UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENERÍA AGROINDUSTRIAL

Evaluación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales por el efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización, en una bebida de jugo de caña de azúcar (*saccharum officinarum* l.) variedad "criolla", Ucayali.

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Wilder Luis Valera Gonzales

PUCALLPA, PERU

2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para estudiar y escuchar la sustentación de tesis, presentado por **WILDER LUIS VALERA GONZALES** denominada, "**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y POLIFENOLES TOTALES POR EL EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE PASTEURIZACIÓN, EN UNA BEBIDA DE JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum* L.) VARIEDAD "CRIOLLA"**, para cumplir con el requisito de **TÍTULO PROFESIONAL.**

Teniendo en consideración los méritos del referido trabajo así como los conocimientos demostrados por el sustentante lo declaramos: **APROBADO POR UNANIMIDAD** con el calificativo **(17) DIECISIETE.**

En consecuencia, queda en condición de ser considerado Apto por el Consejo Universitario y recibir el Título de **INGENIERO AGROINDUSTRIAL,** de conformidad con lo estipulado en los Art. 3 y 6 del reglamento para el otorgamiento de grado académico de Bachiller y/o Título Profesional de la Universidad Nacional de Ucayali.

Pucallpa, 16 de agosto del 2022.

Ing. Jorge Raúl García Cavalié, M.Sc.
Presidente

Ing. Alex Rengifo Zumaeta, Mg.
Secretario

Ing. Carlos Ruiz Padilla, M.Sc.
Miembro

Ing. Edgar Vicente Santa Cruz, M.Sc.
Asesor

(*) De acuerdo con el Art. 21 del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, éstas deberán ser calificadas con términos de Sobresaliente, Aprobado por Unanimidad, Aprobado por Mayoría y Desaprobado.

Esta tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito parcial para optar el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial.

Ing. Raúl García Cavalie, M.Sc. .....
Presidente

Ing. Alex Rengifo Zumaeta, Mg. .....
Secretario

Ing. Carlos Ruiz Padilla, M.Sc. .....
Miembro

Ing. Edgar Vicente Santa Cruz, M.Sc. .....
Asesor

Bach. Wilder Luis Valera Gonzales .....
Tesista

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

Nº V/0442-2022

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis**, titulado:**

"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y POLIFENOLES TOTALES POR EL EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE PASTEURIZACIÓN, EN UNA BEBIDA DE JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR (Saccharum officinarum L.) VARIEDAD "CRIOLLA", UCAYALI".

Autor(es)	:	**VALERA GONZALES, WILDER LUIS**
Facultad	:	CIENCIAS AGROPECUARIAS
Escuela profesional	:	ING. AGROINDUSTRIAL
Asesor(a)	:	Mg. VICENTE SANTA CRUZ, EDGAR

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 5%.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia.

FECHA 02/08/2022

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

UByP - REPOSITORIO INSTITUCIONAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Wilder Luis Valera Gonzales

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:
"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y POLIFENOLES TOTALES POR EL EFECTO DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE PASTEURIZACIÓN EN UNA BEBIDA DE JUGO DE CAÑA DE AZUCAR (Saccharum Officinarum.L) VARIEDAD "CRIOLLA"

Sustentada el año: 2022

Con la asesoría de: Ing. Edgar Vicente Santa Cruz, M. Sc

En la Facultad de: Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de: Ing. Agroindustrial

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [X] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempoy las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 16 / 08 / 2022

Email: Valera.wg@hotmail.com

Teléfono: 930303996

Firma:

DNI: 45915397

DEDICATORIA.

A mis queridos padres, por estar conmigo, por enseñarme a crecer y a que si caigo debo levantarme y seguir adelante, por apoyarme y guiarme, por ser las bases que me ayudaron a llegar hasta aquí.

El presente trabajo es dedicado a mi familia, quienes han sido parte fundamental para el desarrollo de este trabajo de investigación, ellos son quienes me dieron grandes enseñanzas y los principales protagonistas de este “sueño alcanzado”.

AGRADECIMIENTO.

A mis padres, Ellos han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro a mis padres, como una meta más conquistada. Orgulloso de haberlos elegido como mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante. Gracias por ser quienes son y por creer en mí.

A mi alma mater, Universidad Nacional de Ucayali por las enseñanzas adquiridas a través de la excelente plana docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Escuela profesional de ingeniería Agroindustrial.

Al Ing. Edgar Vicente Santa Cruz, M.Sc, quien es asesor del presente trabajo de investigación, por su tiempo y dedicación durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Al Ing. Joao Marcos Flores Teco quien me apoyo durante el proceso de elaboración y obtención del jugo de caña, además de los análisis fisicoquímicos, al Ing. José Antonio Paredes Amasifuen, quien es el encargado del laboratorio de tecnologías lácteas de la Escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial por su apoyo incondicional durante la ejecución del presente trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

RESUMEN. x

ABSTRACT. xii

LISTA DE TABLAS. xiv

LISTA DE FIGURAS. xvi

I. NTRODUCCIÓN. 1

II. REVISIÓN LITERARIA. 2

2.1. ANTECEDENTES. 2

2.2. GENERALIDADES DE LA CAÑA DE AZÚCAR. 4

2.2.1. Generalidades. 4

2.2.2. Orígenes. 4

2.2.3. Clasificación taxonómica. 5

2.2.4. Morfología. 5

2.2.5. Composición de la caña de azúcar. 7

2.2.6. Distribución y producción en el Perú. 8

2.2.7. Aspectos agroindustriales. 8

2.3. JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR. 10

2.3.1. Generalidades. 10

2.3.2. Extracción del jugo de caña. 10

2.3.3. Composición química del jugo de caña de azúcar. 11

2.3.4. Valor nutricional del jugo de caña. 12

2.3.5. Beneficios en la salud. 13

2.4. PASTEURIZACIÓN EN ALIMENTOS. 13

2.5. ANALISIS FISICOQUÍMICOS DEL JUGO DE CAÑA. 14

2.5.1. Solidos solubles. 14

2.5.2. Acidez titulable. 14

2.5.3. PH. 15

2.6. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE. 15

2.7. CONTENIDO DE FENOLES TOTALES. 15

III. MATERIALES Y METODOS. 16

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN. 16

3.2. MATERIA PRIMA. 16

3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS. 17

3.3.1. Materiales. 17

3.3.2. Equipos e instrumentos. 17
3.3.3. Reactivos. 17
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL. 17
3.4.1. Recepción de la materia prima. 18
3.4.2. Lavado y desinfección. 19
3.4.3. Prensado. 19
3.4.4. Filtrado. 19
3.4.5. Pasteurizado. 19
3.4.6. Envasado. 19
3.4.7. Rotulado. 20
3.4.8. Almacenado. 20
3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS. 20
3.5.1. Análisis fisicoquímicos. 20
3.6. DISEÑO ESTADISTICO A EMPLEAR. 20
3.6.1. Evaluación paramétrica de los análisis. 20
3.6.2. Tratamientos experimentales. 21
3.6.3. Programa estadístico. 21
3.6.4. Tipo de investigación. 22
3.6.5. Población y muestra. 22
3.7. VARIABLES INDEPENDIENTES Y VARIABLES DEPENDIENTES. 22
3.7.1. Variables independientes. 22
3.7.2. Variables dependientes. 23
..... 24
IV. RESULTADOS. 24
4.1. RESULTADOS FISICOQUIMICOS DEL JUGO CAÑA FRESCO. 24
4.1.1. Resultados fisicoquímicos del jugo fresco. 24
4.2. RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL JUGO PASTEURIZADO. 25
4.2.1. Resultados de sólidos solubles. 25
4.2.2. Resultados de acidez titulable. 26
4.2.3. Resultados de pH. 26
4.2.4. Comparativo de los resultados obtenidos. 27
4.3. RESULTADOS DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL JUGO DE CAÑA PASTEURIZADO. 27
4.4. RESULTADOS DE COMPUESTOS FENOLICOS TOTALES DEL JUGO DE CAÑA PASTEURIZADO. 28

V. DISCUSIÓNES. 30
5.1. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DEL JUGO DE CAÑA FRESCO. 30
5.1.1. Análisis fisicoquímicos del jugo de caña en fresco. 30
5.2. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL JUGO DE CAÑA PASTEURIZADO. 30
5.2.1. Análisis fisicoquímicos del jugo de caña pasteurizado......31
5.3. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL JUGO DE CAÑA PASTEURIZADO. 31
5.4. CONTENIDO DE FENOLES TOTALES DEL JUGO DE CAÑA PASTEURIZADO. 32
VI. CONCLUSIONES......34
VII. RECOMENDACIÓNES......35
VIII. LITERATURA CITADA. 36
IX. ANEXOS......43

RESUMEN.

El desarrollo del presente trabajo de investigación tuvo lugar en la Universidad Nacional de Ucayali, el cual se ubica en la carretera Federico Basadre km 6.200. Ocupando los espacios del taller de tecnologías lácteas para el desarrollar lo análisis fisicoquímicos del jugo de caña, así como para el proceso de pasteurización y envasado del producto final. El presente trabajo de investigación tiene como finalidad extraer y evaluar las características fisicoquímicas, la capacidad antioxidante, contenido de fenoles totales, el cual el jugo caña fue sometido a dos temperaturas de pasteurización (80 ºC y 85 ºC) y tres tiempos de exposición (10 min, 15 min y 20 min) para que de esta manera evaluar si al ser sometido a las variables de estudio el jugo de caña tiene algún efecto frente a ello. Para la evaluación paramétrica se utilizó un DCA con arreglo factorial 2x3x3 con replicas, el cual fueron determinantes dos factores de estudio como FA: temperaturas de pasteurización (80 ºC y 85 ºC) y FB: tiempos de exposición (10 min, 15 min y 20 min). Los análisis fisicoquímicos empleados al jugo de caña en fresco y pasteurizado fueron: pH, acidez titulable y solidos solubles expresados en ºBrix, además de realizar el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante del jugo de caña pasteurizado. Las unidades experimentales se obtuvieron de la Asociación de Productores Ecológicos el Pimental, el cual se ubica en el distrito de Campo verde km 34, interior 5 km, caserío Pimental, extrayendo los tallos de caña de la parcela del Sr. Pedro quien es uno de los socios del APE Pimental. Durante la evaluación de los tratamientos en estudio se reportó diferencias significativas con p value de < 0.05, para ello se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey con un nivel de confianza de α 0.05, obteniéndose que el jugo de caña en fresco posee los siguientes parámetros; 5.4 de pH, acidez titulable 0.01% y solidos solubles 20.59 ºBrix. Así mismo, los resultados obtenidos para los parámetros fisicoquímicos del jugo de caña pasteurizado no se registraron diferencias significativas en las variables de pH y acidez titulable, solo se reportó diferencias a un nivel del confianza de α 0.05 para la variable de solidos solubles el cual fue de 22.32 ºBrix a 20 min de exposición a 85 ºC. Mientras que los resultados de capacidad antioxidante fue 35.07 expresado en µmol de Trolox eq/100 g de muestra con desv ± 0.51 y el contenido de fenoles totales fue 52.47 expresado en mg de ácido Gálico eq/100 g de muestra con desv ± 0.70, los resultados fueron a T: 80 ºC

a 15 min de exposición. Los resultados obtenidos indican que el jugo de caña es una bebida que brinda muchos beneficios al organismo ya sea consumido en fresco o en bebidas pasteurizadas que según el trabajo de investigación desarrollado posee buenas características en cuanto a capacidad antioxidante y contenidos de fenoles totales que son muy aprovechados para el cuerpo humano.

Palabras claves: jugo de caña, pasteurización, capacidad antioxidante, contenido de fenoles totales.

ABSTRACT.

The development of the present research work took place at the National University of Ucayali, which is located on the Federico Basadre road, km 6,200, occupying the space of the dairy technology workshop for the development of the physicochemical analysis of the sugar cane juice, as well as for the pasteurisation process and packaging of the final product. The purpose of this research work is to extract and evaluate the physicochemical characteristics, antioxidant capacity and total phenol content. The sugar cane juice was subjected to two pasteurisation temperatures (80 ºC and 85 ºC) and three exposure times (10 min, 15 min and 20 min) in order to evaluate whether the sugar cane juice has any effect on the variables under study. For the parametric evaluation, a DCA with a 2x3x3 factorial arrangement with replicates was used, in which two study factors were determinant: FA: pasteurisation temperatures (80 ºC and 85 ºC) and FB: exposure times (10 min, 15 min and 20 min). The physicochemical analyses used for the fresh and pasteurised cane juice were: pH, titratable acidity and soluble solids expressed in ºBrix, as well as the total phenol content and antioxidant capacity of the pasteurised cane juice. The experimental units were obtained from the Asociación de Productores Ecológicos el Pimental, which is located in the district of Campo verde km 34, interior 5 km, caserío Pimental, extracting the cane stalks from the plot of Mr. Pedro who is one of the partners of the APE Pimental. During the evaluation of the treatments under study, significant differences were reported with a p value of ≥ 0.05, for which Tukey's multiple comparison test was applied with a confidence level of α 0.05, obtaining that the fresh cane juice has the following parameters; 5.4 pH, titratable acidity 0.01% and soluble solids 20.59 ºBrix. Likewise, the results obtained for the physicochemical parameters of pasteurised cane juice did not show significant differences in the variables of pH and titratable acidity, only differences were reported at a confidence level of α 0.05 for the soluble solids variable, which was 23.73 ºBrix at 15 min of exposure to 85 ºC. While the results of antioxidant capacity was 35.07 expressed in µmol of Trolox eq/100 g of sample with dev ± 0.51 and the content of total phenols was 52.47 expressed in mg of Gallic acid eq/100 g of sample with dev ± 0.70, the results were at T: 80 ºC at 15 min of exposure. The results obtained indicate that sugar cane juice is a beverage that provides many benefits to the organism, whether consumed fresh or in pasteurised beverages. According to

the research work carried out, it has good characteristics in terms of antioxidant capacity and total phenol content, which are very useful for the human body.

Keywords: sugarcane juice, pasteurisation, antioxidant capacity, total phenol content.

LISTA DE TABLAS.

En el texto.

Tabla 1. Clasificación botánica de la caña de azúcar.....5
Tabla 2. Composición de la caña de azúcar. 7
Tabla 3. Composición química del jugo de caña.....11
Tabla 4. Información nutricional del jugo de caña. 12
Tabla 5. Tratamientos experimentales en estudio.....21
Tabla 6. Características fisicoquímicas del jugo de caña fresco. 24
Tabla 7. Resultados de solidos solubles del jugo de caña. 26
Tabla 8. Cuadro comparativo de los resultados fisicoquímicos del jugo de caña. 27
Tabla 9. Resultados de la capacidad antioxidante del jugo de caña pasteurizado. 28
Tabla 10. Resultado de compuestos fenólico totales del jugo de caña pasteurizado.....29

En el anexo.

