



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS ALTERNATIVAS PARA LA
CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE CAÑA EN LA ELABORACIÓN DE PANELA
GRANULADA EN LA PARROQUIA PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero
Agroindustrial

Autor:

Velásquez Chicaiza Darwin Javier

Tutora:

Trávez Castellano Ana Maricela, Ing. Mg.

LATACUNGA - ECUADOR

Agosto - 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Darwin Javier Velásquez Chicaiza, con cédula de ciudadanía No. 050361555-1, declaro ser autor del presente proyecto de Investigación “Aplicación de metodologías alternativas para la clarificación del jugo de caña en la elaboración de panela granulada en la Parroquia Palo Quemado del Cantón Sigchos”, siendo la Ingeniera Mg. Ana Maricela Trávez Castellano, Tutora del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 18 de agosto del 2023



Darwin Javier Velásquez Chicaiza

Estudiante

CC: 0503615551



Ing. Ana Maricela Trávez Castellano Mg.

Tutora

CC: 0502270937

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **VELASQUEZ CHICAIZA DARWIN JAVIER**, identificado con cédula de ciudadanía **050361555-1**, de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Aplicación de metodologías alternativas para la clarificación del jugo de caña en la elaboración de panela granulada en la Parroquia Palo Quemado del Cantón Sigchos” la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2019 – Marzo 2020

Finalización de la carrera: Abril 2023 - Agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de mayo del 2023

Tutora: Ingeniera Mg. Ana Maricela Trávez Castellano

Tema: “Aplicación de metodologías alternativas para la clarificación del jugo de caña en la elaboración de panela granulada en la Parroquia Palo Quemado del Cantón Sigchos”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 18 días del mes de agosto del 2023.



Darwin Javier Velásquez Chicaiza
EL CEDENTE

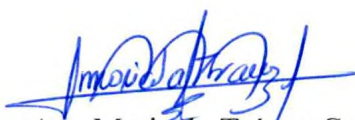
Dra. Idalia Pacheco Tigselema
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de la Tutora del Trabajo de Investigación sobre el título:

“APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS ALTERNATIVAS PARA LA CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE CAÑA EN LA ELABORACIÓN DE PANELA GRANULADA EN LA PARROQUIA PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS”, de Velásquez Chicaiza Darwin Javier, de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 18 de agosto del 2023



Ing. Ana Maricela Trávez Castellano Mg.

DOCENTE TUTORA

CC: 0502270937

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, el postulante: Velásquez Chicaiza Darwin Javier, con el título del Proyecto de Investigación **“APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS ALTERNATIVAS PARA LA CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE CAÑA EN LA ELABORACIÓN DE PANELA GRANULADA EN LA PARROQUIA PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometidos al acto de sustentación del Trabajo de Titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 18 de agosto del 2023



Lector 1 (Presidente)

Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Mg.

CC: 0501773931



Lector 2

Ing. Gabriela Arias Palma, Mg.

CC:1714592746



Lector 3

Quim. Jaime Orlando Rojas Molina, Mg.

CC: 0502645435

AGRADECIMIENTO.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la carrera de Agroindustria que consta con los mejores docentes que en cada paso estudiantil que tuve siempre me impartieron valiosos conocimientos los cuales me ayuden a formarme como un gran profesional.

Finalmente expresar mi más grande y sincero agradecimiento a mi tutora académica, Ingeniera Ana Maricela Trávez Castellano, Mg. por la paciencia y guiarme a mí, en el proceso con sus conocimientos para mi trabajo de titulación.

Velásquez Chicaiza Darwin Javier.

DEDICATORIA

En primer lugar, expresar a Dios mi gratitud por la salud y la vida, por darme siempre su bendición y jamás dejarme solo.

A mi familia que siempre ha sido un pilar muy importante para mí. En especial para mi madre Inés y mi padre Patricio, a quienes me dieron la vida y que gracias a ellos me he podido fomentar con una vida llena de valores y buenas costumbres.

A mis abuelos, mis tíos, mi hermana que siempre han estado para mí apoyándome en todo bríndame su confianza y amor.

A los grandes amigos universitarios que me dieron una mano en momentos que uno se los necesita.

Velásquez Chicaiza Darwin Javier

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS ALTERNATIVAS PARA LA CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE CAÑA EN LA ELABORACIÓN DE PANELA GRANULADA EN LA PARROQUIA PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS”

AUTOR: Velásquez Chicaiza Darwin Javier

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio fue determinar la elaboración de panela granulada utilizando diferentes concentraciones y el tipo de mucílago (balso y nopal) para la clarificación del jugo de caña. Además, se buscó desarrollar un sistema de filtrado para el jugo de caña antes del proceso de cocción. En cuanto al diseño experimental utilizado, se implementó un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial de 2*3. Este diseño permitió controlar variables y evaluar el efecto de 3 concentraciones y 2 tipos de mucílago en la clarificación del jugo de caña. Al analizar los resultados obtenidos se destaca que el tratamiento $t_5 (a_2 b_2)$ con 500ml de jugo de caña y 50g de mucílago de balso mostró los mejores resultados en términos de pH (4,78), °Brix (12,15 g), acidez (0,21%) y turbidez (482,83 NTU). Este tratamiento demostró ser efectivo para la clarificación del jugo de caña al eliminar impurezas y mejorar la transparencia y calidad del producto final. Además, este estudio contribuyó a establecer la concentración acuerdo a las necesidades y con ello también el tipo de mucílago más adecuado para la clarificación del jugo de caña, lo cual es relevante para mejorar los procesos de producción en la industria alimentaria. El desarrollo de un sistema de filtrado eficiente de acuerdo a las necesidades del proceso en la elaboración de panela granulada, se articula con la función sustantiva de vinculación y el convenio con “Maquita” y la investigación parte desde el proyecto de vinculación “Producción y Buenas Prácticas de Alimentos”, puede ser implementado para que el proceso de filtración donde cumpla los estándares de calidad y con ello también garantizar la producción del producto final.

Palabras clave: concentración, mucílago, balso, nopal, clarificación, filtrado y cocción.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURDES

TITLE: "APPLICATION OF ALTERNATIVE METHODOLOGIES FOR CLARIFICATION OF SUGAR CANE JUICE IN THE PRODUCTION OF GRANULATED PANELA IN PALO QUEMADO PARISH, SIGCHOS CANTON"

AUTHOR: Velásquez Chicaiza Darwin Javier

ABSTRACT

The main objective of this study was to determine the production of granulated panela using different concentrations and types of mucilage (balsam and prickly pear) for sugar cane juice clarification. Additionally, a filtering system for sugar cane juice prior to the cooking process was developed. A completely randomized block design with a 2*3 factorial arrangement was implemented. This design allowed for variable control and evaluation of the effect of 3 concentrations and 2 types of mucilage on sugar cane juice clarification. Analysis of the results highlighted that treatment t_5 ($a_2 b_2$) with 500ml of sugar cane juice and 50g of balsam mucilage showed the best results in terms of pH (4.78), °Brix (12.15 g), acidity (0.21%), and turbidity (482.83 NTU). This treatment proved to be effective in clarifying sugar cane juice by removing impurities and improving transparency and quality of the final product. Furthermore, this study contributed to establishing the appropriate concentration and type of mucilage for sugar cane juice clarification, which is relevant for enhancing production processes in the food industry. The development of an efficient filtering system tailored to the process needs in granulated panela production aligns with the linkage function and agreement with "Maquita," and the research stems from the linkage project "Food Production and Good Practices" and can be implemented to ensure that the filtration process meets quality standards and guarantees the production of the final product.

Keywords: concentration, mucilage, balsam, prickly pear, clarification, filtering, and cooking.

INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AGRADECIMIENTO.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
RESUMEN.....	x
INDICE DE CONTENIDO	xii
1 INFORMACIÓN GENERAL	1
2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
3.1. Beneficiarios Directos.....	3
3.2. Beneficiarios Indirectos	3
4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS	5
6.1. Objetivo General.....	5
6.2. Objetivos Específicos	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6

8.1.	Antecedentes	6
8.2.	Fundamentación teórica.....	7
8.2.1.	Panela	7
8.2.2.	Nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>).....	9
8.2.3.	Balso (<i>Ochroma pyramidale</i>)	10
8.2.4.	Mucílago	11
8.2.5.	Jugo de caña.....	11
8.2.6.	Clarificación	12
8.2.7.	Test de pruebas de jarras	13
8.2.8.	Turbidez.....	14
8.2.9.	Filtrado	15
9.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	19
9.1.	Hipótesis nula.	19
9.1.1	Hipótesis alternativa.....	37
9.2.	METODOLOGÍAS.....	20
9.2.1.	Tipos de investigación.....	20
9.3.	Técnicas de investigación	21
9.4.	Instrumentos de investigación	22
9.9.	Resultados de análisis de la caña de azúcar.....	33
9.10.1	Análisis del pH.....	33
10.	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	36

10.1.	Diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial de 2*3.	36
12.	PROPUESTA	62
16.	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	70
17.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
17.1.	Conclusiones	71
17.2.	Recomendaciones.....	72
18.	REFERENCIAS	73
19.	ANEXOS.....	78

INDICE DE TABLA

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados	5
Tabla 2. Propiedades de la tela poliéster (2023).....	16
Tabla 3 Factores de estudio del diseño experimental	36
Tabla 4 Detalle de los tratamientos realizados en la investigación	36
Tabla 5 Variables a evaluar y los indicadores	37
Tabla 6 Cuadro de análisis de varianza de un DBCA en arreglo factorial de 2*3	37
Tabla 7 Resultados de los análisis físicos del jugo de caña.....	38
Tabla 8 Cuadro de análisis de varianza para la variable de (pH)	39
Tabla 13 Cuadro de análisis de varianza para la variable de (Brix)	44
Tabla 14 Prueba de Tukey repeticiones (Brix)	45
Tabla 19 Prueba de Tukey para la concentración (Acidez)	49
Tabla 20 . Prueba de Tukey para los tratamientos (Acidez).....	50
Tabla 21 Cuadro de análisis de varianza para la variable de la (Turbidez)	52
Tabla 22 Tukey repeticiones (Turbidez).....	53
Tabla 23 Prueba de Tukey para el tipo de mucilago (Turbidez)	53
Tabla 24 Prueba de Tukey para la concentración de mucilago (Turbidez)	54
Tabla 25 Prueba de Tukey para los tratamientos (Turbidez).....	55
Tabla 26 Cuadro de análisis de varianza para la variable de la (Residuos).....	57
Tabla 27 Prueba de Tukey para el tipo de mucilago (Residuos)	58
Tabla 28 Prueba de Tukey de la concentración de mucílago (Residuos).....	58

Tabla 29 Prueba de Tukey para la intersección entre variables (Residuos)	59
Tabla 30 Cuadro de variables de los tratamientos	61
Tabla 31 Mejor tratamiento	61
Tabla 32 Resultados del balance general.....	62
Tabla 33 . Presupuesto del proyecto	70

INDICE DE GRÁFICO

Gráfico 1 Diagrama de flujo de la extracción del mucílago.....	24
Gráfico 2 Diagrama del proceso para la clarificación de la caña de azúcar.....	30
Gráfico 3 Resultados de los análisis del nopal y balso.....	38
Gráfico 4 Medias del tratamiento del pH.....	43
Gráfico 5 Medias del tratamiento del °Brix.....	46
Gráfico 6 Medias del tratamiento del Acidez.....	51
Gráfico 7 Medias de los tratamientos de Turbidez.....	56
Gráfico 8 Medias de los tratamientos de Residuos.....	60

INDICE DE IMAGEN

Imagen 1 Selección del mucílago	25
Imagen 2 Lavado del mucílago.....	26
Imagen 3 Pelado del mucílago.....	27
Imagen 4 Trituración del mucílago.....	27
Imagen 5 Extracción del mucílago	28
Imagen 6 Clarificación del jugo de caña	29
Imagen 7 Molienda del jugo de caña.....	31
Imagen 8 Clarificación del jugo de caña	32
Imagen 9 Selección del mucílago	33
Imagen 10 Filtro polipropileno.....	51
Imagen 11 Panela no filtrada	68
Imagen 12 Panela filtrada	68

INDICE DE ANEXO

Anexo 1 Ingreso de datos pH	78
Anexo 2 Ingreso de datos brix.....	79
Anexo 3 Ingreso de datos acidez.....	79
Anexo 4 : Ingreso de datos turbidez.....	80
Anexo 5 Ingreso de datos residuos.....	81
Anexo 6 Recolección de datos	82
Anexo 7 Filtrado de las telas	83
Anexo 8 Recolección jugo de caña	83
Anexo 9 Proceso de filtrado con tela.....	84
Anexo 10 Filtro polipropileno.....	84
Anexo 11 Mucilago	85
Anexo 12 Prueba de jarras.....	85
Anexo 13 Prueba de jarras segundo tratamiento	86
Anexo 14 Aval del Traductor.....	87

1 INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Aplicación de metodologías alternativas para la clarificación del jugo de caña en la elaboración de panela granulada en la parroquia Paolo Quemado del Cantón Sigchos.

Fecha de inicio:

Abril 2023

Fecha de finalización:

Agosto 2023

Lugar de ejecución:

Provincia: Cotopaxi- Zona: 3

Cantón: Latacunga

Parroquia: Salache Bajo

Barrio: Eloy Alfaro

Institución

Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia:

Ingeniería Agroindustrial

Equipo de Trabajo:

Tutora de Titulación: Ing. Trávez Castellano Ana Maricela Mg

Estudiante: Velásquez Chicaiza Darwin Javier

Área de Conocimiento:

Ingeniería, Industria y Construcción.

Proyecto de investigación vinculado:

Fundación Maquita Cushunchic Comercializando Como Hermanos

Línea de investigación:

Desarrollo y seguridad alimentaria.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Investigación-innovación y emprendimientos.

2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La clarificación del jugo de caña es un proceso fundamental en la industria, ya que afecta directamente la calidad y rendimiento de los productos finales como el azúcar y la melaza. Sin embargo, existen desafíos en cuanto a la eficiencia, sostenibilidad y calidad del proceso de clarificación. Por lo tanto, este proyecto de investigación busca analizar y presentar métodos de clarificación utilizados, así como explorar nuevas tecnologías y enfoques innovadores para mejorar la eficiencia y calidad del jugo de caña.

Los resultados obtenidos podrían tener un impacto significativo, al contribuir al desarrollo de prácticas más sostenibles, rentables y respetuosas con el medio ambiente, así como mejorar la competitividad de las empresas del sector, los resultados obtenidos pueden contribuir a la mejora de los estándares de la calidad del jugo de caña, la reducción de costos y el desarrollo de prácticas más sostenibles.

La clarificación del jugo de caña utilizando mucílago de balsa y nopal es esencial en la producción de azúcar y otros derivados del jugo de caña. La clarificación elimina impurezas y materiales no deseados del jugo, lo que mejora la calidad del producto final.

El uso de mucílago de balsa y nopal como agentes clarificantes tiene ventajas significativas. Estas sustancias son naturales, biodegradables y fácilmente disponibles. Al utilizar materiales naturales en lugar de agentes químicos, se reduce el impacto ambiental, los

mucílagos de balso y nopal tienen propiedades clarificantes inherentes. Contienen compuestos que pueden ayudar a atrapar y eliminar las impurezas presentes en el jugo de caña. Estos compuestos actúan como agentes coagulantes y floculantes, facilitando la sedimentación de las partículas no deseadas, cabe mencionar que los mucílagos de balso y nopal son económicos en comparación con otros agentes clarificantes disponibles en el mercado. Esto hace que el proceso de clarificación sea más accesible para los agricultores y productores, especialmente en regiones donde estos recursos naturales son abundantes. Además, el uso de mucílagos de balso y nopal puede tener beneficios adicionales para los agricultores. El proyecto de clarificación del jugo de caña utilizando mucílagos de balso y nopal se justifica por su capacidad para mejorar la calidad del producto final, reducir el impacto ambiental, promover la sostenibilidad, ser económicamente viable y brindar beneficios adicionales a los agricultores. Es una solución innovadora y prometedora en la industria.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos de esta investigación serán los pobladores de la parroquia de Palo Quemado del cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi, siendo un total de 90 socios que conforman el conjunto de micro y macro empresas que se encuentran en la zona de estudio, los mismos que se dedican a la producción de panela granulada y sus derivados, que lo realizan de forma artesanal, de acuerdo al desarrollo de mejoras en el proceso de la panela, el ámbito económico y administrativo mejorará, con ello se asume la mejora del desarrollo sostenible de la zona, y de la misma manera el interés de personas externas aumentará y con ello la inversión en la producción del producto en cuestión se verá beneficiaria.

3.2. Beneficiarios Indirectos

Al hablar de los beneficiarios indirectos se permite mencionar a las plazas y mercados de la población en general de la parroquia de Palo Quemado, y sus alrededores ya que es en donde los comerciantes de panela artesanal expenden su producto y de la misma manera los colaboradores que tengan acceso al beneficio, ya que con ello se permitirá ayudar a la llegada de turistas siendo así mejoras no solo en el ámbito productivo de la zona, si no también se permitirá realzar la economía del cantón de Sigchos y gracias a estos ingresos se podrá conseguir mejor rentabilidad para consumidores y productores del cantón y provincia en general.

4. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El desarrollo productivo de la panela, está constituido por procesos como es el ingreso de materia prima, selección, lavado, pelado, trituración, filtrado, clarificación, secado, expendio del producto, el problema detectado y con ello a sugerir un cambio de metodología en dicho proceso es la clarificación, en donde se permitirá la limpieza de impurezas del jugo de caña y mejor desarrollo productivo de la panela.

A nivel general de la producción de caña de azúcar se puede encontrar impurezas en la eficiencia productiva, el impacto ambiental, cosecha anticipada, cosecha tardía afecta a la calidad del producto final, en este caso la panela granulada. El problema se busca investigar y proponer soluciones innovadoras que mejoren la eficiencia, sostenibilidad y calidad del proceso de clarificación, con el objetivo de mejorar la panela granulada y otros productos derivados de la caña de azúcar. Además, se pretende evaluar el impacto económico y ambiental de estas soluciones propuestas, así como su viabilidad técnica y operativa dentro del contexto industrial del jugo de caña.

Las variables del producto determinan la calidad y presentación del producto. Un ejemplo de esto es la madurez y variedades de la caña de azúcar que permite apreciar la calidad de la panela, con ello se puede ejemplificar, cuando no se puede lograr un buen color y textura de panela si la materia prima no ha alcanzado la madurez requerida, lo mismo ocurre con las variedades de caña de azúcar, y el mejoramiento ha permitido lograr el color y la textura deseados. Las variables complementarias, por otro lado, son variables que afectan tanto al proceso como al producto, uno de los más importantes es la composición química del suelo. (Mosquera, 2006)

En la parroquia de Palo Quemado se encuentran grandes tierras de cultivos de caña de azúcar donde sus habitantes se dedican la mayoría a su cultivo y de igual manera a la producción de aguardiente, panelas tipo bloque y, en casos muy raros, panelas granuladas, cabe señalar que los factores productivos no siempre son bien aprovechados por la financiación y apoyo a iniciativas de proyectos comunitarios para mejorar la calidad de sus productos.

La esencia de la panela producida en la Parroquia de Palo Quemado, mantiene características únicas, haciendo referencia a sus propiedades físicas, como el color oscuro, la textura granulada y el sabor dulce, todo lo mencionado porque el desarrollo productivo se lo

realiza de forma artesanal, de manera puntual el color característico que le permite identificarse como oscuro lo asemeja a la falta de metodología de clarificación adecuado.

El jugo de caña no se comercializa ampliamente debido a la falta de proyectos para su industrialización y de la misma manera por la ausencia de expansión del mercado de comercialización del producto. Para mejorar el desarrollo de comercialización de productores, se necesita una técnica de clarificación adecuada para mejorar sus características físicas y facilitar su comercialización, y de la misma manera desarrollar expansión comercial, lo que beneficiaría a los pequeños productores y aumentaría sus ingresos. (Villaruel, 2006)

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

Aplicar metodologías alternativas para el proceso de clarificación del jugo de caña en la elaboración de la panela granulada, en la Parroquia Palo Quemado del Cantón Sigchos.

