



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS APLICADAS PARA
MEJORAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN DE LA PANELA GRANULADA
PRODUCIDA EN LA PARROQUIA PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del título de Ingenieros
Agroindustriales

Autores:

Chávez Pacheco Shirley Yaily

Tipan Timbila Darwin Gerardo

Tutora:

Arias Palma Gabriela Beatriz Ing. Mg

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Chávez Pacheco Shirley Yaily, con cédula de ciudadanía No. 0504026923; y, Tipan Timbila Darwin Gerardo, con cédula de ciudadanía No. 0503992869; declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “Estudio comparativo de las metodologías aplicadas para mejorar el grado de compactación de la panela granulada producida en la parroquia Palo Quemado del cantón Sigchos”, siendo la Ingeniera Mg. Gabriela Beatriz Arias Palma, Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

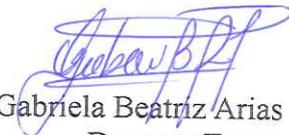
Latacunga, 07 de agosto del 2023



Shirley Yaily Chávez Pacheco
Estudiante
CC: 0504026923



Darwin Gerardo Tipan Timbila
Estudiante
CC: 0503992869



Ing. Gabriela Beatriz Arias Palma, Mg.
Docente Tutora
CC: 1714592746

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 **CHÁVEZ PACHECO SHIRLEY YAILY**, identificada con cédula de ciudadanía **0504026923** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA 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. - **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Estudio comparativo de las metodologías aplicadas para mejorar el grado de compactación de la panela granulada producida en la parroquia Palo Quemado del cantón Sigchos”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico:

Inicio de la carrera: octubre 2019 – marzo 2020

Finalización: abril 2023 – agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo. 25 de mayo del 2023

Tutora: Ingeniera, Mg. Gabriela Beatriz Arial Palma

Tema: “Estudio comparativo de las metodologías aplicadas para mejorar el grado de compactación de la panela granulada producida 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, **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 7 días del mes de agosto del 2023.



Shirley Yaily Chávez Pacheco
LA CEDENTE

Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema
LA CESIONARIA

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 **TIPAN TIMBILA DARWIN GERARDO**, identificado con cédula de ciudadanía **0503992869** 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 Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Estudio comparativo de las metodologías aplicadas para mejorar el grado de compactación de la panela granulada producida en la parroquia Palo Quemado del cantón Sigchos”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico:

Inicio de la carrera: octubre 2019 – marzo 2020

Finalización: abril 2023 – agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo. 25 de mayo del 2023

Tutora: Ingeniera, Mg. Gabriela Beatriz Arias Palma

Tema: “Estudio comparativo de las metodologías aplicadas para mejorar el grado de compactación de la panela granulada producida 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.

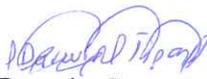
CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

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 7 días del mes de agosto del 2023.


Darwin Gerardo Tipan Timbila
EL CEDENTE

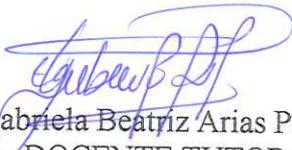
Dra. Idalia Eleonora Pacheco Tigselema
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS APLICADAS PARA MEJORAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN DE LA PANELA GRANULADA PRODUCIDA EN LA PARROQUIA PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS”, de Chávez Pacheco Shirley Yaily y Tipan Timbila Darwin Gerardo, de la carrera de Agroindustria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también han incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 07 de agosto del 2023


Ing. Gabriela Beatriz Arias Palma, Mg.
DOCENTE TUTORA
CC: 1714592746

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

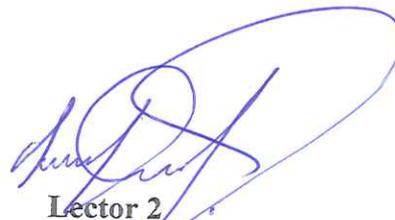
En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Chávez Pacheco Shirley Yaily y Tipan Timbila Darwin Gerardo, con el título del Proyecto de Investigación “ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS APLICADAS PARA MEJORAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN DE LA PANELA GRANULADA PRODUCIDA EN LA PARROQUIA PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

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

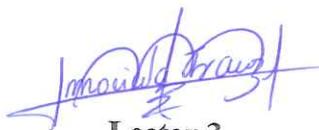
Latacunga, 07 de agosto del 2023



Lector 1 (Presidente)
Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Mg.
CC: 0501773931



Lector 2
Ing. Edwin Fabián Cerda Andino, Mg.
CC: 0501369805



Lector 3
Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.
CC: 0502270937

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiar mi camino, llenándome de bendiciones.
A mis padres Johanna y José por apoyarme en todo momento, nunca me dejaron sola, por su amor incondicional y sincero. Alentándome a seguir mis sueños.

A mi hermano por estar siempre a mi lado, por su cariño, comprensión y ánimo que siempre me brindo.

A mis abuelitos Gladys y Ramiro que siempre me impulsaron a que cumpla todos mis sueños, entregándome todo su amor en este camino de mi vida.

A mi enamorado por impulsarme en mi deseo de triunfo en la vida, el apoyo moral, comprensión, compañía y su amor en los momentos más duros en esta etapa de mi vida.

A toda mi familia que de una u otra forma estuvieron apoyándome día a día me motivaron a ser una persona fuerte y luchadora.

A mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas para terminar mi carrera, a mis docentes quienes me inculcaron conocimientos para salir adelante día a día, así como a mi tutora por guiarme para culminar mi proyecto de grado. Y a todo aquel que de una u otra manera estuvo conmigo.

Shirley Y. Chávez P.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiarme en el camino fortaleciéndome espiritualmente, para empezar un camino lleno de éxito.

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo inquebrantable y su confianza en mí.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, por brindarme la oportunidad de formarme como profesional y proporcionarme los medios para llevar a cabo esta investigación. De la misma manera a mis queridos docentes quienes impartieron sus conocimientos durante mis años de estudios académicos, así como a mi tutora, por su paciencia, dedicación y sabiduría durante todo el proceso de elaboración de este proyecto de investigación.

Alas personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término, es un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente, expresándoles mi agradecimiento.

A mis amigos, por su compañía, sus palabras de aliento, así como su ayuda en los momentos más difíciles.

A todas las personas que de alguna manera contribuyeron a que este sueño se hiciera realidad.

Darwin G. Tipan T.

DEDICATORIA

A Dios por haberme guiado en este camino, llenándome de conocimiento y fortaleza para poder alcanzar esta meta tan deseada y no rendirme en ningún instante.

A mis padres Johanna y José que siempre confiaron en mí, y me brindaron todo su apoyo incondicional para que no me rindiera y siguiera adelante, a mi hermano por haber estado siempre, y brindarme ese amor de hermanos.

A todas las personas que estuvieron presentes y ayudaron a que mi sueño se cumpla, muchas gracias.

Shirley Y. Chávez P.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, valores inculcados, por su trabajo y sacrificio de todos estos años, gracias a ello he logrado llegar hasta aquí y convertirme en una persona dedicada, responsable, así como de buenos principios.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que nos han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Darwin G. Tipan T.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: Estudio comparativo de las metodologías aplicadas para mejorar el grado de compactación de la panela granulada producida en la parroquia Palo Quemado del cantón Sigchos.

AUTORES: Chávez Pacheco Shirley Yaily

Tipan Timbila Darwin Gerardo

RESUMEN

El presente proyecto de investigación se realizó con el propósito, de hacer un estudio comparativo de las metodologías aplicadas para mejorar el grado de compactación de la panela granulada producida en la parroquia Palo Quemado del cantón Sigchos; con la función sustentativa de vinculación y responde al convenio marco con Maquita, la investigación forma parte del proyecto de Producción y Buenas Prácticas de Alimentos. Para ello se realizó el análisis fisicoquímico de las muestras del jugo de caña de Palo Quemado y Nanegal, obteniendo los siguientes datos de los parámetros evaluados: para Nanegal se obtuvo 0,0311 % de calcio, 1,08 % azúcares reductores, 5,52 pH y 0,04 % de acidez titulable mientras tanto para las muestras de Palo Quemado se registró 0,0258 % de Ca, azúcares reductores 2,69 %, pH 5,45 y 0,08 % de acidez titulable. Para determinar la influencia del carbón en la cascarilla de arroz en la calidad del jugo de caña para mejorar la calidad de la panela granulada se elaboró 3 lotes de producto (sin carbón, con carbón a 5 g y 10 g), Por medio del ADEVA se obtuvo la significancia estadística de los factores y con la prueba de tukey al 5% se estableció que el mejor resultado fue la panela elaborada con 5g de carbón, debido a que tiene una humedad del 3 %, actividad de agua de 0,62 %, 4,40 % en azúcares reductores y una compactación de 2323 gramos fuerza (gf), la cual está dentro de los parámetros que establece la Norma INEN de la panela granulada 2332:2002. Se evaluó una muestra expuesta a 73 % de humedad ambiental y otra al 65 % de humedad con ventiladores, la humedad fue medida cada 1 hora, 2 horas y 3 horas, el mejor resultado fue la panela expuesta a 65 % de humedad con los ventiladores puesto que en el lapso de 3 horas tuvo una humedad de 5,27 %. Concluimos que el carbón es una alternativa para disminuir la compactación que se presenta en la panela granulada, además es de fácil acceso y tiene un precio accesible para los productores, y el uso de ventiladores.

Palabras claves: Compactación, humedad, carbón, ventilación, azúcares reductores, actividad de agua

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

Title: Comparative study of the methodologies applied to improve the degree of compaction of the granulated raw sugar cane produced in the parish Palo Quemado of the canton Sigchos.

Authors: Chávez Pacheco Shirley Yaily

Tipan Timbila Darwin Gerardo

ABSTRACT

The present research project was carried out with the purpose of making a comparative study of the methodologies applied to improve the degree of compaction of the granulated raw sugar cane produced in the Palo Quemado parish of the Sigchos canton; with the supporting link function and responds to the framework agreement with Maquita, the research is part of the Food Production and Good Practices project. For this, the physicochemical analysis of the cane juice samples were carried out, obtaining the following data of the parameters evaluated: for Nanegal 0.0311 % Ca, 1.08 % reducing sugars, 5.52 pH and 0.04 % titratable acidity were obtained meanwhile for the samples of Palo Quemado 0.0258 % of Ca, reducing sugars 2.69 %, pH 5.45 and 0.08 % titratable acidity were recorded. To determine the influence of the charcoal of the rice husk in the cane juice to improve the quality of the granulated raw sugar cane, 3 batches of product were elaborated (without coal, with coal at 5 g and 10 g), By means of the ADVA the statistical significance of the factors was obtained and with the tukey test at 5% it was established that the best result was the raw sugar cane made with 5g of coal, because it has a compaction of 2323 GF with a humidity of 3% which is within the parameters established by the NTE INEN 2332:2002 standard. One sample was exposed to 73% humidity environment and another to 65% humidity with fans, humidity was measured every 1 hour, 2 hours and 3 hours, the best result was raw sugar cane exposed to 65% humidity with fans since in the span of 3 hours it had a humidity of 5,27 %. We conclude that activated coal is an alternative to reduce the compaction that occurs in granulated raw sugar cane, it is also easily accessible and has an accessible price for producers.