Recuadro 1A. Determinación de solidos solubles expresados en ºBrix. 44
Recuadro 2A. Determinación de pH.....45
Recuadro 3A. Determinación de acidez titulable. 46
Recuadro 4A. Determinación de la capacidad antioxidante por el Método ABTS. 48

Tabla 11A. Valores obtenidos de solidos solubles expresados en ºBrix. 51
Tabla 12A. Valores obtenidos de acidez titulable expresado en porcentaje.....52
Tabla 13A. Valores obtenidos de pH. 53
Tabla 14A. Valores obtenidos de capacidad antioxidante.....54
Tabla 15A. Valores obtenidos de contenido de fenoles totales. 55
Tabla 16A. Análisis de varianza para los sólidos solubles expresados en ºBrix. 56

Tabla 17A. Análisis de varianza para el pH. 57
Tabla 18A. Análisis de varianza para la capacidad antioxidante. 58
Tabla 19A. Análisis de varianza para el contenido de fenoles totales. 58

LISTA DE FIGURAS.

En el texto.

Figura 1. Cultivo de la caña de azúcar. 6
Figura 2. Composición del tallo de caña de azúcar…….. 7
Figura 3. Diagrama de bloques para la elaboración de jugo de caña. 18

En el anexo.

Figura 4A. Grafico del comportamiento de los sólidos solubles.....51
Figura 5A. Grafico del comportamiento de la acidez titulable. 52
Figura 6A. Grafico del comportamiento del pH. 53
Figura 7A. Grafico del comportamiento de la capacidad antioxidante. 54
Figura 8A. Grafico del contenido de fenoles totales. 55
Figura 9A. Inspección de los mejores tallos. 61
Figura 10A. Cosecha de la caña de azúcar. 61
Figura 11A. Obtención del jugo de caña. 61
Figura 12A. Molienda de la caña de azúcar. 61
Figura 13A. Almacenado de las muestras hasta laboratorio. 62
Figura 14A. Filtración del jugo recién extraído. 62
Figura 15A. Filtrado de las muestras. 62
Figura 16A. Acondicionado de la muestra para sus análisis en fresco. 62
Figura 17A. Medición del pH de las muestras. 63
Figura 18A. Rotulado de las muestras de jugo de caña. 63
Figura 19A. Determinación de la acidez titulable de la muestra en fresco. 63
Figura 20A. Medición de los sólidos solubles en ºBrix. 63
Figura 21A. Llenado de envases y rotulados. 64
Figura 22A. Esterilizados de los envases a utilizar el jugo de caña. 64
Figura 24A. Supervisión de la ejecución del trabajo de investigación. 64
Figura 23A. Esterilización del producto final. 64

I. INTRODUCCIÓN.

El aporte que brinda los alimentos al cuerpo es muy importantes, debido a que muchos de ellos poseen todos los nutrientes y minerales que se necesitan para el buen rendimiento físico y mental de la persona en las diversas actividades que se realizan durante el trajín del día a día. Los antioxidantes son compuestos dietéticos que se forman parte muy importante de los alimentos que son de consumo diario y además que se pueden prevenir efectos adversos de algunas enfermedades que el cuerpo humano puede llegar a padecer (Patthamakanokporn *et al.,* 2008).

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo extraer el jugo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y envasarlo de manera natural sin agregar aditivo alguno para prolongar la vida útil de ello. El método de conservación que se aplico fue el uso de dos temperaturas de pasteurización y tres tiempos de exposición para determinar las características que posee frente a la aplicación de los dos factores de estudio. Posterior a ello se realizó un análisis para determinar las características fisicoquímicas, además se evaluó el contenido de antioxidantes y polifenoles totales de la bebida hecha a base de jugo de caña pasteurizado.

Con el presente trabajo de investigación se pretende dar a conocer las propiedades que posee el jugo de caña de azúcar aplicando únicamente temperaturas de pasterización como un medio de conservación y de cómo puede afectar las propiedades que el jugo natural posee. Además de brindar una alternativa en cuanto a bebidas natural se trate, brindando un gran aporte de energía y vitaminas que el cuerpo humano necesita.

II. REVISIÓN LITERARIA.

2.1. ANTECEDENTES.

Según lo que menciona Tafur (2010), en su trabajo de investigación denominado conservación de jugo de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) como bebida refrescante, previo a la obtención del grado de ingeniero. El mencionado trabajo tiene por objetivo fue conservar el jugo de caña en un estado natural, envasado y pasteurizado para que de esta manera se conserve todas sus propiedades físicas, químicas y organolépticas que el jugo posee. La materia prima para utilizar para la investigación fue la caña variedad negra y amarilla, los cuales fueron sometidos a un lavado y luego pasado al proceso de prensado donde se extrajo la mayor cantidad de jugo posible, esto fue llevado a pasteurización según indica el trabajo y su posterior almacenado. Según los resultados obtenidos indican que mediante los análisis fisicoquímicos, organolépticos y microbiológicos que el mejor tratamiento fue el jugo de caña de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) obtenido después de 3 días de cosecha, una vez filtrado y envasado en polietileno de alta densidad y pasteurizado a 95 °C por quince minutos y este tuvo alto contenido de hierro (7,06 mg/l) y 16,75 de solidos solubles (ºBrix). Concluye que el producto final es apto para el consumo humano debido a que todos los parámetros estudiados están dentro de la normativa.

Según lo descrito por Calderon (2011), en su investigación denominada determinación de la influencia de la temperatura y tiempo de pasteurización del jugo de caña (Saccharum officinarum) en el proceso artesanal para fines de mejorar la vida útil. Tuvo como objetivo principal conservar las características organolépticas del jugo de caña por medio de la pasteurización. Para ello la materia prima fue sometido a tratamientos previos al prensado con la finalidad de obtener un jugo libre de cualquier impureza, las variables en estudio fueron cuatro tiempos de pasteurización (2, 4, 6 y 8 minutos) y cuatro temperaturas de pasteurización (60, 70, 75 y 80 ºC). Donde concluye que las mejores características sensoriales y fisicoquímicas se presentaron a 70 ºC por un periodo de 8 minutos, además indica que el producto obtenido cumple con todos los requisitos propuestos por la Normativa Ecuatoriana y que la bebida no es un riesgo para el consumidor.

Según lo mencionado por Anticona *et al.* (2017), En su investigación denominada determinación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos de (Saccharum officinarum L.) cultivados La Libertad, Perú", donde concluyo que el zumo de caña de azúcar de la zona de Cartavio es el que mayor contenido de Fenoles totales (0.515 mg GAE/ml) presenta a comparación de las muestras de caña de azúcar de Laredo y Casa Grande (54.1 y 35.8 mg GAE/100ml respectivamente). Asimismo, el zumo de caña de azúcar de la zona de Laredo es el que mayor contenido de Flavonoides totales (1.94mg catequinas/ml) presenta. El zumo de las muestras de caña de azúcar de Cartavio y Casa Grande son los de menor contenido de Flavonoides Totales (1.8 y 1.28 mg catequinas/ml respectivamente). En cuanto a la actividad antioxidante los resultados de los métodos TEAC y DPPH difieren en el porcentaje de inhibición, aunque en ambos casos se obtuvo que el zumo de caña de azúcar de Cartavio presenta un mayor porcentaje de inhibición.

Según Olivares *et al.* (2017), en su trabajo denominado evaluación del tiempo de fermentación y temperatura de pasteurización para la obtención de bebida gasificada a partir de jugo de *Saccharum officinarum* L (caña de azúcar). El objetivo principal del trabajo fue la determinación del tiempo de fermentación y la temperatura de pasteurización de una bebida gasificada a partir del jugo de *Saccharum officinarum* L. Empleó un diseño factorial 3A x 3B, donde, A fue el tiempo de fermentación (3, 5 y 7 días) y B la temperatura de pasteurización (60, 70 y 80°C). Para determinar el mejor tratamiento midió el grado de aceptación mediante evaluación sensorial utilizando una escala hedónica de seis puntos y se midió las características fisicoquímicas (pH, ºBrix, densidad, % alcohol y acidez) y concluye que la bebida obtenida con 3 días de fermentación y pasteurizada a 80ºC, es la más aceptada con una puntuación de muy bueno a excelente, tiene un periodo de vida de anaquel de 120 días y posee buenas características fisicoquímicas.

2.2. GENERALIDADES DE LA CAÑA DE AZÚCAR.

2.2.1. Generalidades.

La caña de azúcar es una planta herbácea que posee un gran tamaño, el cual se cultiva en muchos países tropicales y subtropicales. Dentro de las especies más cultivadas destaca el *Saccharum officinarum* además de otras especies. La caña es un cultivo que se propaga mediante el sembrío de esquejes de la parte del tallo. La planta crece a partir de los cogollos o yemas de los nudos de los tallos. Durante mucho tiempo este cultivo de tallo leñoso se ha empleado como fuente de diversas fuentes energéticas como la sacarosa, el cual se conoce como azúcar (Castillo, 2015).

2.2.2. Orígenes.

Según menciona Edgerton (1958), la caña de azúcar es oriunda de las regiones tropicales y subtropicales del sudeste de Asia. La cual este fue llevado hacia Persia a través de Alejandro Magno en uno de sus múltiples viajes, mientras que el cultivo de caña se extendió cerca del siglo VII d.c por los árabes quienes lo introdujeron a Siria, Palestina, Arabia y Egipto. Pero fue en el norte de África donde se comenzó a perfeccionar la extracción de la caña y su posterior avance en refinamiento.

Mientras que Fauconnier y Bassereau (1975), mencionan que la variedad *Saccharum officinarum* y todas las demás, son cultivos milenarios que viene siendo utilizados para la alimentación humana. Su origen proviene de Nueva Guinea y de otras islas cercas a ella, en Roma ya tenían el conocimiento de este cultivo y sus usos, pero los que más se reconoce en cuanto a la expansión fueron los árabes. Posterior a ello fue Cristóbal Colon quien en su segundo viaje introdujo este cultivo a América, específicamente por el caribe, hoy en día Republica Dominicana entre los años 1500 y 1600.

Mientras que indica Hernández *et al.* (2013), que en la época de la conquista el cultivo de la caña se expandió en América, donde además se devastaron grandes cantidades de bosques para dar paso al cultivo de la caña, como sucedió en las islas de Barbados, Antigua y Tobago. Similar situación ocurrió

en Brasil, donde los portugueses la llevaron entre años 1516 y 1600 con un vertiginoso crecimiento. La gran expansión de la azúcar en toda Latinoamérica se explica no solo por el clima favorable sino por la demanda en aumento al momento de consumirla.

2.2.3. Clasificación taxonómica.

Según lo descrito por Sánchez (1972), el cultivo de la caña de azúcar se clasifica según su orden taxonómico:

Tabla 1. Clasificación botánica de la caña de azúcar.

Reino	Vegetal
División	Espermatofitas o fanerógamas
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Monocotiledóneas
Orden	Zacates o glumifloras
Familia	Gramíneas
Subfamilia	Panicoideae
Tribu	Androspogoneae
Subtribu	Sacarineae
Genero	*Saccharum*
Especie	*S. officinarum, spp.*

Fuente: (Sánchez, 1972).

2.2.4. Morfología.

Según Meade y Lawson (1967), 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.

Figura 1. Cultivo de la caña de azúcar.



Fuente : Luna y Delgado (2014)

- **El tallo.**

El tallo es el órgano de mayor importancia en la planta de la caña de azúcar, ya que es en el tallo donde se acumulan todos los azucares; el grosor, color y el modo de desarrollo o crecimiento dependen de la variedad. El crecimiento de los tallos depende de las características naturales del lugar de siembra y depende de la variedad de caña a utilizar. Los tallos se clasifican: primarios, secundarios y terciarios (Cassalett *et al.,* 1995).

- **El nudo.**

Parte más dura y fibrosa de la caña, el cual cumple la función de separar los entrenudos cercanos o juntos en la estructura del tallo. También es conformado por anillos, bandas, franjas, cicatriz de la hoja, la yema y el anillo ceroso (López, 2015).

- **El entrenudo.**

Parte del tallo que se encuentra entre dos nudos. El grosor, el color, el aspecto y la extensión varían según la variedad. El color es ordenado por causas de carácter genético, esta expresión se puede dar por condiciones fundamentalmente del ambiente. Su apariencia más común puede ser de forma cilíndrica, abarrilada, constreñida, cuneiforme y curvada (López, 2015).

Figura 2. Fotografía de la caña de azúcar.



Fuente: (López, 2015).

2.2.5. Composición de la caña de azúcar.

Según Abanto (2015), la composición del tallo de la caña de azúcar de donde se extraen los productos que se aprecian hoy en día varían de acuerdo con la variedad de la caña, edad, clima, suelo, madurez, los abonamientos y otros. La sacarosa que se encuentra en el jugo es cristalizada para la obtención de azúcar y la fibra constituye como residuo llamado bagazo una vez molida la caña.

Tabla 2. Composición del tallo de caña de azúcar.

Composición	Porcentaje (%)
Agua	73 – 76 %
Sólidos solubles (ºBrix)	8 – 15 %
Fibra	11 – 16 %

Fuente: (Abanto, 2015)**.**

2.2.6. Distribución y producción en el Perú.

Según Pollak *et al.* (2018), el cultivo de caña de azúcar *Saccharum officinarum* en el Perú ocupa aproximadamente cerca de 140 000 hectáreas en toda costa peruana (La libertad y Lambayeque). El rendimiento de este cultivo es en promedio de 140 t/ha al año y brinda cerca del 10% a 12% de sacarosa para diversos usos en la industria, esta producción se ve afectada con los cambios climáticos más aun con el fenómeno denominado El Niño.

La caña de azúcar en el Perú es cultivada en la costa, sierra y selva y se siembra y cosecha durante todo el año. El mayor uso industrial de la caña de azúcar es para la producción de azúcar. De las hectáreas sembradas con caña corresponde el 65 % a los 10 ingenios azucareros y el 35 % restante a los sembradores particulares (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015).

La producción de azúcar de caña, a partir del año 2000, muestra un crecimiento sostenido hasta el año 2003 (959 mil toneladas); sin embargo, en el 2004 y 2005 declina como consecuencia de otro fenómeno “El Niño” (748 mil toneladas 695 mil toneladas respectivamente). Es así como esta menor producción debe estar cubierta con mayores importaciones. A partir del 2006 se aprecia una fuerte y sostenida recuperación de la producción nacional, alcanzando en el 2014 la producción récord de 1 203 mil toneladas, reflejo de nuevas inversiones en plantas refinadoras e incorporación de nuevas tierras ganadas al desierto por parte de las principales empresas nacionales. En el 2015 se observa una menor producción consecuencia, entre otros, de una paralización en la producción, además del impacto negativo del fenómeno de “El Niño” 2015-2016, que afectó principalmente la infraestructura vial y de riego, más que al cultivo en particular (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015).