6.2. Objetivos Específicos

- Determinar la concentración, tipo de mucilago (balso y nopal) en la clarificación del jugo de caña.
- Desarrollar un sistema de filtrado para el jugo de caña previo al proceso de cocción.
- Realizar la propuesta del uso de filtrado polipropileno, en la clarificación del jugo de caña.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados

OBJETIVO	ACTIVIDADES (TAREAS)	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	MEDIOS DE VERIFICACIÓN
Determinar la concentración, tipo de mucilago (balso y nopal) en la clarificación del jugo de caña.	Medición de parámetros físicos. (pH, Acidez, Brix, Turbidez y Residuos) Aplicación del diseño	El mejor tratamiento con los siguientes resultados (500 ml de jugo de caña + 50 g de mucílago balso)	Información del apartado de resultados de cuadro de análisis de varianza para la variable de pH, información en la tabla 3, pág. 54 hasta la pág. 81

	experimental implementando un diseño de bloques completamente al azar en un arreglo factorial de 2*3.		
Desarrollar un sistema de filtrado para el jugo de caña previo al proceso de cocción.	Selección y compra del filtro polipropileno.	Obtención de resultados de la panela, para un análisis visual del filtrado.	Recolección de datos información en el anexos 10, pág. 103
Realizar la propuesta del uso de filtrado polipropileno, en la clarificación del jugo de caña.	Elaboración de un informe de partes específicas o importantes del filtro polipropileno.	Obtención detallada del informe.	Información en el ítem 12. Propuesta del filtro polipropileno, pág. 81 hasta la pág. 88

Fuente: (Velásquez Darwin; 2023)

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1. Antecedentes

De acuerdo al artículo científico con Ortiz C. (2011) en su investigación “*Extracción y secado de floculantes naturales usados en la clarificación del jugo de caña*”, menciona que, en la industria panelera, se emplean floculantes derivados de mucílagos vegetales para clarificar los jugos de caña. Estos mucílagos se obtienen de diversas partes de plantas naturales y, al mezclarse con agua caliente y el jugo de caña, forman una sustancia mucilaginoso. Esta sustancia atrapa los sólidos insolubles presentes en la caña, generando flóculos más grandes (cachaza) que pueden ser removidos físicamente para obtener un jugo limpio.

De acuerdo a la tesis con Tucanes M. (2020) en su investigación “*Consumo de la panela y el manejo adecuado del cultivo*” menciona que, para mantener el consumo de la panela tradicional y las nuevas formas de presentación, es esencial asegurar una calidad que cumpla con las expectativas del consumidor. Con esto se pretende lograr un manejo adecuado del cultivo y un proceso de elaboración basado en buenas prácticas de manufactura. Una operación crucial en este proceso es la clarificación, que debe realizarse de manera adecuada para obtener un producto final con bajo contenido de sólidos insolubles. Estos sólidos pueden

generar colores no deseados y residuos en bebidas o productos que utilicen la miel o la panela como materia prima.

De acuerdo a la tesis con Barona A. (2020) en su investigación “*Proceso de elaboración de la panela proceso de producción de panela*” menciona que para la clarificación del jugo se realizará en bandejas de acero inoxidable al borde del horno a una temperatura de unos 40-60°C, desde donde comienza a verterse. Ahora se está introduciendo un pre filtro. Su diseño consiste en un tanque rectangular de 1 metro de largo y 30 cm de largo. 60 de ancho, 60 de alto, con fondo en forma de V y mesa de retención de contaminantes en un extremo. Los contaminantes pesados, como la arena y el lodo, se depositan en el fondo, mientras que los desechos más livianos y el bagazo flotan para formar un colchón y se eliminan manualmente.

El jugo limpio sale de la sección central. El jugo obtenido al triturar la caña es utilizado para hacer Panela, típicamente 18-22 ° Brix (sólidos solubles). Además de los pre limpiadores, se le añaden al jugo extractos acuosos obtenidos por maceración de la corteza de guácimo (*Guazuma ulmifolia lamark*), balso (*Ochroma pyramidale*) y cadillo (*Triumfetta lagull*). Estos clarificadores forman una baba en presencia de agua tibia y cuando se agregan al jugo forman un producto floculado llamado cachaza, que contiene sólidos en suspensión y otras impurezas en el jugo. Esto permite la separación manual cuando flota el agente clarificante en la cuchara. La cal se agrega comúnmente en algunos ingenios azucareros principalmente para ajustar el pH del jugo, no necesariamente como agente clarificante. Generalmente se requiere un pH de 5,2 a 5,6, para una calidad óptima del producto. Si el pH del jugo es ácido, la cal neutraliza la acidez y formará una masa espumosa de impurezas. Esto se quita manualmente colocando una cuchara de metal perforada en el extremo del mango, conocido como "descarga". Esta cachaza debe retirarse del jugo antes que comience a hervir. La separación adecuada de la cachaza del filtro asegura un mejor producto.

8.2.Fundamentación teórica

8.2.1. Panela

La panela es un tipo de azúcar extraído de la caña de azúcar que se clasifica botánicamente del reino vegetal, tipo fanerógamas, subtipo angiospermo, clase monocotiledóneas, familia *poáceas*, especie *spontaneum* y *robustum* (silvestre) o *officinarum* (doméstica), contiene una mezcla de cristales de sacarosa y azúcares reductores, se diferencia

de la azúcar blanca y morena por su sabor y su alto valor nutritivo, incluso superando a la miel de abeja. A diferencia de otros edulcorantes, la panela es rica en carbohidratos, vitaminas, proteínas, grasas, agua y minerales esenciales como calcio, fósforo, hierro, sodio, potasio y magnesio, lo que la hace especialmente beneficiosa para la alimentación infantil. (Lapuerta, 2013)

El desarrollo de alternativas nutritivas para el ser humano en la actualidad juega parte fundamental en la salud del mismo, es por ello que el desarrollo productivo de la panela granulada permite y aplaca las enfermedades que se desarrollan por el consumo excesivo de azúcares como la diabetes.

La panela granulada se destaca por su origen orgánico y su alto valor nutricional, lo cual beneficia al consumo humano. La caña de azúcar, siendo un producto completamente natural, se somete a un proceso orgánico para obtener diversos productos. Es importante destacar que durante la producción de la panela granulada no se utiliza ningún elemento químico. (Guillen, 2020)

De acuerdo a la información mencionada se atribuye a la panela como el producto natural, que permite el uso adecuado y sano hacia el ser humano para que este lo consuma y permita suplantar endulzantes que contengan químicos perjudiciales para la salud personal, es por ello que su producción de forma correcta aumenta su valor, no solo de forma económica si no característica e identificativa.

No solo se puede utilizar para la producción de alimentos, sino que también puede proporcionar insumos a otras industrias, como la farmacéutica. La panela contiene una gran cantidad de componentes nutricionales: azúcar (sacarosa, glucosa, fructosa), vitaminas (parte del complejo (A, B, C, D, E) y minerales (incluyendo el potasio, calcio, fosforo, magnesio, hierro, cobre, zinc, manganeso). (Guamán, 2007)

De manera general la panela constituye características respectivas como es la glucosa, minerales, fructosa y demás, como ya se mencionó. Todo el proceso permite que la panela tenga beneficios hacia la salud y con ello evitar el azúcar común ya que como se conoce afecta directamente a la salud de los consumidores de forma negativa.

Su contaminante no tratado en muchas ocasiones impide que la panela controle su clarificación es por ello que su tratamiento preventivo permitirá solucionar la contaminación de agentes físico químicos.

La materia prima de la panela es la caña de azúcar. La caña de azúcar es una gramínea del género *Saccharum*, originaria de Nueva Guinea y cultivada en regiones tropicales y subtropicales. La forma es recta, tallos cilíndricos de 2 a 5 m de altura, que varían de 2 a 4 cm de diámetro, con nudos prominentes con hojas delgadas alternas. Consta de una parte exterior formada por corteza, generalmente recubierta de una capa de cera de espesor variable que contiene colorantes. Su crecimiento y desarrollo dependen de ciertos factores como la luz, la temperatura, las precipitaciones, el viento y el cultivo.

8.2.2. Nopal (*Opuntia ficus-indica*)

El proceso comienza con la recepción del nopal que se mantiene con algunas características taxonómicas como reino plantae, clase *magnoliophyta*, orden *caryophyllales*, familia *cactaceae*, género *opuntia*. De forma estructural se conoce que está compuesta por 90% de agua, 12% de azúcares y 6,75% de materias nitrogenadas. Se selecciona la materia prima en buen estado, se lavan y se desinfectan con agua clorada. Luego se pesa la materia prima y se cortan trozos del nopal. Finalmente, se filtra para obtener el mucílago del nopal. (Tucanes, 2020)

Los contenidos activos de mucílago son minerales, vitaminas, aminoácidos, fitoesteroles, y compuestos antioxidantes naturales y polímeros que contienen polisacáridos similares debido a su capacidad para formar redes moleculares, la pectina permite la encapsulación y separación de sólidos disueltos en el jugo de caña.

Los procesos de coagulación y floculación se utilizan para eliminar partículas y el propósito de la coagulación es neutralizar o aligerar las partículas en suspensión, cohesión en la práctica, este método se caracteriza por una rápida distribución de productos químicos, lo que permite que el proceso de la clarificación en la producción panelera se pueda efectuar.

El propósito de la aglomeración es promover el contacto entre las partículas dispersas mediante un mezclado lento. Las partículas se agrupan en escamas que se pueden eliminar fácilmente mediante procesos de sedimentación y filtración.

El tronco y las ramas están formados por tallos o ramas ovalados y aplanados que están unidos entre sí y que juntos pueden alcanzar los 5 metros de altura y los 4 metros de diámetro. Al cultivar esta planta su tamaño es aproximadamente 1,5 m de altura y, a diferencia de otras especies de cactus, el tallo consta de un tallo y ramas aplanadas, con una gruesa cutícula verde para la función fotosintética y la retención de agua en los tejidos. (Quiguango, 2011)

8.2.3. Balso (*Ochroma pyramidale*)

Las plantas obtenidas por maceración de cortezas, tallos y hojas, eliminan la materia flotante, la materia espumosa y la materia flotante fina que flota cuando se calienta o se expone al agua. Su estructura taxonómica que se detalla a continuación permite el desarrollo y aporte al proceso de clarificación de la producción de panela; Reino *Plantae*, división *magnoliopsida*, subclase *dilleniidae*, orden malvas, familia *malvaceae*, genero *ochroma*, especie *ochroma pyramidale*. De acuerdo a lo anterior expuesto el balso Tiene un efecto clarificante. Su importancia radica en la capacidad de crear alimentos completamente naturales sin el uso de agentes blanqueadores como el calor. (Rosero, 2010)

El balso, caldillo negro, Guácimo, y Juan Blanco son las especies vegetales utilizadas para obtener los productos hidrolizados utilizados como clarificantes en Panela. Las características básicas de la mayoría de estos productos es que contienen carbohidratos y almidones con una consistencia gelatinosa en la que los sólidos pueden aglomerarse.

En la industria panelera, se utilizan mucílagos como en este caso lo encontramos en el balso (*Ochroma pyramidale*), para la clarificación en el proceso de elaboración de panela. Estos mucílagos se obtienen al macerar la corteza, liberando una sustancia viscosa que, al mezclarse con agua, cambia de color y viscosidad. Luego, este mucílago se agrega al jugo de caña de azúcar destinado a la fabricación de panela. En la etapa de clarificación, se emplean floculantes a altas temperaturas con el objetivo de eliminar impurezas. Esta etapa consiste en remover los sólidos en suspensión, cómo bagacillos, hojas, arenas, tierra y sustancias coloidales, así como los sólidos solubles presentes en el jugo de caña. La clarificación se logra gracias a la combinación de la temperatura del proceso y la acción floculante de ciertos aditivos vegetales, como los cadillos, el balso y el guácimo. (Rincón, 2018)

8.2.4. Mucílago

El tono oscuro del mucílago precipitado se atribuye a la presencia de clorofila de la materia vegetal, lo que sugiere que el uso de hexano en el proceso de desengrase no fue eficiente para eliminar impurezas. Se optó por reemplazar el hexano como solvente por metanol, debido a que este último tiene la capacidad de desintegrar la pared celular, logrando así un intercambio más efectivo entre el tejido vegetal y el solvente. A pesar de esto, tanto la solución obtenida como el precipitado mantienen la misma apariencia que cuando se empleó hexano, lo que sugiere que las impurezas podrían estar compuestas por material articulado del tejido vegetal que es aglutinado por el mucílago o ser resultado de procesos de oxidación durante la extracción. (Tituaña, 2020)

Durante el proceso de extracción del mucílago, el metanol actúa como solvente, rompiendo la pared celular de las células vegetales y permitiendo un intercambio efectivo entre el tejido vegetal y el solvente, jugando parte fundamental las características que lo identifica.

Sin embargo, es importante considerar que el uso de metanol puede tener efectos adversos en ciertos tejidos vegetales, por lo que se recomienda realizar pruebas y ajustar las condiciones de extracción según el tipo de planta utilizada para garantizar resultados óptimos.

8.2.5. Jugo de caña

En Ecuador, la caña de azúcar es un cultivo muy importante y valorado por los agricultores debido a su alta rentabilidad en diferentes zonas adaptadas a sus diversas variedades y condiciones climáticas. Es sorprendente cómo esta planta ha logrado adaptarse a tales circunstancias. (Joel, 2021)

El proceso de obtener sacarosa a partir de la caña de azúcar comienza en el campo. La calidad del material producido depende de factores como la variedad de caña, el suelo, las prácticas de manejo y el grado de madurez. Una caña de alta calidad resulta en mayores rendimientos por tonelada de caña molida, gracias a características como el azúcar con alto contenido de sacarosa, bajo contenido de impurezas y sólidos solubles diferentes a la sacarosa, junto con bajos niveles de fibra, se obtiene mejor con características como tallos erectos, maduración uniforme y facilidad para el corte, lo que garantiza material limpio y de buena calidad para los molinos. (Larrahondo, 2022)

La temperatura es una variable importante en el control del proceso de tratamiento de jugos azucarados y afecta a la calidad final del producto. La relación entre temperatura, concentración y pureza en soluciones azucaradas es utilizada como método de control efectivo en esta industria. El incremento en la concentración de la solución, medida en grados brix, también aumenta el punto de ebullición. Sin embargo, los valores de temperatura para la producción de miel, panela y azúcar natural pueden variar y generar contradicciones debido a que son productos diferentes. En muchas fábricas de panela en Ecuador, la concentración final de la miel se determina mediante métodos subjetivos, lo que resulta en productos finales diversos, especialmente en cuanto a color y textura. (Moreno, 2015)

El jugo obtenido directamente de la molienda está compuesto por sustancias físicas de todos los tamaños, desde partículas gruesas hasta iones y coloides. El material grueso presente en el jugo está compuesto principalmente por tierra, partículas de bagazo y cera. Los coloides, que provienen tanto del suelo como de la caña de azúcar, están formados por partículas del suelo, ceras, grasas, proteínas, vitaminas, gomas, pectinas, taninos y colorantes. El porcentaje de estos coloides es pequeño y varía entre 0,05% y 0,3%. Las dispersiones iónicas y moleculares también están presentes esencialmente a azúcares y constituyentes minerales. (Guamán, 2007)

8.2.6. Clarificación

En el proceso de la clarificación se eliminan las impurezas del jugo, como bagacillos, arena y sólidos solubles, mediante calentamiento y la formación de una masa homogénea que se retira manualmente. (Torres & Vera, 2021)

La clarificación implica agregar agentes coagulantes y floculantes para neutralizar las cargas de los coloides en el líquido, lo que permite que se aglomeran y sedimenten, obteniendo un jugo claro y eliminando los precipitados. El objetivo es obtener un jugo cristalino de color amarillo brillante y transparente. (Torres & Vera, 2021)

El mucílago, al ser pegajoso, tiene la función de adherir los no azúcares a la sustancia pegajosa. Al ser de origen vegetal o natural, no causa efectos adversos en la salud humana, lo que lo convierte en una razón importante para estudiar su eficiencia en la clarificación del jugo de caña. Al ser una buena alternativa, se puede aumentar el uso del floculante vegetal y suspender el uso del floculante sintético en los ingenios azucareros, lo que ayudaría a reducir las impurezas presentes en el jugo de caña. (Castaño, 2022)

El proceso de clarificación en la transformación del jugo de caña en azúcar utiliza la floculación, que consiste en unir las impurezas insolubles suspendidas en el jugo para facilitar su sedimentación. La aglomeración se llama flóculos y se produce por el fenómeno de absorción, donde se extrae materia de una fase para concentrarla en otra fase. En la floculación, la adsorción eléctrica por intercambio tiene lugar, donde las impurezas coaguladas se concentran en la superficie del floculante debido a la atracción electrostática en sus lugares cargados. (Castaño, 2022)

Un clarificador natural es una sustancia que, debido a su consistencia babosa, atrapa impurezas o no azúcares en el jugo, especialmente a altas temperaturas. Esto se debe a que las moléculas del clarificador comienzan a perder cohesión y se mezclan con el aire como vapor de agua. (Torres & Vera, 2021)

Su finalidad es eliminar los sólidos en suspensión, debido a la aglomeración de estas partículas, sustancias coloidales y algunos colorantes están presentes en el jugo durante la producción de Panela. Después del prelavado, el jugo se envía directamente al clarificador a temperatura ambiente y se calienta a 50 o 55 °C. Calentar el jugo acelera la velocidad de migración del jugo, aumentando la coagulación del jugo y la formación de partículas. Permite tamaños y densidades mayores. Estas partículas se eliminan fácilmente por medios físicos. Algunos de los precursores, colorantes e impurezas del producto final permanecen en solución y no pueden eliminarse debido a su tamaño, lo que requiere la adición de otras sustancias que pueden eliminarse manualmente, poner en clarificador agente clarificante que favorece la coagulación de las impurezas presentes en el jugo. (Guamán, 2007)

8.2.7. Test de pruebas de jarras

El equipo de prueba de jarras consta de 6 ejes giratorios y 6 jarras con capacidad de 2 litros cada una, donde cada jarra está debajo de los agitadores que realizan la mezcla rápida o lenta. La unidad de mezcla típica consta de una serie de agitadores de paletas que están conectados mecánicamente para funcionar a la misma velocidad, normalmente entre 10 y 300 RPM. Se sugiere el uso de jarras rectangulares de acrílico transparente con capacidades de 1 a 2 litros como recipientes para la coagulación. (Castaño, 2022)

La prueba de jarras es un ensayo utilizado en plantas de potabilización de agua para determinar el tipo adecuado de coagulante o floculante, la dosis óptima y la velocidad

adecuada de mezclado, simulando los procesos de coagulación, floculación y sedimentación a nivel de laboratorio.

Durante el proceso de coagulación, se lleva a cabo una mezcla rápida para asegurar que los reactivos químicos se pongan en contacto con el agua. Por otro lado, en el proceso de floculación se realiza una mezcla lenta para permitir el contacto entre las partículas y garantizar la formación de flóculos. (Castaño, 2022)

La finalidad de la mezcla rápida en el proceso de coagulación es lograr que los reactivos químicos entren en contacto con las partículas coloidales presentes en el agua. Para ello, se genera turbulencia o movimiento en el líquido contenido en la jarra, lo que desestabiliza las cargas de las partículas y promueve su aglomeración en un corto período de tiempo. Se recomienda una duración de 1 a 3 minutos a una velocidad de 30 a 100 RPM, o de 15 a 60 segundos a una velocidad de 40 a 60 RPM si no se cuenta con una mezcla rápida definida en la planta.

En general, el tiempo de mezcla en el proceso de coagulación no debe exceder los 15 minutos. Un tiempo prolongado puede ocasionar un calentamiento excesivo y una floculación más eficiente, pero una pobre sedimentación debido a la formación de burbujas que se adhieren a los flóculos. Es recomendado practicar de 3-15 minutos a 20-40 rpm. (Acosta, 2006)

8.2.8. Turbidez

La turbidez es la capacidad de un líquido para propagar los rayos de luz. Puede deberse al crecimiento de partículas de arcilla, algas y bacterias de la erosión del suelo la turbidez se mide con un turbidímetro o nefelómetro. (Morejón, 2017)

La turbidez en un medio químico se ha utilizado durante mucho tiempo como medio de identificación de sustancias. Se puede medir la turbidez para determinar la concentración de proteínas en líquidos biológicos utilizando métodos turbidimétricos y nefelométricos. Estos métodos también son útiles para determinar la forma y tamaño de partículas en suspensión. (Ulloa, 2015)

La técnica analítica para medir la turbidez es la turbidimetría, que se basa en la dispersión de luz por partículas en suspensión en una disolución. Mide la disminución de la

transmitancia del haz de luz al atravesar la muestra. La nefelometría, por otro lado, mide el haz de luz en ángulo recto a la dirección de dispersión de las partículas. (Ulloa, 2015)

8.2.9. Filtrado

8.2.9.1. Tela lienzo

La tela lienzo es un material que se puede fabricar a partir de varios gramajes conformado por el 100% algodón (400 gramos de algodón estampado con Pixartprinting) o una mezcla de poliéster y algodón. La tela de lona tiene una excelente adhesión de pigmentos, por lo que puede imprimir en un material duradero con colores extremadamente vibrantes. Una lona de poliéster/algodón aclarará ligeramente los colores de tu estampado, mientras que una lona de algodón 100 % proporcionará un material mucho más duradero. (Blandido, 2019)

El lienzo es un tejido de algodón o cáñamo que tiene una textura abierta y porosa, lo que lo hace muy adecuado para ciertos tipos de filtración. El material es relativamente grueso y resistente, lo que permite que el aire o el líquido fluyan a través de él fácilmente, mientras que los contaminantes son atrapados en las fibras del tejido.

