes variables; pH, Brix y Acidez. Dichos análisis fueron realizados en dos ocasiones, al inicio (día 1) posterior al procesamiento del jugo de caña de azúcar y al final (día 30) del trabajo de campo (Anexo B.8).

4.1.1 Análisis del pH

CUADRO N°4. Resultados de análisis físico-químico del pH

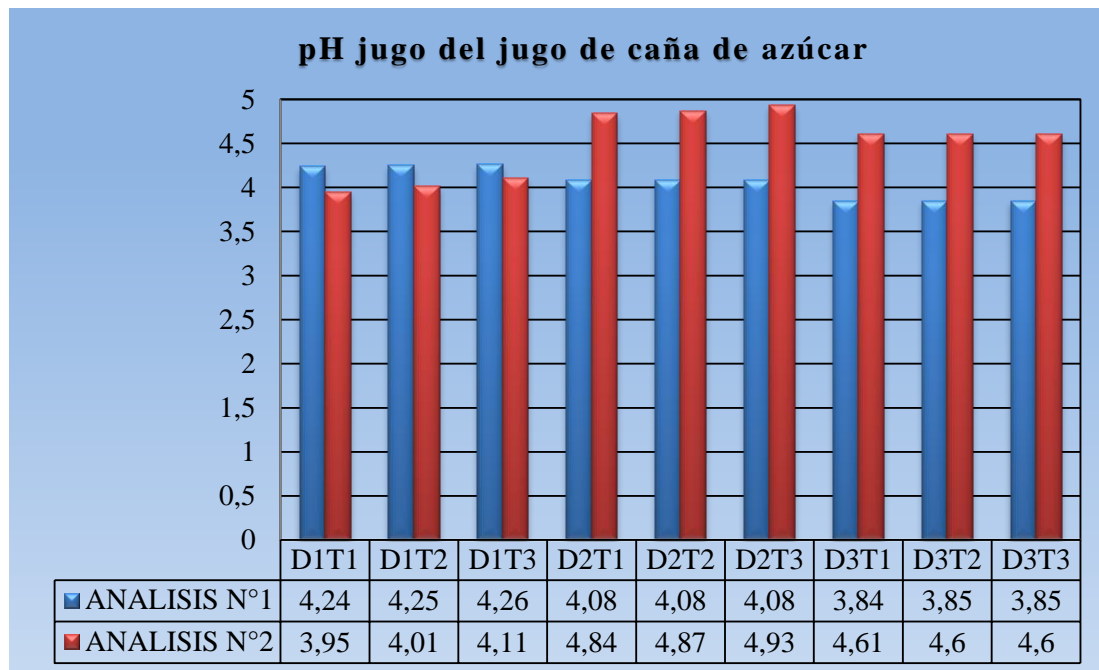
TRATAMIENTO	CÓDIGO	ANÁLISIS		DIFERENCIA	OBSERVACIÓN
		N°1	N°2		
Tratamiento 1	D1T1	4,24	3,95	0,29	disminución
Tratamiento 2	D1T2	4,25	4,01	0,24	disminución
Tratamiento 3	D1T3	4,26	4,11	0,15	disminución
Tratamiento 4	D2T1	4,08	4,84	0,76	incremento
Tratamiento 5	D2T2	4,08	4,87	0,79	incremento
Tratamiento 6	D2T3	4,08	4,93	0,85	incremento
Tratamiento 7	D3T1	3,84	4,61	0,77	incremento
Tratamiento 8	D3T2	3,85	4,6	0,75	incremento
Tratamiento 9	D3T3	3,85	4,6	0,75	incremento

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de pH de todos los tratamientos muestran por mayoría un incremento entre (0,75 – 0,85), a excepto de los tratamientos que contienen dosis 1(D1) ósea 0,75 gr. ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar con sus diferentes tiempos de pasteurización de: T1= 10 min. T2= 15 min. y T3= 20 min. obtienen una disminución en los resultados del análisis del pH , entre (0,15 – 0,29).

Para mejor apreciación de los datos obtenidos en el análisis de laboratorio, mismos datos de la tabla anterior lo reflejamos en la figura siguiente;

GRÁFICA N° 1. Resultados de análisis físico-químico del pH



Fuente: Elaboración propia. Leiton et. al 2008.

Se puede apreciar que todos los tratamientos muestran pH ácidos ya que se encuentran entre 3,84 a 4,93, pero también sería un ambiente inapropiado para el crecimiento de la mayoría de bacterias asociadas a alimentos, Quezada (2007), indica

que si el pH es menor a 7 es un medio ácido, si el pH es igual a 7, es neutro y si el pH es mayor a 7 es básico o alcalino y Alzamora, Guerrero, Nieto, & Vidales (2004) menciona que un ambiente apropiado para el crecimiento de la mayoría de bacterias asociadas a alimentos, es un pH óptimo entre rango de 6,5 – 7,5. Pero algunas bacterias patógenas pueden crecer a pH 4,2 y algunas bacterias deteriorativas pueden multiplicarse en condiciones muy ácidas pH 2,0. Sin embargo, para controlar el crecimiento de todos los microorganismos por pH, el pH requerido en ausencia de otros factores de conservación sería muy bajo ($< 1,8$) y ello causaría el rechazo de los productos por consideraciones sensoriales.

El descenso que muestran los tratamientos con dosis 1, desde el análisis 1 hasta el análisis 2 está entre (0,15 a 0,29), esto se debe al aumento que presenta la acidez en estos tratamientos, los cuales serán observados más adelante. Según Alzamora, Guerrero, Nieto, & Vidales, (2004) menciona que cuando el pH disminuye la acidez del medio se incrementa los microorganismos tratan de mantener al pH interno dentro de un rango estable limitado y en un valor mayor que el del medio.

Observándose en los demás tratamientos que contienen dosis 2 (D2=1gr. ácido cítrico/l. de jugo de caña y dosis 3 (D3=1,5gr. ácido cítrico/l. de jugo de caña) con sus diferentes tiempos de pasteurización (T1= 10 min. T2= 15 min. y T3= 20 min.) presentan aumentos que van desde (0,75 a 0,85). Acotando a lo expuesto Rodríguez (2005), manifiesta que las levaduras que contiene el jugo de caña de azúcar producen cambios; aumento de pH, formación de turbidez, aromas y sabores no agradables debido a actividades del metabolismo y las levaduras en cuestión de horas empiezan a duplicarse y producen etanol, y otros compuestos orgánicos que afectan las propiedades físico-químicas y organolépticas del jugo de caña. No llegando a coincidir con los resultados logrados en el presente trabajo referido al producto final ya que los jugos no presentan alteración alguna.

A su vez los valores registrados en los tratamientos indica que solo los tratamientos con dosis 1 con valores entre 3,95 a 4,11 se encuentran dentro de los parámetros normales para bebidas de frutas según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2337:2008 , la cual especifica que el pH será inferior a 4.5 (INEN & 2337 Republic of Ecuador, 2008).

4.1.2 Análisis de la acidez

La acidez está completamente relacionada con el pH, ya que este es una medición de su acidez.

CUADRO N°5. Resultados de análisis físico-químico de la acidez

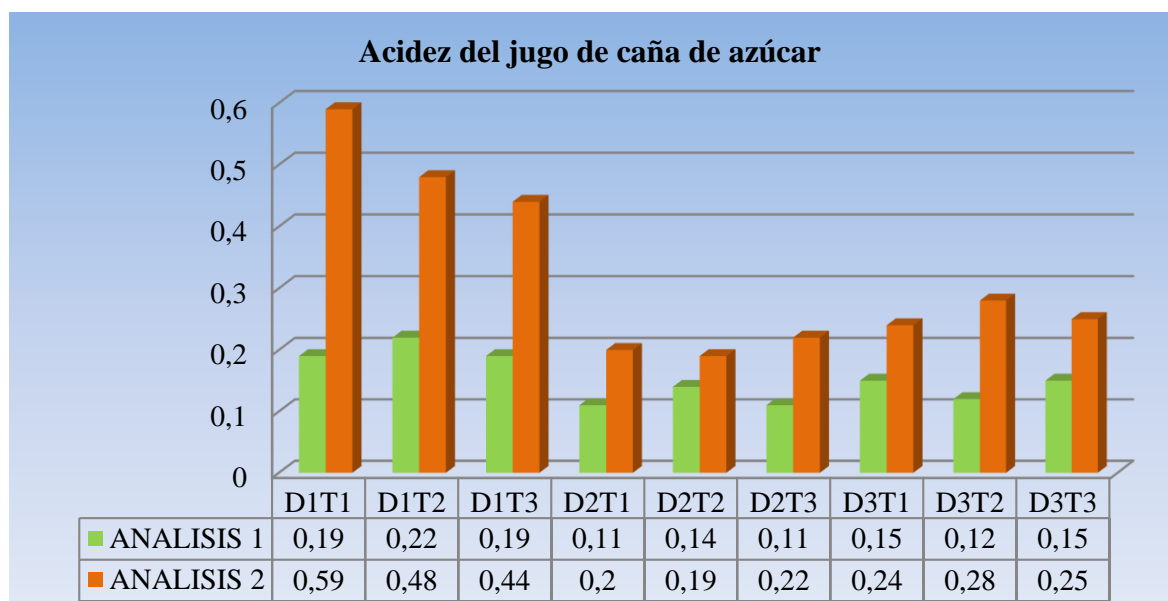
TRATAMIENTO	CÓDIGO	ANÁLISIS		DIFERENCIA	OBSERVACIÓN
		1	2		
Tratamiento 1	D1T1	0,19	0,59	0,4	incremento
Tratamiento 2	D1T2	0,22	0,48	0,26	incremento
Tratamiento 3	D1T3	0,19	0,44	0,25	incremento
Tratamiento 4	D2T1	0,11	0,2	0,09	incremento
Tratamiento 5	D2T2	0,14	0,19	0,05	incremento
Tratamiento 6	D2T3	0,11	0,22	0,11	incremento
Tratamiento 7	D3T1	0,15	0,24	0,09	incremento
Tratamiento 8	D3T2	0,12	0,28	0,16	incremento
Tratamiento 9	D3T3	0,15	0,25	0,1	incremento