2.2.7. Aspectos agroindustriales.

La caña de azúcar tiene muchos fines que son muy bien aprovechados en la industria alimentaria, así como en muchos sectores

industriales. Los productos que se obtiene de la caña de azúcar deben cumplir con los requisitos establecidos por normativas (Quezada, 2015).

a. Jugo.

El jugo del cultivo de caña está constituido solidos solubles, azucares y fibra, con gran contenido de celulosa, hemicelulosa y lignina. El jugo extraído posee gran contenido de azucares, principalmente la sacarosa, además de azucares reductores como la glucosa y fructuosa, muy aparte de muchos componentes y sustancias orgánicas así como inorgánicas (Batista *et al.,* 2004).

b. Bagazo.

Es el residuo de la caña luego de haber extraído el jugo de la caña de azúcar, es el tallo después de un proceso de extracción. El cual contiene aun restos de componentes que pueden ser aprovechados en la obtención de sub productos, además de que se usa para producir energía en calderas en centros azucareros, además de su producción en derivados farmacéuticos y aditivos que son usados en la industria alimentaria (Aguilar, 2011).

c. Alcohol.

Tradicionalmente se llama alcohol al etanol, el cual es un producto obtenido por medio de la destilación del jugo de la caña y melazas que previamente has sido sometidas a un proceso extenso de fermentación de azucares o también por medio de la destilación del aguardiente de caña. El alcohol de caña es obtenido por destilación con un grado alcohólico no mayor a los 95% (Vázquez y Da Costa, 2007).

d. Azúcar.

El azúcar de caña también denominado panela es un producto obtenido de la evaporación parcial del agua contenido en el jugo de la caña, el cual se usa como ingredientes para la elaboración de productos pasteleros y en panadería, además de servir como un endulzante natural de jugos y bebidas (Villalta, 2012).

2.3. JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR.

2.3.1. Generalidades.

Según menciona CODEX STAN (2005), es el líquido sin proceso de fermentación pero que podría ser fermentado, el cual es obtenido de la parte más pulposa de las frutas en óptimas condiciones, que presenten buen estado de madurez o en buen estado para proceso. Los zumos o jugos de frutas son extraídos por procedimientos mecánicos, que mantiene las características físicas, químicas, organolépticas y nutricionales.

Según menciona Hamerski (2009), el jugo de caña es la obtención después de la molienda del tallo de caña, el cual posee azucares que son de beneficio para la salud. Además de estar compuesto por fibra, celulosa y hemicelulosa. El jugo es un líquido acuso que cuenta con cerca del 90% de azucares.

Mientras que Aoki (1987), menciona que el jugo de la caña de azúcar el cual puede ser destinado para diversos fines en la industria, es descrito como un líquido opaco, que varía de un color oscuro a color verde, según la variedad de caña que se extrae el jugo. Es una mezcla compleja, el cual está constituido por una suspensión estable que contiene un número diverso de partículas gamas y composición química heterogénea.

2.3.2. Extracción del jugo de caña.

El jugo de la caña de azúcar se extrae mediante un molino o trapiche, el cual es una maquina compuesta por rodillos de acero sobre puestos unos a otros de forma horizontal o vertical. De este líquido se extraen productos destinados al rubro alimentario como azúcar o panela, miel y alcohol. El residuo que sobra después de la molienda se denomina bagazo, el cual es utilizado como combustibles de calderas, alimento de ganado y como producción de papel (Ceja, 2014).

La extracción generalmente pasa por medio de una prensa mecánica o también molino que posee rodillos de friccionan el tallo de la caña haciendo que desprenda el jugo contenido, para que se obtenga mayor contenido de jugo se

puede agregar agua que ayudara a una mejor dilución. Los molino acondicionados pueden ser manuales, mecánicos y eléctricos (Garelli *et al.,* 2009).

Para la producción del jugo de caña atraviesa por medio de una prensa mecánica, para así ser aplastados hasta obtener el jugo saliente de los tallos de la caña. Luego con un proceso térmico se calienta el producto inicial con la finalidad de concentrar al máximo los azucares que posee (Quezada, 2015).

2.3.3. Composición química del jugo de caña de azúcar.

Según Zossi *et al.* (2011), generalmente el jugo extraído del cultivo de la caña de azúcar posee azucares, sustancias solubles como son los no azucares y agua. El principal componente es la sacarosa, seguido de la glucosa, fructuosa y oligosacáridos. Los no azucares son sales orgánicos e inorgánicos, ácidos carboxílicos, aminoácidos, proteínas, polisacáridos, almidón, grasas y otros compuestos como polifenoles, flavonoides y otros.

Tabla 3. Composición química del jugo de caña.

Componente químico	Porcentaje (%)
Azúcares	
sacarosa	75 – 92 %
Glucosa	70 – 88 %
Fructuosa	2 – 4 %
Sales	
Inorgánicas	3.0 – 3.4 %
Orgánicas	1.5 – 4.5 %
Ácidos orgánicos	1 – 3 %
Aminoácidos	1.5 – 5.5 %
No azucares	
Proteína	0.5 – 0.6

Fuente: (Meade y Lawson, 1967).

2.3.4. Valor nutricional del jugo de caña.

La caña de azúcar posee dentro de su composición fuente de energía por su gran contenido de azucares solubles, el cual está presente en mayores concentraciones en tallos maduros y diluidas en cañas inmaduras. Gracias a las características que posee es un alimento muy nutritivo para la salud brindando beneficios como hierro y otros minerales que el organismo necesita (Ceja, 2014).

El jugo de la caña tanto como recién obtenida y el jugo que ha pasado por un proceso de térmico, poseen muchos atributos beneficios para la salud con sales minerales, azucares, vitaminas, hierro, potasio y calcio. Además de ser una bebida muy deliciosa, una ingesta de este jugo promueve a la recuperación con problemas de ictericia, dolores de garganta y gripe. También es considerado como un laxante natural debido al contenido de potasio y es un producto anti-cancerígena (Simbaña, 2013).

Tabla 4. Información nutricional del jugo de caña.

Componentes	Cantidad en mg
Hierro	0.72
Proteínas	0.3
Calcio	13
Fosforo	12
Calorías	82
Vitamina B1	0.02
Vitamina B2	0.01
Vitamina C	2

Fuente: (Simbaña, 2013).

2.3.5. Beneficios en la salud.

Según los descrito por Guillermo (2013), en su trabajo de investigación, nos presenta a continuación los siguientes beneficios que posee el jugo de caña en nuestro organismo:

- Recuperación pronta de problemas de ictericia.
- Alivia dolores de garganta, gripe debido a sus altos contenidos de glicerina, el cual refresca y alivia los niveles de energía en el cuerpo.

- Laxante natural como bebida por su contenido de potasio.
- El jugo al ser alcalino trabaja en funciones como anti cancerígenos.
- Funciona como suero natural cuando las personas se encuentran en condiciones bajas de energía.
- Activa las funciones del cuerpo, funciones psicomotriz debido a que proporciona calorías que se necesitan para las actividades cotidianas de las personas.
- El jugo de la caña de azúcar posee nivel bajos de glucemia, el cual hace que el cuerpo pueda recuperar las defensas y de esta manera prevenir resfriados que son causados por la gripe además de brindar energía al cuerpo. Consumir jugo de caña ayuda a eliminar problemas urinarios y renales, además de que se pueden mezclar con otros ingredientes para combatir enfermedades como gonorrea, cistitis y próstata (Quezada, 2015).

2.4. PASTEURIZACIÓN EN ALIMENTOS.

Según Cruz *et al.* (2008), indican que los tratamientos térmicos aplicados a cualquier tipo de alimentos y no alimentos son métodos muy aplicados para estabilizar un producto debido a que tiene la capacidad de destruir microorganismos que son no deseados en la industria de alimentos, además de activar e inactivar enzimas.

Mientras que Fellow (2000), hace mención que la pasteurización es un proceso térmico por Pasteur en el año 1864, el cual tiene como objetivo eliminar

totalmente la flora microbiana, además de inactiva enzimas que son perjudiciales. Tratamiento térmico que puede llegar hasta los 100 ºC, el cual es muy utilizado en la industria alimentaria para prolongar la vida útil de los alimentos por un prolongado de tiempo conocido como vida en anaquel. Por su parte Maca *et al.* (2013) corrobora al mencionar qué los tratamientos térmicos como la pasteurización ayudan a prolongar la vida útil del producto ya que es una técnica que se aplicó desde tiempos antiguos para la conservación de los alimentos.

2.5. ANALISIS FISICOQUÍMICOS DEL JUGO DE CAÑA.

La determinación y/o caracterización de los análisis fisicoquímicos de los productos, tanto materia prima como producto terminado, nos ayudan a saber la composición que estos tiene frente y su comportamiento al ser sometidos a diferentes procesos de transformación ya sea primaria o secundarias, a continuación se describe los análisis fisicoquímicos del jugo de la caña de azúcar:

2.5.1. Solidos solubles.

Los sólidos solubles o también llamados grados ºBrix, constituyen el contenido en porcentaje de sacarosa en peso de un determinado producto o materia prima, el cual es una solución de azucares puros, para su determinación es necesario realizar una lectura con un refractómetro para media si la cantidad de azúcar qué posee un determinado producto (Benítez y Guagalango, 2011).

2.5.2. Acidez titulable.

La acidez titulable presente en la caña de azúcar, nos permite evaluar las condiciones de calidad en las que se encuentra antes, durante y después de haber realizado el trabajo de extracción. Las condiciones en las que se deben encontrar varían según las condiciones climatológicas de la caña, la determinación de la acidez se realiza con la ayuda de un ácido base NaOH y un catalizador como la fenolftaleína, a través de los cálculos nos ayudara a saber el gasto realizado y de esta manera poder corregir para obtener una acidez deseada (Silva et al., 2011).

2.5.3. PH.

El pH es un factor de medición intrínseco en los alimentos, el cual resulta de su propia composición el mismo que afecta su deterioro y por lo tanto su vida útil. Cuando el pH en los alimentos disminuye (ácidos), los microorganismos tiene menos probabilidades de sobrevivir dentro del medio. Por lo tanto, la acidez de un producto y el pH son importantes en la conservación de un producto ya que mantiene las condiciones adecuadas para prolongar su vida útil (Villalta, 2012).

2.6. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE.

Según Luna y Delgado (2014), los antioxidantes son compuestos que son capaces de retardar o inhibir la oxidación mediante la captura de los radicales libres, el cual está muy sujeto al consumo como potencial anticancerígeno además de propiedades antimutagénico. Mientras que Rechner *et al.* (2002), indica que en la industria de alimentos los antioxidantes sintéticos han sido generalmente utilizados para conservar la calidad contra el deterioro que es ocasionado por la oxidación. Sin embargo, el consumo desmedido en la dieta habitual del ser humano con bebidas que son perjudiciales se busca genere nuevas tendencias de producto que son capaces de capturar los radicales libre pero de forma natura evitando así el uso de antioxidantes sintéticos, existen muchos productos que poseen gran contenido de antioxidantes y polifenoles que pueden brindar mucho aporte a la salud.

El consumo de caña ya sea en derivados como panela, jugos y otros más, brindan beneficios a la salud gracias a los antioxidantes naturales que posee ya que la principal función de este es la prevención de enfermedades crónicas degenerativas que involucra el estrés oxidativo, así como el efecto protector contra la oxidación de lipoproteínas de baja densidad (Colina *et al.,* 2012).

2.7. CONTENIDO DE FENOLES TOTALES.

Según Taiz y Zeiger (2006), los compuestos fenólicos se encuentran ampliamente distribuidos en las frutas y vegetales, La cuales forman un grupo de alrededor de 10 000 compuesto. Estos presentan un anillo aromático que está unido a grupos carboxílicos de forma libre o en combinación en forma de éster. Tiene muchas funciones estos compuesto fenólicos frente a diversos patógenos. De

acuerdo a su complejidad de sus cadenas de categorizan en grupos: 1. Fenoles simples, 2. Ácidos fenol carboxílicos, 3. Fenilpropanos y 4. Derivados del flavano.

Los compuestos fenólicos son aquellos que poseen más de un grupo de hidroxilo unido a un anillo aromático. Junto con las vitaminas, estos compuestos se consideran de gran importancia en la dieta e ingesta del ser humano ya que se pueden encontrar en alimentos como frutas hortalizas, cereales, raíces y cereales. Además los compuestos fenólicos se encuentran en las planta y se clasifican en diferentes grupos funcionales, ello se encargan de los colores característicos y sensoriales de las plantas y alimentos ya que son perceptibles como la astringencia de las frutas y hortalizas (Peñarrieta *et al.,* 2014).

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

La ejecución del presente trabajo se realizó en la Universidad Nacional de Ucayali, el cual se ubica en la carretera Federico Basadre Km 6.200 margen izquierdo. Ocupando las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agropecuarias el Taller de industrias Lácteas, lugar donde se llevó el proceso de extracción del jugo de caña para los análisis fisicoquímicos correspondientes como (pH, acidez titulable, solidos solubles expresados en grados Brix y humedad). Para la determinación del contenido de polifenoles totales y antioxidantes se desarrollaron en los ambientes de la Universidad Nacional la Molina en la Facultad de Industrias Alimentarias.

3.2. MATERIA PRIMA.

La materia prima para utilizar en el desarrollo de la presente investigación fue la caña de azúcar variedad criolla. El cual fue procedente del Distrito de campo verde Km 34, caserío agua dulce.

3.3. MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS.

3.3.1. Materiales.

Durante el proceso de ejecución se necesitaron los siguientes materiales: Vasos de precipitación de 100ml y 250 ml, Probeta de 100 ml, Pipetas 5ml, Matraz Erlenmeyer 50 ml y 100 ml, Fiolas de 50 ml, Embudo de vidrio, Varilla de vidrio, Pizeta, Papel tissue, Gotero, Guardapolvo, guantes quirúrgicos, cofia, mascarilla, Papel toalla, franelas, Perol, cucharones y espumadera, Ollas de aluminio, Colador de acero inoxidable, Baldes herméticos 25 Lt y Tela tocuyo

3.3.2. Equipos e instrumentos.

Para el desarrollo del trabajo de investigación se necesitó lo siguiente: Refrigerador, Estufa, Balanza digital, Termómetro digital, Espectrofotómetro, Trapiche, Cocina semi-industrial, pH-meter marca TECH B200, refractómetro marca HANNA, equipo de titulación y agitador magnético.