Sin embargo, la eficacia del lienzo como filtro puede variar según el tamaño de las partículas que se están filtrando. El lienzo es adecuado para filtrar partículas grandes, pero no es muy efectivo para filtrar partículas pequeñas, ya que no tiene la capacidad de retener partículas lo suficientemente pequeñas como para ser consideradas microscópicas.

Además, el lienzo puede ser susceptible al desgaste y la rotura, lo que puede afectar su capacidad de filtración a largo plazo. Por estas razones, el lienzo no es el material de filtro más común utilizado en aplicaciones industriales, sino que se utiliza más comúnmente en aplicaciones de filtración menos exigentes, como la limpieza de partículas más grandes de agua, aire o aceite.

8.2.9.2. Tela poliéster

El poliéster es un tipo de resina plástica que se obtiene del petróleo mediante una serie de procesos químicos. Hay muchas variaciones de poliéster, pero la más popular es un termoplástico llamado PET (sintetizado a partir de etilenglicol y tereftalato de dimetilo). Su polimerización produce fibras que luego se utilizan en la ropa. Introducido en la industria hace menos de un siglo, es hoy uno de los más utilizados, especialmente en ropa técnica. (*Textilon*, 2016)

- Tiene un costo muy bajo.
- Peso muy ligero
- Se seca rápidamente y no se arruga fácilmente.
- Tiene buena elasticidad y es bastante resistente a la abrasión, la decoloración, los rayos UVA, las altas temperaturas, las bacterias y el moho.
- Resiste el uso de colorantes químicos y el uso de otros productos.
- Combina muy bien con otro tipo de tejidos para conseguir el resultado adecuado a cada finalidad (tipo de textura, compresión, resistencia a la intemperie, etc.) y crear distintas variaciones del producto base.

Tabla 2. Propiedades de la tela poliéster (2023)

PROPIEDADES	CARACTERÍSTICAS
Elevada elasticidad	Debido a su gran elasticidad es muy resistente a la rotura y a la abrasión.
Estabilidad a la temperatura	El valor que destaca es la temperatura de estabilidad porque a esta temperatura la fibra se hincha y permite el paso del colorante a su interior siendo este el rango de 100 °C -150 °C.
Termo plasticidad	Es una fibra termoplástica, lo que permite un plisado permanente.
Resistencia a los ácidos	Es resistente a los ácidos fuertes y a los ácidos débiles inclusive a temperaturas de ebullición.
Electricidad estática	Tiene una gran afinidad por la electricidad estática.

Fuente: Datos tomando de la empresa de Arletex (2023).

8.2.9.3. Glosario de términos

- **Absorción:** proceso por el cual una sustancia se incorpora a otra, como cuando las raíces de las plantas absorben nutrientes del suelo.
- **Aglutinado:** describe algo que está pegado o adherido junto, como las partículas aglutinadas en una suspensión coloidal.
- **Babosa:** es un molusco gasterópodo sin concha que segrega una sustancia mucilaginoso para protegerse y desplazarse.

- **Bagacillos:** son residuos de la caña de azúcar que se utilizan como combustible o para la elaboración de papel.
- **Balso:** resina líquida obtenida del tronco del árbol balsamero utilizado con fines medicinales y aromáticos.
- **Cachaza:** residuos sólidos restantes después del procesamiento del jugo de caña utilizado como fertilizante orgánico.
- **Cadillos:** residuos fibrosos secos del tallo del algodón utilizados para fabricar papel o relleno.
- **Carbohidratos:** grupo importante de nutrientes compuestos por carbono, hidrógeno y oxígeno que proporcionan energía al cuerpo humano, como los azúcares y almidones.
- **Cera:** Es una sustancia sólida y cerosa secretada por ciertas partes del cuerpo animal o vegetal para protección o lubricación.
- **Clorofila:** es el pigmento verde presente en las plantas responsables de la fotosíntesis, y les da su color característico a las hojas verdes.
- **Coagulantes:** son sustancias que inducen la coagulación de un líquido, como en el proceso de fabricación del queso.
- **Cohesión:** es la capacidad de los elementos de una sustancia para mantenerse unidos entre sí, como en la tensión superficial del agua.
- **Coloides en el líquido:** partículas microscópicas suspendidas en un líquido que no se disuelven completamente.
- **Coloides:** mezclas heterogéneas compuestas por partículas microscópicas suspendidas en un líquido.
- **Corteza:** capa externa protectora de los árboles y algunas frutas, compuesta por células muertas ricas en lignina y celulosa.
- **Cristalino:** describe una sustancia con una estructura cristalina ordenada y simétrica.
- **Edulcorantes:** son sustancias utilizadas para endulzar alimentos sin agregar azúcar, como la stevia o el aspartamo.
- **Electrostática:** rama de la física que estudia las cargas eléctricas en reposo y sus efectos en los objetos.
- **Extracción:** proceso por el cual se separa una sustancia de otra por medio de un solvente, como cuando se extraen los aceites esenciales de las plantas.
- **Farmacéutica:** relacionado con la producción y venta de medicamentos para tratar enfermedades humanas o animales.

- **Fibras textiles:** materiales naturales o sintéticos utilizados para fabricar tejidos textiles.
- **Filtración:** proceso mediante el cual se separan sólidos suspendidos o impurezas presentes en un líquido utilizando medios filtrantes adecuados.
- **Fisuras:** grietas o fracturas superficiales en materiales sólidos causadas por tensiones mecánicas.
- **Floculantes:** son sustancias que provocan la formación de flóculos en un líquido, facilitando su separación y purificación.
- **Fructosa:** otro tipo de azúcar simple presente naturalmente en frutas y miel.
- **Glucosa:** azúcar simple importante para proporcionar energía al cuerpo humano.
- **Gramínea:** planta herbácea con hojas largas y estrechas, como el trigo o la cebada.
- **Guácimo:** especie arbórea originaria del Caribe cuya madera se utiliza para fabricar muebles.
- **Hexano:** es un hidrocarburo alifático utilizado como solvente en la extracción de aceites vegetales y grasas animales.
- **Homogénea:** describe una mezcla uniforme de dos o más sustancias que no se pueden distinguir a simple vista.
- **Impurezas:** son elementos no deseados presentes en una sustancia, como metales pesados en el jugo de caña.
- **Iones:** átomos o moléculas cargados eléctricamente debido a perder o ganar electrones.
- **Los cartuchos:** son elementos filtrantes que se utilizan para retener partículas y sedimentos en el agua, y deben tener un tamaño mínimo de 0.05 micras para ser efectivos.
- **Madurez:** estado en el cual un fruto ha alcanzado su punto óptimo para ser consumido.
- **Metanol:** es un alcohol metílico incoloro e inflamable utilizado como solvente y combustible, pero también tóxico para el consumo humano.
- **Mucílago:** es una sustancia viscosa y pegajosa producida por ciertas plantas, como el aloe vera.
- **Nefelométricos:** método utilizado para medir partículas suspendidas en un líquido según su capacidad para dispersar luz.
- **Nopal:** cactus comestible originario de México rico en fibra dietética y vitaminas.

- **Nutritivo:** describe algo que tiene un alto valor nutricional para el cuerpo humano, como los alimentos ricos en vitaminas y minerales.
- **°Brix:** unidad utilizada para medir la concentración de azúcares disueltos en un líquido.
- **Óptimos:** son valores ideales para el funcionamiento óptimo de algo, como la temperatura adecuada para cocinar un alimento.
- **Oxidación:** proceso químico por el cual una sustancia pierde electrones y aumenta su carga positiva debido a su reacción con oxígeno u otro oxidante.
- **Partículas:** Son unidades físicas más pequeñas que componen una sustancia, como los átomos o moléculas.
- **PET:** polietileno tereftalato, material plástico utilizado comúnmente en envases desechables.
- **Pixartprinting:** empresa italiana especializada en servicios gráficos personalizados online.
- **RPM (revoluciones por minuto):** medida utilizada para describir la velocidad a la que gira algo.
- **Sacarosa:** azúcar común derivado principalmente de la caña de azúcar o remolacha.
- **Solvente:** es una sustancia capaz de disolver otra sustancia para formar una solución homogénea, como el agua o el alcohol.
- **Tejido vegetal:** es el conjunto de células vegetales con funciones específicas en una planta, como la epidermis o la xilema.
- **Transmitancia:** medida utilizada para describir cuánta luz pasa a través de algo.
- **Turbidimétricos:** método utilizado para medir la claridad o turbidez de un líquido.

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

9.1. Hipótesis nula: La concentración y el tipo de mucilago que se debe escoger como metodología pertinente para el proceso de clarificación si influyen significativamente en las características físicas del jugo de caña, para la producción de la panela y con ello también en el filtrado adecuado del producto.

Hipótesis alternativa: La concentración y el tipo de mucilago que se debe escoger como metodología pertinente para el proceso de clarificación no influyen significativamente en las características físicas del jugo de caña, para la producción de la panela y con ello también en el filtrado adecuado del producto.

Validación de la Hipótesis

Si se compara la clarificación del jugo de caña con y sin mucílago, se puede observar una diferencia significativa en la clarificación del jugo, de la misma manera el sistema de filtrado adecuado ah demostrando que el mucílago si influye en la clarificación con un cambio en sus características físicas. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa y existe significancia en relación al tipo de mucilago y la concentración.

9.2. METODOLOGÍAS

9.2.1. Tipos de investigación

9.2.2. Investigación experimental

La investigación experimental es un método científico que busca explicar las causas y efectos de un fenómeno a través de datos cuantitativos medibles. Este tipo de investigación implica la manipulación de variables, la observación de efectos y resultados y el estudio de grupos de control. En resumen, se trata de una investigación cuantitativa que se basa en la medición estadística de los datos. (Tesis y Másters, n.d.)

La investigación experimental se aplica en el jugo de caña para realizar pruebas y experimentos con el fin de mejorar su calidad, sabor o proceso de producción, análisis de estudios de clarificación o pruebas de adición de ingredientes para mejorar sus propiedades. La investigación experimental en el jugo de caña también puede incluir pruebas de evaluación de diferentes métodos de extracción, y análisis de impacto ambiental en su producción.

9.2.3. Investigación cualitativa

Es la que implica el uso de herramientas informáticas, estadísticas y matemáticas para obtener resultados utilizados para analizar datos numéricamente en relación con ciertas variables preestablecidas. (Chillagana, 2020)

Recopilación de datos en la parroquia Palo Quemado para la obtención de los respectivos análisis de las plantas a analizar, permite explorar las percepciones y experiencias de las personas relacionadas con la clarificación del jugo de caña, puede incluir entrevistas a expertos en clarificación del jugo de caña para obtener información detallada y perspectivas enriquecedoras, puede incluir técnicas como el análisis de contenido de documentos relacionados con la clarificación del jugo de caña.

9.2.4. Investigación explicativa

Va más allá donde busca establecer relaciones causales entre variables, para poder explicar el porqué de los resultados obtenidos en una investigación. Se utiliza en diversas disciplinas, como la psicología, la sociología, la economía y la medicina, entre otras, para entender los fenómenos complejos y poder diseñar estrategias eficaces para abordarlos.

Va más allá de las explicaciones conceptuales definiciones y fenómenos que causan un evento físicos y sociales. (Chillagana, 2020)

Busca comprender las causas y efectos de la clarificación del jugo de caña, puede utilizar experimentos controlados para analizar cómo diferentes variables afectan la clarificación del jugo de caña, puede utilizar análisis estadísticos para determinar la relación entre variables y la clarificación del jugo de caña.

9.2.5. Investigación bibliográfica

Es el proceso de recopilar, analizar y sintetizar información relevante y actualizada proveniente de fuentes bibliográficas, como libros, artículos científicos, tesis, entre otros, con el fin de fundamentar y respaldar un estudio o trabajo académico.

Este estudio se apoya en una modalidad de documental bibliográfico que analiza estudios realizados previamente sobre paneles granulares. (Chillagana, 2020)

Analiza estudios previos y fuentes documentales sobre la clarificación del jugo de caña, permite revisar estudios científicos y literatura especializada para obtener información actualizada sobre la clarificación del jugo de caña, donde se utilizará bases de datos científicas para acceder a una amplia gama de estudios y artículos sobre la clarificación del jugo de caña.

9.3. Técnicas de investigación

9.3.1. Observación

La ciencia empieza con la observación, que ha evolucionado mucho en los últimos años, pero la observación por sí sola no es un método científico. Hay que diferenciar entre la observación ordinaria y la observación científica. (Jaén, 1993)

La observación es esencial en la investigación, ya que implica observar detenidamente y registrar información para analizarla posteriormente donde implica estar atento y registrar de manera precisa la información relevante del fenómeno estudiado, lo cual proporciona una base sólida para el análisis y la obtención de datos que se tomaron en el jugo de caña.

9.4. Instrumentos de investigación

Materia prima e insumos

- Nopal
- Balso
- Jugo de caña

Equipos de protección

- Mandil
- Mascarilla
- Cofia
- Botas

Materiales

- pH-metro
- Cocina eléctrica
- Mortero
- Triturador (maja)
- Termómetro
- Probeta
- Papel filtro
- Tubos de ensayo 10 ml
- Varilla de agitación
- Vasos de precipitación 500 ml
- Probeta 100ml

- Pipeta
- Cuchillo
- Tabla de picar
- Tela lienzo
- Tela poliéster

Equipos

- Refractómetro (Hamh Optics&Tools. 3-in-1)
- Turbidímetro (TL2300, EPA, 0 a 4000 NTU)
- Balanza analítica (BOECO BPS-51 PLUS)
- Espectrofotómetros (UV-6300PC)

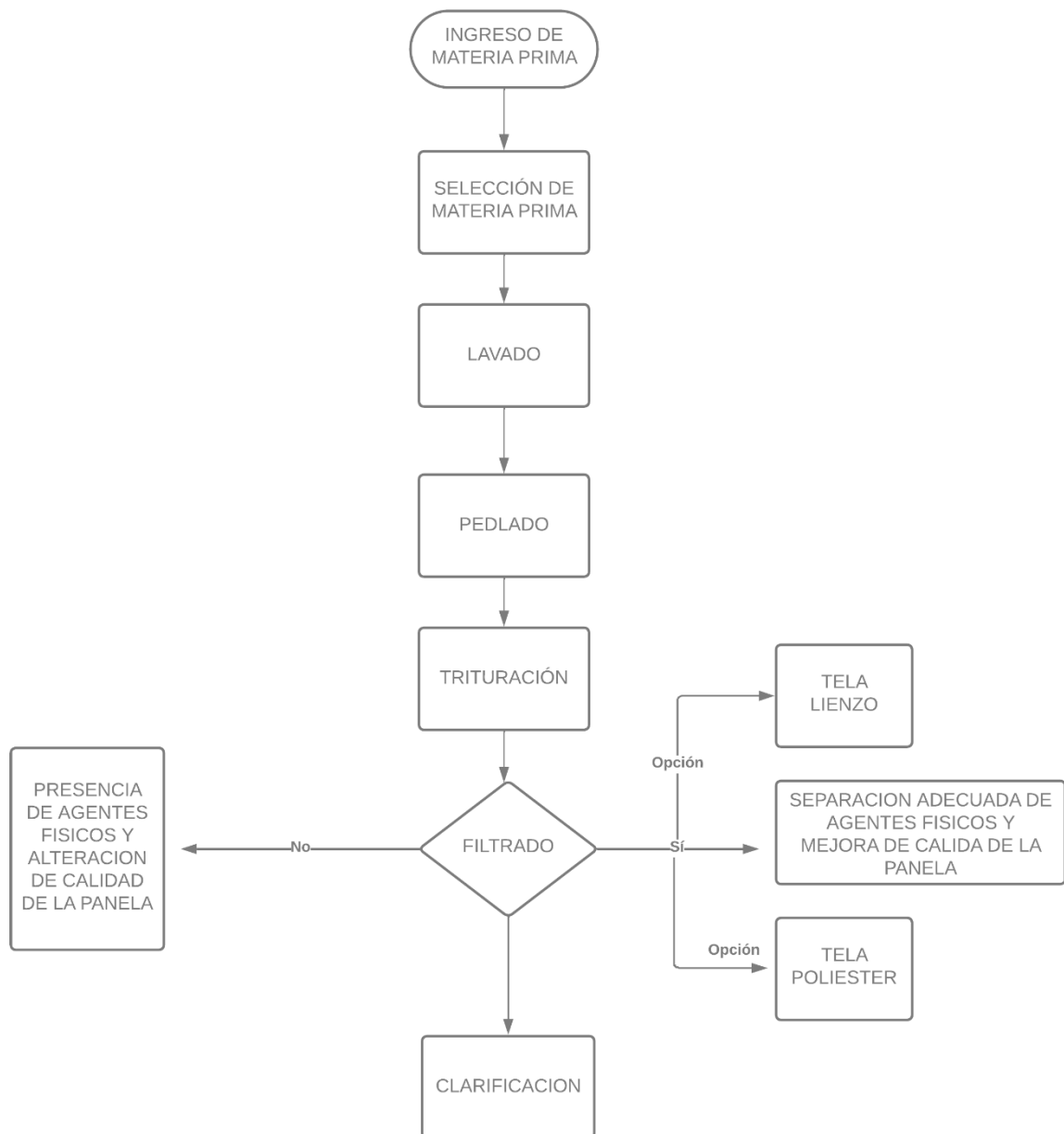
Reactivos

- Agua destilada
- Fenolftaleína
- Etanol
- Hidróxido de sodio

9.5. Metodología

9.6. Diagrama de flujo del proceso de extracción del mucílago

Gráfico 1 Diagrama de flujo de la extracción del mucílago



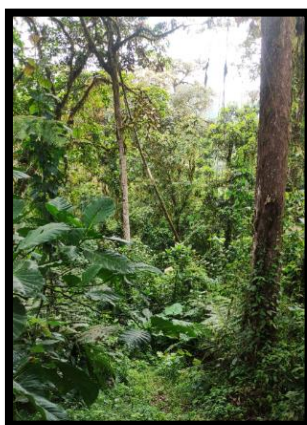
Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

9.6.1. Selección

Nopal: Para seleccionar el mejor nopal, debe tener un tamaño adecuado. Además, evitar aquello que tengan manchas o cortes profundos, ya que esto puede ser un signo de daño o enfermedad en la planta.

Balso: Para seleccionar el balso tierno, se debe buscar aquellos que sean de un color verde claro y brillante. Debe sentirse firme al tacto, pero no demasiado duro. Evitar los balsos que estén arrugados, con manchas o decoloración. También se procede a verificar que las hojas estén bien formadas y sin signos de daño o enfermedad. Si es posible, se elige balso que tenga un aroma fresco y agradable. Se debe recordar que la frescura es clave, para con ello obtener una buena selección.

Imagen 1 Selección del mucílago



Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

9.6.2. Lavado

Nopal: Enjuagarlo bajo agua fría para eliminar cualquier suciedad o residuos. Puede frotar suavemente con un cepillo de cocina para una limpieza más profunda. Una vez lavado, se debe secar con papel absorbente antes de usarlo.

Balso: El balso requiere un lavado de forma natural y no suele tener suciedad o residuos. Sin embargo, se procede a limpiarlo, simplemente es enjuagarlo suavemente bajo agua fría y secarlo con papel absorbente antes de usarlo.

El lavado del nopal y el balso se realiza de la siguiente manera:

- Se enjuagan bajo agua corriente para eliminar cualquier suciedad o impurezas superficiales.
- Después, se sumergen en un recipiente con agua limpia y se frotran suavemente para eliminar cualquier residuo adicional.
- Se enjuagan nuevamente con agua corriente para asegurarse de que estén completamente limpios.
- Finalmente, se dejan escurrir o secan suavemente con papel absorbente antes de utilizarlos.