Key words: raw sugar cane compaction, humidity, husk coal, ventilation area.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	vi
AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	ix
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	x
AGRADECIMIENTO.....	xi
AGRADECIMIENTO.....	xii
DEDICATORIA.....	xiii
DEDICATORIA.....	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	xvii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xxi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xxiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxiv
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	3
3.1. Beneficiarios directos:.....	3
3.2. Beneficiarios indirectos:.....	3
4. PROBLEMA.....	3

5. OBJETIVOS	5
5.1. Objetivo general:.....	5
5.2. Objetivos específicos:	5
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	7
7.1. Antecedentes	7
7.2. Fundamentación teórica	8
7.2.1. Caña de azúcar	8
7.2.2. Panela.....	13
7.2.3. Panela granulada	13
7.2.4. Cascarilla de arroz.....	18
7.2.1. Ventiladores:	19
7.2.2. Humedad ambiental	19
7.3. Marco conceptual.....	21
8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	23
8.1. Hipótesis nula.....	23
8.2. Hipótesis alternativa.....	23
9. METODOLOGÍA/ DISEÑO EXPERIMENTAL	24
9.1. Tipos de investigación	24
9.1.1. Investigación bibliográfica.....	24
9.1.2. Investigación descriptiva	24
9.1.3. Investigación cualitativa	25
9.1.4. Investigación experimental	25
9.2. Técnicas	25

9.2.1. Observación	25
9.3. Materiales y equipos	26
9.3.1. Material de laboratorio.....	26
9.3.2. Equipos	26
9.3.3. Reactivos.....	26
9.3.4. Materiales.....	26
9.3.5. Materia prima.....	26
9.4. Descripción del método de elaboración	27
9.5. Elaboración del carbón de la cascarilla de arroz.....	27
9.5.1. Diagrama de elaboración del carbón de cascarilla de arroz para adicionar al jugo de caña de azúcar en el proceso de producción de la panela granulada.....	30
9.5.2. Metodología para la caracterización físico-químicas de las variedades de caña producidas en Nanegal y Palo Quemado.....	31
9.5.3. Descripción del método de elaboración de la panela granulada	31
9.6. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la panela granulada.....	35
9.7. Diseño experimental	36
9.7.1. Determinación la influencia de la adición del carbón de la cascarilla de arroz en el jugo de caña para mejorar la calidad de la panela granulada.....	36
9.7.2. Estudio de la influencia de la humedad en el proceso de batido de la panela granulada	38
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	40
10.1. Comparación de las características físico-químicas de los juegos de caña producidas en Nanegal y Palo Quemado.....	40
10.2. Determinación de la influencia de la adición del carbón de la cascarilla de arroz en el jugo de caña para mejorar la calidad de la panela granulada.....	44

10.2.1. Humedad	44
10.2.2. Actividad de Agua	48
10.2.3. Azúcares Reductores.....	50
10.2.4. Compactación	53
10.3. Influencia de la humedad ambiental en el proceso de batido de la panela granulada. ...	57
11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS).....	62
11.1. Técnicos	62
11.2. Sociales	62
11.3. Ambientales	62
11.4. Económicos.....	63
12. PRESUPUESTO	64
13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	65
13.1. Conclusiones	65
13.2. Recomendaciones	66
14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	67
15. ANEXOS.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Actividades y sistema de tareas en la relación a los objetivos planteados.....	6
Tabla 2 Composición química de los tallos de la caña de azúcar	11
Tabla 3 Composición química del jugo de la caña de azúcar	12
Tabla 4 Composición morfológica del bagazo	13
Tabla 5 Composición química nutricional de 100g de panela granulada	15
Tabla 6 Requisitos de la panela granulada.....	16
Tabla 7 Parámetros para el control de calidad de la panela	16
Tabla 8 Cuadro de variable independiente y dependiente	23
Tabla 9 Referencia de los métodos de los análisis físico-químicos de los jugos de caña por parte del INIAP.	31
Tabla 10 Referencia de los métodos de los análisis físico-químicos de la panela granulada .	36
Tabla 11 Parámetros del análisis de varianza para estimar la influencia del carbón en la calidad de la panela granulada.....	37
Tabla 12 Tratamientos de estudio para determinar la influencia del carbón en el jugo para mejorar la calidad la panera granulada.	37
Tabla 13 Parámetros del análisis de varianza para estimar la humedad en la panela granulada	39
Tabla 14 Tabla de tratamientos de la panela granulada de acuerdo con la humedad ambiental	39
Tabla 15 Caracterización físico-químicas de los jugos de caña producidas en Nanegal y Palo Quemado.....	41
Tabla 16 Análisis de varianza de la variable humedad del producto.....	44
Tabla 17 Prueba de Tukey al 5 % de la repetición.....	45
Tabla 18 Prueba de Tukey al 5 % de los tipos de muestra.....	46

Tabla 19 Prueba de Tukey al 5 % del carbón de cascarilla de arroz.....	46
Tabla 20 Análisis de varianza de la variable de actividad de agua (Aw)	48
Tabla 21 Prueba de Tukey al 5 % de los tipos de muestra *gramos del carbón de cascarilla de arroz	49
Tabla 22 Análisis de varianza de la variable azúcares reductores %	50
Tabla 23 Prueba de Tukey al 5 % para las repeticiones.....	51
Tabla 24 Prueba de Tukey al 5 % para los tipos de muestra	51
Tabla 25 Prueba de Tukey al 5 % para los gramos de carbón	52
Tabla 26 Prueba de Tukey al 5 % de los tipos de muestra *gramos del carbón de cascarilla de arroz	52
Tabla 27 Análisis de varianza de la variable compactación gramos fuerza (gf).....	53
Tabla 28 Reporte de resultados de los análisis fisicoquímicos de la panela elaborada sin y con adición de carbón de cascarilla de arroz en los tiempos de 0 y 1 hora	55
Tabla 29 Análisis de varianza de la variable Humedad	57
Tabla 30 Prueba de Tukey al 5 % para los tiempos de almacenamiento	58
Tabla 31 Prueba de Tukey al 5 % para las condiciones de almacenamiento.....	58
Tabla 32 Prueba de Tukey al 5 % de los gramos del carbón de cascarilla de arroz* tiempos de almacenamiento y condiciones de almacenamiento	59
Tabla 33 Influencia de la humedad ambiental y con ventiladores en la compactación de la panela granulada	61
Tabla 34 Presupuesto	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Recepción de la materia prima	27
Figura 2 Lavado de la cascarilla	27
Figura 3 Pesado de la materia prima.....	28
Figura 4 Carbonizado.....	28
Figura 5 Enfriado	29
Figura 6 Empaquetado del carbón	29
Figura 7 Recepción del jugo de caña de azúcar.....	31
Figura 8 Clarificación del jugo de caña de azúcar.....	32
Figura 9 Evaporación del agua presente en el jugo de caña	33
Figura 10 Punteo.....	33
Figura 11 Batido	34
Figura 12 Comportamiento de los promedios de la variable de humedad en la compactación de la panela granulada.....	47
Figura 13 Comportamiento de los promedios de la variable actividad de agua (A_w) en la compactación de la panela granulada	49
Figura 14 Comportamiento de los promedios de la variable azúcares reductores en la compactación de la panela granulada	53
Figura 15 Comportamiento de los promedios de la variable compactación en la de la panela granulada.....	54
Figura 16 Comportamiento de los promedios de la variable humedad en la compactación de la panela granulada	60

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Hoja de vida de la docente tutora Ing. Gabriela Beatriz Arias Palma	77
Anexo 2 Hoja de vida de la estudiante Shirley Yaily Chávez Pacheco.....	78
Anexo 3 Hoja de vida del estudiante Darwin Gerardo Tipan Timbila	79
Anexo 4 Análisis físico-químicos del jugo de caña de azúcar de Palo Quemado.....	80
Anexo 5 Análisis físico-químicos del jugo de caña de azúcar de Nanegal	81
Anexo 6 Peso de la cascarilla de arroz para hacer el carbón	82
Anexo 7 Carbonización de la cascarilla de arroz para proceder a realizar el carbón	82
Anexo 8 Carbón de la cascarilla de arroz	83
Anexo 9 Recepción de la materia prima.....	83
Anexo 10 Adición del carbón de la cascarilla de arroz en el jugo de caña de azúcar	84
Anexo 11 Panela granula	84
Anexo 12 Compactación de la panela sin adición del carbón de la cascarilla de arroz	85
Anexo 13 Análisis de la panela granulada.....	86
Anexo 14 Certificado del plagio.....	89

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título de investigación

“Estudio comparativo de las metodologías aplicadas para mejorar el grado de compactación de la panela granulada producida en la parroquia Palo Quemado del cantón Sigchos”.

Fecha de inicio

Abril 2023

Fecha de finalización

Agosto 2023

Lugar de ejecución

Provincia: Cotopaxi – Zona:3

Cantón: Sigchos

Parroquia: Palo Quemado

Institución

Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad

Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera que auspicia

Ingeniería en Agroindustria

Proyecto de investigación vinculado

Fundación Maquita Cushunchic Comercializando como Hermanos

Nombres de equipo de investigación

Tutor de investigación

- Ing. Mg. Gabriela Beatriz Arias Palma

Postulantes:

- Shirley Yaily Chávez Pacheco

- Darwin Gerardo Tipan Timbila

Área de conocimiento

Área: Ingeniería, industria y construcción.

Sub – área: Industria y producción.

Línea de investigación

Línea: Desarrollo y seguridad alimentaria.

Sub – línea: Optimización de procesos tecnológicos agroindustriales.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La tendencia mundial por consumir alimentos naturales que beneficien la salud del ser humano se ha incrementado, lo cual ha llevado a la constante innovación a la industria alimentaria. Este es el lugar donde surgen productos como la panela, que se obtienen con un procesamiento mínimo y brindan a los consumidores la confianza de que su consumo no causará alteraciones importantes en su vida diaria.

La importancia del cultivo de caña además de sus derivados como la panela granulada, radica su consumo que se basa en tradiciones y costumbres arraigadas entre nuestras comunidades, se constituye en uno de los alimentos de mayor interés social como económico para el Ecuador, genera y proporciona brinda empleo a numerosas familias de las provincias al involucrarlas en labores de cultivo, procesamiento, transporte y venta. La panela granulada por su composición nutricional posee cualidades alimenticias y terapéuticas las cuales son beneficiosas para la salud del consumidor.

La compactación adecuada de la panela granulada es esencial para asegurar su calidad y durabilidad. Sin embargo, en la parroquia de Palo Quemado del cantón Sigchos se ha identificado que existe un problema en este aspecto, lo que afecta negativamente la comercialización y rentabilidad de los productores locales. Mediante este proyecto de estudio comparativo de metodologías aplicadas para mejorar la compactación de la panela

granulada, se busca identificar las mejores prácticas y técnicas que permitan optimizar este proceso. Esto no solo beneficiará a los productores, mejorando su competitividad en el mercado, sino también a los consumidores, quienes podrán disfrutar de un producto de alta calidad y durabilidad. Además, el proyecto contribuirá al desarrollo económico y social de la parroquia, fortaleciendo la cadena productiva de la panela granulada y generando oportunidades de empleo e ingresos para la comunidad.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

3.1. *Beneficiarios directos:*

Las familias (alrededor de 40 socios aproximadamente) que se dedican a cultivar la caña de azúcar del cantón Sigchos en la parroquia Palo Quemado; así mismo, a las personas que producen, así como comercializan la panela granulada y ofertan en los mercados un producto de calidad que satisfaga las necesidades del consumidor.

3.2. *Beneficiarios indirectos:*

La población, dado que la panela es parte de la canasta del consumo básico y masivo; así mismo beneficiará a la carrera de Agroindustria porque fomentará la investigación aumentando el volumen de conocimientos para los estudiantes.

4. PROBLEMA

La industria de producción de panela enfrenta múltiples desafíos que incluyen la baja eficiencia en la producción, problemas en la calidad del producto, impactos medioambientales, desafíos en el mercado y dificultades en la organización de los socios, lo cual se traduce en situaciones de pobreza entre los productores. Algunos factores que influyen en el deterioro de la panela se relacionan con la humedad, la composición, condiciones del medio ambiente, esto conlleva a compactar la panela y cambiar sus características sensoriales, las mismas que resultan desagradables para el consumidor.

El desconocimiento que existe sobre la calidad del jugo de la caña de azúcar y su influencia en la calidad del producto final, ha provocado la compactación de la panela granulada, siendo una gran desventaja, puesto que se requiere de más recursos para su reprocesó porque no se la puede comercializar porque es desagradable para el consumidor.

La compactación de la panela afecta a la calidad y el rendimiento de este producto derivado de la caña de azúcar, este problema se produce cuando el jugo no se evapora completamente o cuando se añaden sustancias extrañas al proceso, lo que provoca que la panela se desmorone o se agriete fácilmente, reduciendo su valor comercial y su vida útil, además de favorecer el crecimiento de microorganismos que pueden deteriorar su calidad sanitaria. Algunas de las causas de la compactación de la panela son: una mala selección de la caña, una deficiente limpieza del jugo, una temperatura inadecuada del fuego, una agitación insuficiente o excesiva de la masa.

La panela granulada producida en la parroquia de Palo Quemado del cantón Sigchos presenta un grado de compactación deficiente, lo que afecta su calidad, durabilidad y comercialización. Esto genera pérdidas económicas para los productores y limita su capacidad para competir en el mercado, además de disminuir la satisfacción de los consumidores. Por lo tanto, se requiere investigar y aplicar metodologías que permitan mejorar el grado de compactación de la panela granulada y así garantizar un producto de alta calidad. Humedad ambiental alta: Si la humedad ambiental es alta durante el proceso de producción de panela granulada, puede dificultar la eliminación del exceso de humedad, lo que puede resultar en gránulos pegajosos y una menor capacidad de compactación.

La Humedad ambiental baja por otro lado, si la humedad ambiental es demasiado baja, los gránulos pueden secarse demasiado rápido y volverse quebradizos, lo que dificulta su compactación adecuada. También Control inadecuado de la humedad si no se controla

adecuadamente la humedad durante el proceso de producción, puede haber fluctuaciones en el contenido de humedad de la panela granulada, lo que puede afectar su calidad y durabilidad. Formación de grumos Si la humedad ambiental o la humedad en la panela granulada no se controlan correctamente, puede haber una mayor probabilidad de formación de grumos, lo que afecta negativamente la apariencia y textura del producto final.