Fuente: Elaboración propia.

Estos incrementos se destacan los tratamientos con dosis 1 (D1= 0,75 gr. ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar) con sus diferentes tiempos de pasteurización (T1= 10 min. T2= 15 min. y T3= 20 min.), el incremento de la acidez presentado en estos tratamientos se da por la disminución de pH (anteriormente observado), así como lo indica Alzamora, Guerrero, Nieto, & Vidales, (2004) menciona que cuando

el pH disminuye la acidez del medio se incrementa los microorganismos tratan de mantener al pH interno dentro de un rango estable limitado y en un valor mayor que el del medio. Pero también Garazatúa y Gallardo (2002), mencionan que el incremento de la acidez se da por la adición del ácido cítrico durante la elaboración del jugo de caña pasteurizado.

GRÁFICA N°2. Resultados de análisis físico-químico de la acidez



Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro de la acidez se muestran un incremento en todos los tratamientos entre los rangos de 0,1 – 0,26.

Los resultados de la acidez están entre 0,44 a 0,59 este último valor lo consigue el tratamiento D1T1 (0,75 gr. ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar), lo que quiere decir que solo este tratamiento no se encuentra dentro de los parámetros estipulados en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2337 indicando que la acidez máxima para jugos es de 0.50.

4.1.3 Análisis del Brix %

En los resultados de °Brix, desde el análisis 1 (realizado al día posterior del procesamiento) hasta el segundo análisis (después de los 30 días de procesamiento del jugo) se observa un incremento que van desde (0,1 – 1,1) comprenden solo seis tratamientos; D1T2, D2T1 D2T2, D2T3, D3T1 que tienen dosis diferentes (D1=0,75 gr. ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar ; D2=1 gr. ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar ; D3=1,5 gr. ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar) con sus diferentes tiempos de pasteurización (T1= 10 min. T2= 15 min. y T3= 20 min.).

CUADRO N°6. Resultados del análisis físico-químico de ° Brix %

TRATAMIENTO	CÓDIGO	ANÁLISIS		DIFERENCIA	OBSERVACIÓN
		1	2		
Tratamiento 1	D1T1	25,6	25,6	0	Sin cambios
Tratamiento 2	D1T2	25,7	26,8	1,1	incremento
Tratamiento 3	D1T3	25,8	25,6	0,2	disminución
Tratamiento 4	D2T1	25,5	25,8	0,3	incremento
Tratamiento 5	D2T2	25,6	25,9	0,3	incremento
Tratamiento 6	D2T3	25,4	26,4	1	incremento
Tratamiento 7	D3T1	25,8	25,9	0,1	incremento
Tratamiento 8	D3T2	25,7	25,6	0,1	disminución
Tratamiento 9	D3T3	25,7	26,1	0,4	incremento

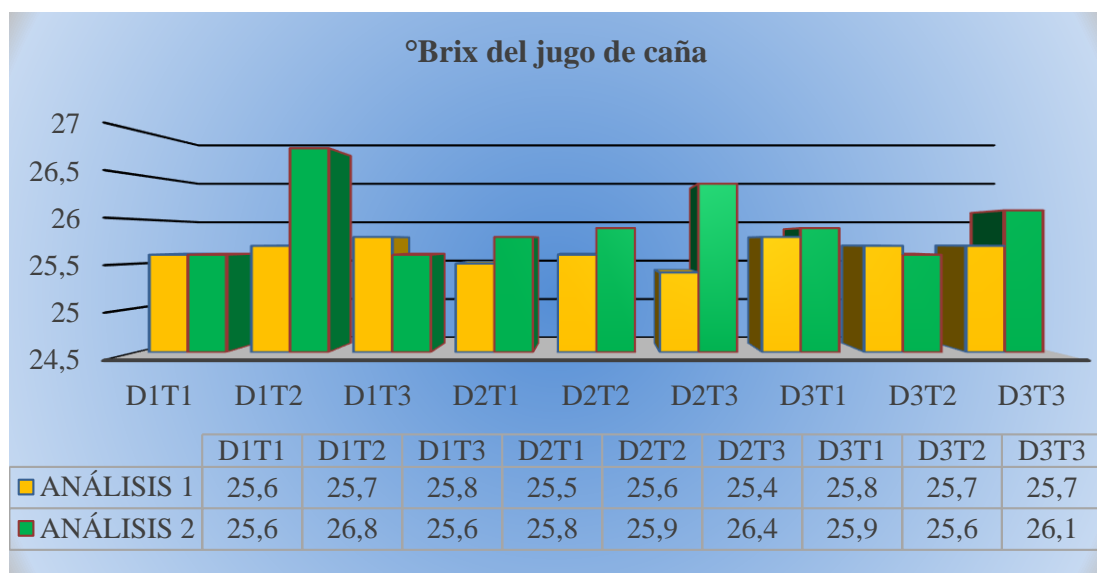
Fuente: Elaboración propia.

En el caso de disminuciones de los °Brix están entre (0,1 – 0,2) así lo muestra solo dos tratamientos; D1T3 y D3T2, quedando el tratamiento D1T1 con los mismos valores de 25.6 durante los dos análisis realizados.

Se puede verificar que al comenzar con las mediciones de Brix en el primer análisis los resultados están entre (25,4 – 25,8), en el segundo análisis los valores oscilan

entre (25,6 – 26,8) observándose unos cambios mínimos, quiere decir que por cada 100 gr. de líquido del producto final (jugo de caña envasado) contiene desde 25.6 a 26,8 gr. de sacarosa y quedando entre 74.6 – 73,2 de agua. Se puede verificar que los valores de Brix son similares, esto se debe a que todas las dosis fueron tomadas de una mezcla homogénea de jugo.

GRÁFICA N°3. Resultados del análisis físico-químico de ° Brix %



Fuente: Elaboración propia.

A su vez las cañas utilizadas para la obtención del jugo de caña del presente trabajo muestran altos valores en los análisis de Brix alcanzando 26,8, es decir con altos contenidos de sacarosa o solidos solubles; al respecto trabajos de investigación (Conservación de jugo de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) como bebida refrescante) ejecutados en el Ecuador, resultan en los análisis con un Brix igual a 14,5 llegando a calificar como un valor que contiene alto contenido de sacarosa, de igual manera en otros estudios muestran con alto porcentaje de sacarosa cuando se obtiene un valor de °Brix 12,5.

Por otra parte los valores registrados en los tratamientos indican que se encuentran dentro de los parámetros normales para bebidas de frutas según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2337:2008 (Anexo 4), especifica que; los grados brix de las bebidas serán proporcionales al aporte de fruta (INEN & 2337, Republic of Ecuador, 2008). Coincidiendo con la Norma General del Codex para Zumos (Jugos) Y Néctares de Frutas (CODEX STAN 247-2005).

4.2 ANÁLISIS SENSORIAL

4.2.1 ¿El color del jugo de la presente muestra, es un verde natural de caña de azúcar?