3.3.3. Reactivos.

Se necesitó los siguientes reactivos para el desarrollo de la investigación: Hipoclorito de sodio (NaClO) al 4%, marca Clorox, Etanol (C_2H_6O), Agua destilada (H_2O), Buffer pH 4 – 7 y Gelatina neutra.

3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.

Para establecer el proceso de elaboración de la bebida de caña de azúcar de la variedad “Criolla”, se realizó pruebas preliminares que ayudaron a determinar los parámetros de Operacionalización del proceso. A continuación, se describen las operaciones según el diagrama de bloques **(figura X).**

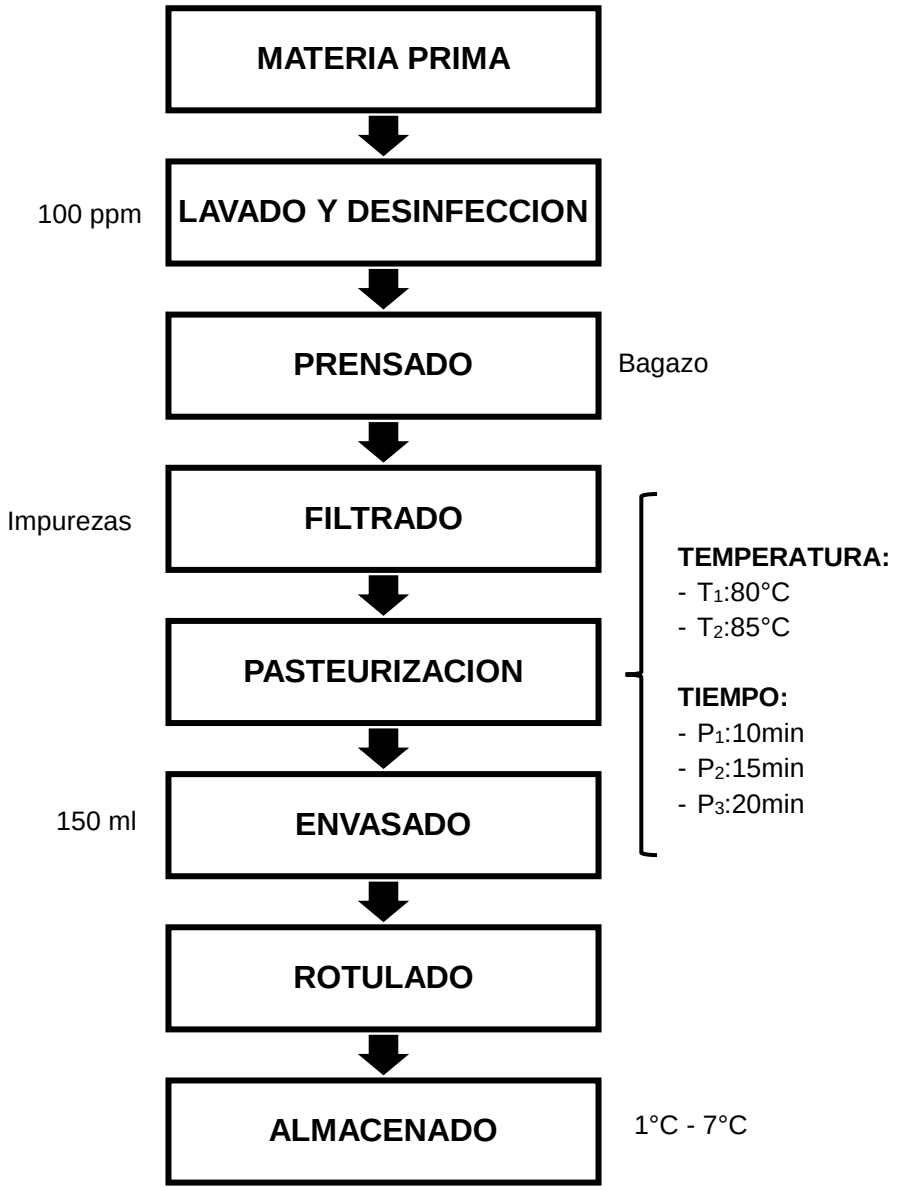


Figura 3. Diagrama de bloques para la elaboración de jugo de caña.

Para un correcto desarrollo del trabajo de investigación, el ambiente de estar inocuo, en total orden para así evitar accidentes. A continuación, se describen cada uno de los procesos para la elaboración del jugo de caña.

3.4.1. Recepción de la materia prima.

Esta operación Consistió en recepcionar los esquejes de caña de azúcar maduros y se inspecciono la madurez de la caña de azúcar y además que

no estén dañados o tengan algún material extraño, ya que fue traído desde el Distrito de Campo Verde, del caserío de Buena Tierra hasta la UNU.

3.4.2. Lavado y desinfección.

Los esquejes de cañas se colocaron en una tina los cuales serán restregados con escobilla, en presencia de pequeñas descargas de agua para quitar material extraño (tierra, piedras, pedazos de hojas, polvo y otros). La desinfección se realizó con agua a 50°C e hipoclorito de sodio a 100ppm para disminuir la carga microbiana.

3.4.3. Prensado.

Se extrajo jugo de caña con un trapiche se acero inox el cual debe certificarse que esté libre de partículas extrañas al igual que la materia prima, esta se extrae a través de presión mecánica ejercida por un conjunto de rodillos. En el cual se obtiene dos productos: el jugo y el bagazo.

3.4.4. Filtrado.

Luego de la extracción por medio del prensado, el jugo es colado a través de un malla inoxidable de 5 micras para separar definitivamente el jugo del bagacillo, asegurando que quede libre de residuos de la extracción, así eliminamos los riesgos de contaminación física.

3.4.5. Pasteurizado.

El jugo se calentó a 80-85°C por un tiempo de 10, 15 y 20 min. Este operación tiene la finalidad de eliminar microorganismos de tipo mesófilos y termófilos, a la vez que inhibe enzimas oxidasa.

3.4.6. Envasado.

Las botellas que se utilizó en el envasado son de 150 ml estos son previamente lavadas y esterilizadas con agua a 200 ppm a una temperatura de 95°C, procediendo a enfriarlas para su posterior uso. El llenado del jugo de caña clarificado debe realizarse a 85°C con un llenado total para asegurar la formación de vacío en el producto. Seguidamente son selladas manualmente con tapas plásticas a rosca.

3.4.7. Rotulado.

Se procede a colocar la etiqueta, la cual contiene los datos de presentación del producto, esta cubrirá el 30% del envase como lo indica el Codex Alimentario para envasado y rotulado de productos.

3.4.8. Almacenado.

Las botellas son almacenadas a una temperatura de 1 a 7 °C para mantener las características físicas y químicas del producto, hasta su posterior análisis.

3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS.

El presente trabajo de investigación desarrollo métodos fisicoquímicos, en cuanto al jugo recién extraído de la caña, así como su posterior análisis como la determinación de polifenoles totales y la capacidad antioxidante que posee cada muestra en estudio.

3.5.1. Análisis fisicoquímicos.

Se realizaron análisis de pH, acidez titulable, solidos solubles expresados en grados Brixº bajo la normativa AOAC. La determinación de antioxidantes del jugo de caña se realizó bajo el método de ABTS y la determinación de polifenoles totales se desarrolló bajo el método de Folin Ciocalteu. Dichos métodos se describen en los anexos.

3.6. DISEÑO ESTADISTICO A EMPLEAR.

3.6.1. Evaluación paramétrica de los análisis.

Diseño completamente al azar DCA con arreglo factorial 2x3x3 con tres repeticiones con pruebas múltiples de Tukey en el programa Statgraphics centurión versión 2018. El modelo lineal del diseño estadístico es:

$$Y_{ijk} = \mu + Ti + P_j + (TxP)_{ij} + Ei_{jk}$$

Donde:

Y_{ijk} : Observaciones

μ : Efecto de la media general

T_i : Efecto de la temperatura

P_j : Efecto del tiempo de pasteurización

$(TxP)_{ij}$: Efecto de la interacción

E_{ijk} : Error experimental

3.6.2. Tratamientos experimentales.

Los tratamientos experimentales durante la ejecución del presente trabajo de investigación fueron, someter el jugo de caña a dos temperaturas de pasteurización (80 y 85 ºC) y tres tiempos de exposición (10, 15 y 20 min).

Tabla 5. Tratamientos experimentales en estudio.

Factor "A" Temperatura	**Factor "B" Tiempos**	**Replicas**		
	P_Θ = 10 min	$R_{A1}R_{B1}$	$R_{A2}R_{B2}$	$R_{A3}R_{B3}$
T_1 = 80 ºC	P_Θ = 15 min	$R_{A1}R_{B1}$	$R_{A2}R_{B2}$	$R_{A3}R_{B3}$
	P_Θ = 20 min	$R_{A1}R_{B1}$	$R_{A2}R_{B2}$	$R_{A3}R_{B3}$
	P_Θ = 10 min	$R_{A1}R_{B1}$	$R_{A2}R_{B2}$	$R_{A3}R_{B3}$
T_2 = 85 ºC	P_Θ = 15 min	$R_{A1}R_{B1}$	$R_{A2}R_{B2}$	$R_{A3}R_{B3}$
	P_Θ = 20 min	$R_{A1}R_{B1}$	$R_{A2}R_{B2}$	$R_{A3}R_{B3}$

Fuente: Elaboración propia.

3.6.3. Programa estadístico.

El análisis estadístico de la presente investigación fue sometido mediante el programa estadístico Statgraphics centurión versión 17, el cual cuenta con un sistema operativo para Windows. También se aplicó el análisis de F o análisis de varianza y las comparaciones múltiples de Tukey para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos experimentales en estudio.

3.6.4. Tipo de investigación.

Es una investigación experimental descriptiva, porque realizamos manejo de variables como fisicoquímicos y además la determinación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales producidos por la pasteurización, en una bebida de caña de azúcar.

3.6.5. Población y muestra.

La materia prima para emplear fue esquejes de cañas de azúcar de la variedad “Criolla” que se recolectaran de la Asociación de Productores Ecológicos que cuentan con 12 hectáreas de plantación disponible del cual se trabajara únicamente con 1/8 de hectárea revisando que cumplan las características de calidad requeridas.

3.7. VARIABLES INDEPENDIENTES Y VARIABLES DEPENDIENTES.

3.7.1. Variables independientes.

Las variables independientes del presente trabajo de investigación fueron dos factores de estudio, uno de ello es la temperatura de pasterización y el tiempo de exposición al cual fueron sometidas las muestras experimentales (jugo de caña).

Factor “A”.

- **T_1 =** 80 ºC
- **T_2 =** 85 ºC

Factor “B”.

- **Pϴ =** 10 min
- **Pϴ =** 15 min
- **Pϴ =** 20 min

3.7.2. Variables dependientes.

Las variables dependientes estas sujetas a las variables independientes, por ende, dichas variables responden a los análisis correspondientes para los tratamientos en estudio.

Análisis fisicoquímicos: se realizaron parámetros de pH, acidez titulable y solidos solubles del jugo en fresco, además se realizaron polifenoles totales y contenido de antioxidantes del producto final.

IV. RESULTADOS.

4.1. RESULTADOS FISICOQUIMICOS DEL JUGO CAÑA FRESCO.

Durante el desarrollo del presente trabajo de investigación se desarrollaron análisis fisicoquímicos no solo a la materia prima en fresco, sino también al jugo de caña pasteurizado para determinar los cambios posibles que hubiese al agregarse diferentes temperaturas a diferentes tiempos de exposición. Los parámetros fisicoquímicos a evaluar durante el periodo de investigación fueron; solidos solubles expresados en grados Brix (ºBrix), acidez titulable expresado en porcentaje (%) y pH.

4.1.1. Resultados fisicoquímicos del jugo fresco.

Los resultados que se muestran a continuación en el Tabla 6, corresponden a los datos obtenidos del jugo de caña recién prensado, donde se aprecia que las muestras poseen valores de solidos solubles expresados en ºBrix de 20.59, acidez titulable expresado en porcentaje (%) posee 0.01 y como valor final se obtuvo 5.4 de pH para el jugo de caña recién prensado. Estos parámetros indican que el jugo obtenido del distrito de campo verde se encuentra en excelentes condiciones para su próxima transformación ya que los valores obtenidos son aceptables para una bebida envasada.

Tabla 6. Características fisicoquímicas del jugo de caña fresco.

Parámetros fisicoquímicos	Expresado en	Jugo de caña fresco	Desv. M.
pH	-	5.4	±0.07
Acidez titulable	%	0.01	±0.004
Solidos solubles	ºBrix	20.59	±0.17

Fuente propia

4.2. RESULTADOS FISICOQUÍMICOS DEL JUGO PASTEURIZADO.

Los resultados que se muestran a continuación, corresponden a los parámetros fisicoquímicos evaluados durante el desarrollo del presente trabajo de investigación, donde el jugo de caña fue sometido a dos temperaturas de pasteurización y tres tiempos de exposición. Aplicando de estar manera un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 2X3 para los análisis de solidos solubles (ºBrix), acidez titulable (%) y pH del jugo de caña pasteurizado.

4.2.1. Resultados de sólidos solubles.

Los resultados que se obtuvieron para la posible variable respuesta del presente trabajo de investigación fue solidos solubles expresados en grados Brix (ºBrix), para ello el jugo de caña fue sometido a pasteurización con la adición de dos temperaturas y tres tipos de exposición 10 min, 15 min y 20 min. Luego la información recopilada se procesó bajo un software estadístico empleando un DCA con arreglo factorial 2X3. El Tabla que se muestra en el anexo (16A), es los resultados de los análisis de varianza donde indican que existen diferencias entre los tratamientos en estudio A y B, así como en interacción de estos dos AB. Habiéndose encontrado diferencias se procede a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey para determinar y focalizar esas diferencias encontradas.

Se aprecia que en el Tabla 7, los parámetros fisicoquímicos tanto para el factor A y B muestran diferencias, los valores de temperatura obtenidos para el jugo de caña en cuanto a solidos solubles es que en ambos tiene una variación de ± 0.38, siendo el T_1 quien presento valores de 20.82 de ºBrix y a T_2 presento 21.64ºBrix. Así mismo, los tiempos que fueron sometidos indican que la mejor concentración se obtuvo durante los 20 min de exposición del jugo de caña con valores de 21.71 seguido del min 10 y 15 con valores de ºBrix 20.71. Los valores obtenidos corresponden a promedios que se obtuvieron durante el proceso de recopilación de datos del presente trabajo de investigación.

Tabla 7. Resultados de solidos solubles del jugo de caña.