El presente proyecto de investigación tiene el propósito de realizar un estudio comparativo de las metodologías aplicadas para mejorar el grado de compactación de la panela granulada producida en la parroquia Palo Quemado del cantón Sigchos, de esta manera se busca obtener un producto de calidad para su comercialización a precios justo y extender su mercado.

5. OBJETIVOS

5.1. *Objetivo general:*

- Evaluar las metodologías aplicadas para mejorar el grado de compactación de la panela granulada producida en la parroquia Palo Quemado del cantón Sigchos.

5.2. *Objetivos específicos:*

- Comparar las características físico-químicas del jugo de caña de azúcar producidas en Nanegal y Palo Quemado.
- Determinar la influencia de la adición del carbón de la cascarilla de arroz en el jugo de caña para mejorar la calidad de la panela granulada.
- Estudiar la influencia de la humedad ambiental en el proceso de batido de la panela granulada.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1 *Actividades y sistema de tareas en la relación a los objetivos planteados.*

Objetivos	Actividad (Tareas)	Resultados de la actividad	Medios de verificación
Objetivo 1			
Comparar características físico-químicas y de cultivo de las variedades de caña producidas en Nanegal y Palo Quemado.	<i>Recolección de las muestras Determinación de las características físico-químicas mediante ensayos</i>	<i>Análisis físicoquímicos (Ca, azúcares reductores, pH, acidez titulable) del jugo de caña de azúcar</i>	<i>Análisis comparativo de las variedades cultivadas en Palo Quemado y Nanegal en el numeral 10.1</i>
Objetivo 2			
Determinar la influencia de la adición del carbón de la cascarilla de arroz en el jugo de caña para mejorar la calidad de la panela granulada.	<i>Determinación de la influencia de la adición del carbón en el jugo de caña. -Evaluación de las características de la panela</i>	<i>Análisis físicoquímicos (Humedad, azúcares reductores, actividad de agua y compactación) de la panela sin y con adición de carbón</i>	<i>Resultados 10.2 y la tabla 28</i>
Objetivo 3			
Estudiar la influencia de la humedad ambiental en el proceso de batido de la panela granulada	<i>-Implementación de ventiladores en el área de batido. -Comparar la influencia en el área de batido con y sin ventilación en la compactación de la panela. -Medición de la humedad ambiental del área de batido con y sin ventilación.</i>	<i>-Humedad de la panela</i>	<i>Resultados en la tabla 34 del numeral 10.3</i>

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipán; 2023)

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Antecedentes

Rodríguez, et al., (2022) identificaron distintos tipos de Unidades de Producción Agroindustrial (UPA) de panela en el departamento de Huila, Colombia, basados en características técnicas y socioeconómicas. Mediante el uso del análisis factorial de datos mezclados (AFDM) y datos recopilados de una encuesta en 2019 con 94 UPA, se establecieron tres categorías: Tipo 1 (6 UPA - 6.38%), Tipo 2 (63 UPA - 67.02%), y Tipo 3 (25 UPA - 26.6%). El Tipo 3 se destaca por ser especializado en la producción de panela, con una mayor tecnificación en el cultivo y procesamiento de la caña de azúcar. Esto revela grupos diversos de UPA en la producción agroindustrial de panela, que operan en un modelo de pequeña escala de naturaleza tradicional.

Valle, et al., (2021) realizaron una encuesta a 58 agricultores, considerando aspectos relacionados con el productor, la finca y la producción de caña. La caña se cultiva tanto para elaborar panela como para vender el tallo con fines turísticos (caña fruta). Los gastos más significativos fueron asociados a la fertilización biológica, con un promedio de 122 USD por hectárea en costo de producto y 28 USD por hectárea en costo de aplicación. La mayoría de los productores indicó una producción de 5 metros cúbicos por hectárea de panela o caña fruta, con un precio de venta de 1 USD por unidad. Se concluyó que los agricultores combinan la producción de caña con otras actividades, como siembra y manejo, y que las cosechas son tradicionales y manuales. En Pastaza, el enfoque de producción se centra en el cultivo de panela y caña fruta.

Martínez, et al., (2020) evaluaron los factores importantes para la producción artesanal de piloncillo a través de un diseño exploratorio Plackett Burman. Los resultados evidenciaron que la temperatura, pH y concentración de azúcares influían en el color y la consistencia del producto. Para que el piloncillo satisfaga las características sensoriales

óptimas, se recomiendan temperaturas $> 100\text{ }^{\circ}\text{C}$, un pH cercano a 5.8 durante el encalado y periodos cortos de evaporación del jugo para evitar las altas concentraciones de azúcares reductores, obtuvieron un rendimiento máximo de $160\text{ g/L} \pm 10\text{ g/L}$ de jugo de caña usado.

Soledispa, et al., (2019) identificaron el sistema de control de calidad y canales de distribución que implementa el productor de la planta San Carlos del cantón Jipijapa, durante la producción de los derivados de la caña de azúcar. Tienen que implementar un sistema de control de calidad, no cuentan la vestimenta apta los trabajadores, carecen de un sistema que garantice la conservación del aguardiente, raspadura en bloque, alfeñique, la comercialización es realizada a través de intermediarios y consumidores finales.

Chiang, et al., (2018) evaluaron diversas variedades de caña durante la época de cosecha, analizando tanto los aspectos agrícolas como los industriales para determinar cuáles de estas variedades son más beneficiosas en términos de la productividad, contribuyendo así a un mayor rendimiento económico. La evaluación involucró la caracterización de las variedades de caña en estudio, considerando factores de manejo y componentes del rendimiento industrial como la cantidad de caña por hectárea, el porcentaje de pol en la caña y la cantidad de pol en toneladas por hectárea. Se llevó a cabo un análisis en la industria que permitió identificar las variedades más eficaces. Utilizando los programas Microsoft Excel y STATGRAPHICS 5.0, se desarrollaron dos modelos matemáticos que en conjunto concluyeron que las variedades de caña con un rendimiento agroindustrial más alto son: C323-68, C85-102, C86-12, C997, C86-156 y C90-469.

7.2. *Fundamentación teórica*

7.2.1. *Caña de azúcar*

Siesquén (2020) menciona que la historia de la caña de azúcar se pierde en el tiempo, Vejarano en 1974 afirmó que es de origen Hindú, sin embargo expuso que existen documentos que indican que Cristóbal Colón trajo estacas a Santo Domingo en 1493, pero

no se sabe que fue de ese cargamento, Flores afirma que es de la India y de ahí se extendió por todo el mundo, Brandés y Sartoris en 1928 no tienen duda que es de Nueva Guinea.

Es una planta tropical perenne, pueden llegar a medir de 3 a 5 metros de altura, de tallos gruesos y fibrosos, tienen abundante sacarosa. Existen variedades que inician su producción tras el primer corte, que se lleva a cabo entre los 12 a 18 meses, dependiendo de la zona del cultivo, manejo y variedad. Generalmente el primer corte es realizado entre los 18 a 24 meses (Rimaicuna & Liviapoma, 2019).

La caña de azúcar es una fuente de energía, que posibilita la producción de la industria azucarera (de Armas, et al., 2021). El rendimiento del jugo, la variedad y la edad del cultivo, son factores clave para la industria; en términos generales se pueden obtener 2 368 kg de bagazo, 300 kg de cachaza y 150 kg de miel por cada tonelada de azúcar sin refinar (Lagos, et al, 2021). Buste (2019) menciona que en el Ecuador se cultiva varios tipos de caña como: Cenicaña 85-92, Cuba 1051-73, Cuba 132-8, Barbados 72-74, Ragnar, C86-12, EC-02, PR 10-59, C1051-73, ECU-01, C87-51, CC85-92, C132-81.

Se adapta a varios suelos, climas, topografías, fertilidad, sistemas de producción, capacidad de producción de materia verde, así como materia seca por unidad de área (Lagos & Castro, 2019). Los cultivos de caña de azúcar requieren de ciertas condiciones climáticas como: temperatura (brotación 32-38°C, germinación 25°C, llega a su máximo 30-34°C, se reduce a 35°C, se detiene sobre 38°C), altitud (1000 m), precipitación (1200 mm), luz solar (18-36 MJ/m²) y humedad (crecimiento 80-85%, maduración de 45-65%) para un crecimiento óptimo (Arreaga, 2018).

7.2.1.1. Morfología de la caña de azúcar

La caña de azúcar es hermafrodita y puede tener una vida útil de 8 a 12 años, la altura de la planta depende de la longitud de los entrenudos (Narváez, 2020). Es conocida como una planta muy eficiente.

- **Raíz:**

Fijan la planta, absorben agua y nutrientes. Las raíces de la estaca original son delgadas, superficiales y ramificadas, su duración es de 3 meses aproximadamente después de su siembra. Las raíces del brote son numerosas, gruesas, de rápido crecimiento, su longitud, cantidad y edad dependen de las variedades, así como de los factores ambientales (Ramón, 2021).

- **Tallo**

Es macizo, cilíndrico de 5 a 6cm de diámetro con una altura de 2 a 5m y sin ramificaciones. Es rico en sacarosa (14%) su concentración puede variar por diferentes factores; originan las yemas de nuevos brotes subterráneos, de las variedades depende el número, el color, diámetro, y hábito de crecimiento (Tarrillo, 2019) (Ramón, 2021).

- **Yemas**

Da origen a los nuevos brotes o tallos; está cubiertas en forma de capucha por el prófalo que es una escama protectora asimétrica. El prófalo está conformado por membranosos, zona central, polo germinal, juntura que separa el ala del centro, margen o unión de los dos lados de la zona central y el apéndice (Siesquén, 2020).

- **Hojas**

Se origina en los nudos, están distribuidas de manera alterna a lo largo del tallo. Está conformada por la lámina foliar y la vaina, adoptando el nombre de lígula la unión de estas. La forma de la aurícula y lígula, así como su color, son características importantes para diferenciar variedades de caña (Tarrillo, 2019).

- **Inflorescencia**

Es una panícula sedosa de forma piramidal; posee un eje esencial y ejes secundarios con articulaciones en donde se insertan las espiguillas, una frente de la otra. La flor tiene androceo y gineceo es hermafrodita (Pozo & Suárez, 2018).

7.2.1.2. Composición química de los tallos

Tabla 2 Composición química de los tallos de la caña de azúcar

Constituyente	%
Agua	73-76
Sólidos	24-27
Sólidos solubles	10-16
Fibra seca	11-16

Fuente: (Arroyo & Méndez, 2018)

7.2.1.3. Factores que afectan la pérdida del azúcar

Tras el corte, los microorganismos epifitos, bacterias y hongos (*Physalospora tucamanensis*) se proliferan y se nutren de la sacarosa; primero la transforman en azúcares reductores y seguidamente producen fermentaciones reduciendo su eficacia en la producción de azúcar (Aranda, et al., 2019).

Para lograr la máxima recuperación del azúcar formado en el campo, minimizar los costos y mejorar la eficacia del proceso, Quesquen (2021) en su investigación menciona que se debe controlar los siguientes factores que ocasionan la pérdida de azúcar:

- **Programación**

- Nivel de maduración

- Comportamiento climático

- **Cosecha**

- Perdidas de materia prima

- Contenido de materia extraña

- **Post-Cosecha**

- Deterioro (quema, malas condiciones climáticas)

- **Procesamiento**

- Eficiencia de fabrica

7.2.1.4. *Jugo de caña*

Los intervalos estimados como aceptables para un jugo de caña de buena calidad es sacarosa mayor al 12.5%, grado Brix de 18 a 22, pureza de 79 a 89% y azúcares reductores menos del 1% (Aranda, et al., 2019). Su proceso de fermentación inicia en un lapso de 10 a 12 horas, dependiendo de la temperatura. Del jugo de caña se obtiene azúcar, panela, miel de caña y alcohol (Garcés, 2021).

La limpieza adecuada de los jugos posibilita mejorar la calidad de la miel, así como también la panela, en virtud de que se disminuye el contenido de sólidos, perfeccionando el color y la presentación (Oliva, et al., 2018). Es obtenido a través del prensado de los tallos de la caña de azúcar; un vaso de jugo (100ml) puede contener 40 Kcal y mg de hierro (Gasperin, 2020).