Imagen 2 Lavado del mucílago



Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

9.6.3. Pelado

Para garantizar la higiene durante el proceso, es necesario que las manos estén esterilizadas, al igual que otros elementos que tengan contacto directo con el mucílago. Además, se recomienda utilizar guantes y, en esta etapa, los operarios deben usar máscaras y capuchas para mayor protección. Asimismo, es importante resaltar que la balsa debe ser lavada minuciosamente para eliminar cualquier impureza antes de su procesamiento. (Choquehuanca, 2022)

9.7.3.1. Nopal

Para pelar del nopal, primero se retira las espinas con un cuchillo, previamente esterilizado. A continuación, se debe cortar los bordes del nopal para eliminar los extremos duros, que no sirven para el desarrollo de la actividad, posteriormente con cuidado, deslizar el cuchillo por debajo de la piel del nopal y levantarlo suavemente para separarla de la pulpa. Se repite este proceso en ambos lados del nopal hasta que quede completamente pelado.

9.7.3.2. Balso

Para pelar el balso, primero se corta los bordes del tallo y hacer un corte longitudinal en la parte superior. Luego, suavemente se desliza el cuchillo debajo de la piel para separarla de la pulpa. Se retira toda la piel y cualquier otra parte fibrosa o dura que no sea comestible o utilizable. Finalmente, se corta la balsa en trozos del tamaño deseado.

Imagen 3 Pelado del mucílago



Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

9.6.4. Trituración

Con un mortero, se mezcla el mucilago y a continuación se tritura para obtener la mayor cantidad de mucilago y con ello mezclar en el jugo de caña.

Para triturar el nopal y la balsa utilizando un mortero:

- Corta el nopal o el balso en trozos pequeños y manejables.
- Coloca los trozos en el mortero, asegurándote de no sobrecargarlo.
- Usando el mazo del mortero, aplica presión y mueve el mazo en movimientos circulares para triturar los trozos.
- Continúa triturando hasta obtener la consistencia deseada.

Imagen 4 Trituración del mucílago



Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

9.6.5. Extracción

Durante el proceso de extracción del mucílago de nopal y balsa, se utiliza un colador metálico casero o una tela para filtrar la fibra y la pulpa restante de la penca de tuna y obtener el líquido gomoso. Luego, se filtra la alícuota, se pesa y se desecha el resto del tejido vegetal. (Choquehuanca, 2022)

Para extraer el líquido del nopal y la balsa utilizando una tela de lienzo:

- Corta el nopal o el balsa en trozos pequeños.
- Coloca los trozos en la tela de lienzo.
- Envuelve la tela alrededor de los trozos y asegúrala bien para formar un paquete.
- Sostén el paquete sobre un recipiente limpio y seco.
- Aplica presión sobre el paquete con las manos o usando algún objeto pesado para exprimir el líquido.
- Continúa aplicando presión hasta que se haya extraído la mayor cantidad posible de líquido.
- Recoge el líquido en el recipiente y desecha los restos sólidos que quedaron en la tela de lienzo.
- Utiliza el líquido extraído del nopal o el balsa en el jugo de caña

Imagen 5 Extracción del mucílago



Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

9.6.6. Clarificación

Para el proceso de clarificación en las pruebas de jarras se requiere la cantidad de 500 ml de jugo de caña, una vez puesto las jarras se procede a mezclar con el mucilago siendo este en diferentes cantidades en los cuales se realizará el estudio mediante un testigo como referencia para las pruebas de color, con las cantidades de mucilago siendo de 25, 50, y 100 g

que se obtuvo, procedemos a observar la eliminar de los residuos del jugo de caña, para luego pasar a filtrar.

Para filtrar el líquido del nopal o el balso después de haber realizado la prueba de jarra usando una tela de lienzo:

- Prepara un embudo y coloca una tela de lienzo en él.
- Vierte el líquido extraído del nopal o el balso en el embudo con cuidado.
- Deja que el líquido se filtre a través de la tela de lienzo y caiga en un recipiente limpio y seco.
- Si el líquido no fluye bien, presiona suavemente la tela para ayudar a pasar el líquido.
- Continúa filtrando hasta que se haya eliminado cualquier sólido o impureza visible.
- Utiliza el líquido filtrado del nopal o el balso para realizar los análisis que son pH, acidez, brix, turbidez y finalizando con el peso de los residuos.

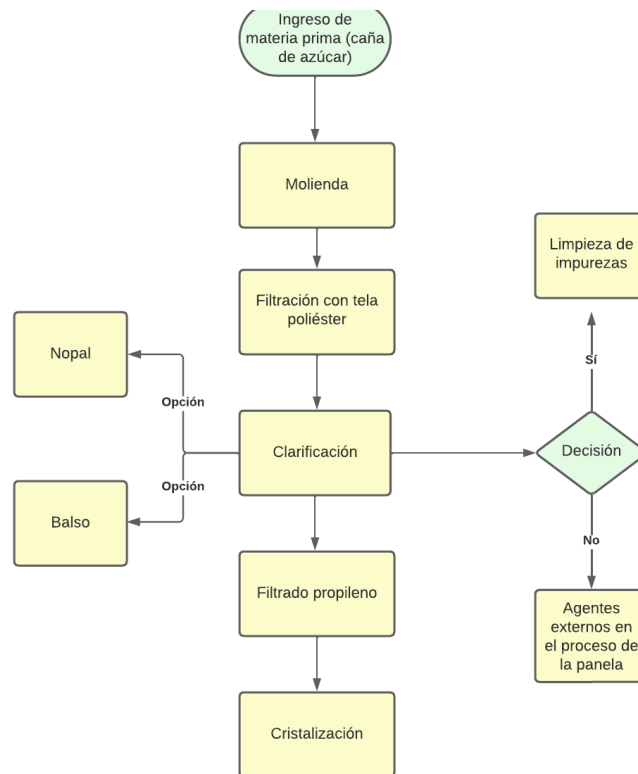
Imagen 6 Clarificación del jugo de caña



Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

9.7. Diagrama de flujo

Gráfico 2 Diagrama del proceso para la clarificación de la caña de azúcar



Elaborado por Darwin Velásquez, 2023

9.8. Proceso de la clarificación en la caña de azúcar

9.8.1. Molienda

En las décadas de 1950 y 1960, se llevaron a cabo numerosas investigaciones para entender el proceso de compresión de la caña preparada y la extracción de jugo. Se propusieron modelos matemáticos para determinar la potencia requerida, la capacidad de molienda y la eficiencia en la extracción mediante experimentos realizados por diferentes investigadores. Estudios posteriores han recopilado y analizado estas teorías como material de apoyo para la industria azucarera. (Díaz, 2012)

La molienda de la caña de azúcar es un proceso industrial que se realiza en ingenios azucareros. Consiste en triturar la caña para extraer su jugo, el cual se somete a diferentes

etapas de clarificación, evaporación y cristalización para obtener azúcar. El bagazo resultante se utiliza como combustible o para la producción de papel y otros productos.

Imagen 7 Molienda del jugo de caña



Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

9.8.2. Clarificación

La clarificación del jugo implica limpiar y aclarar el jugo, separando los no azúcares disueltos e impurezas gruesas mediante calor y sustancias clarificadoras naturales. En resumen, el proceso de fábrica comienza con la extracción del jugo, su clarificación, evaporación y concentración final. (Quezada, 2016)

9.8.2.1. Metodología de clarificación

Para llevar a cabo este proceso, primero se extrae el jugo de caña mediante la molienda de la caña de azúcar. Este jugo crudo contiene una variedad de impurezas, como fibras, ceras y pigmentos, que deben eliminarse para obtener un producto final de alta calidad. Una vez obtenido el jugo crudo, se agrega una cantidad adecuada de mucílago. El mucílago actúa como un agente coagulante, lo que significa que ayuda a que las impurezas se aglutinen y se vuelvan más fáciles de eliminar. Esto se debe a que el mucílago tiene propiedades adhesivas y viscosas que permiten atrapar las partículas no deseadas.

Después de agregar el mucílago, el jugo se somete a un proceso de clarificación mediante filtración. Este proceso implica pasar el jugo a través de filtros que han sido diseñados para retener las partículas más grandes, es decir los sólidos o impurezas que afectan al desarrollo de la calidad de la producción de la panela, dejando un líquido más claro y limpio. Dependiendo del grado de clarificación deseado, este paso puede repetirse varias veces.

Una vez finalizado el proceso de clarificación con mucílago, se obtiene un jugo de caña con mayor transparencia, el mismo que está listo para continuar con el proceso para la elaboración de la panela granulada o en otras presentaciones. Este jugo clarificado se utiliza en la producción de azúcar y otros productos derivados de la caña de azúcar. Es importante destacar que el uso de mucílago como agente clarificante es una alternativa natural con respecto al medio ambiente en comparación con otros productos químicos utilizados en la industria, los mismos que se puede mencionar como el subcetato de plomo, octapol, alcohol etílicos, de forma general son usados como clarificantes químicos para la producción de la azúcar, de manera puntual para la clarificación, sin embargo, estos compuestos no son 100% naturales aunque exista una correlación con el medio ambiente, es por ello que el uso de los mucilagos de forma natural potencia los nutrientes que contiene la panela con respecto al bien estar de los consumidores. El proceso de clarificación con mucílago en el jugo de caña implica agregar esta sustancia gelatinosa al jugo crudo para coagular las impurezas y luego filtrar el líquido resultante. Es una técnica utilizada para obtener un jugo más claro y de mayor calidad y con ello potenciar los beneficios naturales que brinda la panela.

Imagen 8 Clarificación del jugo de caña



Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

9.8.3. Filtro polipropileno

El filtro por sedimentos puede estar compuesto por diferentes materiales, como arena, grava o cartuchos filtrantes, que actúan como barrera para retener partículas sólidas de mayor tamaño. Estas partículas pueden ser arena, lodo, óxidos u otros sedimentos presentes en el líquido. Al pasar a través del filtro, el líquido se clarifica y se obtiene un producto más limpio y libre de impurezas sólidas. Es una etapa fundamental en muchos procesos de filtración.

La filtración es un proceso en el que se separan los sólidos de una suspensión utilizando un medio mecánico poroso, como un tamiz, criba o filtro. Este medio retiene las partículas

más grandes que no pueden pasar a través de sus poros, permitiendo que el líquido y las partículas más pequeñas pasen a través de ellos. (Solís, 2017)

El filtro polipropileno o por sedimentos se utiliza en el proceso de producción de azúcar de caña. Consiste en pasar el jugo de caña a través de filtros de polipropileno, que retienen las impurezas y partículas sólidas presentes en el jugo. Esto ayuda a obtener un jugo más limpio y clarificado, listo para las etapas posteriores del proceso de producción de azúcar.

Imagen 9 Selección del mucílago



Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

9.9. Resultados de análisis de la caña de azúcar

9.10.1 Análisis del pH

El pH es una medida que indica si una solución es ácida o básica en una escala del 0 al 14, donde un pH menor a 7 es ácido, mayor a 7 es básico y 7 es neutro, y con esta referencia se permite el consumo humano. Es esencial controlar el pH del jugo de caña de azúcar durante su procesamiento, ya que un pH bajo puede resultar en panela blanda y melcochuda, mientras que un pH alto puede oscurecer el producto, todo este detalle permite que la calidad de la panela no se vea afectada, es por ello lo antes mencionado, importancia del control antes, durante y después de cada proceso de la producción de la panela.

El pH de la caña de azúcar se obtuvo con el uso de peachimetro digital, el mismo que permitió conocer los datos específicos, y con ello se pudo continuar con los siguientes procesos los mismos que de la misma manera se controló de la misma manera y con el mismo instrumento.

El pH ideal del jugo claro es 7.0, mientras que el jugo encalado no debe superar 8 para evitar descomposición de azúcares y cambios en el color. Un pH bajo puede causar inversión de sacarosa.

El pH del jugo de caña de azúcar juega un papel importante en su calidad y con ello en el desarrollo de cada proceso. Un pH óptimo de alrededor de 7.0 es deseable para mantener la estabilidad del jugo. Si el pH es demasiado alto, por encima de 8, puede haber un exceso de sales cálcicas, lo cual puede ocasionar la descomposición de azúcares reductores y un aumento en el color del jugo. Por otro lado, un pH bajo, a partir de 6.7, puede provocar la inversión de sacarosa, lo que afecta la calidad y el sabor del jugo. Por lo tanto, controlar y ajustar el pH adecuadamente es esencial para obtener un jugo de caña de azúcar de alta calidad.

9.10.2. Análisis de los °Brix

Utilizando un refractómetro, se midieron los grados Brix del jugo de caña de azúcar antes y después del proceso de purificación, lo que nos permitió determinar los cambios en la concentración de sólidos solubles presentes en el jugo después del proceso.

Los grados Brix miden el porcentaje de sacarosa presente en un jugo o pulpa, lo cual indica la cantidad de sólidos solubles presentes en la muestra. Estos sólidos están compuestos por azúcares, ácidos, sales y otros compuestos solubles en agua. La medición se realiza con un refractómetro calibrado a 20°C, y si la muestra está a una temperatura diferente, se puede ajustar la lectura en grados Brix según la temperatura de la muestra.

Los grados Brix son una medida importante en la industria de la caña de azúcar, ya que proporcionan información sobre la cantidad de azúcar presente en el jugo de caña. Un mayor contenido de Brix indica un mayor contenido de sacarosa y, por lo tanto, una mayor calidad y rendimiento de azúcar. Los agricultores y productores de caña de azúcar utilizan los grados Brix para determinar el momento óptimo de cosecha, ya que un contenido de Brix más alto se traduce en un mayor rendimiento de azúcar. Además, los grados Brix también pueden influir en la fermentación y el proceso de producción del azúcar. En resumen, los grados Brix son una medida crucial para evaluar la calidad y el rendimiento del azúcar en la caña de azúcar.

9.10.3. Análisis de la Acidez

Al determinar la acidez total y volátil en el jugo de caña de azúcar, podemos evaluar su calidad y elegir el mejor enfoque para el proceso industrial, identificando qué cultivo requiere mayor corrección.

Los valores de acidez de un alimento en almacenamiento varían más ampliamente que el pH y se consideran un indicador indirecto del deterioro. El ácido aconítico es el más abundante en el jugo de caña, representando aproximadamente el 1,54% de los sólidos totales, superando en cantidad a otros ácidos como el cítrico, málico, oxálico, glicólico, mesacónico, tartárico, succínico, fumárico y siríngico.

La acidez juega un papel crucial en el jugo de caña, ya que afecta tanto su sabor como su calidad. Un nivel de acidez adecuado le da al jugo un toque refrescante y equilibrado, realizando su dulzura natural. Sin embargo, un exceso de acidez puede resultar en un sabor agrio e indeseable. Por otro lado, una acidez insuficiente puede hacer que el jugo sea insípido y carezca de vitalidad. Es por eso que es importante medir y controlar cuidadosamente los niveles de acidez del jugo de caña para asegurar una experiencia sensorial agradable y una alta calidad del producto final.

9.10.4. Análisis de la Turbidez

La caña de azúcar puede influir en la turbidez del agua debido a los residuos y sedimentos que se generan durante su cultivo y procesamiento, los cuales pueden ser arrastrados por el agua y contribuir a la presencia de partículas suspendidas. Esto puede afectar la calidad del agua y aumentar su turbidez.

La turbidez es un parámetro importante a considerar en el jugo de caña, ya que puede afectar su calidad y valor comercial. La turbidez se refiere a la presencia de partículas suspendidas en el líquido, lo cual puede alterar su apariencia, sabor y textura.

En el caso del jugo de caña, la presencia de turbidez puede deberse a varias razones. Durante el proceso de extracción del jugo de caña, se utilizan diferentes equipos y métodos para separar el líquido de los sólidos presentes en la planta. Sin embargo, es común que pequeñas partículas de fibra, pulpa y otros residuos vegetales permanezcan suspendidos en el jugo.

La presencia de estas partículas puede tener varios efectos en el jugo de caña. En primer lugar, puede afectar su apariencia visual, volviéndolo turbio y opaco en lugar de tener un aspecto claro y brillante. Esto puede ser indeseable tanto para los consumidores como para los fabricantes de productos derivados del jugo de caña.

Además, la turbidez también puede influir en el sabor y la textura del jugo. Las partículas suspendidas pueden alterar el equilibrio de sabores y dar una sensación arenosa o granulada al beberlo. Esto puede afectar negativamente la experiencia del consumidor y reducir la aceptabilidad del producto.

10. DISEÑO EXPERIMENTAL

10.1. Diseño de bloques completamente al azar en ángulo factorial de 2*3.

Tabla 3 Factores de estudio del diseño experimental

FACTOR DE ESTUDIO		
FACTOR A	Dos variables de mucilago	a ₁ : Nopal (<i>Opuntia ficus-indica</i>) a ₂ : Balso (<i>Ochroma pyramidale</i>)
FACTOR B	Tres concentraciones del mucilago	b ₁ : 25 g mucílago b ₂ : 50 g mucílago b ₃ : 100 g mucílago

Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

10.2. Tratamiento de estudio

Tabla 4 Detalle de los tratamientos realizados en la investigación

CÓDIGO	REPETICIONES	TRATAMIENTOS	DESCRIPCIÓN
t_1	I, II	a_1b_1	25 g de mucilago nopal
t_2		a_1b_2	50 g de mucilago nopal
t_3		a_1b_3	100 g de mucilago nopal
t_4		a_2b_1	25 g de mucilago balso
t_5		a_2b_2	50 g de mucilago balso
t_6		a_2b_3	100 g de mucilago balso

Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

10.3. Variables e Indicadores

A continuación, se detallan las variables evaluadas y los indicadores realizados en esta investigación.

Tabla 5 Variables a evaluar y los indicadores

VARIABLES DEPENDIENTES	VARIABLES INDEPENDIENTES	INDICADORES		UNIDAD DE MEDICIÓN
Jugo de caña	Tipo de mucílago <ul style="list-style-type: none"> • Nopal • Balso 	Características físicas	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Sólidos solubles • Acidez • Turbidez • Peso de residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • ----- • °Brix • % • NTU • Gramos
	Tres concentraciones de mucílago. <ul style="list-style-type: none"> • 25 ml • 50 ml • 100 ml 			

Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

10.4. Análisis estadístico

Tabla 6 Cuadro de análisis de varianza de un DBCA en arreglo factorial de 2*3

FUENTE DE VARIANZA	GRADOS DE LIBERTAD	FÓRMULA
Repeticiones	1	r-1
Factor A (Tipo de mucílago)	1	a-1
Factor B (Concentración del mucílago)	2	b-1
A*B	2	(a-1) (b-1)
Error experimental	5	dosificación
Total	11	(a*b*r)-1

Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

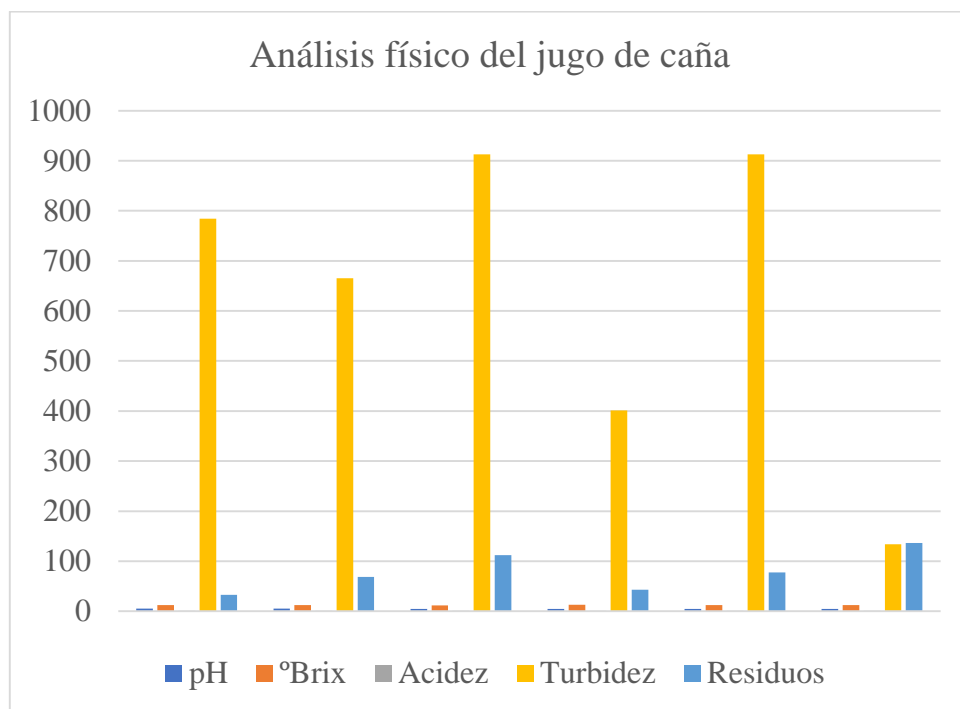
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Tabla 7 Resultados de los análisis físicos del jugo de caña

Tratamientos	pH	°Brix	Acidez	Turbidez	Residuos
$t_1(a_1b_1)$	5,275	12,55	0,207	784,5	32,63
$t_2(a_1b_2)$	5,165	12,60	0,226	665	68,66
$t_3(a_1b_3)$	4,915	11,65	0,217	913	112,38
$t_4(a_2b_1)$	4,805	12,97	0,214	401,5	43,22
$t_5(a_2b_2)$	4,870	12,35	0,223	913	77,90
$t_6(a_2b_3)$	4,800	12,65	0,223	134	136,25

Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Gráfico 3 Resultados de los análisis del nopal y balso



Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo con el gráfico 3, los resultados muestran variaciones en los parámetros analizados entre los diferentes tratamientos, en el pH varía desde 4,805 hasta 5,275 los sólidos solubles van desde 11,65 hasta 12,97, la acidez varía entre 0,207% y 0,226%, la turbidez varía

entre 134NTU y 913 NTU, y los residuos oscilan entre 32,63g y 136,25g y estas diferencias pueden indicar diferentes niveles de calidad o características en cada tratamiento.