Principales variables en estudio (*)			
Temperatura		**Tiempo**	
T_1 = 80 ºC	20.82 ± 0.38 [a]	$P\Theta_1$ = 10 min	20.71 ± 0.57 [a]
		$P\Theta_2$ = 15 min	20.32 ± 0.57 [a]
T_2 = 85 ºC	21.64 ± 0.38 [b]		
		$P\Theta_3$ = 20 min	21.71 ± 0.57 [b]

(*): Valores promedios de las réplicas del parámetro fisicoquímico sólidos solubles.
[A, B, C]: Letras diferentes indican diferencias estadísticas a p < 0.05.
Fuente propia

4.2.2. Resultados de acidez titulable.

Los resultados que se obtuvieron para la variable respuesta del presente trabajo de investigación fue acidez titulable expresado en porcentajes (%), para ello el jugo de caña fue sometido a pasteurización con la adición de dos temperaturas 80ºC y 85 ºC y tres tipos de exposición 10 min, 15 min y 20 min. Luego la información recopilada se procesó bajo un software estadístico empleando un DCA con arreglo factorial 2X3. El Tabla que se muestra en el anexo (17A), son los resultados de los análisis de varianza donde indican que no existen diferencias entre los tratamientos en estudio A y B, así como tampoco en interacción de estos dos AB debido a que el p valor es > que 0.05. Por ende no es posible realizar una prueba de comparación múltiple de Tukey porque los tratamientos en estudio no muestras diferencias estadísticas significativas.

4.2.3. Resultados de pH.

Los resultados que se obtuvieron para la variable respuesta del presente trabajo de investigación fue Ph, para ello el jugo de caña fue sometido a pasteurización con la adición de dos temperaturas 80ºC y 85 ºC y tres tipos de exposición 10 min, 15 min y 20 min. Luego la información recopilada se procesó bajo un software estadístico empleando un DCA con arreglo factorial 2X3. El Tabla que se muestra en el anexo (18), son los resultados de los análisis de varianza donde indican que no existen diferencias entre los tratamientos en estudio A y B, así como tampoco en interacción de estos dos AB debido a que el p valor es > que

0.05. Por ende no es posible realizar una prueba de comparación múltiple de Tukey porque los tratamientos en estudio no muestras diferencias estadísticas significativas.

4.2.4. Comparativo de los resultados obtenidos.

En el Tabla 8, se muestran los valores obtenidos para los parámetros fisicoquímicos del jugo de caña con dos temperaturas de pasteurización a 80 ºC y 85 ºC con tres tiempos de exposición de 10 min, 15 min y 20 min respectivamente. Donde se aprecia los valores promedios de los parámetros como pH, acidez titulable y solidos solubles. Se puede apreciar que los valores no tienen mucha significancia en cuanto a variaciones debido a que las temperaturas y los tiempos no son muy prolongados haciendo que mantengan sus características. Los valores de pH tienen un ± de 0.2, la acidez titulable del jugo de caña ± 0.004 y los sólidos solubles ± de entre 0.17 hasta 0.38.

Tabla 8. Cuadro comparativo de los resultados fisicoquímicos del jugo de caña.

Parámetros fisicoquímico	**Expr.**	**Jugo de caña fresco**	**Jugo de caña pasteurizado a 80 ºC**			**Jugo de caña pasteurizado a 85 ºC**		
			10 min	15 min	20 min	10 min	15 min	20 min
pH	-	5.35	5.32	5.32	5.32	5.35	5.35	5.35
Acidez titulable	%	0.013	0.011	0.011	0.011	0.013	0.013	0.013
Solidos solubles	º Brix	20.59	20.82	20.88	20.82	20.59	20.59	22.19

Fuente propia

4.3. RESULTADOS DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL JUGO DE CAÑA PASTEURIZADO.

Los resultados que se muestran a continuación, corresponden a la capacidad antioxidante que se evaluó al jugo de caña pasteurizado en el presente trabajo de investigación, el cual fue sometido a dos temperaturas de pasteurización y tres tiempos de exposición. Aplicando de estar manera un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 2X3 para los resultados de capacidad antioxidante mediante el método de ABTS (µmol Trolox eq/g): método adaptado del reportado

por Arnao, Cano & Acosta (2001). El Tabla que se muestra en el anexo (19A), son los resultados de los análisis de varianza donde indican que existen diferencias entre los tratamientos en estudio A y B, así como en interacción de estos dos AB puesto a que el p valor en < a 0.05. Habiéndose encontrado diferencias se procede a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey con nivel de confianza del 95% para determinar y focalizar esas diferencias encontradas.

En el Tabla 9, se muestra los valores obtenidos para la capacidad antioxidante del jugo de caña pasteurizado, donde se aprecia que el T_1 presenta mejores valores en cuanto al T_2, habiendo un ± 0.34 entre ambos tratamientos. Seguido de los tiempos de exposición, se aprecia que los mejores resultados fue el $P_{\Theta 1}$ = 10 min y el $P_{\Theta 2}$ = 15 min con ± de 0.51 entre tratamientos con valores de 35.383 y 35.067 expresado en µmol de Trolox eq/100 g de muestra.

Tabla 9. Resultados de la capacidad antioxidante del jugo de caña pasteurizado.

Principales variables en estudio (*)			
Temperatura		**Tiempo**	
T_2 = 85 ºC	34.578 ± 0.34 [a]	$P\Theta_3$ = 20 min	34.517 ± 0.51 [a]
T_1 = 80 ºC	35.442 ± 0.34 [b]	$P\Theta_2$ = 15 min	35.067 ± 0.51 [b]
		$P\Theta_1$ = 10 min	35.383 ± 0.51 [b]

Resultados expresado en µmol de Trolox eq/100 g de muestra.
(*): Valores promedios de las réplicas de capacidad antioxidante.
[A, B, C]: Letras diferentes indican diferencias estadísticas a p<0.05.
Fuente propia

4.4. RESULTADOS DE COMPUESTOS FENOLICOS TOTALES DEL JUGO DE CAÑA PASTEURIZADO.

Los resultados que se muestran a continuación, corresponden los compuestos fenólicos totales que se evaluó al jugo de caña pasteurizado, el cual fue sometido a dos temperaturas de pasteurización y tres tiempos de exposición. Aplicando de estar manera un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 2X3. Los resultados obtenidos de los compuestos fenólicos fueron mediante el método adaptado del reportado por Swain & Hillis (1959), el cual se expresa en (mg Ácido Gálico eq/ 100g). El Tabla que se muestra en el anexo (20A), son los resultados de los análisis de varianza donde indican que existen diferencias entre los tratamientos

en estudio A y B, así como en interacción de estos dos AB puesto a que el p valor en < a 0.05. Habiéndose encontrado diferencias se realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey con nivel de confianza del 95%.

En la Tabla 10, se aprecia los valores obtenidos en cuanto a compuestos fenólicos totales para la muestra en estudio de jugo de caña pasteurizado, los cuales se obtiene que la T_1 fue la que mejores características presenta frente al T_2, ya que los valores oscilan entre ± 0.47, siendo 52.851 y 51.372 expresado en mg de ácido Gálico eq/100 g de muestra respectivamente. Seguido del tiempo de que fue sometido a pasteurización, se obtuvo que el $P_{\Theta 2}$ = 15 min y el $P_{\Theta 1}$ = 10 min presentan mejores resultados frente al $P_{\Theta 3}$ = 20 min. Con valores de 52.877, 52.471 y 50.987 expresado en mg de ácido Gálico eq/100 g de muestra respectivamente.

Tabla 10. Resultado de compuestos fenólico totales del jugo de caña pasteurizado.

Principales variables en estudio (*)			
Temperatura		**Tiempo**	
T_2 = 85 ºC	51.372 ± 0.47 [a]	$P\Theta_3$ = 20 min	50.987 ± 0.70 [a]
T_1 = 80 ºC	52.851 ± 0.47 [b]	$P\Theta_2$ = 15 min	52.471 ± 0.70 [b]
		$P\Theta_1$ = 10 min	52.877 ± 0.70 [b]

Resultados expresado en mg de ácido Gálico eq/100 g de muestra.
(*): Valores promedios de las réplicas de compuesto fenólicos totales.
[A, B, C]: Letras diferentes indican diferencias estadísticas a p<0.05.
Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓNES.

5.1. ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS DEL JUGO DE CAÑA FRESCO.

Antes de pasteurizar el jugo de caña, se evaluaron sus parámetros fisicoquímicos como pH, acidez titulable y solidos solubles expresado en ºBrix. Para determinar si estos sufren alguna modificación después de haber sido sometidos a temperaturas y tiempos de exposición.

5.1.1. Análisis fisicoquímicos del jugo de caña en fresco.

Según lo reportado por Flores y Tafur (2012), en su investigación desarrollaron una bebida a base del jugo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) las cuales analizaron las características fisicoquímicas del jugo en fresco obteniendo valores de pH 5.4, solidos solubles expresados en ºBrix 14.5 y acidez titulable expresado en (%) 0.28 con la variedad de caña negra. Mientras que el trabajo desarrollado por Solís *et al.* (2017), indican que al extraer y elaborar jugo de caña con dos variedades reportaron valores de pH para la caña amarilla de 5.2 y para solidos solubles de 19.2 ºBrix. Así mismo, los valores reportados por Garcés (2021), para los análisis fisicoquímicos del jugo de caña fresco fueron pH 5.5, solidos solubles 17.04 ºBrix y acidez titulable 0.11%, mientras que en el presente trabajo de investigación los resultados obtenidos para pH fue de 5.4, acidez titulable de 0.01% y solidos solubles 20.59 ºBrix, indicando que los parámetros obtenidos en la presente investigación están dentro de lo reportado según los autores que citan párrafos arriba.

5.2. ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL JUGO DE CAÑA PASTEURIZADO.

El jugo de caña procesado, el cual fue sometido a dos temperaturas de pasteurización y tres tiempos de exposición fueron sometidos a una evaluación fisicoquímica para determinar si los factores en estudio A y B tiene algún efecto sobre las principales características evaluadas. Los parámetros a evaluar fueron: solidos solubles expresado en ºBrix, acidez titulable en % y pH. De esta manera a través del estadístico sabremos si los factores A y B tiene una incidencia directa sobre las variables en estudio del presente trabajo de investigación.

5.2.1. Análisis fisicoquímicos del jugo de caña pasteurizado.

Según Bajaña (2014), en su investigación obtuvo el jugo de caña por medio del prensado para luego ser sometido a temperaturas y tiempo de pasteurización con la finalidad de conservar al máximo las características fisicoquímicas del jugo de caña, como resultado obtuvo que el pH y los sólidos solubles (ºBrix) no tuvieron diferencias al ser sometidas a diferentes temperaturas así como tampoco encontró diferencia en los ºBrix, reportando valores de 12.5 ºBrix, 4.4 pH y 0.12% de acidez titulable. Mientras que en la investigación desarrollada por Aguirre y Poveda (2010), obtuvieron valores en cuanto a solidos solubles de 16.3 ºBrix y 3.7 de pH indicando que los valores reportados están dentro de los parámetros establecidos por normativas ecuatorianas. Mientas que en el trabajo reportado por Rodríguez (2017), indica que las características fisicoquímicas del jugo de caña mejoraron como los ºBrix con la adición de temperaturas, siendo la temperatura de 100 ºC a 10 minutos de exposición el mejor tratamiento. Así mismo, en la investigación desarrollada por Mantilla (2020), se reportó valores para solidos solubles de 22 ºBrix y 5.5 de pH a temperaturas de 35 ºC y 40 ºC en una bebida funcional hecha a base de jugo de caña adicionado otros aditivos alimentarios. En el presente trabajo de investigación se elaboró una bebida con jugo de caña, las cuales fueron sometidas a dos temperaturas y tres tiempos de exposición, obteniendo una significancia entre los dos factores de estudio para la variable solidos solubles el cual presento mayor contenido de ºBrix fue a temperatura de 85 ºC por un tiempo de 15 minutos, el cual estos datos con corroborados por Bajaña. Por su parte Quezada (2007), hace mención que el estado de madurez tiene mucha influencia al momento de procesar el cultivo de caña de azúcar, ya que si esta no se encuentra en su madurez fisiológica todas las características fisicoquímicas que presenta estarán por muy debajo de su concentración de 20 ºBrix, y afectando al pH.

5.3. CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DEL JUGO DE CAÑA PASTEURIZADO.

En la investigación desarrollada por Hostalet (2009), reporto valores para la capacidad antioxidante del jugo de caña previamente acondicionado donde el valor obtenido fue de 33.53 ± desv. 2.08 expresado en µmol de Trolox/mL de muestra. Mientras que la investigación de Duarte *et al.* (2011), Reportó los siguientes valores

para el contenido de la capacidad antioxidante en el jugo de caña fue de 80 expresado en µmol de Trolox/mL de muestra, indicando que las condiciones del tratamiento son las más adecuadas y además el estado de madurez del tallo de la caña influye de manera positiva a las características finales de los productos a base del jugo. Así mismo, en su trabajo de investigación de Abbs *et al.* (2014), indica que el contenido de la capacidad antioxidante presente en el jugo de caña pasteurizado fue de 63.95 µmol de Trolox/mL. Mientras que en el presente trabajo de investigación se obtuvo un jugo de caña previamente pasteurizado con dos temperaturas y tres tiempos para así de esta manera ver los efectos que estos causan sobre las características fisicoquímicas mencionadas, dentro de las cuales se reportó el siguiente valor para la capacidad antioxidante del jugo de caña a 80 ºC 35.44 ± Desv. 0.34 no habiéndose encontrado diferencia significativa alguna en los tiempos de exposición, corroborando lo descrito por Colina *et al.* (2012), donde indica que la temperatura no tiene mucha influencia sobre este tipo de características pero si en las fisicoquímicas como los sólidos solubles expresado en ºBrix.

5.4. CONTENIDO DE FENOLES TOTALES DEL JUGO DE CAÑA PASTEURIZADO.

En la investigación desarrollada por Colina *et al.* (2012), elaboraron una bebida hecha a base de panela el cual es una obtención de la evaporación parcial del jugo de caña, el mencionado trabajo fue determinar el contenido de fenoles en la una bebida edulcorada con panela con sabor a durazno, limón y mandarina. El cual el jugo de caña fue sometido a temperaturas de 85 ºC de pasteurización por 15 minutos para obtener un producto inocuo. Los resultados que obtuvieron con respecto al contenido de fenoles totales por el método de Folin Ciocalteu fueron para el sabor de Limón con valores de 10.54 expresados en g/mL de Acido Gálico por muestra. Mientras que los datos reportados por Hostalet (2009), para el jugo de caña previamente acondicionado con tratamiento térmico para determinar las características fisicoquímicas, indica que el contenido de fenoles totales para el jugo de caña fue 59.09 desv. ± 4.6 expresados en mg de Ácido Gálico/100 mL de muestra obtenida. Mientras que en el trabajo que desarrollaron León y Pérez (2018), obtuvieron jugo a partir de zumo de uva el cual fue pasteurizado a 75 ºC y

77 ºC durante 17 min y 20 min, analizaron el contiendo de fenoles totales por el método de Folin Ciocalteu y los resultados fueron 62.4 expresados en mg Ácido Gálico equivalente/L de muestra. Mientras que en el presente trabajo de investigación se reportaron valores de 52.8 expresado en mg de ácido Gálico eq/100 g de muestra a temperatura de 80 ºC, así mismo, no se encontró diferencias significativas con respecto a los tiempos de exposición. De esta manera se corrobora lo descrito por Colina *et al.* (2012), donde indica que la temperatura no influye de manera directa en el contenido de compuestos fenólicos de los zumos de frutas.