Tabla 3 *Composición química del jugo de la caña de azúcar*

Constituyente	%
Azúcares	
-Sacarosa	75-92
-Glucosa	70-88
-Fructosa	2-4
Sales	2-4
-Inorgánicas	3.0-3.4
-Orgánicas	1.5-4.5
Ácidos orgánicos	1-3
Aminoácidos	1.5-5.5
Otros no azúcares	1.5-2.5
Proteína	0.5-0.6
Almidones	0.001-0.050
Gomas	0.3-0.6
Ceras, grasas, etc.	0.15-0.50
Compuestos fenólicos	0.10-0.80

Fuente: (Arroyo & Méndez, 2018)

7.2.1.5. *Bagazo de la caña de azúcar*

Constituye el residuo de los tallos de la planta obtenido después de la molienda (Alvarado, 2021). Presenta 2 fracciones; la fibra de estructura cristalina estable químicamente que brinda firmeza a la caña y el meollo o parénquima de estructura amorfa

que cuenta con alta capacidad de absorción (Carbajal, 2022). Puede ser aprovechado como alimento para animales, reciclaje de nutrientes, así como materia orgánica en el agrosistema como cobertura vegetal del suelo para mantener la humedad y prevenir la erosión, control de plantas indeseables, además genera energía, papel, cartón, entre otras cosas (Zea, Soledispa, et al., 2019).

Tabla 4 *Composición morfológica del bagazo*

Componentes	%
Fibras	50
Parénquima	30
Vasos	15
Epidermis	5

Fuente: (Carbajal, 2022)

7.2.2. Panela

A nivel mundial la panela es conocida con diferentes nombres según el país o región: Chancaca (Chile, Ecuador y Perú); Gur o Jaggery (India); Jaggery (Kenia) y Khandsari (Asia del Sur); Kokutou y kurozatou (Japón); Mascabado (Filipinas); Panela (Bolivia, Colombia, Honduras, Nicaragua, Panamá y otros); Papelón (Venezuela y algunos países de Centroamérica); Piloncillo (México); Rapadura (Brasil y Cuba); tapa de dulce; Dulce Granulado (Costa Rica) (Suarez, et al., 2023).

7.2.3. Panela granulada

Es un azúcar sólido con aspecto de cristales sueltos, de tonalidad amarillo pardo, soluble en agua; obtenida del jugo concentrado de la caña de azúcar a través de los procesos de clarificación, evaporación, concentración y granulación (Castro, 2021). Se obtiene de la evaporación del jugo de la caña, siendo una azúcar cruda, sin refinar, sin centrifugar, con un alto contenido de la melaza, y consiguiente cristalización de la sacarosa que acoge ciertas cantidades de minerales y vitaminas (Chancay, 2019).

La panela aporta notables beneficios en la dieta del consumidor porque contiene en gran cantidad fitonutrientes, vitaminas, proteínas de la caña de azúcar y además posee metabolitos secundarios como polifenoles y flavonoides (Lee, et al., 2018).

7.2.3.1. Procesos de elaboración de la panela

- Cosecha y limpieza:

Se elige la caña madura se la corta y posteriormente se realiza limpieza de la misma.

- Molienda:

El proceso de molienda consta de un molino de 3 rodillos que presan la caña y así se obtiene el jugo, en donde se tamiza para separar del bagazo (Paspuel, 2021),

- Clarificación:

Se elimine el 90% de impurezas del jugo, además se remueve por medio físico teniendo jugo bien frío, por cada 100 kg de jugo de caña se tiene 2 a 8 kg de cachaza (Paspuel, 2021).

- Evaporación y concentración:

El jugo se pasa por un proceso de altas temperaturas alcanzando los 120°C, removiendo el 90% de agua presente en el jugo, después se evapora lentamente hasta llegar a una concentración, inicia con un promedio aproximado de 18 °Brix el cual pasando por el proceso mencionado termina en 90°Brix (Paspuel, 2021).

- Moldeo:

La masa obtenida en la evaporación es pasada a un recipiente en el cual se moldea de diversas formas cuadrado, redondo y granulado, posteriormente se deja secar.

- Empacado:

Se empaca en bolsas de polipropileno, papel o cajas.

7.2.3.2. Composición nutricional

La composición nutricional de la panela depende de diversos factores que van desde la variedad de caña, el tipo de suelo, características climáticas, edad, corte, apronte y las condiciones del proceso de producción (Castro, 2018).

Tabla 5 Composición química nutricional de 100g de panela granulada

Composición 100g de la panela	
Carbohidratos (g)	
Sacarosa	72 a 78
Fructuosa	1.5 a 7
Glucosa	1.5 a 7
Minerales (mg)	253.35
Potasio	11.5
Calcio	70
Magnesio	80
Fósforo	55
Sodio	24.5
Hierro	11.5
Manganeso	0.35
Cobre	0.5
Vitaminas (mg)	
Provitamina A	2
Vitamina A	3.8
Vitamina B1	0.01
Vitamina B2	0.06
Vitamina B5	0.01
Vitamina B6	0.01
Vitamina C	7
Vitamina D2	6.5
Vitamina E	111.3
Vitamina PP	700
Proteínas (mg)	280
Agua (g)	1.5 – 7
Energía (Kcal)	312

Fuente: (Aponte, 2020)

La normativa NTE INEN 2332:2002 a establecido los requerimientos óptimos para tener una panela de calidad y en buenas condiciones para el consumo del ser humano, garantizando la seguridad alimentaria.

Tabla 6 *Requisitos de la panela granulada*

Requisitos	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>Método de ensayo</i>
Color T (550 nm)	30	75	<i>NTE INEN 268</i>
Azúcar reductor %	5,5	10	<i>NTE INEN 266</i>
Sacarosa %	75	83	<i>NTE INEN 266</i>
Humedad %	-	3	<i>NTE INEN 265</i>
pH	5,9	-	

Fuente: (Aponte, 2020)

7.2.3.3. *Control de calidad*

El control de calidad de alimentos consiste en el uso de herramientas de tipo físico, químico, tecnológico, sensorial, microbiológico y nutricional para garantizar la salubridad, higiene, sabor adecuado, nutrientes y otros componentes que hacen parte de los parámetros necesarios de inocuidad (Casilla, 2020).

Tabla 7 *Parámetros para el control de calidad de la panela*

Tipo	Parámetro
Evaluación fisicoquímica	Humedad
	Turbidez
	Granulometría
	pH
	°Brix
	Sedimentos
	Viscosidad
	Densidad relativa
	Pureza
	Azúcares reductores
Caracterización organoléptica	Olor
	Sabor
	Textura
	Color

Fuente: (Montero, 2022)

Los microorganismos crecen aprisa entre los 20 - 60 °C, en donde, se encuentran las etapas iniciales y finales de la producción de la panela granulada (molienda, clarificación, batido, tamizado, empaque y almacenamiento).

Las variaciones de tiempo y temperatura en las operaciones deben ser controladas puesto que influye en la inocuidad del producto (Montero, 2022).

7.2.3.1. Compactación de la panela

La compactación es un proceso artificial por el cual las partículas de una sustancia polvorosa, son obligadas a estar más en contacto las unas con las otras, mediante una reducción del índice de vacíos, empleando medios mecánicos; lo cual se traduce muchas veces en un mejoramiento de sus propiedades (Calvo , 2021). La importancia de la compactación estriba en el aumento de la resistencia y disminución de la capacidad de deformación que se obtiene al someter una sustancia polvorosa a técnicas convenientes, que aumentan el peso específico seco, disminuyendo sus vacíos. (Quevedo , 2019)

Además, los métodos empleados para la compactación dependen del tipo de materiales con que se trabaje. Para bajos contenidos de humedad, el agua está en forma capilar produciendo compresiones entre las partículas constituyentes, lo cual tiende a la formación de grumos difícilmente desintegrables que dificultan la compactación. (Garófalo & Villón , 2019)

La compactación no es más que el apisonamiento de una sustancia polvorosa, para eliminar el aire atrapado en la mezcla y además ayudar a que esta se moldee a los diferentes envases. Estos vacíos en la masa provienen de varias causas, de las cuales las dos más importantes son el llamado aire atrapado, y las vacuolas producidas por la evaporación de parte del agua en el procesamiento de la panela granulada. (Guerra, 2018)

7.2.3.2. Actividad de agua

Se refiere a la cantidad de agua libre en un alimento que está disponible para el crecimiento microbiano. Todos los microorganismos requieren de una determinada cantidad de agua para sobrevivir, crecer y reproducirse, por lo que los métodos de conservación de alimentos se basan al menos en parte en reducir la disponibilidad de agua, eliminarla mediante deshidratación, evaporación, liofilización e inmovilizar el agua agregándola azúcar o sal, congelados o no congelación u otros medios.

Hace referencia a la cantidad de agua libre que está disponible en los alimentos para el crecimiento microbiano. Todos los microorganismos necesitan una cierta cantidad de agua para vivir, crecer y reproducirse, por esta razón los métodos (Arévalo, 2014).

7.2.3.3. Azúcares reductores

Poseen su grupo carbonilo (grupo funcional) intacto entre estos tenemos glucosa, lactosa, fructosa, maltosa, galactosa, manosa, y que a través del mismo pueden reaccionar con otras moléculas; los azúcares no reductores al contrario no poseen su grupo carbonilo libre y entre estos tenemos sacarosa, trehalosa (Mazón & Moreano, 2015).

Todos los monosacáridos son azúcares reductores, son solubles en agua e incoloros cuando se disuelven y casi todos de sabor dulce. Casi todos los polisacáridos son AR debido a su compleja estructura, la mayoría son insolubles en agua y no son de sabor dulce (Mazón & Moreano, 2015).

7.2.4. Cascarilla de arroz

Su nombre es equivalente al inglés husk y es empleado para denominar a las brácteas que recubren a los granos en los cereales. Es un tejido vegetal que está formado por celulosa (34,1%), hemicelulosa (14,6%), tanto como lignina (21,3%), estos elementos facilitan su rendimiento como combustible y 17,8% de cenizas (Terreros, 2021). Es un material duro que protege los granos de arroz; es insoluble en agua, resistente al desgaste y leñosa (Carvajal & Delgado, 2018).

7.2.4.1. Carbón de cascarilla de arroz

Tiene la capacidad de adherir o retener en su superficie los átomos, moléculas o iones, que se encuentran disueltos en el líquido que está en contacto con él. A este suceso se le designa como poder adsorbente, la misma que purifica, desodoriza y decolora el agua u otros líquidos o gases que entren en contacto con el carbón (Espinoza, 2019).

Es una tecnología que puede ser implementada en varias industrias, debido a su eficiencia en la remoción de contaminantes (Roncal & Villanueva, 2021).

7.2.1. Ventiladores:

Son dispositivos esenciales para las fábricas de panela, permiten regular la temperatura y la humedad del ambiente. Según Paucar y Yáñez (2018) algunos nombres de ventiladores para fábricas de panela son:

-Ventilador axial:

Es un tipo de ventilador que tiene un eje central y aspas que giran alrededor de él. Su ventaja es que genera un flujo de aire constante y uniforme, ideal para enfriar el jugo de caña.

-Ventilador centrífugo:

Es un tipo de ventilador que tiene una carcasa en forma de espiral y aspas curvas que impulsan el aire hacia el centro. Su ventaja es que genera una alta presión de aire, ideal para secar el bagazo de caña.

- Ventilador helicoidal:

Es un tipo de ventilador que tiene una hélice con varias aspas que giran en un plano perpendicular al eje. Su ventaja es que genera un bajo nivel de ruido, ideal para mejorar el confort acústico de la fábrica.

7.2.2. Humedad ambiental

La humedad ambiental es la cantidad de vapor de agua que hay en el aire. Se puede medir de diferentes formas, pero las más comunes son la humedad relativa y el punto de rocío. La humedad relativa es el porcentaje de vapor de agua que hay en el aire en relación con la cantidad máxima que podría contener a una determinada temperatura. El punto de rocío es la temperatura a la que el aire se satura de vapor de agua y empieza a condensarse.

La humedad ambiental influye en el confort térmico de las personas, así como en el crecimiento de plantas y microorganismos. (Ostaiza , 2018)

-Medición de la humedad

La humedad ambiental es la cantidad de vapor de agua que hay en el aire. Se puede medir de diferentes formas, pero una de las más comunes es usando un higrómetro. Este instrumento tiene dos termómetros, uno con el bulbo seco y otro con el bulbo húmedo. Al evaporarse el agua del bulbo húmedo, se enfría el termómetro y se crea una diferencia de temperatura entre los dos. Esta diferencia se relaciona con la humedad relativa, que es el porcentaje de vapor de agua que hay en el aire respecto al máximo que puede contener a una temperatura determinada. Otra forma de medir la humedad es mediante el punto de rocío, que es la temperatura a la que el vapor de agua se condensa en gotas. Cuanto más alto sea el punto de rocío, mayor será la humedad ambiental. (Velez , 2019)

-Higrómetro

Realiza mediciones rápidas de humedad y temperatura, ofreciendo de información sobre el punto de rocío (temperatura de rocío) y sobre la temperatura de esfera húmeda. Así se puede evitar la formación de hongos en el sector de la alimentación, tanto en su transporte como en su almacenado (PCE, 2022).

- Termo higrómetro

Es un instrumento que se usa para medir la temperatura (termo) y la humedad (higro) relativa en interiores. Este medidor adopta la pantalla digital LCD donde se puede comprobar los datos de manera clara y sencilla (Biggardenec, 2022).