De acuerdo a Cobeña J. (2016) en su investigación “*Caracterización físico-química del jugo de cinco variedades de caña de azúcar*” menciona que, la calidad de la caña de azúcar no se explica únicamente por el contenido de sacarosa una variedad particular en su madurez a partir de la cual se elabora el azúcar un método eficiente y de alta calidad para seleccionar o determinar razas específicas. Se debe considerar el contenido de jugo al determinar el mejor momento para cortar de otra sacarosa que contiene azúcar.

11.1.Variable de datos del pH

Tabla 8 Cuadro de análisis de varianza para la variable de pH

F.V	SC	gl	CM	F	F crítico	p-valor
Repeticiones	0,0217	1	0,0217	30,3147	6,65	0,0027 *
T.M.	0,3434	1	0,3434	480,2914	6,65	<0,0001 **
C.M.	0,0666	2	0,0333	46,5851	5,79	0,0006 *
T.M*C.M	0,0756	2	0,0378	52,8788	5,79	0,0004 *
Error	0,0036	5	0,0007			
Total	0,5109	11				
C.V.	0,5403					
R²	0,9930					
R² AJ	0,9846					

Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

F.V: Factor de varianza

C.M: Concentración del mucilago

R²: Coeficiente de determinación

R² AJ: Coeficiente de determinación ajustado

T.M: Tipo de mucilago

C.V%: Coeficiente de varianza

****:** Altamente significativo

***:** Significativo

Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 8, en el análisis de varianza se observa que el p-valor es mayor a 0,05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterativa en relación al tipo de mucilago, concentración de mucilago, la interacción en el tipo y concentración del mucilago y las repeticiones ya que sus resultados son altamente significativos. Se determine que los factores son significativos con respecto a la variable pH para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey 5%.

Además, se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que 0.5403 van a salir diferentes y al 99.30% de observaciones serán confiables es decir que existe una moderada dispersión de los datos en relación media del pH, una muestra de 12 observaciones. El coeficiente de determinación (R^2) indica que al 99 30% de la variabilidad del pH puede ser explicada por los factores analizados. El R^2 ajustado (R^2 Aj) es del 98.46% lo que indica un buen ajuste del modelo. El coeficiente de varianza (CV) es del 54,03%, lo que sugiere una moderada dispersión de los datos en relación con la media del pH. En general, estos resultados, indican una alta explicación del modelo y una moderada variabilidad en los datos del pH.

De acuerdo a la tesis con Ramírez P. (2019) en su investigación “*Efecto del pH y temperatura en la clarificación del jugo de caña de azúcar (Saccharum officinarum)*” menciona que los parámetros pH (9, 11, 13), temperatura 50, 70, 90 °C, tiempo 20, 25, 30 min se obtienen los parámetros óptimos utilizados para la extracción de azúcar del jugo de caña de azúcar.

11.1.1. Prueba de Tukey para la repetición de mucílago (pH)

Tabla 9. Prueba de Tukey para la repetición de mucílago (pH)

Repeticiones	Medias	N	E.E.	GRUPOS HOMOGÉNEOS
r_2	4,9067	6	0,0109	A
r_1	4,9917	6	0,0109	B

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Elaborado por Darwin Velásquez (2023)*

Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 9, en la prueba de Tukey para las repeticiones en relación al pH. Presentan medias diferentes y la repetición 1 tiene una media de 4,9917, mientras que la repetición 2 tiene una media de 4,9067. Esto sugiere que hay una diferencia significativa en los valores medios de pH entre los dos niveles de repetición.

11.1.2. Prueba de Tukey para el tipo de mucílago (pH)

Tabla 10 Prueba de Tukey para el tipo de mucílago (pH)

Tipo de mucílago	Medias	n	E.E.	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a_2	4,7800	6	0,0109	A
a_1	5,1183	6	0,0109	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo a la tabla 10, se observa que el tipo de mucílago esta un incremento en los medios de datos obtenidos en el pH siendo una influencia significativa en la clarificación de la panela.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 10, en la prueba de Tukey para los tipos de mucílago en relación al pH. Presentan medias diferentes y el factor 1 tiene una media de 5,1183, mientras que el factor 2 tiene una media de 4,7800. Esto sugiere que hay una diferencia significativa en los valores medios de pH entre los dos niveles del tipo de mucílago.

11.1.3. Prueba de Tukey para la concentración de mucílago (pH)

Tabla 11 Prueba de Tukey para la concentración de mucílago (pH)

Concentración del mucílago	Medias	n	E.E.	GRUPOS HOMOGÉNEOS
b_3	4,8575	4	0,0134	A
b_2	4,9500	4	0,0134	B
b_1	5,0400	4	0,0134	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo a la tabla 11, se observa que la concentración de mucílago esta un incremento en los medios de datos obtenidos en el pH siendo una influencia significativa en la clarificación de la panela.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 11, en la prueba de Tukey para las concentraciones de mucílago en relación al pH. Presentan medias diferentes y el factor 1 tiene una media de 5,0400, mientras que el factor 2 tiene una media de 4,9500 y el factor 3 tiene una media de 4,8575. Esto sugiere que hay una diferencia significativa en los valores medios de pH entre los dos niveles del tipo de mucílago.

11.1.4. Prueba de Tukey para la intersección entre variables de nopal vs balso pH

Tabla 12 Prueba de Tukey para los tratamientos de mucílago (pH)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	GRUPOS HOMOGÉNEOS
$t_2 (a_2 b_2)$	4,7350	2	0,0189	A
$t_3 (a_2 b_3)$	4,8000	2	0,0189	A
$t_1 (a_2 b_1)$	4,8050	2	0,0189	A B
$t_6 (a_1 b_3)$	4,9150	2	0,0189	B C
$t_5 (a_1 b_2)$	5,1650	2	0,0189	C
$t_4 (a_1 b_1)$	5,2750	2	0,0189	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

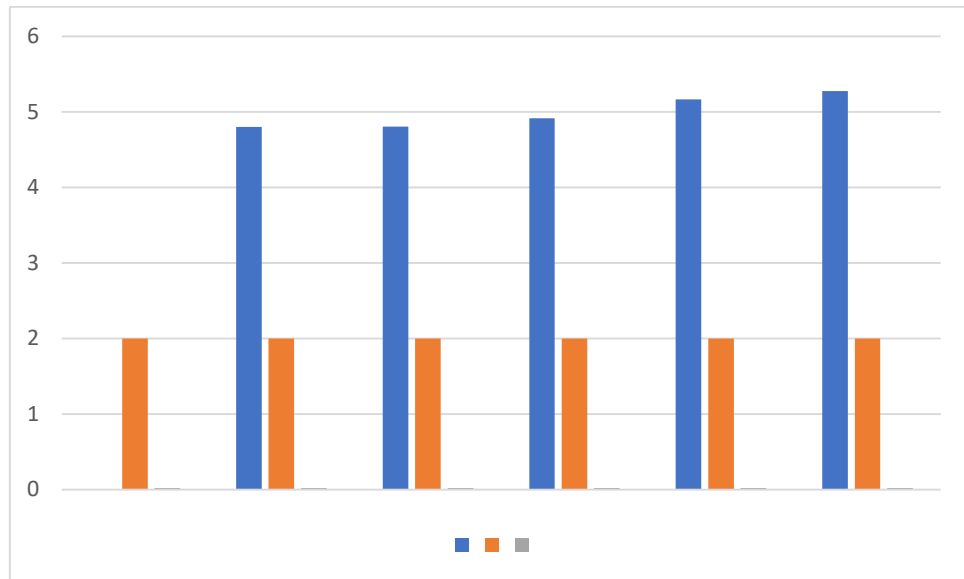
Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo a la tabla 12, La tabla muestra los resultados del análisis de Tukey para los factores A y B en relación al pH. Se presentan las medias, el número de observaciones (n) y el error estándar (E.E.) para cada combinación de niveles de los factores A y B, en la tabla muestra diferentes grupos homogéneos.

En cuanto a la discusión, se puede observar que hay diferencias significativas en los valores medios de pH para diferentes combinaciones de niveles de los factores A y B. Por ejemplo, el nivel I del factor A y el nivel 1 del factor B tienen una media de 5,2750 con un E.E. de 0,0189, mientras que el nivel 2 del factor A y el nivel 2 del factor B tienen una media de 4,7350 con el mismo E.E. Esto sugiere que hay una diferencia significativa en los valores medios de pH entre estas dos combinaciones de niveles.

En general, estos resultados indican que tanto el factor A como el factor B tienen un efecto significativo sobre los valores medios de pH, y que la interacción entre estos dos factores también es importante para explicar las diferencias en los valores medios de pH. Sin embargo, se recomienda realizar un análisis estadístico más detallado para obtener conclusiones más sólidas.

Gráfico 4 Medias del tratamiento del pH

Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo al gráfico 4, el tratamiento t_2 (a_2b_2) con una media de 47,350 muestra un valor relativamente bajo en comparación con los demás tratamientos. El tratamiento t_3 (a_2b_3) con una media de 48,000 muestra un incremento en comparación con t_2 , lo cual indica que la combinación de los factores a_2 y b_3 tiene un impacto significativo en los resultados. El tratamiento t_1 (a_2b_1) con una media de 48,050 muestra un incremento adicional en comparación con t_3 , lo cual sugiere que la combinación de los factores a_2 y b_1 también es relevante. El tratamiento t_6 (a_1b_3) con una media de 49,150 muestra resultados similares a t_1 , lo cual indica que la combinación de los factores a_1 y b_3 también tiene un impacto similar. El tratamiento t_5 (a_1b_2) con una media de 51,650 muestra un incremento considerable en comparación con los demás tratamientos, lo cual sugiere que la combinación de los factores a_1 y b_2 tiene un impacto significativo en los resultados. Finalmente, el tratamiento t_4 (a_1b_1) con una media de 52,750 muestra el valor más alto en comparación con los demás tratamientos, lo cual indica que la combinación de los factores a_1 y b_1 tiene un impacto significativo. En resumen, estos resultados actualizados muestran cómo diferentes combinaciones de factores pueden influir en los tratamientos de medias y sus efectos en los resultados, destacando la importancia de considerar las interacciones entre diferentes variables para obtener conclusiones precisas.

11.2.Variable de datos de los sólidos solubles

Tabla 9 Cuadro de análisis de varianza para la variable de los sólidos solubles

F.V	SC	gl	CM	F	F critico	p-valor
Repeticiones	0,1752	1	0,1752	2,6869	6,65	0,1621 *
T.M	0,4602	1	0,4602	7,0575	6,65	0,0451 *
C.M	0,7512	2	0,3756	5,7604	5,79	0,0504
T.M*C.M	0,7829	2	0,3915	6,0032	5,79	0,0469 *
Error	0,3260	5	0,0652			
Total	2,4956	11				
C.V.	2,0490					
R²	0,8694					
R² AJ	0,7126					

Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

F.V: Factor de varianza

C.M: Concentración del mucilago

R²: Coeficiente de determinación

R² AJ: Coeficiente de determinación ajustado

T.M: Tipo de mucilago

C.V%: Coeficiente de varianza

****:** Altamente significativo

***:** Significativo

Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 13, en el análisis de varianza se observa que el p-valor es mayor a 0,05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterativa en relación al tipo de mucilago, concentración de mucilago, la interacción en el tipo y concentración del mucilago y las repeticiones ya que sus resultados son altamente significativos. Se determine que los factores son significativos con respecto a la variable los sólidos solubles para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey 5%.

Además, se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que 2,0490 van a salir diferentes y al 86,94% de observaciones serán confiables es decir que existe una moderada dispersión de los datos en relación media del Brix, una muestra de 12 observaciones. El coeficiente de determinación (R^2) indica que al 0,8694%% de la variabilidad del Brix puede ser explicada por los factores analizados. El R^2 ajustado (R^2 Aj) es del 0,7126% lo que indica un buen ajuste del modelo. El coeficiente de varianza (CV) es del 2,0490%, lo que sugiere una moderada dispersión de los datos en relación con la media del Brix. En general, estos resultados, indican una alta explicación del modelo y una moderada variabilidad en los datos del Brix.

De a Cobeña J. (2016) en su investigación “*Caracterización físico-química del jugo de cinco variedades de caña de azúcar*” menciona que tener una alta concentración de Los sólidos solubles en el jugo de caña de azúcar. El contenido de azúcar molido puede fluctuar entre (17-19) °Brix en las estaciones húmedas y secas. (19 – 22) ° Brix.

11.2.1. Prueba de Tukey para las repeticiones los sólidos solubles

Tabla 10 Prueba de Tukey repeticiones (los sólidos solubles)

Repeticiones	Variable	Media	D.E.	Min	Máx
r ₁	Brix	12,58	0,40	11,90	13,00
r ₂	Brix	12,34	0,55	11,40	12,95

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 14, en la prueba de Tukey para las repeticiones en relación al Brix. Presentan medias diferentes y la repetición 1 tiene una media de 12,58, mientras que la repetición 2 tiene una media de 12,34. Esto sugiere que hay una diferencia significativa en los valores medios de Brix entre los dos niveles de repetición.

11.2.2. Prueba de Tukey para el tipo de mucílago los sólidos solubles

Tabla 15 Prueba de Tukey para el tipo de mucílago (los sólidos solubles)

Tipo de mucílago	Medias	n	E.E.	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a ₁	12,2667	6	0,01042	A
a ₂	12,6583	6	0,01042	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo a la tabla 15, se observa que el tipo de mucílago esta un incremento en los medios de datos obtenidos en el Brix siendo una influencia significativa en la clarificación de la panela.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 15, en la prueba de Tukey para los tipos de mucílago en relación al Brix. Presentan medias diferentes y el factor 1 tiene una media de 12,2667, mientras que el factor 2 tiene una media de 12,6583. Esto sugiere que hay una diferencia significativa en los valores medios de Brix entre los dos niveles del tipo de mucílago.

11.2.3. Prueba de Tukey para la intersección entre variables de nopal vs balso los sólidos solubles

Tabla 16 Prueba de Tukey para los tratamientos de mucílago (los sólidos solubles)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	GRUPOS HOMOGÉNEOS
$t_3(a_1b_3)$	11,6500	2	0,1806	A
$t_2(a_2b_2)$	12,3500	2	0,1806	A B
$t_1(a_1b_1)$	12,5500	2	0,1806	A B
$t_5(a_1b_2)$	12,6000	2	0,1806	A B
$t_6(a_2b_3)$	12,6500	2	0,1806	A B
$t_4(a_2b_1)$	12,9750	2	0,1806	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

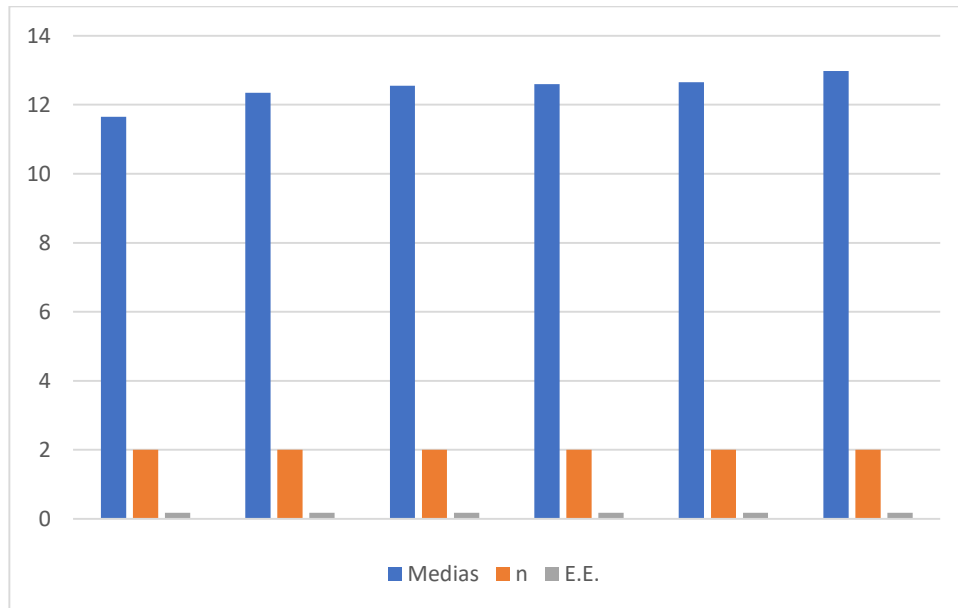
Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo a la tabla 16, En función de los factores A y B. Los valores en la columna "Factor A" son 1 y 2, mientras que en la columna "Factor B" se tienen los valores 1, 2 y 3. La columna "Medias" muestra las medias obtenidas para cada combinación de niveles de los factores, mientras que la columna "n" indica el tamaño de muestra utilizado. La columna "E.E." muestra el error estándar para cada combinación de niveles, en la tabla muestra diferentes grupos homogéneos.

El análisis de Tukey para la interacción entre el Factor A y el Factor B muestra diferencias significativas en las medias entre varias combinaciones de grupos. Específicamente, hay diferencias significativas en las medias entre las combinaciones (1, 2), (1, 3), (2, 3) y (2, 1). Estas diferencias indican variaciones estadísticamente significativas en los valores observados de la variable analizada cuando se consideran diferentes niveles de ambos factores en conjunto.

Gráfico 5 Medias del tratamiento del los sólidos solubles



Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

En cuanto al gráfico 5, el tratamiento $t_3(a_1b_3)$ con una media de 116.500 muestra un valor relativamente bajo en comparación con los demás tratamientos. El tratamiento $t_2(a_2b_2)$ con una media de 123,500 muestra un incremento en comparación con t_3 , lo cual indica que la combinación de los factores a_2 y b_2 tiene un impacto significativo en los resultados. El tratamiento $t_1(a_1b_1)$ con una media de 125,500 muestra un incremento adicional en comparación con t_2 , lo cual sugiere que la combinación de los factores a_1 y b_1 también es relevante. El tratamiento $t_5(a_1b_2)$ con una media de 126,000 muestra resultados similares a t_1 , lo cual indica que la combinación de los factores a_1 y b_2 también tiene un impacto similar. Tanto el tratamiento $t_6(a_2b_3)$ como el tratamiento $t_4(a_2b_1)$ tienen valores similares, con medias de 126,500 y 129,750 respectivamente, lo cual sugiere que los factores a_2 y b_3 , así como los factores a_2 y b_1 , tienen resultados comparables. En resumen, estos resultados actualizados muestran cómo diferentes combinaciones de factores pueden influir en los tratamientos de medias y sus efectos en los resultados, destacando la importancia de considerar las interacciones entre diferentes variables para obtener conclusiones precisas.