CUADRO N°7. Frecuencias sensoriales del color del jugo de caña de azúcar

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		D1T1		D1T2		D1T3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Mucho	0	0	0	0	0	0
4	Bastante	0	0	0	0	1	6,25
3	Moderado	3	18,75	0	0	2	12,5
2	Ligero	3	18,75	6	37,5	2	12,5
1	Ninguna de las opciones	10	62,5	10	62,5	11	68,75
Σ		16	100%	16	100%	16	100%

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		D2T1		D2T2		D2T3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Mucho	0	0	0	0	0	0
4	Bastante	0	0	0	0	0	0
3	Moderado	2	12,5	5	31,25	4	25
2	Ligero	2	12,5	1	6,25	3	18,75
1	Ninguna de las opciones	12	75	10	62,5	9	56,25
Σ		16	100	16	100	16	100

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		D3T1		D3T2		D3T3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Mucho	0	0	0	0	0	0
4	Bastante	0	0	0	0	0	0
3	Moderado	2	12,5	3	18,75	3	18,75
2	Ligero	1	6,25	4	25	3	18,75
1	Ninguna de las opciones	13	81,25	9	56,25	10	62,5
Σ		16	100	16	100	16	100

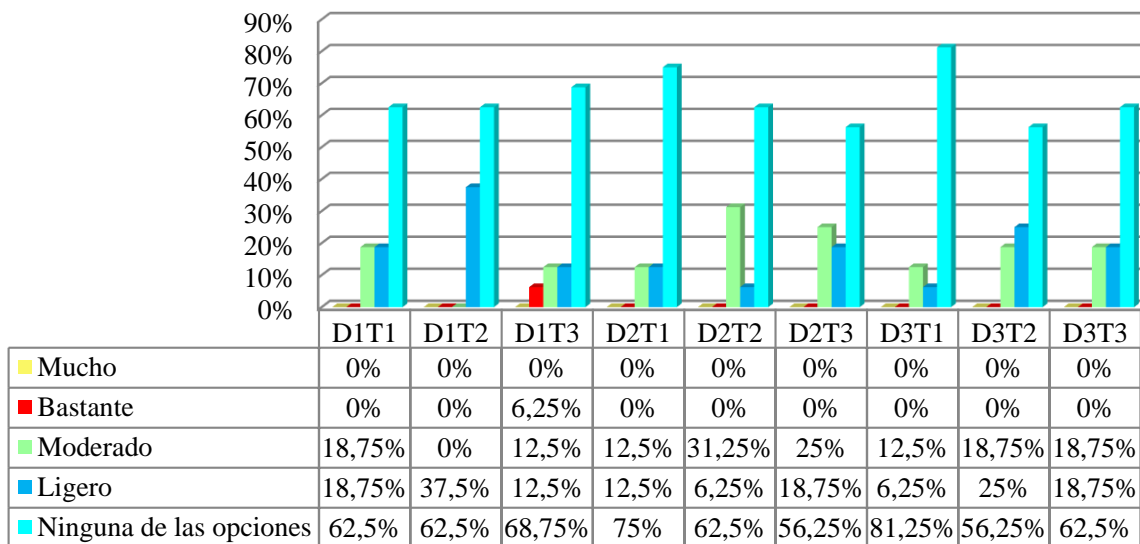
Fi = frecuencia absoluta; F (%) = frecuencia relativa porcentual.

Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro con relación a la pregunta del color del jugo de caña de azúcar desglosaremos desde los valores mayores a menores, estos dentro de la escala Ninguna de las opciones el tratamiento: D3T1 = 81,25%; D2T1=75%; D1T3=68,75%; D1T1 D1T2, D2T2, D3T3= 62,5%; D3T2= 56,25%; conseguimos decir que las demás escalas están en por debajo del 40%.

GRÁFICA N°4. Resultado sensorial del color del jugo de caña de azúcar

¿El color del jugo de la presente muestra, es un verde natural de caña de azúcar?



Fuente: Elaboración propia.

El color del jugo de caña de azúcar es generalmente de color verde a un verde oscuro. Autores indican que esta característica del color dependerá de la variedad y el manejo del cultivo; riego, fertilización, etc.

Respecto al color todos los tratamientos muestran valores superiores al 55 % en la escala; ninguna de las opciones, quiere decir que los catadores observan que el color del jugo presentado no tiene el color, a verde caña natural. Donde el valor más alto

lo muestra el tratamiento D3T1 (1,5 gr. de ácido cítrico/l. jugo de caña de azúcar x 10 min. de pasteurización) con 81,25%.

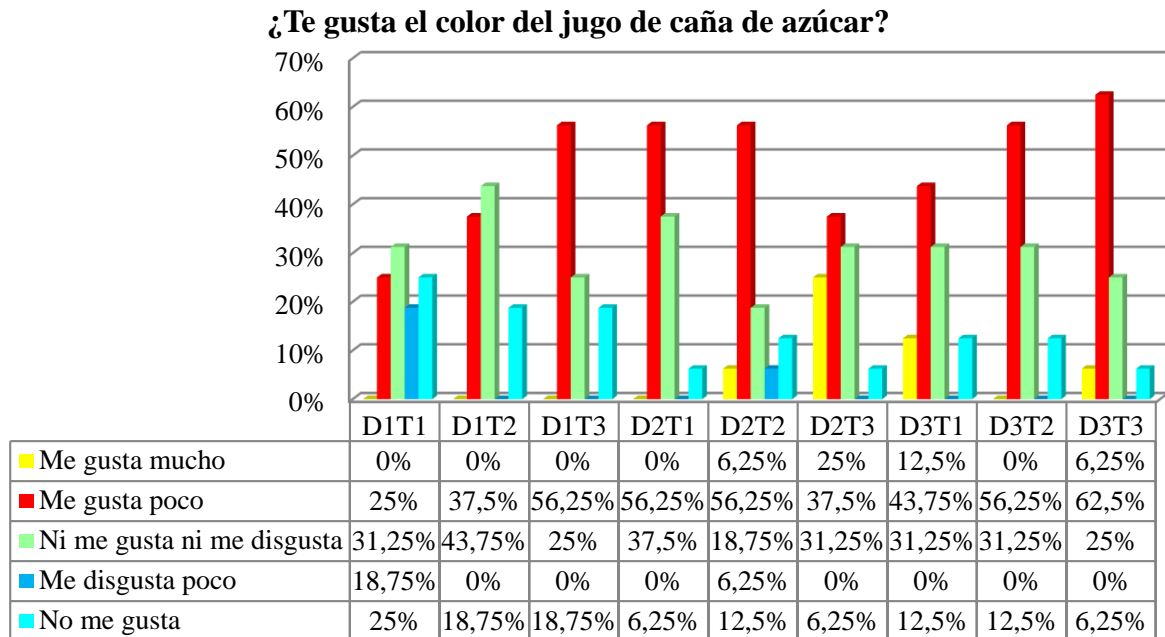
Los catadores indican que las muestras no presentan un verde a caña natural, en cambio presentan un color ámbar (similar color al refresco de pelón), este cambio de color se da por todo el proceso que fue sometido el jugo. Aguirre y Poveda, (s/a) mencionan que existen dos fuentes básicas de colores provenientes de la caña: los que se originan en la planta y los que se forman durante su procesamiento. Mismos autores en un estudio realizado mostraron en su análisis sensorial que el producto final no tenía el color característico a la materia prima (jugo de caña), pero que sí tenía un color uniforme de un color ámbar traslucido, lo cual coincide con nuestros resultados obtenidos en nuestro trabajo.

En los jugos de la planta se encuentran compuestos de carácter fenólico, que puede ser de naturaleza sencilla o compleja como flavonoides. Pero también algunos fenoles son incoloros dentro de la planta, pero se oxidan o reaccionan con aminos produciendo sustancias coloreadas. Los compuestos coloreados que se forman durante el procesamiento provienen de la descomposición térmica de la sacarosa y de los azúcares reductores (glucosa o fructosa), o se originan en las reacciones de estos carbohidratos con compuestos amino-nitrogenados presentes en la planta produciendo polímeros coloreados denominados melanoidinas (Aguirre y Poveda s/a).

Por lo tanto podemos decir que todos los tratamientos no muestran un color característico a un verde caña, por lo cual no están dentro de la Norma Mundial de Alimentos, respecto a los criterios de calidad y también en el CODEX STAND 247 2005 de la Norma General del CODEX para zumos (jugos) y néctares de frutas menciona que los jugos deben mantener en lo posible las características de color, olor sabor y aceptabilidad.

4.2.1.1 ¿Te gusta el color del jugo de caña de azúcar?

GRÁFICA N°5. ¿Te gusta el color del jugo de caña de azúcar?



Fuente: Elaboración propia.

Los catadores anteriormente consideran que los tratamientos carecen del color verde caña, pero a pesar de ello, los catadores muestran simpatía por el color obtenido en las muestras, inclinándose por la escala: Me gusta poco, mostrando en la mayoría de los tratamientos entre porcentajes de 37,5% a 56,25%: obteniendo el mayor porcentaje el tratamiento D3T3 (1,5 gr. ácido cítrico/l. jugo de caña de azúcar x 20 min. de pasteurización) con un 62,5%.