Modo de uso

- Coloque en el compartimento trasero la batería 1xAAA.
- Configure los botones.

- Mode: escoja el modo visualización entre el reloj, alarma y fecha y fije los valores presionando adj para ajustar los valores y pulse mode para establecer el valor.
- Memory: para mostrar los valores MAX y MIN memorizados, mantenga pulsado para borrar los valores guardados.
- Adj: para activar o desactivar la alarma diaria o cada hora. Presione mode para ajustar la hora de alarma.

Características

- Medición de humedad, temperatura y tiempo simultáneamente en una pantalla LCD grande y fácil de leer.
- Memoria de valor de medición máximo y mínimo con sistema de visualización de 12 horas/24 horas seleccionable.
- Función de alarma de reloj, compacto, ligero y fácil de llevar.
- El termohigrómetro digital tiene soporte retráctil para utilizarlo fácilmente sobre cualquier superficie.

7.3. Marco conceptual

- **Aurícula:** Expansión lateral en la base de las hojas; son características las de las gramíneas y que junto a la lígula resultan útiles para su identificación en estado vegetativo.
- **Clarificación:** Proceso de separación de pequeñas cantidades de sólido suspendidas en un líquido por filtración o por centrifugación.
- **Colorimetría:** Es la ciencia que estudia la medida de los colores y que desarrolla métodos para la cuantificación de la percepción del color.
- **Compactación:** Es un proceso mediante el cual un sólido pierde progresivamente su porosidad.

- **Espiguillas:** Espiga pequeña que, junto a otras, forma parte de la espiga principal en algunas plantas.
- **Granulación:** Es un proceso tecnológico que implica la modificación del tamaño de las partículas.
- **Hermafrodita:** Son aquellas plantas que poseen los órganos masculinos (estambres) y femeninos (pistilo) en la misma flor.
- **Lígula:** Pequeño apéndice localizado por encima de la vaina de la hoja de ciertas gramíneas.
- **Microorganismos epifitos:** Aquellos microorganismos que colonizan la superficie de cada órgano de las plantas.
- **Panícula:** Inflorescencia compuesta formada por un racimo cuyos ejes laterales se ramifican de nuevo en forma de racimo o a veces de espiga.
- **Parénquima:** Tejido vegetal esponjoso de las células vivas que rellena los intersticios dejados por los vasos y que puede tener funciones diversas según su ubicación, como reservar sustancias, fotosintetizar o rellenar.
- **Prófilo:** Es la primera bráctea de una rama axilar. Está dispuesta del lado opuesto a los nomofilos.
- **Piramidal:** Que tiene forma de pirámide.
- **Pol:** Contenido de sacarosa en el jugo.
- **POJ:** Es una variedad que se caracteriza por su excelente estabilidad en la maduración, por cuanto no permite fácilmente el desdoblamiento de la sacarosa, a pesar de que ocurra mayor tiempo después de alcanzado el punto óptimo de sazonado en campo.

8. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

8.1. Hipótesis nula

Ho: Los tipos de muestras y el carbón de cascarilla de arroz no influye en las características físico química de la panela granulada.

Ho: El carbón de la cascarilla de arroz, tiempo y condición de almacenamiento, no influye en la humedad de la panela granulada.

8.2. Hipótesis alternativa

H1: Los tipos de muestras y el carbón de cascarilla de arroz, si influye en las características físico química de la panela granulada.

H1: El carbón de la cascarilla de arroz, tiempo y condición de almacenamiento, si influye en la humedad de la panela granulada.

Tabla 8 Cuadro de variable independiente y dependiente

<i>Variable dependiente</i>	<i>Variable Independiente</i>	<i>Indicadores</i>	<i>UM</i>
<i>Compactación de la panela granulada</i>	<i>Muestra (Sector 1 Nanegal y sector 2 Palo Quemado)</i>	<i>Humedad</i>	<i>%</i>
	<i>Carbón de cascarilla de arroz (0 g, 5 g y 10 g)</i>	<i>Actividad de agua</i>	<i>Aw</i>
<i>Compactación de la panela granulada</i>	<i>Carbón de cascarilla (0 g y 5 g)</i>	<i>Azúcares reductores</i>	<i>%</i>
	<i>Tiempo de almacenamiento (1 H, 2 H y 3 H)</i>	<i>Compactación</i>	<i>%</i>
<i>Compactación de la panela granulada</i>	<i>Condición de almacenamiento (Con y sin ventilación)</i>	<i>Humedad</i>	<i>%</i>

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

9. METODOLOGÍA/ DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1. Tipos de investigación

9.1.1. Investigación bibliográfica

Recolecta, recopila y selecciona la información de documentos, revistas, libros, periódicos, artículos científicos, memorias de eventos, entre otros. Con el propósito de encauzar el estudio desde dos aspectos, relacionando datos ya existentes que proceden de distintas fuentes que proporcionan una visión panorámica y sistemática de una determinada cuestión elaborada en múltiples fuentes dispersas (Reyes & Carmona, 2020).

Facilitó la recolección de información de fuentes confiables (tesis, artículos científicos), identificándola y sistematizándola en el desarrollo del proyecto de investigación de la compactación de la panela granulada con el propósito de solucionar el problema determinado en el estudio.

9.1.2. Investigación descriptiva

Recopila datos e información sobre las características, propiedades, aspectos o dimensiones del fenómeno estudiado, para corroborar hipótesis o responder a preguntas. Responde a preguntas del tipo ¿cómo es? ¿Cuál es la relación entre? ¿Qué diferencias existe? ¿Cuál es el origen? ¿Cómo se comporta? ¿Cómo se clasifica?, entre otros, (Nieto, 2018).

Mediante la visita a la parroquia Palo Quemado se describió las características de la caña de azúcar que es empleada en la molienda, el nivel de sacarosa, así como su fibra que tiene, el tipo, la cantidad de aditivos que son usados para mejorar la calidad del producto, el tiempo igual que la temperatura de cocción del jugo de caña, la viscosidad y forma de la miel que se obtiene además el rendimiento igual que las propiedades nutricionales del piloncillo.

9.1.3. Investigación cualitativa

Se desarrolla bajo el paradigma naturalista o constructivista, donde la realidad es múltiple, así como subjetiva, el investigador está en constante interacción con el fenómeno estudiado, hace hincapié en las interpretar las experiencias de los participantes, porque busca la comprensión en profundidad (Moscoso & Díaz, 2018).

Permitió analizar y comprender los factores que afectaron la compactación de la panela en la producción de Palo Quemado, de esta manera ayudó a dar solución a las hipótesis.

9.1.4. Investigación experimental

Es un proceso sistemático y controlado que permite inducir relaciones empíricas entre dos o más variables. Su propósito es comprobar la veracidad de una hipótesis, así como predecir y controlar hechos, razón por la que los sujetos participantes en los experimentos son elegidos al azar. Para su desarrollo emplea la formulación de dos variables que deben comprobarse en el estudio: una es dependiente y otra es independiente (Hernández, 2018).

A través de la experimentación se pudo controlar las variables, encontrara una solución al problema planteado, recolectando datos que se puede corroborar.

9.2. Técnicas

9.2.1. Observación

Recoge información sobre el comportamiento, las actitudes, las opiniones o las necesidades de las personas o los grupos. La función de estas técnicas es obtener datos objetivos y fiables que permitan describir, analizar o evaluar una realidad social o educativa (Castillo , 2023).

Facilitó la recolección e interpretación de la información receptada de inicio a fin del desarrollo del proyecto de investigación.

9.3. Materiales y equipos

9.3.1. Material de laboratorio

- Vasos de precipitación
- Embudo de vidrio
- Matras volumétrico
- Probeta milimétrica
- Pipeta
- Matras

9.3.2. Equipos

- Ventiladores
- Higrómetro
- Termómetro
- Potenciómetro
- Balanza

9.3.3. Reactivos

- Agua destilada
- Alcohol

9.3.4. Materiales

- Recipiente de vidrio
- Bandeja metálica
- Cocina de leña
- Cuchara de palo
- Zaranda metálica

9.3.5. Materia prima

- Carbón de la cascarilla de arroz

- Jugo de caña de azúcar
- Leña

9.4. Descripción del método de elaboración

9.5. Elaboración del carbón de la cascarilla de arroz

Carbón de cascarilla de arroz

- **Recepción:** Se obtuvo la cascarilla de arroz, para elaborar el carbón y fue adquirida en una tienda agrícola.

Figura 1 *Recepción de la materia prima*



Fuente: (Chávez y Tipan; 2023)

- **Lavado:** Se lavo la cascarilla de arroz para eliminar cualquier impureza y lo dejamos secar a temperatura ambiente de 12 a 24 horas.

Figura 2 *Lavado de la cascarilla*



Fuente: (Chávez y Tipan; 2023)

- **Pesado:** Se pesando 5 libras de cascarilla de arroz, asegurándonos que esté totalmente seco.

Figura 3 *Pesado de la materia prima*



Fuente: (Chávez y Tipan; 2023)

- **Carbonizado:** Se procedió a tostar en una cocina de leña que cuenta con un área ventilada hasta obtener el carbón a una temperatura aproximada de 180 °C, mezclando constantemente para que vaya quedando uniforme.

Figura 4 *Carbonizado*



Fuente: (Chávez y Tipan; 2023)

- **Enfriado:** Se dejó enfriar el carbón de cascarilla de arroz dejando enfriar durante 24 horas.

Figura 5 *Enfriado*



Fuente: (Chávez y Tipan; 2023)

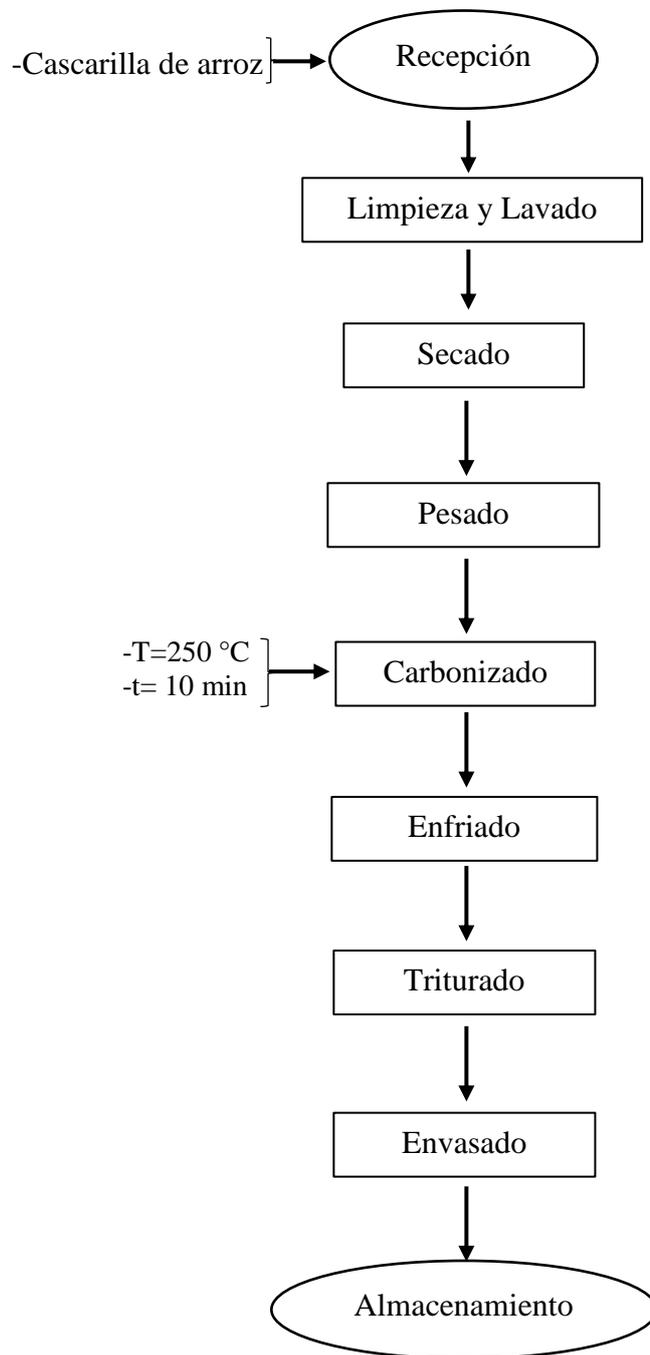
- **Envasado:** Se envasa en un recipiente de vidrio con el fin de evitar la humedad.

Figura 6 *Empaquetado del carbón*



Fuente: (Chávez y Tipan; 2023)

9.5.1. Diagrama de elaboración del carbón de cascarilla de arroz para adicionar al jugo de caña de azúcar en el proceso de producción de la panela granulada



Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

9.5.2. Metodología para la caracterización físico-químicas de las variedades de caña producidas en Nanegal y Palo Quemado.