11.3.Variable de datos de la acidez

Tabla 17 Cuadro de análisis de varianza para la variable de la Acidez

F.V	SC	gl	CM	F	F critico	p-valor
Repeticiones	0,0004	2	0,0002	5,5263	6,65	0,0541
T.M	0,0008	1	0,0008	19,7368	6,65	0,0067 *
C.M	3.1E-05	1	3.1E-05	0,7895	5,79	0,4150 *
T.M*C.M	0,0001	2	3.1E-05	0,7895	5,79	0,5035
Error	0,0002	5	3.9E-05			
Total	0,0015	11				
C.V.	2,8458					
R²	0,8690					
R² AJ	0,7117					

Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

F.V: Factor de varianza

C.M: Concentración del mucilago

R²: Coeficiente de determinación

R² AJ: Coeficiente de determinación ajustado

T.M: Tipo de mucilago

C.V%: Coeficiente de varianza

****:** Altamente significativo

***:** Significativo

Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 17, en el análisis de varianza se observa que el p-valor es mayor a 0,05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterativa en relación al tipo de mucilago, concentración de mucilago, la interacción en el tipo y concentración del mucilago y las repeticiones ya que sus resultados son altamente significativos. Se determine que los factores son significativos con respecto a la variable Acidez para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey 5%.

Además, se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que 2,8458 van a salir diferentes al 86,90% de observaciones serán confiables es decir que existe una moderada dispersión de los datos en relación media del Acidez, una muestra de 12 observaciones. El coeficiente de determinación (R^2) indica que al 0,8690% de la variabilidad del Acidez puede ser explicada por los factores analizados. El R^2 ajustado (R^2 Aj) es del 0,7117% lo que indica un buen ajuste del modelo. El coeficiente de varianza (CV) es del 2,8458%, lo que sugiere una moderada dispersión de los datos en relación con la media del Acidez. En general, estos resultados, indican una alta explicación del modelo y una moderada variabilidad en los datos del Acidez.

De acuerdo a Cobeña J. (2016) en su investigación “*Caracterización físico-química del jugo de cinco variedades de caña de azúcar*” menciona que las variables ácidas relacionadas con el tratamiento se dividen en dos categorías T3 (0,14) y T8 (0,36). El tipo de corte no afecta esta variable. Debido a sus diferencias, se dividen en dos categorías: bloque 2 Las concentraciones de ácido más bajas se encuentran en Barbados (0,15) y en el Bloque 4 (0,35) más grande.

11.3.1. Prueba de Tukey para los tipos de mucílago Acidez

Tabla 18 Prueba de Tukey tipos de mucílago (Acidez)

Tipo de mucílago	Medias	n	E.E.	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a ₁	0,2176	6	0,0025	A
a ₂	0,2208	6	0,0025	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo a la tabla 18, se observa que el tipo de mucílago esta un incremento en los medios de datos obtenidos en el Acidez siendo una influencia significativa en la clarificación de la panela.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 18, en la prueba de Tukey para los tipos de mucílago en relación al Acidez. Presentan medias diferentes y el factor 1 tiene una media de 0,2176, mientras que el factor 2 tiene una media de 0,2208. Esto sugiere que hay una diferencia significativa en los valores medios de Acidez entre los dos niveles del tipo de mucílago.

11.3.2. Prueba de Tukey para las concentraciones de mucílago (Acidez)

Tabla 11 Prueba de Tukey para la concentración (Acidez)

Concentración de mucílago	Medias	N	E.E.	GRUPOS HOMOGÉNEOS
b ₁	0,2112	4	0,0031	A
b ₃	0,2208	4	0,0031	A B
b ₂	0,2256	4	0,0031	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo a la tabla 19, se observa que la concentración de mucílago esta un incremento en los medios de datos obtenidos en la Acidez siendo una influencia significativa en la clarificación de la panela.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 19, en la prueba de Tukey para las concentraciones de mucílago en relación al Acidez. Presentan medias diferentes y el factor 1 tiene una media de 0,2112, mientras que el factor 2 tiene una media de 0,2256 y el factor 3 tiene una media de 0,2208. Esto sugiere que hay una diferencia significativa en los valores medios de Acidez entre los dos niveles del tipo de mucílago.

11.3.3. Prueba de Tukey para la intersección entre variables de nopal vs balso (Acidez)

Tabla 12 . Prueba de Tukey para los tratamientos (Acidez)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	GRUPOS HOMOGÉNEOS
$t_1(a_1b_1)$	0,2080	2	0,0044	A
$t_4(a_2b_1)$	0,2144	2	0,0044	A
$t_3(a_1b_3)$	0,2176	2	0,0044	A
$t_6(a_2b_3)$	0,2240	2	0,0044	A
$t_5(a_2b_2)$	0,2240	2	0,0044	A
$t_2(a_1b_2)$	0,2272	2	0,0044	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

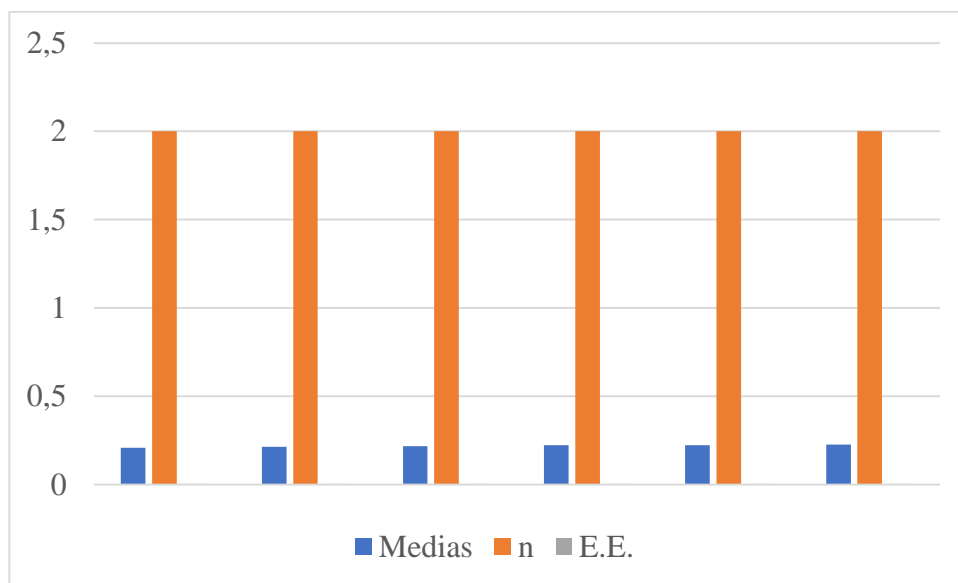
Discusión

De acuerdo a la tabla 20, La tabla muestra los resultados del análisis de Tukey para comparar las medias de los factores A y B. Las columnas "Factor A" y "Factor B" indican los niveles de cada factor, "Medias" muestra las medias correspondientes, "n" es el tamaño de la muestra y "E.E." representa el error estándar. Según los resultados, para el nivel 1 del Factor A y el nivel 1 del Factor B, la media es 0,2080 con un error estándar de 0,0044. Para el nivel 2 del Factor A y el nivel 1 del Factor B, la media es 0,2144 con el mismo error estándar. Para el nivel 1 del Factor A y el nivel 3 del Factor B, la media es 0,2176 con el mismo error estándar. Para el nivel 2 del Factor A y el nivel 3 del Factor B, la media es 0,2240 con el mismo error estándar. Para el nivel 2 tanto del Factor A como del Factor B, la media es 0,2240 con el mismo error estándar. Y finalmente, para el nivel 1 del Factor A y el nivel 2 del Factor B, la

media es 0,2272 con el mismo error estándar. En resumen, no hay diferencias significativas entre las medias de los diferentes niveles de los factores A y B.

El análisis de Tukey para la interacción entre el Factor A y el Factor B no muestra diferencias significativas en las medias entre los grupos. Todos los grupos tienen medias cercanas y no hay una diferencia clara entre ellos. Esto indica que la interacción entre el Factor A y el Factor B no tiene un efecto significativo en los valores observados de la variable analizada.

Gráfico 6 Medias del tratamiento del Acidez



Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

En cuanto gráfico 6, el tratamiento $t_1(a_1b_1)$ con una media de 0,2080 muestra un valor más bajo en comparación con los demás tratamientos. El tratamiento $t_4(a_2b_1)$ con una media de 0,2144 muestra un ligero incremento en comparación con t_1 . El tratamiento $t_3(a_1b_3)$ con una media de 0,2176 muestra un aumento adicional en comparación con t_4 , lo cual indica que el factor b_3 tiene un impacto significativo. Tanto el tratamiento $t_6(a_2b_3)$ como el tratamiento $t_5(a_2b_2)$ tienen la misma media de 0,2240, lo cual sugiere que los factores a_2 y b_3 , así como los factores a_2 y b_2 , tienen resultados similares. Finalmente, el tratamiento $t_2(a_1b_2)$ con una media de 0,2272 muestra el valor más alto en comparación con los demás tratamientos, lo cual indica que el factor b_2 tiene un impacto significativo. En resumen, estos resultados actualizados muestran cómo diferentes combinaciones de factores

pueden influir en los tratamientos de medias y sus efectos en los resultados, resaltando la importancia de considerar diferentes variables para obtener conclusiones precisas.

11.4. Variable de datos de la turbidez

Tabla 13 Cuadro de análisis de varianza para la variable de la (Turbidez)

F.V	SC	gl	CM	F	F crítico	p-valor
Repeticiones	21,3333	2	21,3333	9,1429	6,65	0,0293 *
T.M	278465,3333	1	278465,3333	119342,2857	6,65	<0,0001 **
C.M	151648,6667	1	75824,3333	32496,1429	5,79	<0,0001 **
T.M*C.M	536568,6667	2	268284,3333	114979,0000	5,79	<0,0001 **
Error	11,6667	5	2,3333			
Total	966715,6667	11				
C.V.	0,2405					
R²	1,0000					
R² AJ	1,0000					

Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

F.V: Factor de varianza

C.M: Concentración del mucilago

R²: Coeficiente de determinación

R² AJ: Coeficiente de determinación ajustado

T.M: Tipo de mucilago

C.V%: Coeficiente de varianza

****:** Altamente significativo

***:** Significativo

Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 21, en el análisis de varianza se observa que el p-valor es mayor a 0,05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterativa en relación al tipo de mucilago, concentración de mucilago, la interacción en el tipo y concentración del mucilago y las repeticiones ya que sus resultados son altamente significativos. Se determine que los factores son significativos con respecto a la variable pH para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey 5%.

Además, se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que 0,2405 van a salir diferentes y al 1,00% de observaciones serán confiables es decir que existe una moderada dispersión de los datos en relación media de la turbidez, una muestra de 12 observaciones. El coeficiente de determinación (R^2) indica que al 1,0000% de la variabilidad de la Turbidez puede ser explicada por los factores analizados. El R^2 ajustado (R^2 Aj) es del 1,0000% lo que indica un buen ajuste del modelo. El coeficiente de varianza (CV) es del

0,2405%, lo que sugiere una moderada dispersión de los datos en relación con la media del pH. En general, estos resultados, indican una alta explicación del modelo y una moderada variabilidad en los datos del Turbidez.

De acuerdo a la tesis con Choto M. (2019) en su investigación “*influencia del agente coagulante (cal) en la clarificación del jugo de caña crudo de la industria panelera*” menciona que la turbidez del jugo crudo se midió utilizando el método nefelométrico USEPA 180.1. (Odell, 1996). Cuando se utiliza el medidor de turbidez portátil Hach-2100Q como estándar Requisitos de rango automático (0 a 1000 NTU).

11.4.1. Prueba de Tukey para las repeticiones Turbidez

Tabla 14 Tukey repeticiones (Turbidez)

Repeticiones	Medias	n	E.E.	GRUPOS HOMOGÉNEOS
r ₂	633,8333	6	0,6236	A
r ₁	636,5000	6	0,6236	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 22, en la prueba de Tukey para las repeticiones en relación a la Turbidez. Presentan medias diferentes y la repetición 1 tiene una media de 636,5000, mientras que la repetición 2 tiene una media de 633,8333. Esto sugiere que hay una diferencia significativa en los valores medios de la Turbidez entre los dos niveles de repetición.

11.4.2. Prueba de Tukey para el tipo de mucílago Turbidez

Tabla 15 Prueba de Tukey para el tipo de mucílago (Turbidez)

Tipo de mucílago	Medias	n	E.E.	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a ₂	482,8333	6	0,6236	A
a ₁	787,5000	6	0,6236	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo a la tabla 23, se observa que el tipo de mucílago esta un incremento en los medios de datos obtenidos en el Turbidez siendo una influencia significativa en la clarificación de la panela.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 23, en la prueba de Tukey para los tipos de mucílago en relación a la Turbidez. Presentan medias diferentes y el factor 1 tiene una media de 787,5000, mientras que el factor 2 tiene una media de 482,8333. Esto sugiere que hay una diferencia significativa en los valores medios de Turbidez entre los dos niveles del tipo de mucílago.

11.4.3. Prueba de Tukey para la concentración de mucílago (Turbidez)

Tabla 16 Prueba de Tukey para la concentración de mucilago (Turbidez)

Concentración de mucílago	Medias	N	E.E.	GRUPOS HOMOGÉNEOS
b_3	523,5000	4	0,7638	A
b_1	593,0000	4	0,7638	B
b_2	789,0000	4	0,7638	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo a la tabla 24, se observa que la concentración de mucílago esta un incremento en los medios de datos obtenidos en el Turbidez siendo una influencia significativa en la clarificación de la panela.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 24, en la prueba de Tukey para las concentraciones de mucílago en relación al Turbidez. Presentan medias diferentes y el factor 1 tiene una media de 593,0000, mientras que el factor 2 tiene una media de 789,0000 y el factor 3 tiene una media de 523,5000. Esto sugiere que hay una diferencia significativa en los valores medios de Turbidez entre los dos niveles del tipo de mucílago.

11.4.4. Prueba de Tukey para la intersección entre variables de nopal vs balso (Turbidez)

Tabla 17 Prueba de Tukey para los tratamientos (Turbidez)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	GRUPOS HOMOGÉNEOS
$t_3(a_2b_3)$	134,0000	2	1,0801	A
$t_1(a_2b_1)$	401,5000	2	1,0801	B
$t_2(a_1b_2)$	665,0000	2	1,0801	C
$t_4(a_1b_1)$	784,5000	2	1,0801	D
$t_5(a_2b_2)$	913,0000	2	1,0801	E
$t_6(a_1b_3)$	913,0000	2	1,0801	E

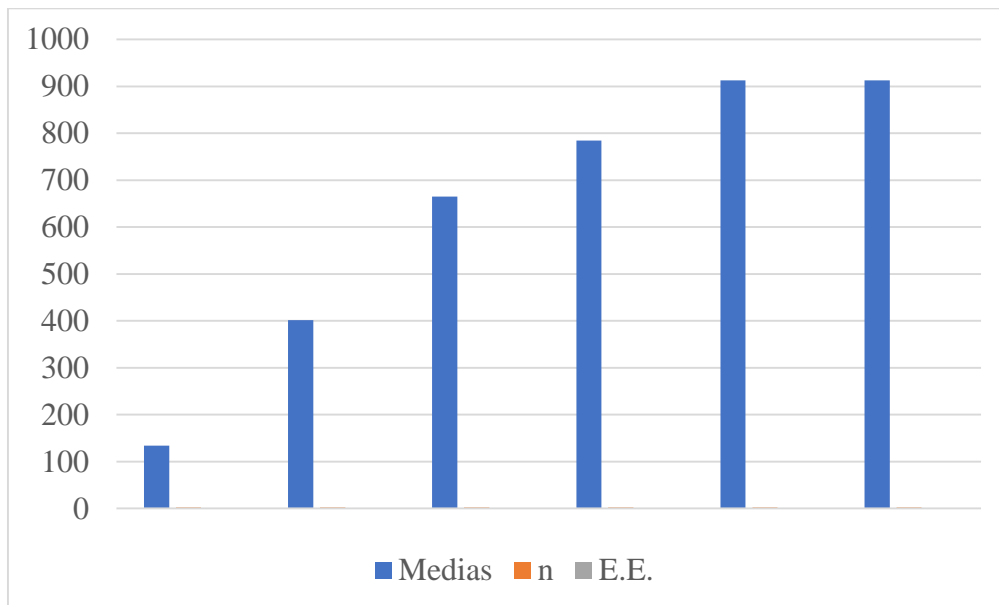
*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
Elaborado por Darwin Velásquez (2023)*

Discusión

De acuerdo a la tabla 25, La tabla muestra las medias para los niveles de los factores A y B, así como el número de observaciones (n) y el error estándar (E.E.) para cada combinación de niveles. Por ejemplo, para el nivel 2 del factor A y el nivel 3 del factor B, la media es de 134,0000 con 2 observaciones y un E.E. de 1,0801. La tabla continúa mostrando las medias y los parámetros correspondientes para las demás combinaciones de niveles de los factores A y B.

El cuadro de análisis de Tukey, hay diferentes combinaciones de los factores A y B con medias distintas (134,0000, 401,5000, 665,0000, 784,5000 y 913,0000) y un tamaño de muestra de 2 para cada combinación. Esto sugiere que hay diferencias significativas en las medias entre al menos algunas de las combinaciones de factores A y B (A, B, C, D, E).

Gráfico 7 Medias de los tratamientos de Turbidez



Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo al gráfico 7, el tratamiento $t_3(a_2b_3)$ con una media de 1.340.000 muestra un aumento significativo en comparación con los otros tratamientos, lo cual sugiere que la combinación de los factores a_2 y b_3 tiene un efecto importante en los resultados. El tratamiento $t_1(a_2b_1)$ con una media de 4.015,000 también muestra un incremento considerable en comparación con los otros tratamientos, lo cual indica que la combinación de los factores a_2 y b_1 también es relevante. El tratamiento $t_2(a_1b_2)$ con una media de 6.650,000 muestra un aumento adicional en comparación con t_1 , lo cual sugiere que el factor b_2 tiene un impacto significativo. El tratamiento $t_4(a_1b_1)$ con una media de 7.845,000 muestra un incremento considerable en comparación con los otros tratamientos, lo cual indica que la combinación de los factores a_1 y b_1 también es relevante. El tratamiento $t_5(a_2b_2)$ con una media de 9.130,000 muestra un aumento adicional en comparación con t_2 , posiblemente debido a la interacción de los factores a_2 y b_2 . Finalmente, el tratamiento $t_6(a_1b_3)$ con una media de 9.130,000 muestra resultados similares a t_5 , lo cual sugiere que la combinación de los factores a_1 y b_3 también es relevante. En resumen, estos resultados actualizados muestran cómo diferentes combinaciones de factores pueden influir en los tratamientos de medias y sus efectos en los resultados, destacando la importancia de considerar diferentes variables en la investigación.

11.5.Variable de datos de los residuos

Tabla 18 Cuadro de análisis de varianza para la variable de la (Residuos)

F.V	SC	gl	CM	F	F critico	p-valor
Repeticiones	0,396	2	0,396	4,263	5,79	0,0939
T.M	636,855	1	636,855	6855,763	6,65	<0,0001 **
C.M	15091,184	1	7545,592	81228,564	6,65	<0,0001 **
T.M* C.M	130,779	2	65,390	703,921	5,79	<0,0001 **
Error	0,464	5	0,093			
Total	15859,678	11				
C.V.	0,388					
R²	1,0000					
R² AJ	1,0000					

Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

F.V: Factor de varianza

C.M: Concentración del mucilago

R²: Coeficiente de determinación

R² AJ: Coeficiente de determinación ajustado

T.M: Tipo de mucilago

C.V%: Coeficiente de varianza

****:** Altamente significativo

***:** Significativo

Discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 26, en el análisis de varianza se observa que el p-valor es mayor a 0,05, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterativa en relación al tipo de mucilago, concentración de mucilago, la interacción en el tipo y concentración del mucilago y las repeticiones ya que sus resultados son altamente significativos. Se determine que los factores son significativos con respecto a la variable Residuos para lo cual se realizó la prueba de significación de Tukey 5%.

Además, se nota que el coeficiente de variación es confiable lo que significa que 0,388 van a salir diferentes y al 1,000% de observaciones serán confiables es decir que existe una moderada dispersión de los datos en relación media del Residuos, una muestra de 12 observaciones. El coeficiente de determinación (R^2) indica que al 1,0000% de la variabilidad del Residuos puede ser explicada por los factores analizados. El R^2 ajustado (R^2 Aj) es del 1,0000% lo que indica un buen ajuste del modelo. El coeficiente de varianza (CV) es del 0,388%, lo que sugiere una moderada dispersión de los datos en relación con la media de los Residuos. En general, estos resultados, indican una alta explicación del modelo y una moderada variabilidad en los datos del Residuos.