4.2.2 ¿El olor del jugo de la presente muestra, es a caña de azúcar?

CUADRO N°8. Frecuencias sensoriales del olor del jugo de caña de azúcar

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		D1T1		D1T2		D1T3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Mucho	0	0	0	0	0	0
4	Bastante	1	6,25	3	18,75	1	6,25
3	Moderado	1	6,25	5	31,25	3	18,75
2	Ligero	4	25	4	25	7	43,75
1	Ninguna de las opciones	10	62,5	4	25	5	31,25
Σ		16	100	16	100	16	100

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		D2T1		D2T2		D2T3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Mucho	1	6,25	1	6,25	0	0
4	Bastante	2	12,5	1	6,25	5	31,25
3	Moderado	7	43,75	7	43,75	5	31,25
2	Ligero	6	37,5	6	37,5	4	25
1	Ninguna de las opciones	0	0	1	6,25	2	12,5
Σ		16	100	16	100	16	100

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		D3T1		D3T2		D3T3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Mucho	1	6,25	1	6,25	1	6,25
4	Bastante	5	31,25	3	18,75	5	31,25
3	Moderado	9	56,25	5	31,25	6	37,5
2	Ligero	1	6,25	7	43,75	4	25
1	Ninguna de las opciones	0	0	0	0	0	0
Σ		16	100	16	100	16	100

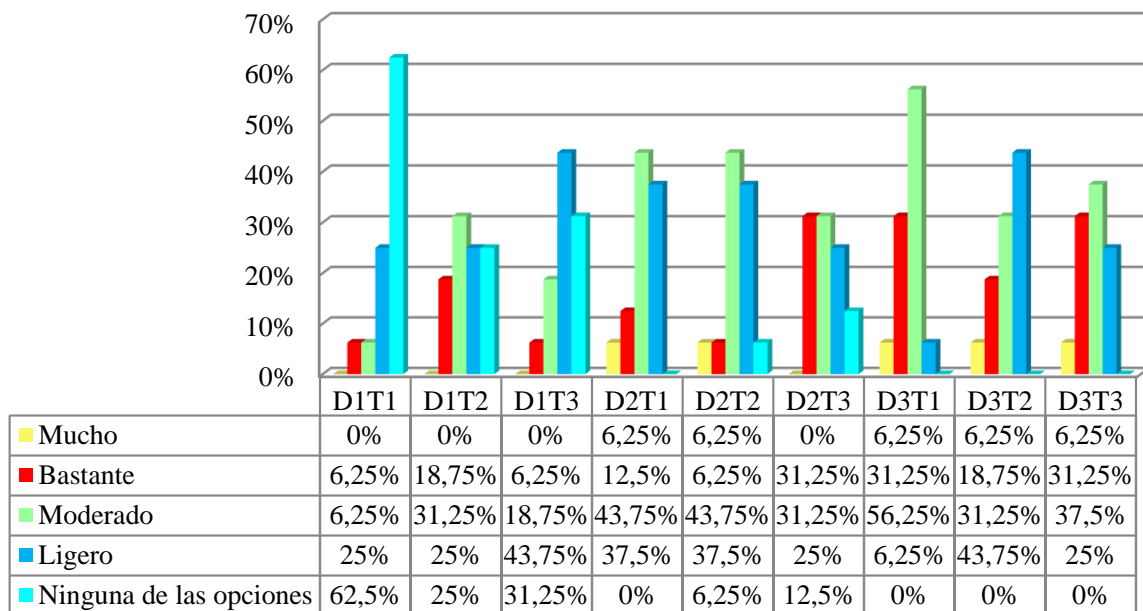
Fi = frecuencia absoluta; F (%) = frecuencia relativa porcentual.

Fuente: Elaboración propia.

En esta característica respecto al olor obtenido en el producto final, los catadores tuvieron votaciones divididas por casi todas las escalas, obteniendo el mayor valor por la escala: Ninguna de las opciones, con un 62,5% el tratamiento D1T1 (0,75 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar x 10 min. de pasteurización), quiere decir que de un total de dieciséis catadores, diez no perciben el olor característico del jugo de caña de azúcar en este tratamiento.

GRÁFICA N°6. Resultado sensorial del olor del jugo de caña de azúcar

¿El olor del jugo de la presente muestra, es a caña de azúcar?



Fuente: Elaboración propia.

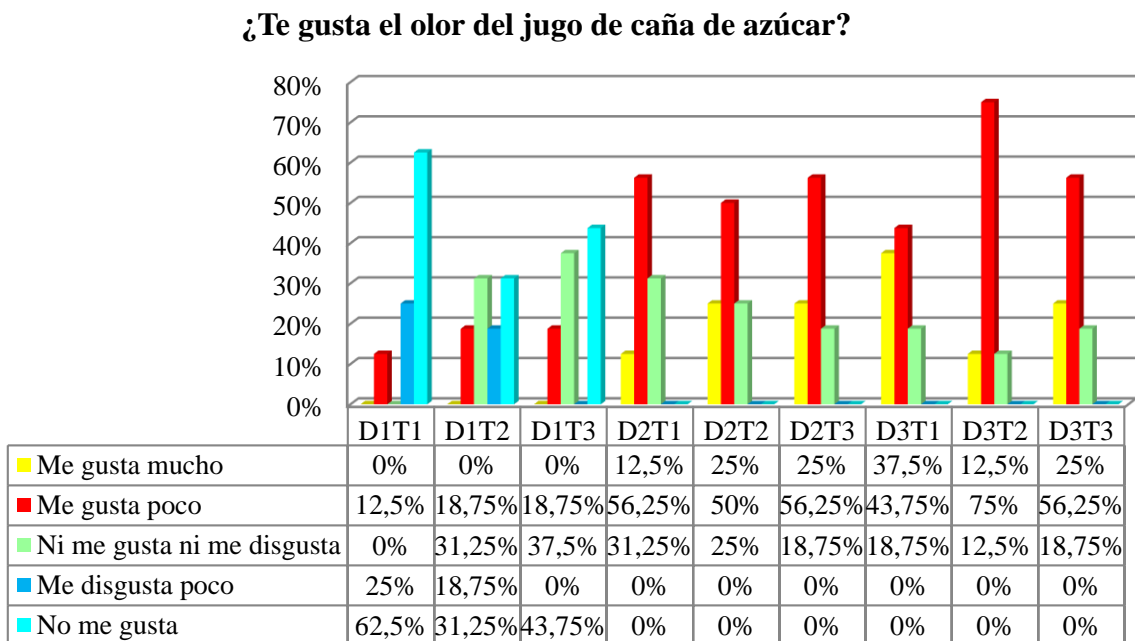
Como ya mencionados anteriormente que solo un tratamiento muestra una reacción negativa hacia el olor, podemos decir que el olor característico de la caña de azúcar está presente en los restantes ocho tratamientos, ya que estos toman en cuenta las escalas de: Ligero y Moderado con un porcentajes entre 31,25% a 56,25%, este último valor mostrando el tratamiento D3T1 (1,5 g. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar x 10 min. de pasteurización), porcentajes que equivalen desde 5 a 9

catadores. De igual manera en un trabajo de investigación M. Aguirre y C. Poveda (s./a.), dentro del análisis sensorial se evidenció un producto final con características sensoriales acorde a la materia prima y que garantiza al consumidor calidad en su procesamiento, lo cual coincide con nuestros resultados obtenidos.

Llegamos a la conclusión que tenemos ocho tratamientos con el olor característico a la caña de azúcar, por lo tanto, están dentro de la Norma Mundial de Alimentos respecto a los criterios de calidad y también en el CODEX STAND 247 – 2005 de la Norma General del CODEX para zumos (jugos) y néctares de frutas, menciona que los jugos deben mantener en lo posible las características de olor, sabor, color o apariencia y aceptabilidad.

4.2.2.1 ¿Te gusta el olor del jugo de caña de azúcar?

GRÁFICA N°7. ¿Te gusta el olor del jugo de caña de azúcar?



Fuente: Elaboración propia.

Los panelistas o catadores responden que, de un total de nueve tratamientos seis de ellos están dentro de la escala; me gusta poco, que quiere decir que a los catadores les parece que si les gusta un poco el olor obtenido en el producto final. Caso contrario obtienen los tres primeros tratamientos ósea los tratamientos que contienen dosis baja de ácido cítrico que es $D1 = 0,75$ gr. ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar con la interacción de los tres tiempos de pasteurización; $T1=10$ min. $T2= 15$ min. y $T3= 20$ min.

4.2.3 ¿El sabor del jugo de la presente muestra, es a caña de azúcar?