El análisis fisicoquímico fue realizado a las dos muestras de jugo de caña de azúcar el cual consistió en la determinación del calcio, azúcares reductores, pH y acidez titulables, los mismo que fueron realizados por el Departamento de Nutrición y Calidad, del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias; en la estación experimental Santa Catalina. El documento consta de los resultados de los estudios antes mencionados, que certifica la realización de los mismos en los laboratorios del INIAP, se encuentra adjunto en ANEXO 4 y 5.

Tabla 9 Referencia de los métodos de los análisis físico-químicos de los jugos de caña por parte del INIAP.

Análisis	Método	Método de referencia
Ca	MO-LSAIA-03.01.02	U. FLORIDA 1980
Azúcares reductores	MO-LSAIA-22	WUATADA 1955
pH	MO-LSAIA-09	Potenciométrico
Acidez titulable	MO-LSAIA.29	OAC

Fuente: (INIAP, 2023)

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

9.5.3. Descripción del método de elaboración de la panela granulada

9.5.3.1. Recepción:

El jugo de caña de azúcar prelimpiado fue filtrado 900 litros, para eliminar cualquier impureza que se encuentre presente.

Figura 7 Recepción del jugo de caña de azúcar



Fuente: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

9.5.3.2. Clarificación

- Se pesó el carbón de cascarilla de arroz, según el volumen del jugo de caña de azúcar considerando que se adicionó 1500 g para 300 litros de jugo de caña de azúcar y 3000 g en 300 litros de jugo de caña de azúcar.
- Se mezcló el carbón con el jugo caliente para formar una pasta homogénea y fluida.
- Se vertió la pasta de carbón en el tanque donde se encuentra el jugo de caña de azúcar, agitando bien para distribuirlo uniformemente.
- Se deja reposar el jugo con el carbón durante 20 min.
- Se filtra el jugo para separar el carbón y las impurezas que ha retenido.
- Se obtiene un jugo de caña de azúcar más claro, limpio y dulce, listo para su posterior procesamiento

Figura 8 Clarificación del jugo de caña de azúcar



Fuente: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

9.5.3.3. Evaporación

Se llevó a cabo en unas pailas de acero inoxidable, a una temperatura de 110 °C y 130 °C hasta eliminar el 80% de agua presente en el jugo de caña, alcanzando una concentración de sólidos solubles aproximadamente del 70 %. El tiempo de evaporación en la producción de panela granulada puede variar según la cantidad y la calidad del jugo de caña utilizado, pero generalmente puede tomar alrededor de 1 a 2 horas.

Figura 9 *Evaporación del agua presente en el jugo de caña*



Fuente: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

9.5.3.4. Punteo

Se realizado hasta obtener mieles a punto de panela, es decir, con un porcentaje de sólidos solubles de hasta 96%. A una temperatura final de 120 a 125 °C la primera parada el tiempo que se demora en procesar la panela granulada es de 4 horas aproximadamente, en cambio la segunda parada se realiza en 2 horas aproximadamente.

Figura 10 *Punteo*



Fuente: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

9.5.3.5. Batido

La miel se cristalizó o granuló a través de un agitación manual con palas de acero inoxidable alrededor de 10 a 15 min.

Figura 11 *Batido*



Fuente: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

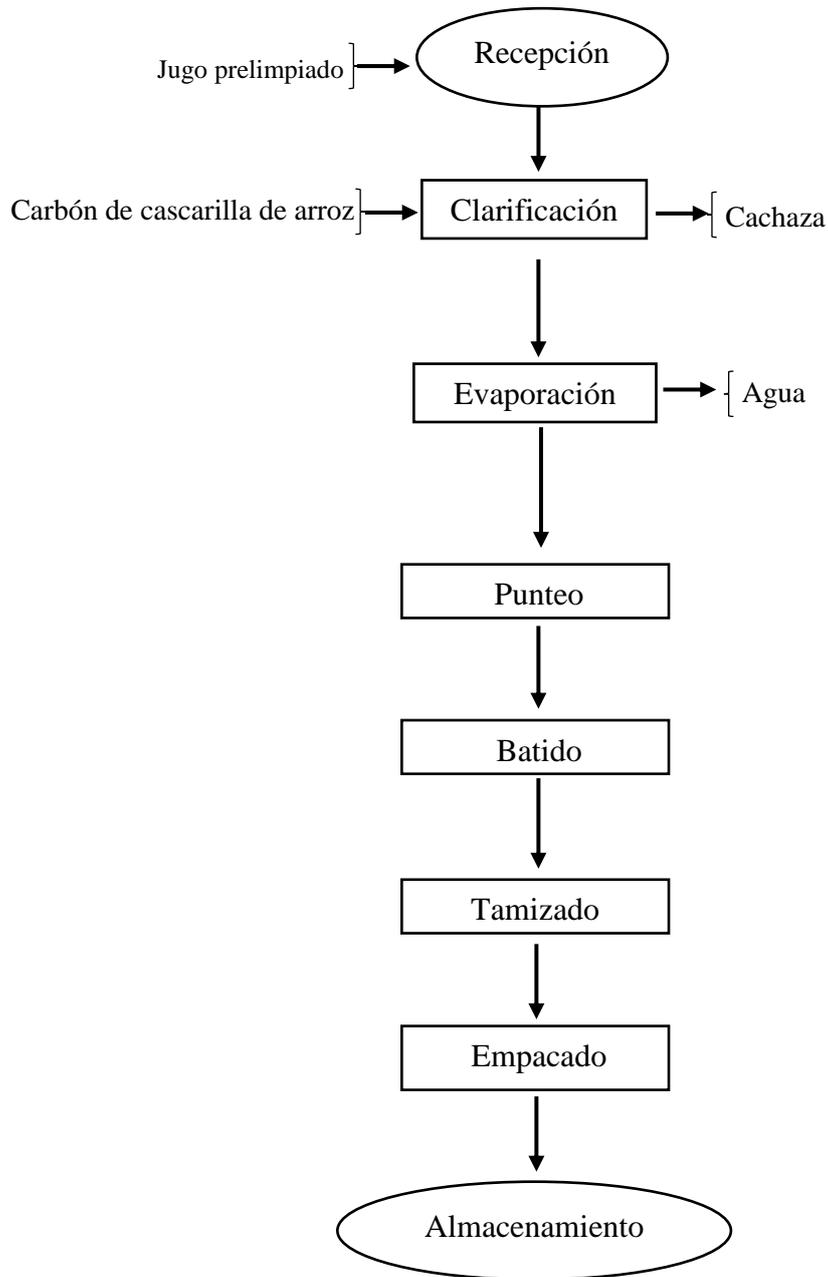
9.5.3.6. Tamizado

En una zaranda con diámetro de 2 milímetros, se agita la panela permitiendo pasar la panela por un tamiz o colador para separar las partículas más grandes y obtener un producto más uniforme y granulado.

9.5.3.7. Empacado

La panela granulada fue empacada en las bolsas de polipropileno debidamente lotizadas para sus posteriores análisis.

9.6. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de la panela granulada.



Elaborado por: Autores (Chávez y Tipán; 2023)

9.6.1.1. Metodología para determinar la adición del carbón de la cascarilla de arroz en el jugo de caña.

El análisis fisicoquímico fue realizado a seis muestras de panela granulada el cual consistió en la determinación de los siguientes parámetros: humedad, actividad de agua, azúcares reductores y compactación que fueron realizados por el SETLAB. El documento que avala la realización de los análisis mencionados se encuentra adjunto en el ANEXO 13.

Tabla 10 Referencia de los métodos de los análisis físico-químicos de la panela granulada

Parámetro	Método
Humedad	AOAC/Gravimétrico
Actividad de agua	AOAC/Gravimétrico
Azúcares reductores	AOAC/Espectrofotométrico
Compactación	AOAC/Gravimétrico

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipán; 2023)

9.7. Diseño experimental

9.7.1. Determinación la influencia de la adición del carbón de la cascarilla de arroz en el jugo de caña para mejorar la calidad de la panela granulada.

En la investigación se aplicó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) bajo un diseño factorial (A * B), planteando 6 tratamientos experimentales con dos repeticiones, evaluando como factor A los tipos de muestras (a1: muestra 1 y a2: muestra 2), también el factor B los gramos del carbón de cascarilla de arroz (0 g, 5 g y 10 g). Para la separación de medias de los niveles de los tratamientos hicieron la prueba de significación Tukey

Factor A: Tipos de muestras

a1: Muestra 1

a2: Muestra 2

Factor B: Gramos del carbón de cascarilla de arroz

b1: 0 gramos

b2: 5 gramos

b3: 10 gramos

En la tabla 11 se presenta el esquema la influencia de la adición del carbón de la cascarilla de arroz en el jugo de caña para mejorar la calidad de la panela granulada.

Tabla 11 Parámetros del análisis de varianza para estimar la influencia del carbón en la calidad de la panela granulada.

Fuente de Varianza	Gl	Fórmula
Repeticiones	1	$r-1$
TM	1	$a-1$
GC	2	$b-1$
TM x GC	2	$(a-1) \times (b-1)$
Error Experimental	5	<i>Diferencia</i>
Total	11	$r \times 2 - 1$

TM: Tipos de muestra

GC: Gramos del carbón de cascarilla de arroz

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

La tabla 12 muestra los 12 tratamientos de las dos replicas las mismas que se sometieron a diferentes condiciones de tipos de muestra (muestra 1 y 2) y gramos de carbón de la cascarilla de arroz (0 g, 5 g y 10 g), con la finalidad de determinar el mejor tratamiento para mejorar la calidad de la panela granulada.

Tabla 12 Tratamientos de estudio para determinar la influencia del carbón en el jugo para mejorar la calidad la panera granulada.

Réplica	Tratamiento	Descripción
I	t 1= a1b1	Muestra número 1 sin adición de carbón.
	t 2= a1b2	Muestra número 1 con adición de carbón 5 gramos.
	t 3= a1b3	Muestra número 1 con adición de carbón 10 gramos.
	t 4= a2b1	Muestra número 2 sin adición de carbón.
	t 5= a2b2	Muestra número 2 con adición de carbón 5 gramos.
	t 6= a2b3	Muestra número 2 con adición de carbón 10 gramos.
II	t 7= a1b1	Muestra número 1 sin adición de carbón.
	t 8= a1b2	Muestra número 1 con adición de carbón 5 gramos.
	t 9= a1b3	Muestra número 1 con adición de carbón 10 gramos.
	t 10= a2b1	Muestra 2 sin adición de carbón.
	t 11= a2b2	Muestra número 2 con adición de carbón 5 gramos.
	t 12= a2b3	Muestra número 2 con adición de carbón 10 gramos.

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

9.7.2. Estudio de la influencia de la humedad en el proceso de batido de la panela granulada

En la investigación se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) bajo un diseño factorial ($A * B * C$), con un total de 12 tratamientos con dos réplicas, siendo el Factor A los gramos de carbón de cascarilla de arroz con dos niveles ($a_1:0$ g, $a_2:5$ g), el factor B el tiempo de almacenamiento fue de 3 niveles ($b_1:1$ hora, $b_2:2$ horas, así como $b_3:3$ horas) considerando para este factor la condición de almacenamiento con 2 niveles (c_1 :sin ventilación y c_2 :con ventilación).

Factor A: Gramos del carbón de cascarilla de arroz

a_1 : 0 gramos

a_2 : 5 gramos

Factor B: Tiempo de almacenamiento

b_1 : 1 hora

b_2 : 2 horas

b_3 : 3 horas

Factor C: Condición de almacenamiento

c_1 : Con ventilación

c_2 : Sin ventilación

En la tabla 13 se observa los parámetros de estudio para determinar la influencia de la humedad (ambiental y con ventiladores) en la calidad de la panela granulada.