VI. CONCLUSIONES.

Según los resultados obtenidos en la presente investigación se puede concluir lo siguiente:

- ✓ La evaluación de la capacidad antioxidante y de polifenoles del jugo extraído de los tallos de la caña de azúcar a Temperatura de 80 ºC y 10 minutos de pasteurización, demostró tener resultados óptimos, destacándose de entre los demás tratamientos.

- ✓ El mejor tratamiento en estudio fue a temperatura de 80 ºC y tiempo de 10 minutos de pasteurización, en las cuales los parámetros del jugo de caña mantiene las características fisicoquímicas.

- ✓ El jugo de caña de azúcar obtenido en envases de vidrio, mantiene las características fisicoquímicas como ºBrix, pH y acidez titulable, haciendo un producto óptimo para el consumo.

VII. RECOMENDACIONES.

De acuerdo con las conclusiones obtenidas en la presente investigación se puede recomendar lo siguiente:

- ✓ Se recomienda para las empresas de industria alimentaria elaborar un jugo de caña de azúcar con parámetros de 80 ºC a tiempo de 10 min de pasteurización, debido a que altera significativamente la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles totales, así como las características fisicoquímicas y por consiguiente es beneficiosa para la salud.

- ✓ Elaborar trabajos de investigación con adición del jugo de caña como un medio edulcorante natural en bebidas refrescantes y evaluar las características fisicoquímicas, capacidad antioxidante y el contenido de fenoles totales.

- ✓ Realizar un correcto lavado de los tallos de caña antes de su ingreso a planta y su próxima extracción del jugo para evitar que materiales extraños se filtren al jugo obtenido, haciendo una variación del color.

- ✓ Antes de utilizar cualquier instrumento de medición en laboratorio realizar una inspección para evitar obtener datos erróneos al momento de los análisis.

- ✓ Implementar las Buenas Prácticas de Manufactura antes, durante y después de haber realizado la extracción del producto final en jugo de caña.

VIII. LITERATURA CITADA.

Abanto, G. 2015. La evaluacion del cultivo de caña de azúcar, y su influencia en el nivel de calidad de la caña. Agricultores Independiente de Laredo 2014. Tesis Licenciado en Administracion. Trujillo, Perú. Universidad Nacional de Trujillo. 1–117.

Abbs, S., Mubashar, S., Dilmawaz, S., Augusti, A., Linde, M. 2014. Phenolic profile, antioxidant potential and DNA damage protecting activity of sugarcane *(Saccharum officinarum).* Quimica de Alimentos, 147(15), 10–16.

Aguilar, N. 2011. Effect of Storing of Sugar Cane Bagasse on Physical Properties from Cellulose for Paper. Ingeniería, Investigación y Tecnología, 12(2), 189–197.

Aguirre, M., Poveda, C. 2010. Jugo de caña de azucar envasado en vidrio. Programa de especializacion tecnica en alimentos. Escuela Superiro Politecnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. 1–68.

Anticona, M., Frigol, A., Esteve, M., Benites, S., Otiniano, N. 2017. Determinación de la capacidad antioxidante y contenido de compuestos fenólicos de *(Saccharum officinarum* L.*)* Cultivados La Libertad, Perú. Revista UCV-Scientia, 9(1), 52.

Aoki, I. 1987. Clarificação de caldos de cana: comparação entre os processos de sulfitação e carbonatação. Tesis Doctorado en Ingenieria. São Paulo, Brasil. Universidad de São Paulo. 1–177.

Bajaña, Y. 2014. Tiempos y temperaturas de pasteurizacion en la conservacion del jugo de caña de azucar *(Saccharum officinarum). S*anto Domingo de los Tsachilas. Tesis Ingeniero en Alimentos. Quevedo, Ecuador. Universidad

Técnica Estatal de Quevedo. 1–117.

Batista, J., Ferrari, E., Aparecida, R., Pozar, I., Zimback, L., Guimaraes de Andrade, M. 2004. Composição química de genótipos de cana-de-açúcar em duas idades, para fins de nutrição animal. Scielo, 63(3), 341–349.

Benítez, J., Guagalango, R. 2011. Evaluación de dos biocidas e implicaciones económicas del procedimiento de sanitización de jugos de caña en el área de molinos del iancem. Tesis Ingeniero Agroindustrial. Ibarra, Ecuador. Universidad Técnica del Norte. 1–141.

Calderon, N. 2011. Determinación de la influencia de la temperatura y tiempo de pasteurización del jugo de caña *(Saccharum officinarum)* en el proceso artesanal para fines de mejorar la vida util. Tesis Ingeniero en Aliemntos. Manabi, Ecuador. Universidad Laica Eloy Alfaro . 1–80.

Cassalett, C., Torres, J., Echeverri, C. 1995. El cultivo de la caña en la zona azucarera de Colombia. Cali, Colombia. Centro de Investigacion de La Caña de Azucar de Colombia, 412.

Castillo, M. 2015. Determinación de la concentración de fenoles totales por el método de folin- ciocalteu en el jugo de caña de azúcar de las variedades CP72- 2086, CP88-1165 Y CP73-1547 utilizadas en el ingenio trinidad. Tesis Ingeniero Quimico. Guatemala, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 1–102.

Ceja, Y. 2014. Elaboración de panela blanca a partir de jugo de caña purificado con carbon activado de bagazo y ultrafiltración. Tesis Ingeniero en Alimentos Veracruz, Mexico. Universidad Veracruzana.

CODEX STAN 247. 2005. NORMA GENERAL PARA ZUMOS (JUGOS) Y NÉCTARES DE FRUTAS. 1–21.

Colina, J., Guerra, M., Guilarte, D., Alvarado, C. 2012. Contenido de polifenoles y capacidad antioxidante de bebidas elaboradas con panela. Scielo, 62(3), 303–310.

Cruz, R., Vieira, M., Silva, C. 2008. Effect of heat and thermosonication treatments on watercress (Nasturtium officinale) vitamin C degradation kinetics. Innovative Food Science y Emerging Technologies, 9(4), 483–488.

Duarte, J., Salatino, A., Genovese, M., Lajolo, F. 2011. Phenolic composition and antioxidant activity of culms and sugarcane *(Saccharum officinarum* L.) Products. Food Chemistry, 125(2), 660–664.

Edgerton, C. 1958. Sugar Cane and its Diseases. U.S.A. Louisiana State University Press. Baton Rouge, 301.

Fauconnier, R., Bassereau, D. 1975. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. La caña de azúcar. Barcelona, España. Editorial Blume.

Fellow, P. 2000. Tecnología del procesado de los alimentos. 3 era Edicion. Principios y práctica.

Flores, J., Tafur, P. 2012. Conservación de jugo de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar) como bebida refrescante. Universidad Nacional de La Amazonía Peruana (UNAP). Facultad de Industrias Alimentarias, 3(2), 139–151.

Garcés, B. 2021. Evaluación de las diferentes proporciones de mucilago de cacao *(Theobroma cacao* L*.)* CCN-51 y jugo de caña de azúcar *(Saccharum officinarum* L*.)* En la elaboración de jalea. Tesis Ineniero Agroindustrial. Pucallpa, Perú. Universidad Nacional de Ucayali. 1–79.

Garelli, F., Ramírez, M., Domínguez, A., Angulo, M. 2009. Simulación de un algoritmo para controlar el nivel en tolva ante alimentación discontinua de caña. Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial, 6(3), 54–60.

Guillermo, N. 2013. Estudio de prefactibilidad para la creación de una empresa dedicada a la industrialización y comercialización de los derivados de la caña de azúcar. Tesis ingeniero industrial. Lima, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. 1–106.

Hamerski, F. 2009. Estudio de variables en el proceso de carbonatación del caldo de caña de azúcar. Tesis Master en Tecnología de Alimentos. Curitiba, Brasil. Universidad Federal de Paraná. 1–148.

Hernández, F., Hernáandez, H., Valencia, A., Toledo, J. 2013. El sector cañero en Nayarit desde una perspectiva organizacional y ambiental. Fundación Universitaria Andaluza Inca Garcilaso.

Hostalet, A. 2009. Determinación de las propiedades antioxidantes del zumo de caña, panela y azúcar moreno. Tesis Master Ingenieria de Alimentos. Valencia, España. Universitat Politècnica de València. 1–17.

León, I., Pérez, R. 2018. Efectos de la pasteurización en el contenido de antocianinas y fenoles totales en el jugo de uva *(Vitis vinífera* L.*)* variedad red globe. tesis ingeniero agroindustrial y comercio exterior. Pimentel, Perú. Universidad Señor de Sipán. 1–97.

Lopez, J. 2015. La caña de azucar *(Saccharum officinarum)* para la producción de panela. caso: nordeste del departamento de Antioquia. Tesis Ingeniero Agronomo. Medellin, Colombia. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. UNAD. 1–70.

Luna, M., Delgado, A. 2014. Contribución y estabilidad de antioxidantes en frutos y productos de tomate *(Solanum lycopersicum* L). Avances en Investigación Agropecuaria, 18(1), 51–56.

Maca, M., Osorio, O., Mejía, D. 2013. Inactivación Térmica de Pectinmetilesterasa en Tomate de Árbol *(Solanum betaceum).* Información Tecnológica, 24(3), 41–

50.

Mantilla, I. (2020). Efecto de la proporción de jugo de caña *(Saccharum officinarum)* clarificado: extracto de clorofila comercial en las características fisicoquímicas, funcionales y sensoriales de una bebida. Tesis Ingeniero Agroindustrial. Trujillo, Perú. Universidad Cesar Vallejo. 1–82.

Meade, G., Lawson, G. 1967. Manual del azúcar de caña : para fabricantes de azúcar de caña y químicos especializados. Barcelona, España. Barcelona: Montaner y Simón, 940.

Ministerio de Agricultura y Riego. 2015. Caña de azucar. Ficha tecnica. Lima, Perú. Https://www.minagri.gob.pe/portal/29-sector-agrario/azucar/243 produccion?Start=3

Olivares, S., Carrión, N., Calderón, J. 2017. Evaluación del tiempo de fermentación y temperatura de pasteurización para la obtención de bebida gasificada a partir de jugo de *Saccharum officinarum* L. “caña de azúcar.” Revista Científica UNTRM Ciencias Naturales e Ingeniería, 2(1), 26.

Patthamakanokporn, O., Puwastien, P., Nitithamyong, A. 2008. Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. Journal of Food Composition and Analysis, 21(3), 241–248.

Peñarrieta, J., Tejeda, L., Molliendo, P., Villa, J., Bravo, J. 2014. Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. Revista Boliviana de Química, 31(2), 68–81.

Pollak, M., Helfgott, S., Tejada, J. 2018. El cultivo de caña de azúcar en la Costa del Perú durante los eventos de El Niño 1982-83 y 1997-98. Ecología Aplicada, 17(1), 1176.

Quezada, J. 2015. Determinación e información del consumo de jugo de caña

pasteurizado y embotellado, en la ciudadela urdesa de la ciudad de guayaquil y la elaboración de un plan de mercadeo. Tesis licenciado en publicidad y mercadotecnia. Guayaquil, ecuador. Universidad de.Guayaquil 1–115.

Quezada, W. 2007. Guia tecnica de agroindustria panelera. Ibarra, Ecuador. 1–159.

Rechner, A., Kuhnle, R., Bremner, G., Hubbard, P., Moore, P., Rice, C. 2002. The metabolic fate of dietary polyphenols in humans. Free Radical Biology and Medicine, 33, 220–235.

Rodríguez, J. 2017. Efecto de la temperatura de pasteurizacion en la establidad del jugo de caña de azucar. Tesis Ingenieria en Alimentos. Manabí, Ecuador. Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí. 1–50.

Sánchez, F. 1972. Materia Prima: caña de azucar. Impreso en mexico. CIA. Editorial Del Manual Azucarero, S.A.DE C.V. Mexico.

Silva, E., Castillo, F., Molina, J., Benítez, I., Santacruz, A., Castillo, R. 2011. Selección de progenitores, varianzas genéticas y heredabilidad para acumulación temprana de sacarosa en caña de azúcar. Revista Fitotecnia Mexicana, 34(2), 107–114.

Simbaña, K. 2013. Estudio de la factibilidad para la creacion de una empresa dedicada a la produccion y comercializacion de jugo natural de caña de azúcar en la cuidad de Quito. Tesis Ingeniero comercial. Quito, Ecuador. Universidad Pólitecnica Salesania. 1–199.

Solís, M., Pedreschi, Y., Villar, J. 2017. Comparación del jugo de caña acidificado y envasado en botellas de vidrio (twist off), de dos variedades criollas de caña de azúcar la amarilla *(Saccharum officinarum)* y la morada *(Saccharum robustum)*. guacamaya, 1, 1–21.

Tafur, P. 2010. Conservación de Jugo de *Saccharum officinarum* (caña de azúcar)

como Bebida Refrescante. Tesis Ingeniero en Industrias Alimentarias. Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. 1–107.

Taiz, L., Zeiger, E. 2006. Fisiologia Vegetal. Sinauer Associates, INC. (Vol 1 3er).Publicaciones de la Universidad Jaume.

Vázquez, J., Da Costa, O. 2007. Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas. Ingeniería, Investigación y Tecnología, 8, 249–259.

Villalta, W. 2012. Beneficios de la panela producida orgánicamente frente al azúcar blanca. Tesis Ingeniero Agronomo. Cuenca, Ecuador. Universidad de Cuenca. 1–107.

Zossi, B., Cárdenas, G., Sorol, N., Sastre, M. 2011. Influencia de compuestos azúcares y no azúcares en la calidad industrial de caña de azúcar en Tucumán, R. Argentina: caña verde y quemada. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán, 88(1), 13–21.

IX. ANEXOS.

Anexo 1.

Durante el desarrollo del presente trabajo de investigación se emplearon metodologías para determinar las características fisicoquímicas del jugo de caña.