CUADRO N°9. Frecuencias sensoriales del sabor del jugo de caña de azúcar

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		D1T1		D1T2		D1T3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Mucho	0	0	0	0	0	0
4	Bastante	0	0	1	6,25	0	0
3	Moderado	1	6,25	1	6,25	3	18,75
2	Ligero	6	37,5	5	31,25	7	43,75
1	Ninguna de las opciones	9	56,25	9	56,25	6	37,5
Σ		16	100	16	100	16	100

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		D2T1		D2T2		D2T3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Mucho	2	12,5	2	12,5	1	6,25
4	Bastante	6	37,5	8	50	7	43,75
3	Moderado	6	37,5	5	31,25	5	31,25
2	Ligero	2	12,5	1	6,25	2	12,5
1	Ninguna de las opciones	0	0	0	0	1	6,25
Σ		16	100	16	100	16	100

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		D3T1		D3T2		D3T3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Mucho	1	6,25	1	6,25	2	12,5
4	Bastante	2	12,5	6	37,5	8	50
3	Moderado	11	68,75	7	43,75	4	25
2	Ligero	2	12,5	2	12,5	2	12,5
1	Ninguna de las opciones	0	0	0	0	0	0
Σ		16	100	16	100	16	100

Fi = frecuencia absoluta; F (%) = frecuencia relativa porcentual.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a que si los tratamientos muestran el sabor característico a caña de azúcar se tiene que de los nueve tratamientos, siete de ellos se inclina por las escala: Ligero Moderado y Bastante.

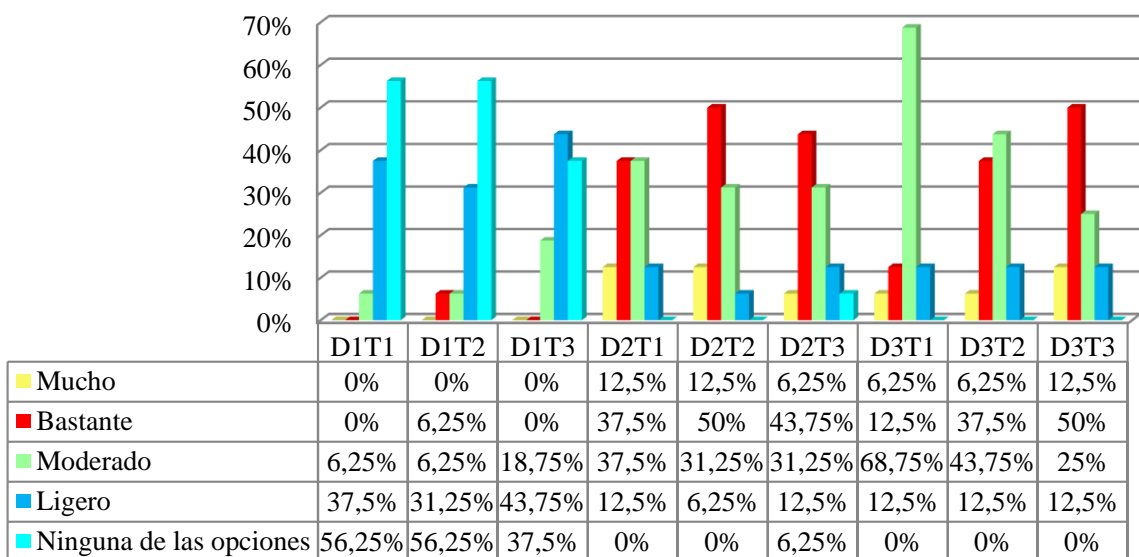
Por ejemplo en escala: Ligero, solo se observa un tratamiento con el 43,75% que equivale a 7 catadores, mientras que en las escalas: Moderado, se tiene desde un 37,5% a 68,75%, este último valor presentado en el tratamiento D3T1 (1,5 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar x 10 min. de pasteurización), quiere decir que desde 6 a 11 catadores indican que los tratamientos tienen el sabor moderado a caña de azúcar y en la escala: Bastante, con porcentajes entre 37,5% a 50%, este último valor presentado en el tratamiento D2T2 (1 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar x 15 min. de pasteurización) y D3T3 (1,5 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar x 20 min. de pasteurización), lo que quiere decir que desde 6 a 8 panelistas o catadores muestran que si se siente un sabor bastante a caña de azúcar.

Podemos decir que la mayoría de los tratamientos, sí presentan un sabor característico a la materia prima como lo es la caña de azúcar, coincidiendo con el trabajo de investigación realizado por; M. Aguirre y C. Poveda (s./a.), indica que dentro del análisis sensorial se evidenció un producto final con características sensoriales acorde a la materia prima y que garantiza al consumidor calidad en su procesamiento, lo cual coincide con nuestros resultados obtenidos.

Solo dos tratamientos D1T1 y D1T2 ambos con dosis baja de ácido cítrico (D1=0,75 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar) con sus diferentes tiempos de pasteurización (T1= 10 min. y T2=15 min.), ambos con un 56,25%, lo que quiere decir que 9 catadores no sienten el sabor característico a caña de azúcar en estos tratamientos.

GRÁFICA N°8. Resultado sensorial del sabor del jugo de caña de azúcar

¿El sabor del jugo de la presente muestra, es a caña de azúcar?



Fuente: Elaboración propia.

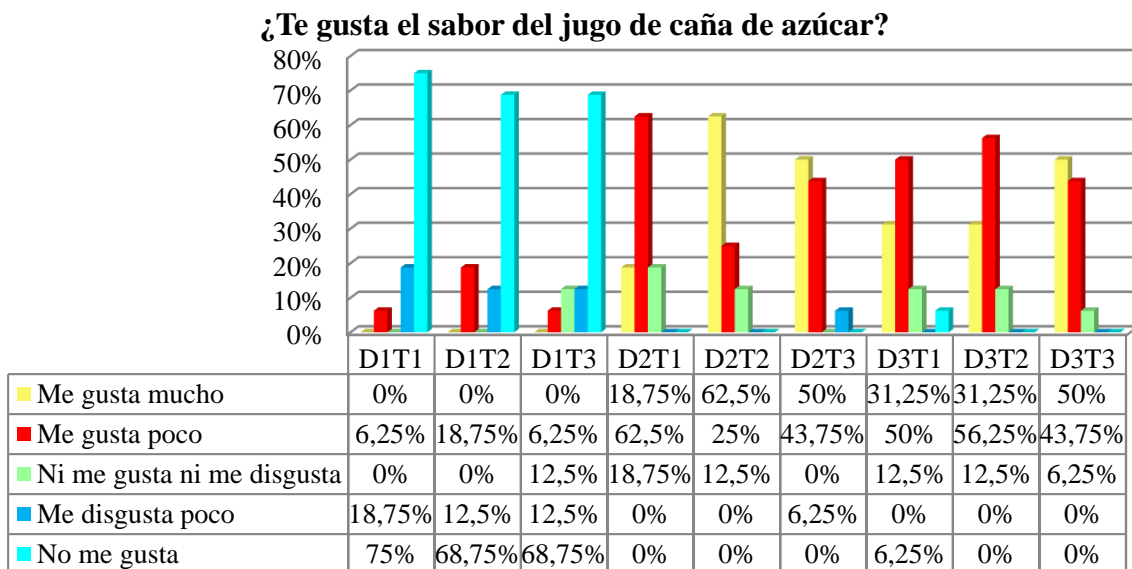
Llegamos a la conclusión que la mayoría de los tratamientos están dentro de la Norma Mundial de Alimentos, respecto a los criterios de calidad que se encuentran dentro de las Norma General del CODEX para zumos (jugos) y néctares de frutas (CODEX STAND 247 – 2005), menciona que los jugos deben mantener en lo posible las características de olor, sabor, color o apariencia y aceptabilidad.

4.2.3.1 ¿Te gusta el sabor del jugo de caña de azúcar?

Llegando a esta pregunta, los panelistas o catadores indican su inclinación negativa por los tratamientos con dosis baja o dosis 1 (0,75 gr, de ácido cítrico/l. de jugo de caña), llegando a tener valores mayores los primeros tres tratamientos dentro de la escala: No me gusta.

Estos tratamientos con dosis 1, mismos que anteriormente no obtienen el sabor a caña, y ahora respecto a gustarles el sabor obtenido, los catadores tienden a inclinarse por la escala: No me gusta, que quiere decir, que no les gusta el sabor de estos tratamientos mostrando valores entre 68,75% a 75% o también se podría decir que, estos porcentajes indican que más de la mitad de catadores no les gusta el sabor de estos tratamientos con dosis 1 (0,75 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar) con sus diferentes tiempos de pasteurización (T1=10 min. T2= 15 min. y T3=20 min.)

GRÁFICA N°9. ¿Te gusta el sabor del jugo de caña de azúcar?