Tabla 13 Parámetros del análisis de varianza para estimar la humedad en la panela granulada

Fuente de Varianza	Gl	Fórmula
Repeticiones	1	$r-1$
GC	1	$a-1$
TA	2	$b-1$
CA	1	$c-1$
GC x B	2	$(a-1) x (b-1)$
GC x CA	1	$(a-1) x (c-1)$
TAx CA	2	$(b-1) x (c-1)$
GC x TA x CA	2	$(a-1) x (b-1) x (c-1)$
Error Experimental	11	<i>Diferencia</i>
Total	23	$r \times 2 - 1$

GC: Gramos del carbón de cascarilla de arroz

TA: Tiempo de almacenamiento

CA: Condición de almacenamiento

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

Tabla 14 Tabla de tratamientos de la panela granulada de acuerdo con la humedad ambiental

Réplica	Tratamiento	Descripción
I	$t1=a1b1c1$	0 gramos + 1 hora + sin ventilación.
	$t2=a1b2c1$	0 gramos + 2 horas + sin ventilación.
	$t3=a1b3c1$	0 gramos + 3 horas + sin ventilación.
	$t4=a1b1c2$	0 gramos + 1 hora + con ventilación.
	$t5=a1b2c2$	0 gramos + 2 horas + con ventilación.
	$t6=a1b3c2$	0 gramos + 3 horas + con ventilación.
	$t7=a2b1c1$	5 gramos + 1 hora + sin ventilación.
	$t8=a2b2c1$	5 gramos + 2 horas + sin ventilación.
	$t9=a2b3c1$	5 gramos + 3 horas + sin ventilación.
	$t10=a2b1c2$	5 gramos + 1 hora + con ventilación.
	$t11=a2b2c2$	5 gramos + 2 horas + con ventilación.
	$t12=a2b3c2$	5 gramos + 3 horas + con ventilación.
	$t13=a1b1c1$	0 gramos + 1 hora + sin ventilación.
	$t14=a1b2c1$	0 gramos + 2 horas + sin ventilación.
$t15=a1b3c1$	0 gramos + 3 horas + sin ventilación.	
II	$t16=a1b1c2$	0 gramos + 1 hora + con ventilación.
	$t17=a1b2c2$	0 gramos + 2 horas + con ventilación.
	$t18=a1b3c2$	0 gramos + 3 horas + con ventilación.
	$t19=a2b1c1$	5 gramos + 1 hora + sin ventilación.
	$t20=a2b2c1$	5 gramos + 2 horas + sin ventilación.
	$t21=a2b3c1$	5 gramos + 3 horas + sin ventilación.
	$t20=a2b1c2$	5 gramos + 1 hora + con ventilación.
	$t23=a2b2c2$	5 gramos + 2 horas + con ventilación.
	$t24=a2b3c2$	5 gramos + 3 horas + con ventilación.

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

La tabla 14 se expone la matriz experimental en la cual se obtuvo 24 tratamientos de las dos replicas, a las cuales se evaluaron con los gramos de carbón de cascarilla de arroz (0 g y 5 g), el tiempo de almacenamiento (1 H, 2 H y 3 H) y la condición de almacenamiento (con y sin ventilación) con el propósito de determinar el mejor tratamiento para mejorar la humedad de la panela granulada.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1. Comparación de las características físico-químicas de los jugos de caña producidas en Nanegal y Palo Quemado.

El análisis fisicoquímico que fue realizado a las muestras de los jugos de caña de azúcar Nanegal y Palo Quemado, los mismos que fueron realizados por el Departamento de Nutrición y Calidad, del Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP); en la estación experimental Santa Catalina, se determinó los % de los azúcares reductores, así como de la acidez titulables, el pH y el calcio en partes por millón.

En la tabla 15 se observan los resultados del análisis fisicoquímico de las muestras de jugos de caña de azúcar POJ que son cultivadas en Nanegal que se obtuvo para Ca 0,0311 %, azúcares reductores 1,08 %, pH 5,52 y 0,04 % de acidez titulable, mientras tanto para Palo Quemado, se registró 0,0258 % de Ca, azúcares reductores 2,69 %, pH 5,45 y 0,08 % de acidez titulable. La panela granulada que es elaborada en Palo Quemado se compactaba mientras que la de Nanegal no presenta ese problema, existe diferencia en las composiciones de las muestras Nanegal tiene 0,0053 % Ca, así como un pH de 0,07 mayor a la muestra de Palo quemado mientras que Palo Quemado posee 0,04 % de acidez titulable y 1,61 % en azúcares reductores mayor a la muestra de Nanegal.

Tabla 15 Caracterización físico-químicas de los jugos de caña producidas en Nanegal y Palo Quemado.

<i>Análisis</i>	<i>UM</i>	<i>Contenido</i>	
		<i>Nanegal</i>	<i>Palo Quemado</i>
<i>Ca</i>	%	0,0311	0,0258
<i>Azúcares reductores</i>	%	1,08	2,69
<i>pH</i>	-	5,52	5,45
<i>Acidez titulable</i>	%	0,04	0,08

Fuente: (INIAP, 2023)

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

Calcio

En Nanegal que se obtuvo 0.0311 % de Ca, mientras que para Palo Quemado fue de 0,0258%, Choto (2020) menciona que el jugo de caña de azúcar crudo contiene 0.24-0.48 % de Ca, para Martínez (2016) el Ca^{2+} juega un papel esencial en innumerables funciones del organismo, modificando sus concentraciones intracelulares y poniendo en marcha vías de señalización intracelular. al comparar los valores obtenidos de los análisis de la investigación se puede observar que son inferiores a los que manifiesta el autor, sin embargo, no existen investigaciones del contenido de calcio en el jugo de caña de azúcar.

Azúcares reductores

En Nanegal se determinó 1,08 % de azúcares reductores, en tanto que para Palo Quemado fue de 2,69% siendo mayor, Córdova (2016) manifiesta que a menor humedad en el tallo existe menos azúcares reductores, porque cuando decrece el contenido de humedad en la planta, la deshidratación conduce a la conversión de los azúcares reductores en sacarosa. Según Garofalo y Villon (2019) la acrilamida se forma debido a la disponibilidad de aminoácidos y la presencia de azúcares reductores en el jugo de caña de azúcar, así como durante las etapas de concentración, evaporación, separación y calentamiento del jugo. La acrilamida presenta riesgos para la salud y, por lo tanto, la

Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) la incluye como probable carcinógeno y la exposición a la acrilamida puede causar daño. El mecanismo de formación de acrilamida daña gravemente el sistema nervioso. De acuerdo con lo que manifiestan los autores se puede decir que Palo Quemado tiene mayor porcentaje de azúcares reductores en el jugo de caña de azúcar lo cual le hace más susceptible a desarrollar los cambios mencionados.

pH

En Nanegal se obtuvo un pH de 5.52 resultando mayor a diferencia de Palo Quemado fue de 5,45 pH, Choto (2020) menciona que el jugo de caña de azúcar crudo tiene un pH de 5, dependiendo de la madurez de la caña es la concentración de sus componentes, Hinostroza y Toranzo (2018) manifiestan que el valor de pH en el jugo extraído puede llegar a oscilar entre 5.2 y 5.4 según su calidad. Al compararlo con los valores obtenidos se puede decir que el pH está dentro de los valores mencionado por los autores.

Acidez titulable

En Nanegal se encontró 0.04 % de acidez titulable resultando menor a diferencia de Palo Quemado que fue de 0.08 % de acidez titulable. Esto puede ser por el tiempo de cosecha de la caña de azúcar, los nutrientes que recibió la planta, la edad fenológica de la planta, factores climáticos (sequia, lluvia). No existen investigaciones que permitan comparar los valores obtenidos en la investigación.

Los ácidos orgánicos en el jugo constituyen una parte variable, pero significativa, del total de no azúcares solubles de la caña, y a ellos se debe la mayor proporción de la acidez titulable del jugo (Choto, 2020). El ácido presente en mayor cantidad en los jugos de caña es el aconítico, y puede existir en dos formas geométricas: el isómero trans (la forma predominante en el jugo de caña fresco) y el isómero cis. Además, no solamente contribuye

significativamente en la formación de incrustaciones en calentadores de jugo y evaporadores (Zossi, et al., 2010).

Respecto a lo anterior, se puede mencionar que el pH 5.52 - 5.45 ocasionaron una disminución de la concentración de azúcares reductores con respecto a los azúcares totales y se incrementó los azúcares no reductores. Hernández (2017) dice que los pH ácidos inhiben el crecimiento microbiológico además favorece a la reacción de Maillard permitiendo disminuir el pardeamiento en la panela sin embargo afecta a las características sensoriales del producto, cuando es bajo favorece la formación de azúcares reductores, los cuales modifican la consistencia de la panela granulada porque impiden la cristalización.

Al comparar los datos obtenidos en la caracterización físico-química del jugo de caña POJ que se produce en Nanegal y Palo Quemado se puede decir que se encuentra en valores semejantes a los de los autores mencionados. Entre los factores que afectan la panela granulada están relacionados directamente a la calidad del jugo entre los cuales tenemos los agroecológicos en los cuales tenemos la variedad y la edad de la caña, tipo de suelo en la que es cultivada, condiciones climáticas y manejo del cultivo (Mujica, et al., 2008). La variedad es uno de los factores más importantes en la composición del jugo puesto que influyen en los azúcares reductores, pH y color de la panela, pese a eso va a variar la concentración de sus componentes en la misma variedad por los factores externos (suelo, clima, agua, manejo del cultivo, etc.) del cultivo de la caña de azúcar, este puede ser uno de los factores que presenta la variación de los componentes en las muestras analizadas.

El pH, la acidez titulable, así como el calcio se ha incrementado en la panela, esto está relacionado con la variedad de caña de azúcar usada como materia prima, la composición de suelo o la adición de cal durante el proceso; así mismo se puede decir que la panela tiene una tendencia neutra en cuanto a la acidez (Jiménez, et al., 2004). Zossi, et al., (2010) dicen que el jugo de caña está compuesto por azúcares, sustancias solubles

llamadas no azúcares y agua. No existe una normativa que controle los parámetros máximos y mínimos de los componentes del jugo de caña de azúcar.

10.2. Determinación de la influencia de la adición del carbón de la cascarilla de arroz en el jugo de caña para mejorar la calidad de la panela granulada

El análisis de varianza para la variable de humedad total, actividad de agua, azúcares reductores y compactación de la panela granulada que es producida en la parroquia Palo Quemado del cantón Sigchos, se ejecutó a partir de dos muestras de panela de panela que fueron elaboradas con dos cantidades diferentes de carbón de cascarilla de arroz las cuales fueron adicionadas en el jugo de caña de las dos fincas.

10.2.1. Humedad

Tabla 16 *Análisis de varianza de la variable humedad del producto*

F.V	SC	Gl	CM	F calculado	F crítico	p-valor
Repeticiones	0,0056	1	0,0056	6,3006	6,61	0,0538 *
TM	0,0120	1	0,0120	13,4701	6,61	0,0144 *
GC	0,0803	2	0,0402	44,9532	5,79	0,0006**
TM x GC	0,0012	2	0,0006	0,6810	5,79	0,5476 ns
Error	0,0045	5	0,0009			
Total	0,1037	11				
C.V%	0,9908					

** altamente significativo * : significativo ns: no significativo

TM= Tipos de muestra

GC= Gramos del carbón de cascarilla de arroz

C.V. (%): Coeficiente de variación

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

La Tabla 16 muestra la significación del análisis de varianza de la regresión y de los coeficientes estimados para la variable respuesta humedad. El diseño tiene un nivel de confianza del 95 %, los factores TM (Tipos de muestra) así como las repeticiones GC (gramos de carbón de cascarilla de arroz) resultan significativos al igual que las repeticiones. El F calculado es mayor que le F crítico por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa debido a que los tipos de muestras y el carbón de cascarilla de arroz, si influye en las características físico química de la panela granulada. Evidenciando de esta

manera que la variabilidad de los factores va a tener una relación directa al determinar la humedad.

La interacción de TM x GC no es significativa además que el F calculado es menor que el F crítico por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la nula, porque la adición de carbón de cascarilla de arroz no va a presentar ningún cambio en la panela granulada.

El coeficiente de variación, es confiable lo que significa que, de 100 observaciones, el 0,9908% van a salir diferentes y el 99.0018% de observaciones serán verdaderas, es decir serán valores iguales para todos los tratamientos obtenidos de acuerdo a la variable humedad, por ello refleja la precisión con que fue desarrollado el proyecto y la aceptación del porcentaje en función del control que el investigador tiene sobre el experimento.

Tabla 17 Prueba de Tukey al 5 % de la repetición

Error 0,0000 gl:5				
Repeticiones	Medias	N	E. E	Grupo homogéneo
1	2,9950	6	0,0122	A
2	3,0383	6	0,0122	A

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 17 al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para las repeticiones se observa un rango de significación ubicándose las dos repeticiones en el grupo homogéneo A. En conclusión, se menciona que para las dos repeticiones existe una diferencia, en este caso la mejor repetición será tomado en relación a lo que establece la norma INEN 3223:2002 de la panela granulada, que el valor máximo de la humedad es de 3%.

Tabla 18 Prueba de Tukey al 5 % de los tipos de muestra

Error 0,0000 gl:5				
Tipo de muestra	Medias	N	E. E	Grupos homogéneos
1	2,9850	6	0,0122	A
2	3,0483	6	0,0122	B

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

En la tabla 18, se presentan los resultados obtenidos de la prueba de significación de Tukey al 5% para los tipos de muestra se observa dos rangos de significancia, ubicándose la concentración de la muestra 2 en el segundo grupo homogéneo B, mientras la muestra 1 se ubica en el grupo A, es decir presentan una diferencia significativa entre ellos. En conclusión, se observa que para la variable la humedad en relación al tipo de muestra se puede emplear la muestra 1 ya que en la panela granulada la humedad máxima es de 3 % según el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN 3223:2002).