Recuadro 1A. Determinación de solidos solubles expresados en ºBrix.

Los sólidos solubles son una unidad el cual se expresa en ºBrix y nos permite determinar en cociente total de materia de una muestra por lo general son azucares disueltos en un medio acuoso. Los ºBrix se miden con la ayuda de un refractómetro el cual mide a través del índice de refracción, es la refracción de la luz de una solución el cual es un parámetro de calidad en alimentos.

Instrumentos y materiales:

- Vaso de precipitado de 50 ml.
- Papel filtro.
- Paleta de vidrio.

Procedimiento:

- Se coloca el papel filtro en la boca del vaso de precipitado para obtener una muestra para su determinación de ºBrix, se espera que la muestre acabe de filtrar y es llevado a otro vaso de precipitado.
- Con la ayuda de un gotero se deja caer sobre el prisma del refractómetro y luego se anota el dato que se muestra en la pantalla.

Recuadro 2A. Determinación de pH.

El contenido de pH en una muestra se determina con un potenciómetro o pH meter el cual posee un rango de lectura de 0 a 14 de escala pH. Este instrumento de medición cuenta con sistema de electrolitos que de estar en contacto con la muestra es sumergida en solución buffer (agua destilada con pH de 6) con el objetivo de poner en neutro y luego se hace la lectura correspondiente. El cual consta en colocar una muestra en un vaso de precipitado con capacidad de 50 ml paso siguiente sumergir el electrolito en la muestra y se obtiene la lectura en la pantalla digital.

Instrumentos y materiales:

- Pipetas de 20 ml.
- Probeta de 50 ml.
- Papel filtro.
- Paleta de vidrio.
- Vaso de precipitado 50 ml.

Procedimiento:

- Calibrar el instrumento de medición con solución buffer.
- Colocar en un vaso de precipitado 30 ml de muestra filtrada.
- Introducir el electrodo en la muestra y tomar en dato mostrado en la pantalla digital.

Recuadro 3A. Determinación de acidez titulable.

La acidez de una sustancia se determina por métodos volumétricos. Ésta medición se realiza mediante una titulación, la cual implica siempre tres agentes o medios: el titulante, el titulado (o analito) y el indicador. Cuando un ácido y una base reaccionan, se produce una reacción; reacción que se puede observar con un indicador. Un ejemplo de indicador, y el más común, es la fenolftaleína (C20 H14 O4), 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.

Equipos y materiales:

- Soporte universal.
- Bureta.
- Pipetas de 1 ml.
- Probeta.
- Vaso precipitado de 100 ml.
- Matraces de 50 y 100 ml.
- Papel filtro.

Reactivos:

- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Fenolftaleína (C20 H14 O4).

Procedimiento:

- Diluir la muestra en una proporción 1:1 (1 de muestra y 1 de agua destilada).
- Triturar la muestra y luego decantarlo. Se toma 10 ml de muestra.
- Se enrasa a 50ml. con agua destilada.

- Se titula con una solución de NaOH 0.1 N y utilizando fenolftaleína como indicador, hasta que vire a rosa tenue.

Cálculo:

$$\%\text{ACIDEZ} = \frac{\text{V NaOH} * \text{N NaOH} * \text{meq acido "X"} * 100}{\text{V}}$$

Dónde:

- V NaOH= volumen de NaOH usado para la titulación.
- N NaOH= normalidad del NaOH.
- Meq acido N “X”= Miliequivalente de acido
- V= volumen de la muestra.

Recuadro 4A. Determinación de la capacidad antioxidante por el Método ABTS.

El radical ABTS se obtiene tras la reacción de ABTS (7 mM) con per sulfato potásico (2,45 mM, concentración final) incubados a temperatura ambiente (±25ºC) y en la oscuridad durante 16 h. Una vez formado el radical ABTS•+ se diluye con etanol hasta obtener un valor de absorbancia comprendido entre 0,70 (±0,1) a 754 nm (longitud de onda de máxima absorción).

Las muestras filtradas (antocianas) se diluyen con etanol hasta que se produce una inhibición del 20 al 80%, en comparación con la absorbancia del blanco, tras añadir 20 µL de la muestra. A 980 µL de dilución del radical ABTS•+ así generado se le determina la A754 a 30ºC, se añade 20 µL de la muestra y se mide de nuevo la A754 pasado 1 minuto.

La absorbancia se mide de forma continua transcurridos 7 minutos. El antioxidante sintético de referencia, Trolox, se ensaya a una concentración de 0-15 µM (concentración final) en etanol, en las mismas condiciones, lo que se hace también con ácido ascórbico (0-20 mg/100 mL). Los resultados se expresan en TEAC (actividad antioxidante equivalente a Trolox) y en VCEAC (actividad antioxidante equivalente a vitamina C), en este último caso por tratarse de alimentos.

Recuadro 5a. Determinación de polifenoles totales por el método de Folin Ciocalteu

El ensayo Folin Ciocalteu se utiliza como medida del contenido en compuestos fenólicos totales en productos vegetales. Se basa en que los compuestos fenólicos reaccionan con el reactivo de Folin-Ciocalteu, a pH básico, dando lugar a una coloración azul susceptible de ser determinada espectrofotométricamente a 765 nm. Este reactivo contiene una mezcla de wolframato sódico y molibdato sódico en ácido fosfórico y reacciona con los compuestos fenólicos presentes en la muestra. El ácido fosfomolibdotúngstico (formado por las dos sales en el medio ácido), de color amarillo, al ser reducido por los grupos fenólicos da lugar a un complejo de color azul intenso, cuya intensidad es la que medimos para evaluar el contenido en polifenoles.

Material e instrumentación:

- Espectrofotómetro UV-Visible.
- Balanza analítica.
- Centrífuga.
- Agita tubos (vortex).
- Matraces aforados de 25 mL y 10 mL.
- Vasos de precipitados de 50 mL.
- Pipetas de 1, 5 y 10 mL.
- Tubos de ensayo con tapón.
- Tubos de centrífuga.
- Cubetas de plástico de 3 mL para espectrofotometría visible.

Reactivos químicos:

- Ácido Gálico
- Metanol
- Agua destilada

- Reactivo de Folin-Ciocalteau
- Carbonato sódico 7,5% y Fluoruro de sodio

Procedimiento experimental:

Preparación de disoluciones patrón de ácido gálico:

En este ejemplo se hará una disolución de ácido gálico de 100 mg/L (disolución concentrada o madre), a partir de esta disolución se prepararán 10 mL de disoluciones diluidas de concentraciones crecientes de ácido gálico entre 0 y 16 ppm.

Para ello se procederá de la siguiente manera:

- Preparar los tubos de ensayo numerados.
- Añadir a cada tubo la cantidad correspondiente de agua destilada.
- Añadir a cada tubo la cantidad correspondiente de ácido gálico.
- Agitar en vortex y mantener en oscuridad y en refrigeración.

Anexo 2.

Tablas y gráficos de los resultados de los análisis fisicoquímicos, pH, Acidez titulable, solidos solubles, capacidad de antioxidantes y contenido de fenoles totales.

Tabla 11A. Valores obtenidos de solidos solubles expresados en ºBrix.

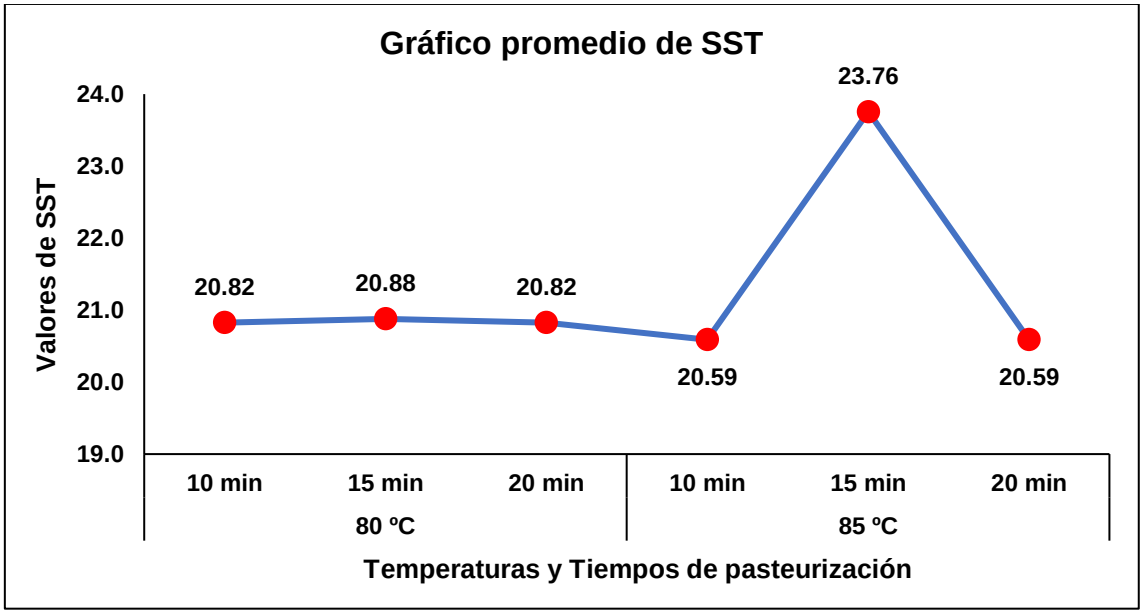
F "A"	F "B"	Replicas			Promedio	Desvst.M
80 ºC	**10 min**	20.93	20.40	21.13	20.82	0.38
	15 min	21.10	20.40	21.13	20.88	0.41
	20 min	20.93	20.40	21.13	20.82	0.38
85 ºC	**10 min**	20.57	20.43	20.77	20.59	0.17
	15 min	23.23	24.33	23.70	23.76	0.55
	20 min	20.57	20.43	20.77	20.59	0.17

Fuente propia.

FA: Temperatura.

FB: Tiempo.

Figura 4A. Grafico del comportamiento de los sólidos solubles.



Fuente propia.

Tabla 12A. Valores obtenidos de acidez titulable expresado en porcentaje.

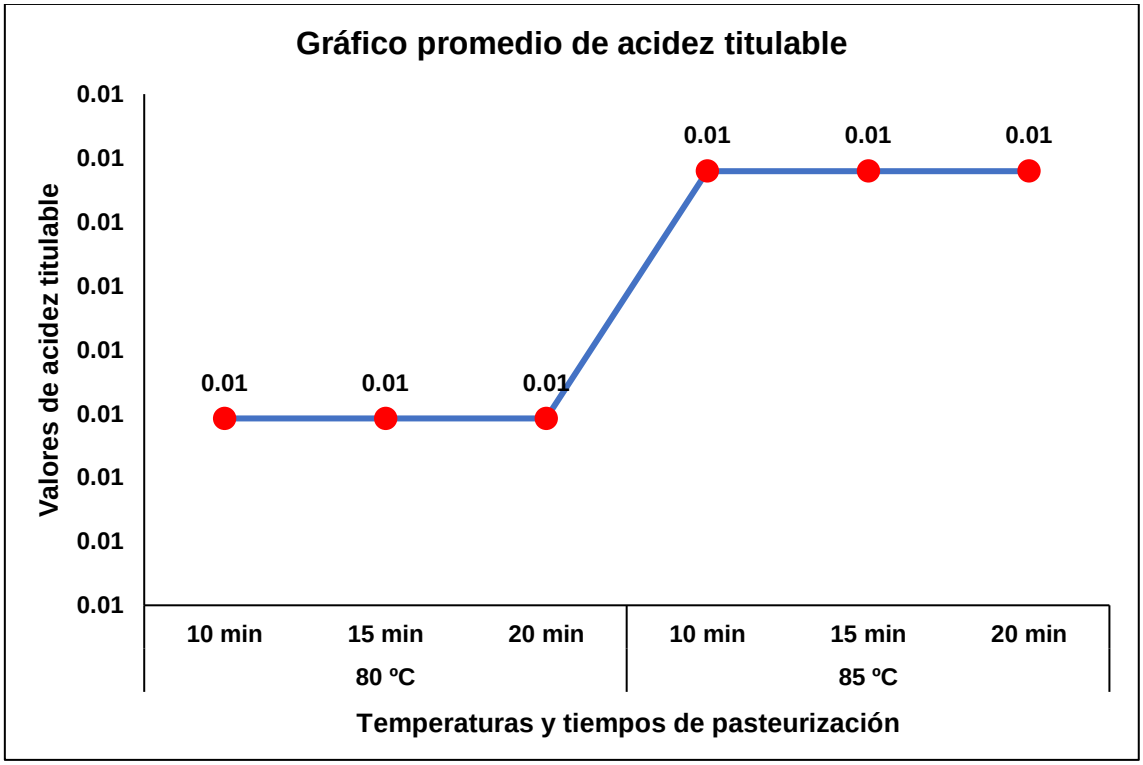
F "A"	F "B"	Replicas			Promedio	Desvst.M
80 ºC	10 min	0.01	0.02	0.01	0.01	0.004
	15 min	0.01	0.02	0.01	0.01	0.004
	20 min	0.01	0.02	0.01	0.01	0.004
85 ºC	10 min	0.02	0.02	0.01	0.01	0.004
	15 min	0.02	0.02	0.01	0.01	0.004
	20 min	0.02	0.02	0.01	0.01	0.004

Fuente propia.

FA: Temperatura.

FB: Tiempo.

Figura 5A. Grafico del comportamiento de la acidez titulable.



Fuente propia.

Tabla 13A. Valores obtenidos de pH.