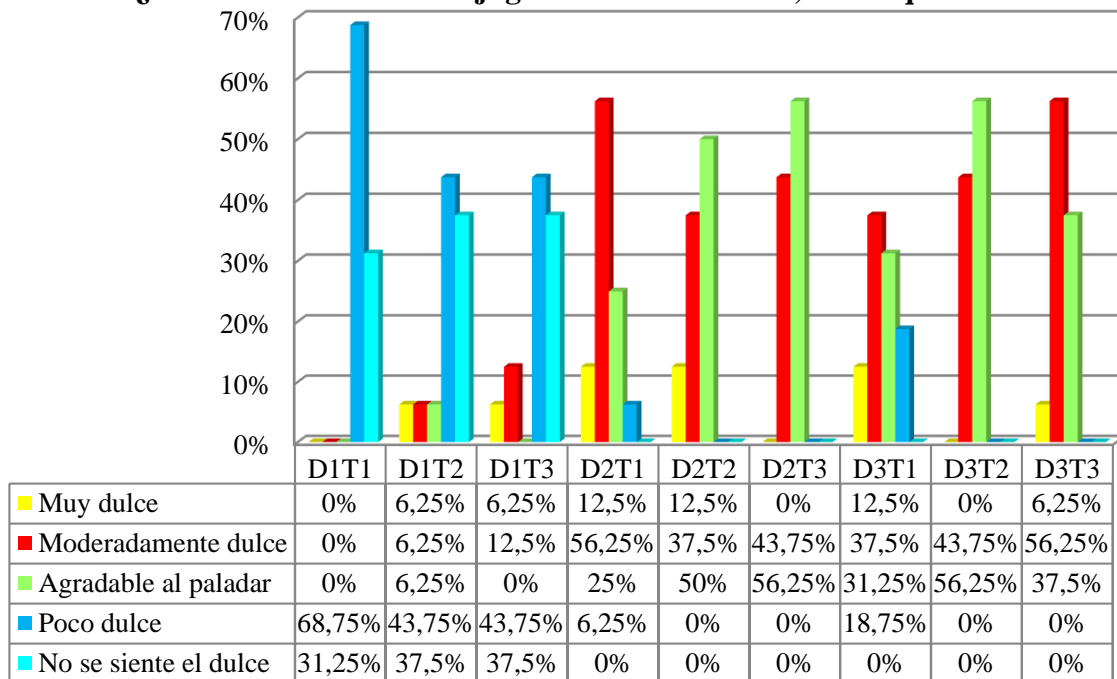
Fuente: Elaboración propia.

Ante los demás tratamientos los catadores muestran que sí les gusta el sabor que tiene el jugo, puesto que se obtienen valores desde las escalas: Me gusta poco a Me gusta mucho, con valores que están entre 25% a 62,5%, este último valor conseguido por el tratamiento D2T1 (1g. ácido cítrico/l. x 10 min. de pasteurización) que quiere decir que la mitad o más de la mitad de los catadores se inclinan por estas dos escalas ya mencionadas.

4.2.3.2 ¿En cuanto al dulzor del jugo de caña de azúcar, dirías que es?

GRÁFICA N°10. Resultado sensorial del dulzor del jugo de caña de azúcar

¿En cuanto al dulzor del jugo de caña de azúcar, dirías que es?



Fuente: Elaboración propia.

Sánchez V. (2007), indica que el sabor es una sensación que se percibe en las papilas gustativas de la lengua y en la pared de la boca que son estimuladas por ciertas sustancias solubles y permiten encontrar en cada producto los sabores básicos como son: dulce, salado, astringente, ácido y amargo.

Respecto al nivel o grado de dulzor que alcanzan los tratamientos, los catadores decidieron votar por todas las escalas ya sea con mínimos (6,25%) o máximos valores (68,75%), destacándose entre los máximos valores el tratamiento D1T1 (0,75 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar x 10 min. de pasteurización) por la escala: Poco dulce, con un valor 68,75%.

De los nueve tratamientos en estudio, existen ocho tratamientos que según los catadores les parece que el dulzor que tienen estos tratamientos les es: Agradable al paladar y Moderadamente dulce, estas dos escalas con unos valores máximos que llegan hasta un 56,25%; pero dentro de la escala; Muy dulce, con menos apreciaciones con valores entre (6,25% a 12,5%).

En conclusión se puede decir que todos los tratamientos muestran que son, un poco dulces, agradables al paladar y moderadamente dulces, estos con porcentajes mayores al 55%.

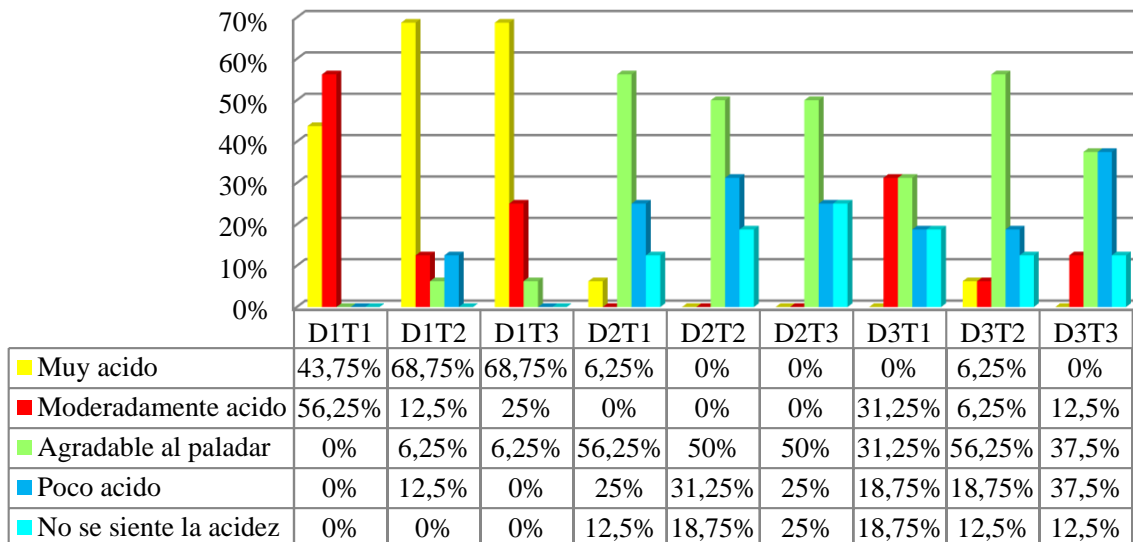
4.2.3.3 ¿En cuanto a la acidez del jugo de caña de azúcar, dirías que es?

Como se puede observar, nuevamente los tratamientos con dosis 1 (D1=0,75 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar) y sus diferentes tiempos de pasteurización (T1=10 min.; T2=15 min. y T3=20 min.) muestran valores entre 56,25% a 68,75% en la escala; Moderadamente ácido hasta la escala de; Muy ácido.

En tanto en los seis restantes tratamientos muestran un apego por las escalas Agradable al paladar desde 31,25% a 56,25% este último valor obteniendo los tratamientos D2T1 (1 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar x 10 min. de pasteurización) y D3T2 (1,5 gr. de ácido cítrico /l. de jugo de caña de azúcar x 15 min. de pasteurización), en tanto en la escala: Moderadamente ácido entre 6,25% hasta un 56,25% este valor en el tratamiento D1T1 (0,75 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar x 10 min. de pasteurización).

GRÁFICA N°11. Resultado sensorial de la acidez del jugo de caña de azúcar

¿En cuanto a la acidez del jugo de caña de azúcar, dirías que es?



Fuente: Elaboración propia.

En cambio los dos tratamientos con dosis 1 o D1 (0,75 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar) con sus tiempos de pasteurización de T2 (15 min.) y T3 (20 min.) obtienen un porcentaje de un 68,75% dentro de la escala: Muy ácido. Se puede concluir indicando, que todos los tratamientos son desde poco ácidos hasta muy ácidos.

4.2.6 ¿Qué tanto te gusto el jugo natural de caña de azúcar, que acabas de probar?

CUADRO N°10. Frecuencias sensoriales de aceptabilidad del jugo de caña de azúcar

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		D1T1		D1T2		D1T3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Me gusta mucho	0	0	1	6,25	0	0
4	Me gusta poco	1	6,25	2	12,5	2	12,5
3	Ni me gusta, ni me disgusta	0	0	1	6,25	2	12,5
2	Me disgusta poco	5	31,25	2	12,5	1	6,25
1	No me gusta	10	62,5	10	62,5	11	68,75
Σ		16	100	16	100	16	100

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		D2T1		D2T2		D2T3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Me gusta mucho	5	31,25	11	68,75	9	56,25
4	Me gusta poco	10	62,5	4	25	6	37,5
3	Ni me gusta, ni me disgusta	0	0	1	6,25	1	6,25
2	Me disgusta poco	1	6,25	0	0	0	0
1	No me gusta	0	0	0	0	0	0
Σ		16	100	16	100	16	100

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		D3T1		D3T2		D3T3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Me gusta mucho	5	31,25	6	37,5	8	50
4	Me gusta poco	7	43,75	9	56,25	6	37,5
3	Ni me gusta, ni me disgusta	2	12,5	1	6,25	1	6,25
2	Me disgusta poco	1	6,25	0	0	1	6,25
1	No me gusta	1	6,25	0	0	0	0
Σ		16	100	16	100	16	100

Fi = frecuencia absoluta; F (%) = frecuencia relativa porcentual.