11.5.1. Prueba de Tukey para el tipo de mucílago Residuos

Tabla 19 Prueba de Tukey para el tipo de mucílago (Residuos)

Tipo de mucílago	Medias	n	E.E.	GRUPOS HOMOGÉNEOS
a_1	71,223	6	0,124	A
a_2	85,793	6	0,124	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo a la tabla 27, se observa que el tipo de mucílago esta un incremento en los medios de datos obtenidos en el Residuos siendo una influencia significativa en la clarificación de la panela.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 27, en la prueba de Tukey para los tipos de mucílago en relación a la Residuos. Presentan medias diferentes y el factor 1 tiene una media de 71,223, mientras que el factor 2 tiene una media de 85,793. Esto sugiere que hay una diferencia significativa en los valores medios de Turbidez entre los dos niveles del tipo de mucílago.

11.5.2. Prueba de Tukey para las concentraciones de mucílago (Residuos)

Tabla 20 Prueba de Tukey de la concentración de mucílago (Residuos)

Concentración de mucílago	Medias	N	E.E.	GRUPOS HOMOGÉNEOS
b_1	37,925	4	0,152	A
b_2	73,283	4	0,152	B
b_3	124,318	4	0,152	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo a la tabla 28, se observa que la concentración de mucílago esta un incremento en los medios de datos obtenidos en el Residuos siendo una influencia significativa en la clarificación de la panela.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 28, en la prueba de Tukey para las concentraciones de mucílago en relación al Residuos. Presentan medias diferentes y el factor

1 tiene una media de 37,925, mientras que el factor 2 tiene una media de 73,283 y el factor 3 tiene una media de 124,318. Esto sugiere que hay una diferencia significativa en los valores medios de Residuos entre los dos niveles del tipo de mucílago.

11.5.3. Prueba de Tukey para la intersección entre variables de nopal vs balso (Residuos)

Tabla 21 Prueba de Tukey para la intersección entre variables (Residuos)

Tratamientos	Medias	n	E.E.	GRUPOS HOMOGÉNEOS
$t_1(a_1b_1)$	32,630	2	0,216	A
$t_4(a_2b_1)$	43,220	2	0,216	B
$t_2(a_1b_2)$	68,660	2	0,216	C
$t_5(a_2b_2)$	77,905	2	0,216	D
$t_3(a_1b_3)$	112,380	2	0,216	E
$t_6(a_2b_3)$	136,255	2	0,216	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

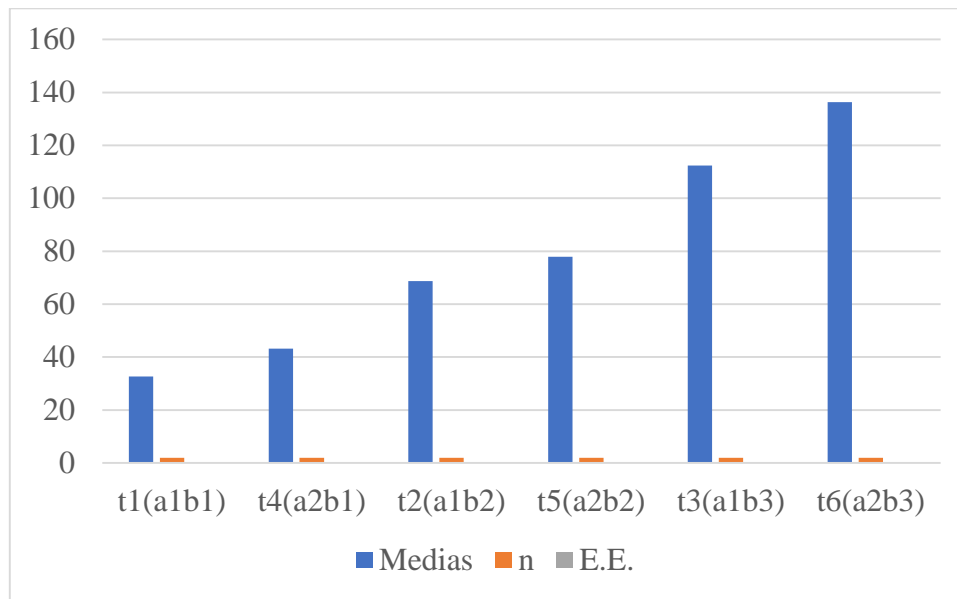
Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo a la tabla 29, El cuadro muestra las medias para las combinaciones de los niveles de los factores A y B, así como el número de observaciones (n) y el error estándar (E.E.) para cada combinación. Por ejemplo, para el nivel 1 del factor A y el nivel 1 del factor B, la media es de 32,630 con 2 observaciones y un E.E. de 0,216. El cuadro continúa mostrando las medias y los parámetros correspondientes para las demás combinaciones de niveles de los factores A y B.

El cuadro de análisis de Tukey, hay diferencias significativas en las medias entre los factores A y B. En el factor A 1, la media para el factor B 1 es de 32,630, mientras que para el factor B 2 es de 68,660 y para el factor B 3 es de 112,380. En el factor A 2, la media para el factor B 1 es de 43,220, mientras que para el factor B 2 es de 77,905 y para el factor B 3 es de 136,255. Esto indica que tanto los factores A como B tienen un efecto significativo en la variable analizada y que hay diferencias significativas en las medias entre las combinaciones de factores A y B.

Gráfico 8 Medias de los tratamientos de Residuos



Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Discusión

De acuerdo al gráfico 8, el tratamiento $t_1(a_1b_1)$ con una media de 32.630 parece tener un efecto menor en comparación con los demás tratamientos. El tratamiento $t_4(a_2b_1)$ con una media de 43,220 muestra un aumento en comparación con t_1 , posiblemente debido a la influencia del factor a_2 . El tratamiento $t_2(a_1b_2)$ con una media de 68,660 indica un aumento significativo en comparación con t_1 y t_4 , lo cual puede ser atribuido al factor b_2 . El tratamiento $t_5(a_2b_2)$ con una media de 77,905 muestra un aumento adicional en comparación con t_2 , posiblemente debido a la interacción de los factores a_2 y b_2 . El tratamiento $t_3(a_1b_3)$ con una media de 112,380 indica un aumento considerable en comparación con los tratamientos anteriores, lo cual puede ser atribuido al factor b_3 . Finalmente, el tratamiento $t_6(a_2b_3)$ con una media de 136,255 muestra el mayor incremento en comparación con todos los tratamientos anteriores, lo cual sugiere que la combinación de los factores a_2 y b_3 tiene un efecto significativo. En resumen, estos resultados muestran cómo diferentes combinaciones de factores pueden influir en los tratamientos de medias y sus efectos en los resultados.

Tabla 22 Cuadro de variables de los tratamientos

Tratamientos	pH	°Brix	Acidez	Turbidez	Residuos
$t_1 (a_1b_1)$	5,275	12,55	0,207	784,5	32,63
$t_2 (a_1b_2)$	5,165	12,60	0,226	665	68,66
$t_3 (a_1b_3)$	4,915	11,65	0,217	913	112,38
$t_4 (a_2b_1)$	4,805	12,97	0,214	401,5	43,22
$t_5 (a_2b_2)$	4,87	12,35	0,223	913	77,90
$t_6 (a_2b_3)$	4,80	12,65	0,223	134	136,25
Media	4,82	12,21	0,215	503,165	105,05

Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Tabla 23 Mejor tratamiento

TRATAMIENTO	pH	BRIX	ACIDEZ	TURBIDEZ	DESECHOS
Resultados	4,78	12,15	0,21	482,83	124,32
$T_6 (a_2b_3)$	4,80	12,65	0,223	134	136,25

Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

$T_6 (a_2b_3)$ = 500ml de jugo de caña con 100g de mucilago balso

Discusión de resultados

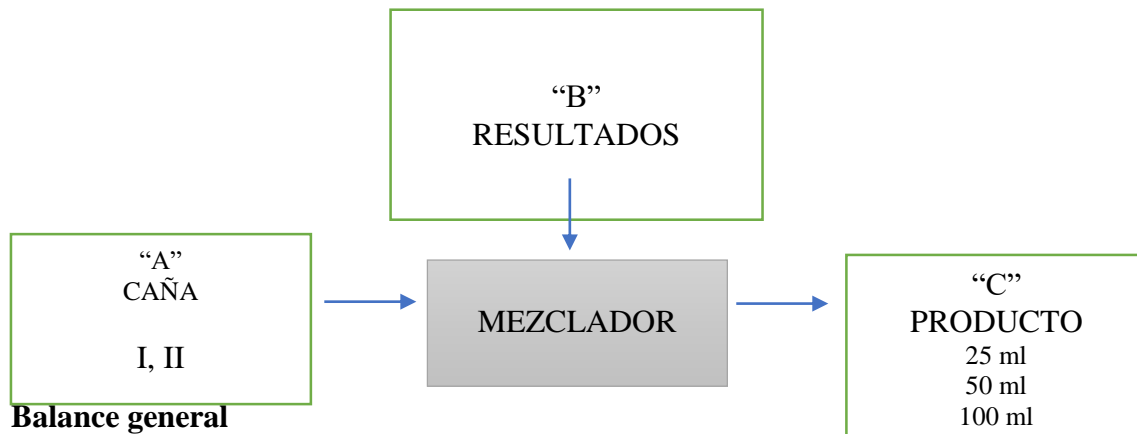
El mucílago actual en los análisis resultando como mejor tratamiento es el, (a_2b_3) con los mejores datos en tratamientos son el pH 4,78, brix 12,15, acidez 0,21, turbidez 482,83, y los desechos dándonos un valor de 124,32, siendo este en la formulación: 500ml jugo de caña con 50g de mucílago balso, es el mejor agente clarificante al atrapar impurezas y sedimentos durante el proceso de clarificación, lo que resulta en una panela granulada más limpia y transparente. Esto también puede contribuir a una mayor aceptación y demanda del producto en el mercado.

Adicionalmente, el uso del mucílago en la clarificación de la panela granulada puede mejorar la textura y consistencia del producto, proporcionando una sensación más suave y agradable al paladar. Además, el mucílago contiene propiedades antioxidantes y nutricionales que pueden añadir valor a la panela granulada, convirtiéndola en una opción más saludable para los consumidores.

Algunos beneficios de usar el mucílago de balsa como clarificante son su capacidad para atrapar impurezas en el proceso de clarificación, mejorar la transparencia y apariencia del producto final, y proporcionar propiedades antioxidantes y nutricionales adicionales.

La balsa es un producto sostenible porque se obtiene de manera natural a partir de la planta de balso (*Ochroma pyramidale*), que es una especie de rápido crecimiento y ampliamente disponible. No requiere procesos químicos intensivos ni agotamiento de recursos, lo que lo convierte en una opción respetuosa con el medio ambiente para la clarificación de la panela granulada.

11.5.4. Balance general



Balance general

$$A+B=C$$

$$B=A-C$$

Tabla 24 Resultados del balance general

I B=A-C	PRODUCTO			II B=A-C	PRODUCTO		
	25	50	100		25	50	100
32,86	7,86	17,14	67,14	32,4	7,40	17,60	67,60
69,26	44,26	19,26	30,64	68,06	43,06	18,06	31,94
112,46	87,46	62,46	12,46	112,3	87,30	62,30	12,30
43,29	18,29	6,71	56,71	43,15	18,15	6,85	56,85
77,96	52,96	27,96	22,04	77,85	52,85	27,85	22,15
136,31	111,31	86,31	36,31	136,2	111,20	86,20	36,20

Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

12. PROPUESTA

12.1. Tema: Filtro polipropileno

13. Introducción

De acuerdo a la tesis con Jiménez M. (2016) en su investigación “Evaluación de un filtro artesanal del efluente de una lavadora de autos a base de bagazo de caña de maíz, aserrín, ceniza de carbón vegetal y grava” menciona que, es un método de purificación del agua que

implica la separación de sedimentos a través de un filtro poroso, donde las partículas contaminantes quedan atrapadas, mejorando así la calidad del agua.

De acuerdo a la tesis con Medina & Miranda, (2007) en su investigación “*Diseño de una unidad de filtrado de aguas de formación de pozos petroleros*” menciona que, un cartucho puede ser fabricado con diferentes materiales, como polipropileno, nylon y polipropileno cargado positivamente, para mejorar la remoción de bacterias, virus y partículas en suspensión. Es importante asegurar el sellado de los cartuchos y utilizar carcasas adecuadas para su uso. La tecnología de nano fibra en filtros de ultra-red o fibro-red utiliza una capa de fibras muy finas para capturar partículas pequeñas. Estos filtros evitan el taponamiento prematuro y permiten la liberación de la película de polvo durante la limpieza del colector.

De acuerdo a la tesis de Acosta R. (2004) en su investigación “*Diseño mecánico de un filtro*” menciona que, los elementos del filtro de polipropileno están enrollados y diseñados para ofrecer una filtración confiable y retención efectiva de contaminantes. Utilizan capas múltiples de medios de filtro con densidad controlada para proporcionar filtración de profundidad.

14. Objetivos

14.1. Objetivo General

- Garantizar una filtración efectiva y confiable, eliminando las partículas y sedimentos no deseados presentes en el líquido o sustancia que se está filtrando.

14.1. Objetivos Específicos

- Retener partículas y sedimentos de tamaño específico en el líquido o sustancia que se está filtrando.
- Garantizar la seguridad alimentaria y la calidad del líquido o sustancia filtrada al prevenir la contaminación por impurezas.
- Reducir los costos de mantenimiento al evitar obstrucciones prematuras y prolongar la vida útil del sistema de filtración.

15. Desarrollo

El uso del filtro de polipropileno en el jugo de caña se justifica por varias razones. En primer lugar, el polipropileno es un material seguro y no tóxico, lo que lo hace adecuado para

el contacto con alimentos y bebidas. Esto garantiza que no haya riesgos para la salud al utilizarlo en el proceso de filtración del jugo de caña.

Además, el filtro de polipropileno tiene propiedades de retención eficientes, lo que significa que puede capturar partículas y sedimentos no deseados presentes en el jugo de caña. Esto es particularmente importante en la industria azucarera, donde se busca obtener un jugo de caña limpio y claro para su posterior procesamiento.

El polipropileno también es resistente a la corrosión y a la mayoría de los productos químicos, lo que garantiza que no se produzcan reacciones no deseadas entre el material del filtro y los componentes del jugo de caña. Esto es crucial para mantener la calidad y las propiedades organolépticas del jugo.

Otra ventaja del filtro de polipropileno es su durabilidad y resistencia. Puede soportar condiciones de alta presión y temperaturas sin sufrir daños, lo que lo convierte en una opción confiable para su uso en la industria azucarera. Además, su capacidad para retener eficientemente las impurezas evita obstrucciones prematuras y reduce los costos de mantenimiento.

El filtro de polipropileno también es fácil de limpiar y mantener. Puede ser lavado y desinfectado con facilidad, lo que garantiza una higiene adecuada durante el proceso de filtración. Esto es esencial para cumplir con los estándares de calidad y seguridad alimentaria.

Además, el filtro de polipropileno es altamente versátil y se puede adaptar a diferentes sistemas de filtración en la industria azucarera. Puede ser utilizado en diferentes etapas del proceso de producción del jugo de caña, desde la extracción inicial hasta la clarificación final.

En resumen, el uso del filtro de polipropileno en el jugo de caña se justifica debido a su seguridad alimentaria, eficiencia de retención, resistencia química y durabilidad. Proporciona una filtración efectiva y confiable, asegurando un jugo de caña limpio y de alta calidad para su posterior procesamiento. Su versatilidad y facilidad de mantenimiento lo convierten en una opción ideal para la industria azucarera.

15.1.Datos informativos

- **Nombre de la institución:** Cía. Ltda. Vitality. Water Solutions
- **Provincia:** Pichincha
- **Ciudad:** Quito
- **Dirección:** Av. El Inca y calle Valdivia - (Valle de los Chillos)
- **Teléfono:** (+593) 3527 483 - (+593) 98 310 9753
- **Tiempo estimado:** 1 mes

- **Nombre del equipo:** Filtro Cartucho Plisado de 20 X 4,5 5 micras

15.2.Descripción del filtro

- El filtro cartucho plisado de 20 x 4.5 pulgadas y 5 micras ofrece una filtración de alta calidad utilizando microfibras de polipropileno puro.
- Este cartucho proporciona una mayor superficie y una vida útil prolongada del filtro.
- Elimina eficientemente sedimentos y contaminantes como arena, suciedad, limo y partículas de óxido en el agua potable.
- Es compatible con la mayoría de las carcasas de filtro de agua de 20 pulgadas y tiene una vida útil de 4-6 meses o 20000-30000 galones, dependiendo de la calidad del agua.
- Reemplazarlo garantiza un agua con mejor sabor. Vitality, (2022)

15.3.Fabricación del filtro polipropileno

El proceso de fabricación de un filtro de agua comienza con la creación del envase a partir de discos planos que se moldean y flexibilizan en una máquina similar a la de fabricar latas. Mediante la aplicación de fuerza hidráulica, los discos se convierten en copas con una forma ahuecada. Luego, a través de aperturas cada vez más estrechas, el envase se vuelve más delgado y flexible. La copa se alarga hasta formar un recipiente de 24 cm, que finalmente se corta en la medida adecuada mediante una hoja.

Después de que los envases estén listos, una prensa agrega los orificios y bordes necesarios para sostener el filtro de agua. Posteriormente, los envases son lavados en una máquina potente para eliminar refrigerante, grasa y otros contaminantes dejados por la fabricación. Luego, se colocan en una mesa giratoria que los calienta a 300°C y se rocían con una capa plástica en su interior. Una vez que la capa se ha solidificado, actúa como una barrera protectora que evita la contaminación y asegura la eficacia del filtro de agua.

El filtro de agua, instalado debajo del fregadero, utiliza un envase simple pero efectivo que contiene un material interno capaz de filtrar químicos peligrosos, bacterias, moho y otros contaminantes biodegradables presentes en el agua corriente. Aunque el envase es importante, es el material interno del filtro el que realiza la labor de purificación al filtrar partículas y contaminantes, asegurando así un agua más limpia y segura para su consumo. (Días, 2016)

15.4.Tela polipropileno

El propósito de la clarificación es eliminar las impurezas presentes en el guarapo, como albúminas, grasas y ceras, así como coloides. En la producción de azúcar crudo, la

defecación simple mediante cal y calor es el método básico y a menudo el más efectivo para lograrlo. Sin embargo, en algunos casos se puede agregar dióxido de azufre y floculantes para mejorar la decantación. En algunos ingenios mexicanos, la defecación simple se lleva a cabo durante la etapa de alcalinización y calentamiento.

La tela es utilizada en el filtrado del jugo de caña como medio de separación de impurezas. El jugo es pasado a través de una tela o malla que retiene las partículas sólidas, permitiendo el paso del líquido. Dependiendo del tamaño de la malla, se pueden retener partículas de diferentes tamaños. Este proceso se realiza generalmente después de la etapa de defecación y antes del proceso de evaporación para la obtención del azúcar. Es importante que la tela sea resistente y no se rompa durante el proceso para evitar la contaminación del jugo con fibras textiles, el jugo se divide en tres capas diferentes: la primera consiste en sustancias menos densas que flotan en forma de espuma, la segunda es el jugo clarificado y la tercera está compuesta por sustancias más densas que forman un precipitado floculante llamado cachaza. La separación de la tercera capa se realiza mediante decantación en un equipo llamado clarificador. La adición de floculantes mejora la aglomeración de partículas, aumenta la velocidad de decantación, reduce el volumen de cachaza, disminuye el contenido de sacarosa en la torta y aumenta la transparencia del jugo clarificado. (León, 2013)

El polipropileno es un material comúnmente utilizado en la fabricación de telas para el filtrado del jugo de caña. Actúa atrapando las partículas sólidas y permitiendo el paso del líquido a través de sus poros, lo que ayuda a separar las impurezas del jugo durante el proceso de filtrado. El polipropileno es conocido por su resistencia química y mecánica, lo que lo hace adecuado para su uso en aplicaciones de filtración industrial.

Imagen 10 Filtro polipropileno



Fuente: Vitality, Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

15.5.Estructura

Los cartuchos pueden ser fabricados con diversos materiales como polipropileno, nylon y polipropileno cargado positivamente. Es importante garantizar un sellado adecuado en los cartuchos. Los cartuchos de polipropileno cargados positivamente tienen la capacidad de aumentar la eliminación de bacterias, virus, endotoxinas bacterianas y partículas en suspensión negativamente cargadas, que son la mayoría de las partículas.