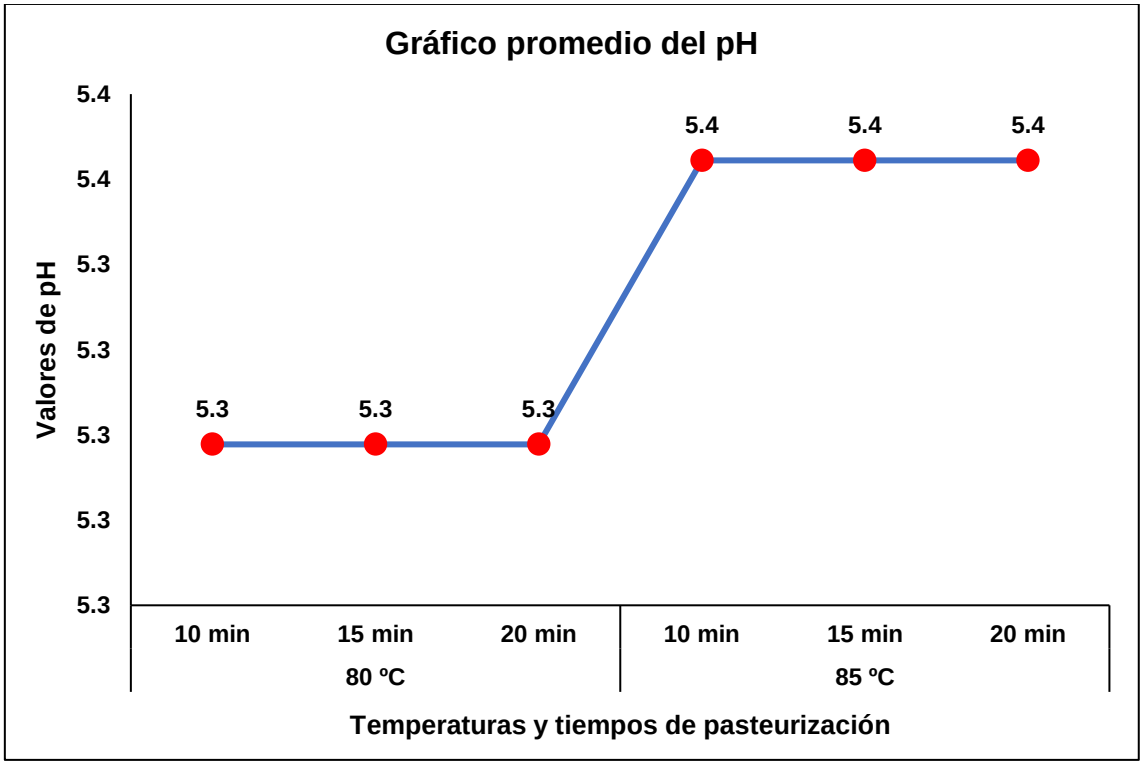
F "A"	F "B"	Replicas			Promedio	Desvst.M
80 ºC	**10 min**	5.5	5.3	5.2	5.3	0.2
	15 min	5.5	5.3	5.2	5.3	0.2
	20 min	5.5	5.3	5.2	5.3	0.2
85 ºC	**10 min**	5.4	5.3	5.3	5.4	0.1
	15 min	5.4	5.3	5.3	5.4	0.1
	20 min	5.4	5.3	5.3	5.4	0.1

Fuente propia.

FA: temperatura.

FB: Tiempo.

Figura 6A. Grafico del comportamiento del pH.



Fuente propia.

Tabla 14A. Valores obtenidos de capacidad antioxidante.

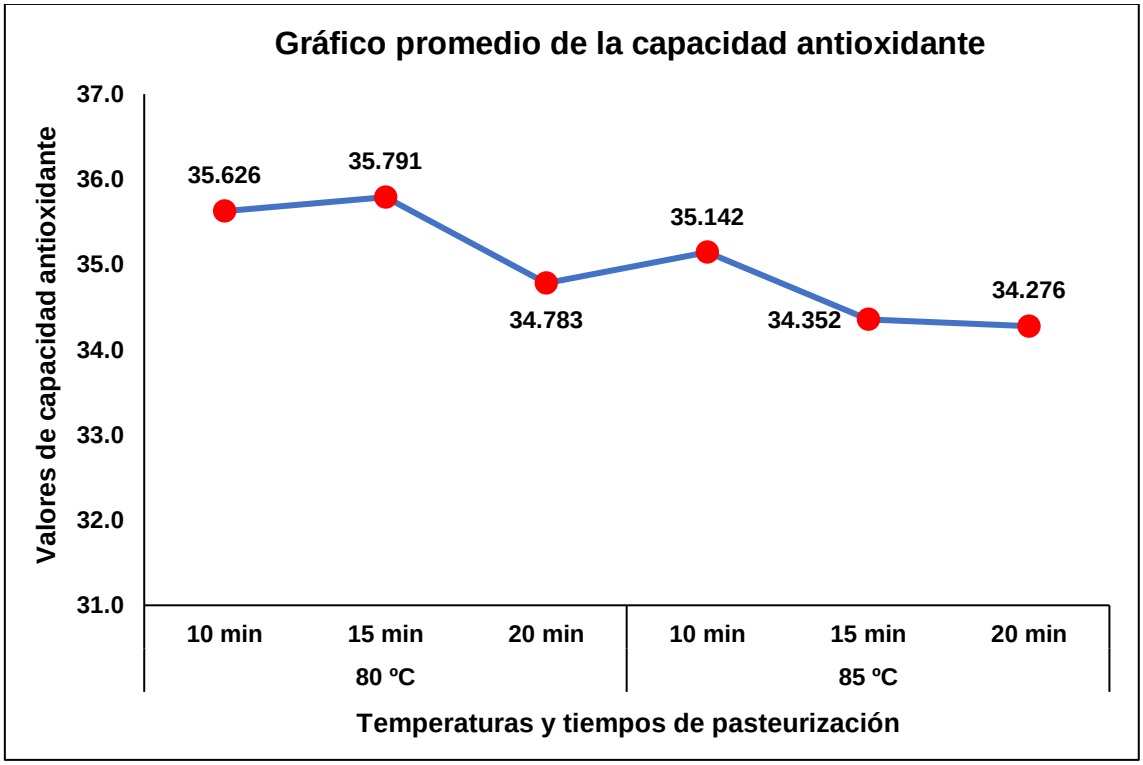
F "A"	F "B"	Replicas			Promedio	Desvst.M
80 ºC	**10 min**	35.542	35.465	35.872	35.626	0.22
	15 min	35.683	35.783	35.906	35.791	0.11
	20 min	34.892	34.723	34.733	34.783	0.09
85 ºC	**10 min**	35.541	35.324	34.562	35.142	0.51
	15 min	34.322	34.112	34.623	34.352	0.26
	20 min	33.918	34.001	34.91	34.276	0.55

Fuente propia.

FA: temperatura.

FB: Tiempo.

Figura 7A. Grafico del comportamiento de la capacidad antioxidante.



Fuente propia.

Tabla 15A. Valores obtenidos de contenido de fenoles totales.

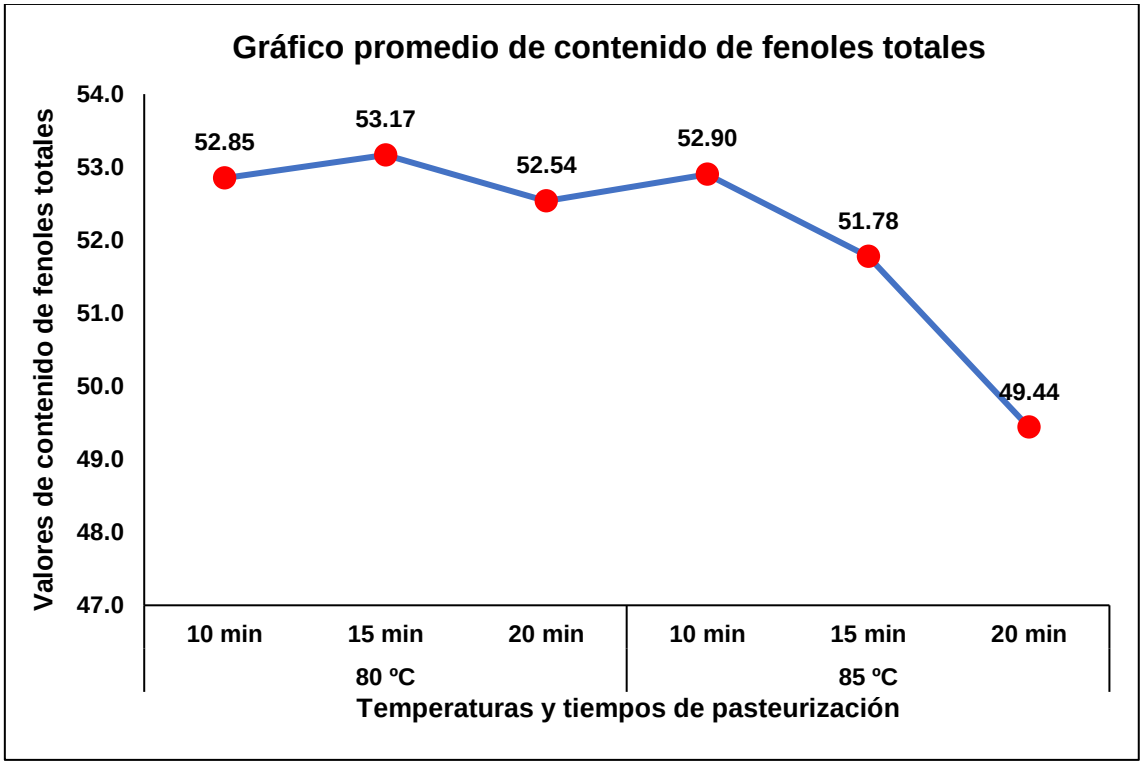
F "A"	F "B"	Replicas			Promedio	Desvst.M
80 ºC	10 min	53.23	53.20	52.12	52.85	0.63
	15 min	52.60	53.60	53.30	53.17	0.51
	20 min	52.23	52.92	52.46	52.54	0.35
85 ºC	10 min	53.32	53.21	52.18	52.90	0.63
	15 min	51.88	51.53	51.92	51.78	0.21
	20 min	49.42	49.54	49.35	49.44	0.10

Fuente propia.

FA: temperatura.

FB: Tiempo.

Figura 8A. Grafico del contenido de fenoles totales.



Fuente propia.

Anexo 3.

Tablas de análisis de varianza de las características fisicoquímicas del jugo de caña obtenido.

Tabla 16A. Análisis de varianza para los sólidos solubles expresados en ºBrix.

Fuente	S.C	Gl	C.M	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:temperatura	2.92014	1	2.92014	21.41	0.0006
B:tiempo	10.3684	2	5.1842	38.01	0.0000
Interacciones					
AB	9.65138	2	4.82569	35.38	0.0000

Residuos	1.63653	12	0.136378		
Total (corregido)	24.5765	17			

Fuente propia.

Corrido en Software estadístico Statgraphics Centurión versión 2017.

Tabla 17. Análisis de varianza para la acidez titulable expresado en porcentajes.

Fuente	S.C	Gl	C.M	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:temperatura	0.00005	1	0.005	1.50	0.2442
B:tiempo	0	2	0	0.00	1.0000
Interacciones					
AB	0	2	0	0.00	1.0000
Residuos	0.0004	12	0.0033		
Total (corregido)	0.0045	17			

Fuente propia.

Corrido en Software estadístico Statgraphics Centurión versión 2017.

Tabla 18A. Análisis de varianza para el pH.

Fuente	S.C	Gl	C.M	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:temperatura	0	1	0	0.00	1.0000
B:tiempo	0	2	0	0.00	1.0000
Interacciones					
AB	0	2	0	0.00	1.0000
Residuos	0.16	12	0.0133		
Total (corregido)	0.16	17			

Fuente propia.

Corrido en Software estadístico Statgraphics Centurión versión 2017.

Tabla 19A. Análisis de varianza para la capacidad antioxidante.

Fuente	S.C	Gl	C.M	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:temperatura	3.0422	1	3.0422	27.38	0.0002
B:tiempo	2.3077	2	1.15389	10.39	0.0024
Interacciones					
AB	0.9344	2	0.4672	4.20	0.0413
Residuos	1.3333	12	0.1111		
Total (corregido)	7.6177	17			

Fuente propia.

Corrido en Software estadístico Statgraphics Centurión versión 2017.

Tabla 20A. Análisis de varianza para el contenido de fenoles totales.

Fuente	S.C	Gl	C.M	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:temperatura	9.84201	1	9.8420	47.72	0.0000
B:tiempo	11.8827	2	5.9412	28.81	0.0000
Interacciones					
AB	7.4754	2	3.7377	18.12	0.0002
Residuos	2.4747	12	0.2062		
Total (corregido)	31.675	17			

Fuente propia.

Corrido en Software estadístico Statgraphics Centurión versión 2017.

Anexo 4.

Resultados de los ensayos practicados para capacidad antioxidante y contenido de fenoles totales del jugo de caña.



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

INFORME DE ENSAYOS
Nº 005174 - 2021

SOLICITANTE	: **VALERA GONZALES WILDER LUIS**
DIRECCIÓN LEGAL	AV. 5 ESQUINAS #180 - PUCALLPA
	: RUC: **10459153972** Teléfono: 988227172
PRODUCTO	: **JUGO DE CAÑA**
NÚMERO DE MUESTRAS	: Uno
IDENTIFICACIÓN/MTRA.	: S.I.
CANTIDAD RECIBIDA	: 1468 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.
MARCA(S)	: S.M.
FORMA DE PRESENTACIÓN	: Envasado, la muestra ingresa en botella de vidrio cerrada
SOLICITUD DE SERVICIO	: S/S NºEN-003022 -2021
REFERENCIA	: ACEPTACION TELEFONICA
FECHA DE RECEPCIÓN	: 30/09/2021
ENSAYOS SOLICITADOS	: **FÍSICO/QUÍMICO**
PERÍODO DE CUSTODIA	: No aplica

RESULTADOS :

ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :
ALCANCE : N.A.

ENSAYOS	RESULTADO
1.- Capacidad Antioxidante expres. en micromol de Trolox Equival/100 g de m.)	35783,0
2.- Compuestos Fenólicos P: expres. en mg de Acido Gálico Equival/100 g de m.)	53,6

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :
1.- Amao, Marino y Cano 2001
2.- Swain T, Y Hillis 1959

FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 01/10/2021 Al 22/10/2021.

ADVERTENCIA :
1.- El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
2.- Se prohibe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
3- Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 22 de Octubre de 2021

LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS - UNALM
Dirección Técnica

LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS -UNALM
Ing. Quim. Elsa Huaman Paredes
Directora Técnica (e)
C.Q.P Nº 470

Pág 1/1

Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú
Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794
E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal - la molina calidad total

Anexo 5.

Evidencias fotograficas de la elaboracion del presente trabajo de investigacion.



Figura 10A. Cosecha de la caña de azúcar.



Figura 9A. Inspección de los mejores tallos.



Figura 12A. Molienda de la caña de azúcar.



Figura 11A. Obtención del jugo de caña.



Figura 14A. Filtración del jugo recién extraído.



Figura 13A. Almacenado de las muestras hasta laboratorio.



Figura 16A. Acondicionado de la muestra para sus análisis en fresco.



Figura 15A. Filtrado de las muestras.



Figura 18A. Rotulado de las muestras de jugo de caña.



Figura 17A. Medición del pH de las muestras.



Figura 20A. Medición de los sólidos solubles en ºBrix.



Figura 19A. Determinación de la acidez titulable de la muestra en fresco.



Figura 22A. Esterilizados de los envases a utilizar el jugo de caña.



Figura 21A. Llenado de envases y rotulados.



Figura 24A. Esterilización del producto final.



Figura 23A. Supervisión de la ejecución del trabajo de investigación.