Fuente: Elaboración propia.

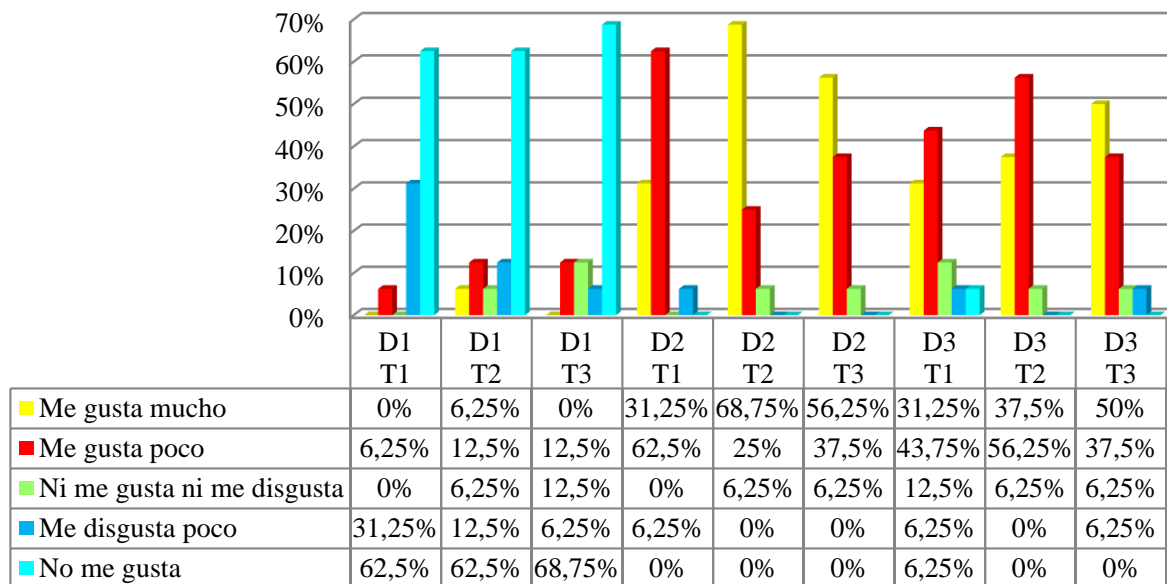
Se observa que la aceptabilidad no se demuestra con los tratamientos que contienen mínimas dosis de ácido cítrico, ósea con los tratamientos D1T1, D1T2 y D1T3, con sus diferentes tiempos de pasteurización (D1=0,75 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar; T1=10 min. T2=15 min. y T3=20 min.).

Podemos decir que, la mayoría de los tratamientos obtienen la aceptabilidad entre las escalas: Me gusta poco entre 25% a 62,5% este último valor reflejado en el tratamiento D2T1 (1 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar x 10 min. de pasteurización) y la escala: Me gusta mucho, entre valores del 31,25% hasta un 68,75% este último valor reflejado en el tratamiento D2T2 (1 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar x 15 min. de pasteurización).

Recordemos que al iniciar la prueba sensorial, según respuesta de los panelistas estos indican que todos los tratamientos no tienen el color característico a caña de azúcar pero que a pesar de ello, al final como lo muestra el cuadro de aceptabilidad la mayoría de los tratamientos es aceptada por los catadores, entre las escalas: Me gusta poco a Me gusta mucho.

GRÁFICA N°12. Resultado sensorial de aceptabilidad del jugo de caña de azúcar

¿Qué tanto te gusto el jugo natural de caña de azúcar, que acabas de probar?



Fuente: Elaboración propia.

El fin de los alimentos es su consumo. Además de su seguridad higiénico-sanitaria y valor nutritivo, las propiedades sensoriales son muy importantes para la aceptación de los alimentos por parte de los consumidores. Desde este punto de vista es una importante herramienta en el desarrollo de nuevos productos (Reglero, 2011).

4.2.7 ¿Cuál sería tu intención de comprar este jugo natural de caña de azúcar?

CUADRO N°11. Frecuencias sensoriales de la intención de compra del jugo de caña de azúcar

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		D1T1		D1T2		D1T3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Definitivo. si lo compraría	0	0	0	0	0	0
4	Probablemente, Si lo compraría	0	0	2	12,5	1	6,25
3	Tal vez si, tal vez no compraría	0	0	1	6,25	2	12,5
2	Probablemente, no lo compraría	5	31,25	3	18,75	4	25
1	Definitivo, no lo compraría	11	68,75	10	62,5	9	56,25
Σ		16	100	16	100	16	100

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		D2T1		D2T2		D2T3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Definitivo. si lo compraría	1	6,25	5	31,25	2	12,5
4	Probablemente, Si lo compraría	7	43,75	6	37,5	9	56,25
3	Tal vez si, tal vez no compraría	8	50	5	31,25	5	31,25
2	Probablemente, no lo compraría	0	0	0	0	0	0
1	Definitivo, no lo compraría	0	0	0	0	0	0
Σ		16	100	16	100	16	100

N°	ESCALA	TRATAMIENTOS					
		D3T1		D3T2		D3T3	
		Fi	F %	Fi	F %	Fi	F %
5	Definitivo. si lo compraría	0	0	0	0	5	31,25
4	Probablemente, Si lo compraría	8	50	12	75	9	56,25
3	Tal vez si, tal vez no compraría	6	37,5	3	18,75	2	12,5
2	Probablemente, no lo compraría	2	12,5	1	6,25	0	0
1	Definitivo, no lo compraría	0	0	0	0	0	0
Σ		16	100	16	100	16	100

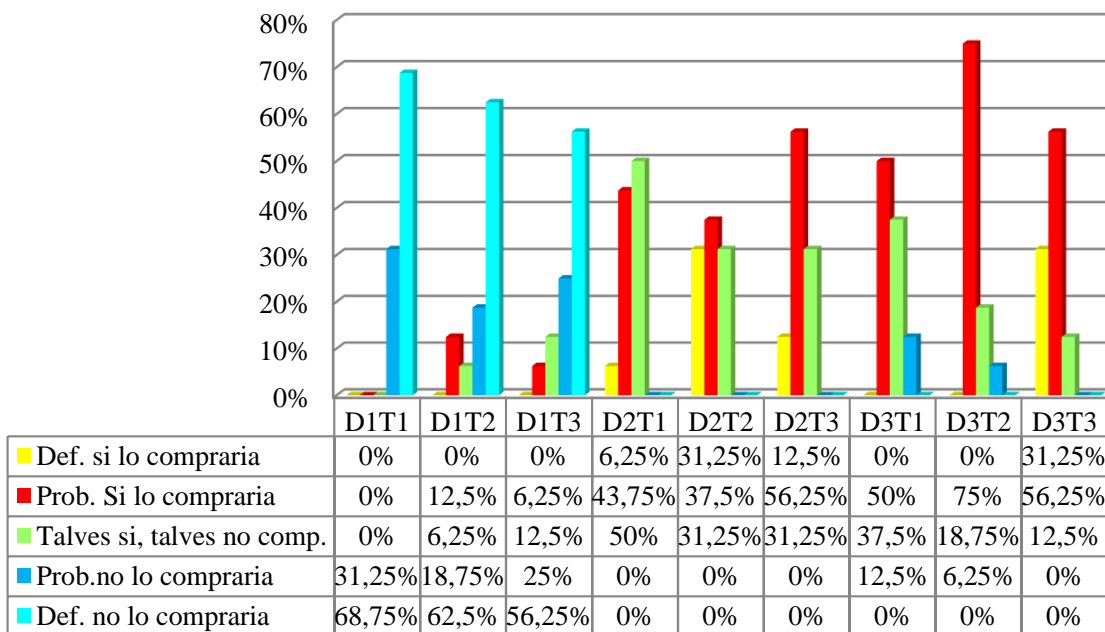
Fi = frecuencia absoluta; F (%) = frecuencia relativa porcentual

Fuente: Elaboración propia.

Como era de esperar la respuesta de los catadores se inclinan por la escala Definitivamente no lo compraría entre (56,25% a 68.75%) en los tratamientos con dosis 1 o dosis baja de ácido cítrico, ya que estos no mostraron anteriormente el agrado o aceptabilidad de los catadores.