En un proceso de filtrado, se requieren secciones bien definidas para separar las partículas suspendidas en el líquido. La sección interior tiene poros de diámetro constante, permitiendo una filtración continua. La sección exterior tiene poros que varían hasta 120 μm , proporcionando una pre filtración efectiva para partículas más grandes. La continuidad absoluta en la estructura de poros garantiza una filtración consistente y de alta calidad. (Medina, 2007)

15.6.Propiedades

El polipropileno tiene propiedades físicas, químicas y mecánicas que lo hacen adecuado para una amplia gama de productos fabricados por extrusión o inyección. Tiene una baja densidad (0.90-0.93 g/cm^3), lo que permite la fabricación de productos livianos. Además, el polipropileno es ligero, tiene buenas propiedades térmicas y químicas, resistencia a la flexión, resistencia a las fisuras por tensión, resistencia química, resistencia al impacto por encima de los 0°C , estabilidad térmica y bajo costo de producción. Sus moléculas forman cadenas largas y estables con alto peso molecular, lo que le confiere estas propiedades. También tiene una gran capacidad de recuperación elástica y un alto punto de fusión (no funde por debajo de los 160°C). (Perugachi, 2014)

15.7. Análisis y discusión de resultados

Imagen 1 Panela no filtrada



Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Imagen 2 Panela filtrada



Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

15.7.1. Análisis

El filtro de polipropileno es muy eficaz para eliminar las impurezas presentes en la panela sin filtrar, como los sólidos en suspensión y otras partículas de tamaño similar. Después de filtrar la panela, se puede observar una disminución significativa en la cantidad de impurezas y una mejora en la calidad del producto final. El filtro de polipropileno es muy útil para mejorar la limpieza y pureza de la panela, lo que a su vez puede mejorar su sabor y textura.

Además, el filtro de polipropileno es fácil de usar y mantener, lo que lo hace ideal para su uso en la producción de panela. Al filtrar la panela, se puede reducir la cantidad de

sedimentos y otras impurezas que pueden afectar su calidad y sabor. El filtro de polipropileno también puede ayudar a prolongar la vida útil de los equipos utilizados en el proceso de producción al reducir la cantidad de partículas sólidas que pueden acumularse en los sistemas. En general, el uso del filtro de polipropileno es una práctica recomendada para mejorar la calidad y consistencia del producto final en la producción de panela.

15.7.2. Conclusión

El filtro de polipropileno desempeña un papel crucial en el proceso de filtración de la panela. Cuando la panela está sin filtrar, contiene impurezas como residuos de caña y partículas de tierra que pueden afectar su calidad. Al utilizar el filtro de polipropileno, estas impurezas se eliminan, resultando en una panela más pura y de mejor calidad. El filtro atrapa las partículas no deseadas, permitiendo que solo el jugo de caña limpio y claro pase a través de él. Esto mejora el sabor, la textura y la apariencia de la panela filtrada, brindando un producto final más agradable al paladar.

Utilizado en el proceso de filtración de la panela es altamente eficiente. Cuando la panela está sin filtrar, puede contener impurezas como pequeños trozos de caña, residuos orgánicos y sedimentos. Estas impurezas pueden afectar negativamente el sabor y la calidad del producto final. Sin embargo, al pasar la panela a través del filtro de polipropileno, se retienen todas estas impurezas, dejando un líquido limpio y puro. El resultado es una panela filtrada con un sabor más suave, una textura más fina y un aspecto más atractivo. El filtro de polipropileno es una herramienta indispensable en la producción de panela de alta calidad.

16. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 25 . Presupuesto del proyecto

RECURSOS	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
PASAJES	4		10	40
JUGO DE CAÑA	2		5	10
LABORATORIO				
AGUA DESTILADA	1	LITROS	5	5
ETANOL	1	LITROS	8	8
NOPAL				
NOPAL	4		5	20
BALSA				
BALSA	4		5	20
CLARIFICADOR				
TELA POLIÉSTER	2		5	10
TELA LIENZO	2		5	10
FILTROS	2		24	48
TESIS				
COPIAS	300		0,15	45
EMPASTADO	2		80	160
LABORATORIO	5		20	100
TOTAL				476

Elaborado por Darwin Velásquez, (2023)

17. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

17.1. Conclusiones

- En conclusión, al aplicar diferentes concentraciones y tiempos de aplicación de mucílago de balso y nopal en la clarificación del jugo de caña, se pueden obtener resultados variables. Estos resultados pueden incluir una mayor eficiencia en la eliminación de impurezas, una transparencia mejorada del jugo, una reducción en la formación de sedimentos y una mejora general en la calidad del producto final. Sin embargo, se requieren pruebas específicas para obtener resultados más precisos y concretos. Explorar diferentes concentraciones y dosificaciones de los mucílagos podría proporcionar información adicional sobre su efectividad en la clarificación del jugo de caña.
- En base a todo lo anterior al instalar un sistema de filtrado eficiente para el jugo de caña antes de la cocción, se pueden lograr varios beneficios. Estos incluyen la eliminación de impurezas y partículas sólidas del jugo, lo que resultará en un producto final de mayor calidad y transparencia. Además, el sistema de filtrado ayudará a prevenir obstrucciones durante la cocción, mejorando así la eficiencia donde se espera obtener un jugo de caña más limpio y purificado, lo que contribuirá a obtener un producto final de mejor calidad.
- Para concluir, se realizará una propuesta para utilizar un sistema de filtrado de polipropileno en el jugo de caña para eliminar impurezas y sedimentos adicionales, lo que contribuirá a obtener una panela más limpia y de mejor calidad.

17.2.Recomendaciones

- Realizar pruebas preliminares: Antes de aplicar el mucílago de balsa en grandes cantidades, es recomendable realizar pruebas a pequeña escala para determinar la concentración y tiempo óptimos para su aplicación.
- Monitorear la clarificación: Durante el proceso de clarificación, es importante monitorear constantemente la eficacia del mucílago en la remoción de impurezas. Esto puede hacerse mediante análisis periódicos del jugo para evaluar su claridad y contenido de impurezas.
- Ajustar según resultados: Con base en los resultados obtenidos, es posible que sea necesario ajustar la concentración y tiempo de aplicación del mucílago de balsa para optimizar la clarificación del jugo de caña

18. REFERENCIAS

Barona, A. (2008, enero 29). PROCESO DE ELABORACIÓN DE PANELA. PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PANELA. Retrieved mayo 17, 2023, <http://gloriapatriciamera.blogspot.com/2008/01/proceso-de-elaboracion-de-panela.html>

Guamán, E. (2007). “DISEÑO, SIMULACIÓN Y EMULACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE PANELA”. Retrieved mayo 17, 2023, <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/44305/D-83801.pdf?sequence=1>

Morejón, B. J. (2017, marzo 29). UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. CORE. Retrieved mayo 17, 2023, <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6621/1/PG%20496%20TESIS.pdf>

Mosquera, C. (2006, diciembre 14). COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOS ÁCIDOS HÚMICOS OBTENIDOS DE UN SUELO ANDISOL DEL DEPARTAMENTO DEL CAUCA. SciELO Colombia. Retrieved mayo 17, 2023, http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-28042007000100003

Obando, P. (2013, julio 12). Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte: La Panela, Valor Nutricional Y Su Importancia En La Gastronomía. Repositorio UTN. Retrieved May 17, 2023, <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2247>

Rosero, V. (2010). Estudio de Factibilidad de una planta productora y comercializadora de balso. -- Wiktionary. Retrieved May 17, 2023, <http://sired.udenar.edu.co/5251/1/81747.pdf>

Acosta, Y. (2006, mayo 02). Estado del arte del tratamiento de aguas por coagulación-floculación. Artículo Científico. Retrieved Julio 23, 2023, <http://redalyc.org/pdf/2231/223120664002.pdf>

Castaño, D. (2022, agosto 30). EVALUACIÓN DEL GRADO DE REMOCIÓN DE COLOR Y TURBIEDAD, UTILIZANDO EL MUCÍLAGO DE

CACTUS NOPAL (*Opuntia caracasana*). Artículo Científico. Retrieved Julio 23, 2023,

<http://repositorio.uceva.edu.co/bitstream/handle/20.500.12993/2020/T00030660.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Guillen, D. (2020, febrero 20). "DISEÑO DE UN PACKAGING PARA LA DISTRIBUCIÓN DE LA PANELA GRANULADA DE LAS PARROQUIAS DE PALO QUEMADO / LAS PAMPAS DEL CANTÓN SIGCHOS PROVINCIA DE COTOPAXI". Tesis. file:///C:/Users/Usuario/Downloads/T-001628.pdf

Joel, J. (2021). Manejo de la fertilización en el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), en el Ecuador. DSpace Principal. Retrieved Julio 23, 2023, <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10348>

Lapuerta, A. (2013, marzo 06). UNIVERSIDAD ANDINA SIMÓN BOLÍVAR. CORE. Retrieved Julio 23, 2023, <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3247/1/T1197-MBA-Lapuerta-Estudio.pdf>

Larrahondo, J. (2022, agosto 30). Calidad de la Caña de Azúcar. Artículo Científico. Retrieved Julio 23, 2023, https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/1362/81194_67181.pdf?sequ

León, E. (2013, mayo 02). INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA QUÍMICA E INDUSTRIAS EXTRACTIVAS "PROPUESTA DE UN PROTOTI. Tesis IPN. Retrieved Julio 23, 2023, <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/23786/Tesis>

Medina, J. (2007, Julio 02). Tesis completa. Repositorio Digital - EPN. Retrieved Julio 23, 2023, <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/394/1/CD-0802.pdf>

Moreno, W. (2015, Julio 17). Temperatura y concentración del jugo de caña según pisos climáticos en Ecuador. Redalyc. Retrieved Julio 23, 2023, <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223136961003.pdf>

Ortiz, C. (2011, febrero 27). EXTRACCIÓN Y SECADO DE FLOCULANTES NATURALES USADOS EN LA CLARIFICACIÓN DE JUGOS DE CAÑA. SciELO Colombia. Retrieved Julio 23, 2023, http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612011000200004

Perugachi, D. (2014, diciembre). Desarrollo experimental de blends de con fibras naturales lignocelulósicaspolipropileno. Retrieved July 16, 2023, <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7399/1/UPS-CT004337.pdf>

Tituaña, W. (2020, febrero 07). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI. Retrieved Julio 23, 2023, <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6688/1/PC-000867.pdf>

Tucanes, M. (2020, enero 8). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA E. Repositorio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Retrieved Julio 23, 2023, <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/>

Tucanes, M. (2020, enero 8). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES CARRERA DE INGENIERÍA E. Repositorio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi. Retrieved Julio 23, 2023, <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/>

Ulloa, F. (2015, junio 1). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. Retrieved Julio 23, 2023, <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/10786/1/TESIS%20FREDDY%20ULLOA.pdf>

Calleja, Z. (2010). Desarrollo de jarabes fructosados de caña de azúcar a partir del guarapo. Artículo científico. Retrieved Agosto 9, 2023, from <https://www.redalyc.org/pdf/482/48215094007.pdf>

Choquehuanca, L. (2022). Evaluación de penca de tuna como aditivo natural para remoción de la turbidez del agua del río San Gabán, Puno. Tesis. Retrieved August 9, 2023, from http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/103467/Choquehuanca_LC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Díaz, A. (2012, 01). Bases teóricas para la fundamentación del proceso de extracción de jugo de caña de azúcar para la producción de panela. SciELO Cuba. Retrieved Agosto 9, 2023, from http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2071-00542012000100010&script=sci_arttext

Gutierrez, B. (2017). "Evaluación de la capacidad clarificante de la Moringa oleifera (Moringa como coagulante en el producto fermentado de la Saccharum officinarum caña de azúcar". Repositorio UTEQ. Retrieved August 9, 2023, from <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/117e93cb-1561-4721-a4e6-086a4d5ab188>

Guzmán, S. (2002). SECADO POR ATOMIZACIÓN DEL JUGO DE LA CAÑA DE AZÚCAR. Artículo científico. Retrieved August 9, 2023, from <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/1038/1/arc053%2804%29327-333.pdf>

Leitón, F. (2008, 12). UNI IVERSIDAD D TÉCNICA D DEL N NORTE E. Repositorio UTN. Retrieved Agosto 9, 2023, from <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/518/1/03%20AGI%20236%20TESIS.pdf>

Quezada, W. (2016, 04). Plantas mucilaginosas en la clarificación del jugo de la caña de azúcar. SciELO Cuba. Retrieved August 9, 2023, from http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2223-48612016000200001&script=sci_arttext&tlng=en

Rincón, L. (2018). SÍNTESIS DE UN BIOFLOCULANTE SUSTITUTO DE MUCILAGOS NATURALES EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE PANELA Liliana Marcela Rincón Fu. repositorio uptc. Retrieved August 9, 2023, from https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/2581/TGT_1201.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Solis, A. (2017, 09). FILTRACION DE AGUA PARA RIEGO. Tesis. Retrieved Agosto 9, 2023, from http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/70190/secme-11279_1.pdf?s

Torres, J., & Vera, V. (2021, 02). INFORME DE TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL. Repositorio ESPAM. Retrieved Agosto 15, 2023, from <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1416/1/TTAI20D.pdf>

Acosta, R. (2004). INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA UNIDAD PROFESIONAL AZCAPOTZALCO TESIS: PROFES. Tesis IPN. Retrieved Agosto 16, 2023, from <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4330/DISENOMECANICOFILTRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Días, S. (2016, 05). T E S I N A. Tesis IPN. Retrieved Agosto 16, 2023, from <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/23347/filtros%20purificadores.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Jiménez, M. (2016). UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL TRABAJO EXPERIMENTAL PREVI. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. Retrieved Agosto 16, 2023, from <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24179/1/Tesis%201058%20-%20Jim%20C%20A9nez%20Navas%20Maricela%20Nataly.pdf>

Medina, J., & Miranda, G. (2007, 06). Diseño de una unidad de filtrado de aguas de formación de pozos petroleros. Repositorio Digital - EPN. Retrieved Agosto 16, 2023, from <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/394/1/CD-0802.pdf>

Figueroa, K. (2015, 09). Factores que explican el rendimiento de caña de azúcar a nivel municipal en México. SciELO México. Retrieved Agosto 25, 2023, from https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000600016

Jaén, A. (1993, 07 01). TEMA 4 EL MÉTODO OBSERVACIONAL. Retrieved Agosto 25, 2023, from <http://www4.ujaen.es/~eramirez/Descargas/tema4>

Tesis y Másters. (n.d.). ¿Qué es una investigación experimental? Tesis y Másters. Retrieved Agosto 25, 2023, from <https://tesisymasters.com.ar/investigacion-experimental-definicion/>

Quiguango, W. K. (2011). Utilización de la penca de nopal. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. Retrieved Agosto 31, 2023, from <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/379/1/03%20AGI%20278%20TESIS.pdf>

19. ANEXOS

Anexo 1 Ingreso de datos pH

Tratamientos	FACTOR A	FACTOR B	REPETICION	pH
1	1	1	1	5,3
2	1	2	1	5,18
3	1	3	1	4,97
4	2	1	1	4,87
5	2	2	1	4,78
6	2	3	1	4,85
1	1	1	2	5,25
2	1	2	2	5,15
3	1	3	2	4,86
4	2	1	2	4,74
5	2	2	2	4,69
6	2	3	2	4,75
Testigo				5,48
Testigo				5,5

Fuente: Infostat, elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Anexo 2 Ingreso de datos brix

Tratamientos	FACTOR A	FACTOR B	REPETICION	BRIX
1	1	1	1	12,7
2	1	2	1	12,4
3	1	3	1	11,9
4	2	1	1	13
5	2	2	1	12,6
6	2	3	1	12,9
1	1	1	2	12,4
2	1	2	2	12,8
3	1	3	2	11,4
4	2	1	2	12,95
5	2	2	2	12,1
6	2	3	2	12,4
Testigo				12,8
Testigo				12,9

Fuente: Infostat, elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Anexo 3 Ingreso de datos acidez

Tratamientos	FACTOR A	FACTOR B	REPETICION	ACIDEZ	
1	1	1	1	0,2112	%m/v(acido cítrico)
2	1	2	1	0,2368	%m/v(acido cítrico)
3	1	3	1	0,224	%m/v(acido cítrico)
4	2	1	1	0,2176	%m/v(acido cítrico)
5	2	2	1	0,2368	%m/v(acido cítrico)
6	2	3	1	0,2368	%m/v(acido cítrico)

1	1	1	2	0,2048	%m/v(acido cítrico)
2	1	2	2	0,2176	%m/v(acido cítrico)
3	1	3	2	0,2112	%m/v(acido cítrico)
4	2	1	2	0,2112	%m/v(acido cítrico)
5	2	2	2	0,2112	%m/v(acido cítrico)
6	2	3	2	0,2112	%m/v(acido cítrico)
Testigo				35	
Testigo				36	

Fuente: Infostat, elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Anexo 4 : Ingreso de datos turbidez

Tratamientos	FACTOR A	FACTOR B	REPETICION	TURBIDEZ
1	1	1	1	788
2	1	2	1	666
3	1	3	1	914
4	2	1	1	402
5	2	2	1	914
6	2	3	1	135
1	1	1	2	781
2	1	2	2	664
3	1	3	2	912
4	2	1	2	401
5	2	2	2	912
6	2	3	2	133
Testigo				265
Testigo				266

Fuente: Infostat, elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Anexo 5 Ingreso de datos residuos

Tratamientos	FACTOR A	FACTOR B	REPETICION	RESIDUO
1	1	1	1	32,86
2	1	2	1	69,26
3	1	3	1	112,46
4	2	1	1	43,29
5	2	2	1	77,96
6	2	3	1	136,31
1	1	1	2	32,4
2	1	2	2	68,06
3	1	3	2	112,3
4	2	1	2	43,15
5	2	2	2	77,85
6	2	3	2	136,2
Testigo				150
Testigo				155

Fuente: Infostat, elaborado por Darwin Velásquez (2023)

ANEXOS

Anexo 6 Recolección de datos



Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez. (2023)

Anexo 7 Filtrado de las telas



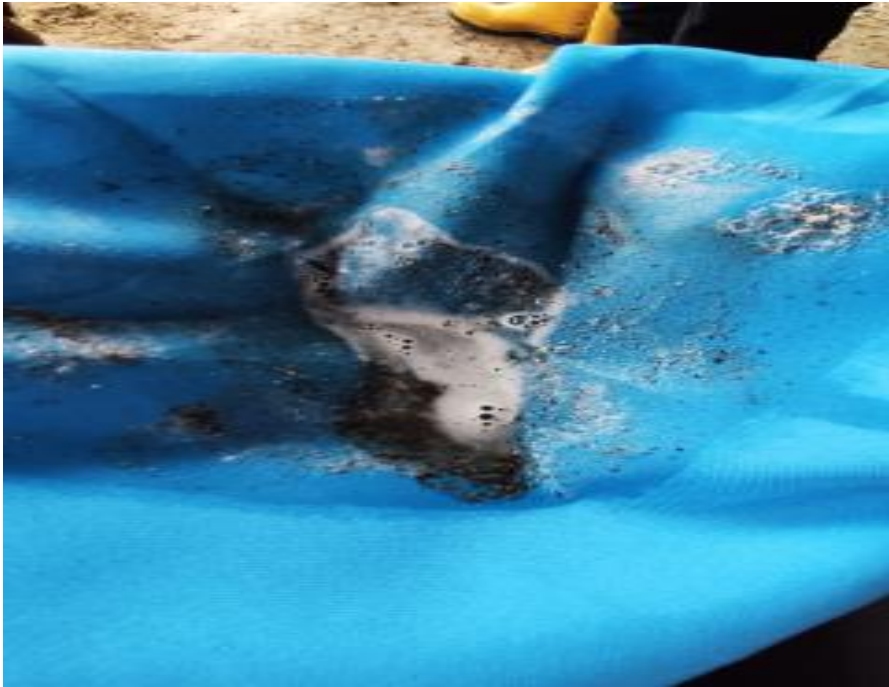
Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Anexo 8 Recolección jugo de caña



Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Anexo 9 Proceso de filtrado con tela



Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Anexo 10 Filtro polipropileno



Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Anexo 11 Mucilago



Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Anexo 12 Prueba de jarras



Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Anexo 13 Prueba de jarras segundo tratamiento



Fuente: Elaborado por Darwin Velásquez (2023)

Anexo 14 Aval del Traductor

**CENTRO
DE IDIOMAS**

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“APLICACIÓN DE METODOLOGÍAS ALTERNATIVAS PARA LA CLARIFICACIÓN DEL JUGO DE CAÑA EN LA ELABORACION DE PANELA GRANULADA EN LA PARROQUIA PALO QUEMADO DEL CANTÓN DE SIGCHOS”** presentado por: **Darwin Javier Velásquez Chicaiza**, egresado de la Carrera de: **Agroindustrial**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2023

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Edison Pacheco Pruna', written over a dashed horizontal line.



Mg. Edison Marcelo Pacheco Pruna
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0502617350