GRÁFICA N°13. Resultado sensorial de la intención de comprar el jugo de caña de azúcar

¿Cuál sería tu intención de comprar este jugo natural de caña de azúcar?



Fuente: Elaboración propia.

Mientras en los demás tratamientos se observan que las escalas restantes van desde Talvez si talvez no compraría (observado en un solo tratamiento) con un 50% y la escala: Probablemente si lo compraría entre un 37,5% hasta un 75%, este último porcentaje presentado el tratamiento D3T2 (1,5 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar x 10 min. de pasteurización). Se podría decir que la mayoría de los tratamientos son aceptados obteniendo entre valores del 37,5% a 75%.

4.3 DETERMINACIÓN DEL MEJOR COMPORTAMIENTO EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR, EN SUS 3 DIFERENTES DOSIS DE ÁCIDO CÍTRICO

Se observa claramente a través del análisis sensorial que los tratamientos con dosis baja, no obtuvieron la aprobación por parte de los catadores, puesto que presentaron alteración físico- químico en el jugo, ya que fueron calificados con escalas bajas (negativas) en cuanto al color, olor, sabor; y respondiendo a gustarles estas mismas características conferidas después de haber pasado por el proceso térmico y filtrado solo muestran una respuesta positiva hacia el color, a pesar de tener un color ámbar y no así un color característico del jugo de caña de azúcar.

Tanto la dosis 2 y dosis 3, muestran una respuesta positiva a lo largo de la evaluación sensorial, pero los panelistas indican que la dosis 2 es la que más prefieren independientemente de los resultados obtenidos a lo largo del análisis sensorial dando una aceptabilidad con un 68,75% siendo este el más alto valor, quedando la dosis 3 con una aceptabilidad del 56,25% equivalente a 9 panelistas.

Por lo tanto, se determina que el mejor comportamiento en el proceso de elaboración lo obtuvo la dosis 2 (1 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar) ya que de un total de 16 panelista, 11 determinan que la escala: Me gusta mucho, obtenga un valor del 68,75% de aceptabilidad.

4.4 ESTABLECER EL MEJOR TIEMPO EN LA PASTEURIZACIÓN DEL JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR

Al verificar independientemente los tratamientos en sus dosis respectivas, se puede ver que los tiempos de pasteurización no afectaron de gran manera al producto final ya que entre sus diferentes tratamientos se obtienen con mínimas diferencias en estos valores alcanzados.

Así que se determina que el mejor tiempo de pasteurización es la 15 min. y los catadores muestran una alta aceptabilidad del 68,75%.

4.5 ANÁLISIS ECONÓMICO

4.5.1 Costos totales

Los resultados expuestos en el análisis económico, demuestran que el costo de producción del jugo de caña de azúcar individualmente por cada tratamiento D1T1 D1T2 y D1T3 es Bs. 106,03, con un beneficio neto de Bs. 73,97; para los tratamientos D2T1, D2T2 y D2T3 cada uno un costo de producción Bs. 106,18 con un beneficio neto 73,82; para los tratamientos D3T1, D3T2 y D3T3 un costo de producción individual de Bs. 106,63 con un beneficio neto de Bs. 73,37.

Pero si nos vamos al costo de producción del jugo de caña de azúcar por dosis tenemos a la; Dosis N°1 con Bs. 3018,09 y un beneficio neto Bs. 221,91; La Dosis N°2 con costo de producción de Bs. 318,54 con beneficio neto de Bs. 221,46 y la Dosis N°3 con costo de producción de Bs. 319,89 emitiendo un beneficio neto de Bs. 220,11.

4.5.2 Relación Beneficio / Costo

En base al análisis económico, la relación beneficio/costo para el jugo de caña de azúcar por tratamientos, tenemos que los primeros 6 tratamientos (D1T1, D1T2 D1T3, D2T1, D2T2, D3T3) es de Bs. 1,70; en tanto los tratamientos (D3T1, D3T2 D3T3) independientemente resultan con Bs. 1,69.

Si el resultado es mayor que 1, significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos. En otras palabras, los beneficios (ingresos) son mayores a los sacrificios (egresos) y en consecuencia, el proyecto generará riqueza a una

comunidad. Si el resultado es igual a 1, los beneficios igualan a los sacrificios sin generar riqueza alguna. Por tal razón sería indiferente ejecutar o no el proyecto (Vaquiro, 2013).

4.5.3 Rentabilidad %

Respecto a la rentabilidad del jugo de caña de azúcar, el análisis económico demostró que los tratamientos tiene un porcentaje similar de rentabilidad con diferencias mínimas entre sus dosis y los tratamientos (D1T1, D1T2, D1T3) muestran una rentabilidad del 69,8%; mientras los tratamientos (D2T1, D2T2, D2T3) rentabilidad del 69,5%; encontrando un diferencia entre ellos del 0.3%; para los últimos tratamientos (D3T1, D3T2, D3T3) individualmente presentan una rentabilidad del 68,8%.

CUADRO N°12. Costo por tratamiento económico del procesamiento del jugo de caña

Tratamientos	Costo total	Producción (botellas)	Ingreso bruto	Beneficio neto	R (benéfico /costo)	Rentabilidad %
D1T1	106,03	10	180	73,97	1,70	69,8
D1T2	106,03	10	180	73,97	1,70	69,8
D1T3	106,03	10	180	73,97	1,70	69,8
D2T1	106,18	10	180	73,82	1,70	69,5
D2T2	106,18	10	180	73,82	1,70	69,5
D2T3	106,18	10	180	73,82	1,70	69,5
D3T1	106,63	10	180	73,37	1,69	68,8
D3T2	106,63	10	180	73,37	1,69	68,8
D3T3	106,63	10	180	73,37	1,69	68,8

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se determinó que la mejor dosis de ácido cítrico, es la dosis 2 (1 gr. de ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar), ya que los panelistas indican que esta dosis es la que más prefieren independientemente de los resultados obtenidos a lo largo del análisis sensorial. Donde de un total de 16 panelista, 11 determinan que la escala: Me gusta mucho, obtenga un valor del 68.75% de aceptabilidad, siendo este el más alto valor.
- Se determina que el mejor tiempo de pasteurización, es la pasteurización de 15 min. ya que los catadores muestran una alta aceptabilidad del 68,75%.
- Respecto a la hipótesis alternativa se menciona que; “A dosis más baja de ácido cítrico y el tiempo de 15 min. de pasteurización será la indicada para conservar mejor el jugo de caña de azúcar”, se descarta la dosis ya que no fue suficiente para conservar mejor el jugo de caña de azúcar, pero se acepta el tiempo de pasteurización.
- La relación beneficio/costo para el jugo de caña para los tratamientos; D1T1 D1T2, D1T3, D2T1, D2T2, D2T3 (D1= 0,75 gr. ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar y D2= 0,75 gr. ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar) con sus diferentes tiempos de pasteurización (T1= 10 min. T2= 15 min. y T3= 20 min.) fue de Bs. 1,70 emitiendo una rentabilidad para los tratamientos con dosis 1 del 69,8 % y para los tratamientos con dosis 2 una rentabilidad del 69,5 %; en cambio para los tratamientos; D3T1, D3T2, D3T3 (D3= 1,5 gr. ácido cítrico/l. de jugo de caña de azúcar) fue de Bs. 1,69 exponiendo una rentabilidad del 68,8 %.

5.2 RECOMENDACIONES

- Según el análisis sensorial se recomienda el tratamiento D2T2 (1 gr. de ácido cítrico /l. de jugo de caña de azúcar x 15 min.) ya que proporcionó un porcentaje de mayor aceptación por los catadores y mostrando una rentabilidad del 69,5 %.
- También se recomienda trabajar con la dosis 3 (1,5 gr. de ácido cítrico /l. de jugo de caña de azúcar) ya que mostraron mayor apreciación a lo largo del análisis sensorial, independientemente de sus tiempos de pasteurización, obteniendo una rentabilidad del 68,8%.
- Es recomendable no emplear dosis de 0,75 gr. de ácido cítrico, por riesgo a presentar alteraciones en el jugo y obteniendo un producto no aceptable al consumidor.
- Se podría considerar trabajar con dosis mayores a 1,5 gr. de ácido cítrico, para observar el comportamiento que tiene la conservación del jugo, tomando en cuenta alguna norma en cuanto a la cantidad máxima de aditivos a utilizar en la conservación de alimentos.
- Se propone trabajar con el jugo de la caña por un periodo más largo, de tal manera que se pueda determinar el tiempo de vida útil del producto.
- Fomentar la utilización e investigación de la caña de azúcar como materia prima para la elaboración de subproductos para la industria alimentaria, mediante un buen manejo desde la cosecha.