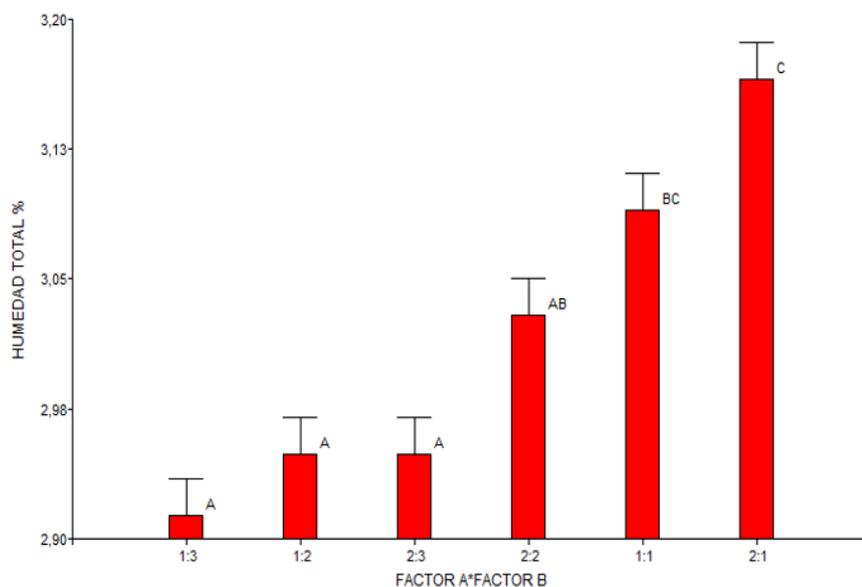
Tabla 19 Prueba de Tukey al 5 % del carbón de cascarilla de arroz

Error 0,0000 gl:5				
Gramos de carbón	Medias	N	E. E	Grupos homogéneos
3	2,9325	4	0,0149	A
2	3,9900	4	0,0149	A
1	3,1275	4	0,0149	B

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

La tabla 19, muestra los resultados de la prueba de significación de Tukey al 5% para los gramos de carbón de cascarilla de arroz se observa tres rangos de significación, ubicándose el 10% en el primer lugar el 5% en segundo lugar, estos pertenecen al grupo homogéneo A, mientras el 0 % se encuentra en el tercer lugar ubicado en el grupo B. Existe una diferencia entre los gramos de concentración.

Figura 12 Comportamiento de los promedios de la variable de humedad en la compactación de la panela granulada



Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

En la figura 12 se presenta la superficie de respuesta, ajustada de la adición del carbón al jugo de caña de azúcar para estimar la humedad de la panela granulada. La interacción de los factores evidencia que las muestras realizadas con adición de carbón están dentro de los requerimientos que establece la normativa INEN 2332:2002 de la panela granulada para la humedad máxima es de 3%, mientras que la panela que fue procesada sin carbón posee una humedad superior a lo mencionado.

El control de humedad evita la aparición de microorganismos, así como alteraciones en sus características sensoriales. Cuando esto sucede, las partículas de estos productos se enganchan entre ellas y, por tanto, resulta difícil manipularlos por la incapacidad de que se mezclen de manera uniforme (Hernández & Blanco, 2015).

10.2.2. Actividad de Agua

Tabla 20 *Análisis de varianza de la variable de actividad de agua (Aw)*

F.V	SC	Gl	CM	F calculado	F crítico	p-valor
Repeticiones	0,0001	1	0,0001	0,1724	6,61	0,6952 ns
TM	0,0002	1	0,0002	0,4728	6,61	0,5197 ns
GC	0,0047	2	0,0024	5,4215	5,79	0,0560 ns
TM x GC	0,0081	2	0,0041	9,3225	5,79	0,0205**
Error	0,0022	5	0,0004			
Total	0,0153	11				
C.V%	3,3959					

** altamente significativo *: significativo ns: no significativo

TM= Tipos de muestra

GC= Gramos del carbón de cascarilla de arroz

C.V. (%): Coeficiente de variación

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

Los resultados del ANOVA expuestos en la tabla 20 indica que el diseño tiene un nivel de confianza del 95 %, la interacción de ambos factores (TMxGC) resultan significativos del cual el F calculado es mayor que el F crítico, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa porque los tipos de muestras y el carbón de cascarilla de arroz, si influye en las características físico química de la panela granulada. El F calculado es menor que le F critico por lo tanto se rechaza la hipótesis alternativa y se acepta la nula: Los tipos de muestras y el carbón de cascarilla de arroz no influye en las características físico química de la panela granulada.

El coeficiente de variación, es confiable porque de 100 observaciones, el 3,3959% serán diferentes y el 96,6041% fiables, por lo cual refleja la precisión con la que fue realizado el estudio.

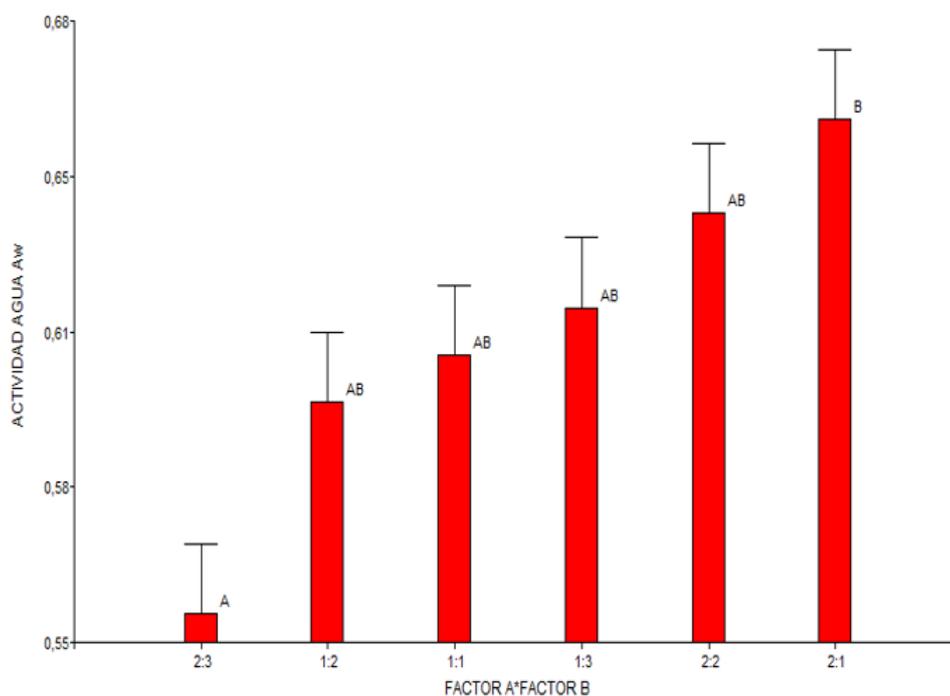
Tabla 21 Prueba de Tukey al 5 % de los tipos de muestra *gramos del carbón de cascarilla de arroz.

Error 0,0000 gl:5						
Tipos de muestra	Gramos de carbón	Medias	N	E. E	Grupos homogéneos	
2	3	0,5550	2	0,0147	A	
1	2	0,6000	2	0,0038	A	B
1	1	0,6100	2	0,0038	A	B
1	3	0,6200	2	0,0038	A	B
2	2	0,6400	2	0,0038	A	B
2	1	0,6600	2	0,0038	B	

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

La tabla 21, muestra los resultados de la prueba de significación de Tukey al 5% para los gramos de carbón de cascarilla de arroz se observa seis rangos de significación, ubicándose la muestra 1:3 en el grupo A, el 1:2; 1:1; 1:3 y el 2:2 se ubican en el grupo A y B es decir presentando igual estadística entre 4 tratamientos en relación al grupo A. No existe una normativa que controle la actividad de agua en la panela granulada.

Figura 13 Comportamiento de los promedios de la variable actividad de agua (A_w) en la compactación de la panela granulada



Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

En la figura 13, se muestra el comportamiento de los promedios de la variable de la actividad de agua (Aw) en la compactación de la panela granulada, todos los tratamientos están dentro de los valores máximos según el estudio de Constanza, et al., (2019) que manifiesta que se debe controlar la humedad por ende la actividad de agua en la conservación del producto como el caso de la panela, ya que a valores máximos están entre 0.7 y 0.8 de a se alcanza la máxima velocidad del pardeamiento no enzimático o reacciones enzimáticas que provocan cambios en atributos sensoriales.

10.2.3. Azúcares Reductores

Tabla 22 *Análisis de varianza de la variable azúcares reductores %*

F.V	SC	Gl	CM	F calculado	F crítico	p-valor
Repeticiones	0,0030	1	0,0030	106,1795	6,61	0,0001*
TM	0,2852	1	0,2852	10066,1765	6,61	<0,0001**
GC	0,8093	2	0,4047	14282,0588	5,79	<0,0001**
TM x GC	0,0158	2	0,0079	279,1176	5,79	<0,0001**
Error	0,0022	5	0,0025			
Total	0,0001	11				
C.V%	0,1234					

** altamente significativo * : significativo ns: no significativo

TM= Tipos de muestra

GC= Gramos del carbón de cascarilla de arroz

C.V. (%): Coeficiente de variación

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

La tabla 22 expone el análisis de varianza para los azúcares reductores. Tiene un nivel de confianza del 95 %, La interacción los factores TM (Tipos de muestra) así como las repeticiones GC (gramos de carbón de cascarilla de arroz) y TMxGC son altamente significativos mientras que las repeticiones son significativas. El F calculado es superior al F crítico por lo tanto se rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alternativa: Los tipos de muestras y el carbón de cascarilla de arroz, si influye en las características físico química de la panela granulada. Demostrando que la variabilidad de los factores va a estar relacionada directamente al momento de determinar los azúcares reductores.

Así mismo el coeficiente de variación, es fiable lo cual quiere decir que de 100 observaciones el 0,1234% serán diferentes y el 99,8766% de observaciones serán confiables dicho de otra manera serán valores iguales para todos los tratamientos obtenidos de acuerdo a la variable de azúcares reductores.

Tabla 23 Prueba de Tukey al 5 % para las repeticiones

Error 0,0000 gl:5				
Repeticiones	Medias	N	E. E	Grupos homogéneos
1	4,2983	6	0,0022	A
2	4,3300	6	0,0022	A

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 23 al realizar la prueba de significación de Tukey al 5% para las repeticiones se observa un rango de significancia ubicándose las dos repeticiones en el grupo homogéneo A. Se puede mencionar que para las dos repeticiones existe una diferencia, la mejor repetición será tomado en relación a lo que establece la norma INEN 3223:2002 de la panela granulada, como valor mínimo 5,5 % y como máximo de la humedad es de 10 %, sin embargo, ninguno de los valores de la tabla cumple con los requerimientos de la normativa.

Tabla 24 Prueba de Tukey al 5 % para los tipos de muestra

Error 0,0000 gl:5				
Tipo de muestra	Medias	N	E. E	Grupos homogéneos
1	4,1600	6	0,0022	A
2	4,4683	6	0,0022	B

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

En la tabla 24, se presentan los resultados obtenidos de la prueba de significación de Tukey al 5% para los tipos de muestra se observa dos rangos de significancia, ubicándose la concentración de la muestra 2 en el segundo grupo homogéneo B, mientras la muestra 1 se ubica en el grupo A, es decir presentan una diferencia significativa entre ellos.

Tabla 25 Prueba de Tukey al 5 % para los gramos de carbón

Error 0,0000 gl:5				
Gramos de carbón	<i>Medias</i>	<i>N</i>	<i>E. E</i>	<i>Grupos homogéneos</i>
1	4,0175	4	0,0027	A
2	4,2750	4	0,0027	B
3	4,6500	4	0,0027	C

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

Los resultados de la prueba de significación de Tukey al 5 % de los gramos de carbón de cascarilla de arroz se presenta en la tabla 25 indican que hay diferencias significativas en la concentración de las muestras sin embargo ninguno de esos grupos homogéneos cumple con el requerimiento de los azúcares reductores que establece como mínimo 5,5% y máximo 10 % la norma INEN 2332:2002 de la panela granulada.

Tabla 26 Prueba de Tukey al 5 % de los tipos de muestra *gramos del carbón de cascarilla de arroz

Error 0,0000 gl:5					
Tipos de muestra	<i>Gramos de carbón</i>	<i>Medias</i>	<i>N</i>	<i>E. E</i>	<i>Grupos homogéneos</i>
1	1	3,8150	2	0,0038	A
1	2	4,1300	2	0,0038	B
2	1	4,2200	2	0,0038	C
2	2	4,4200	2	0,0038	D
1	3	4,5350	2	0,0038	E
2	3	4,7650	2	0,0038	F

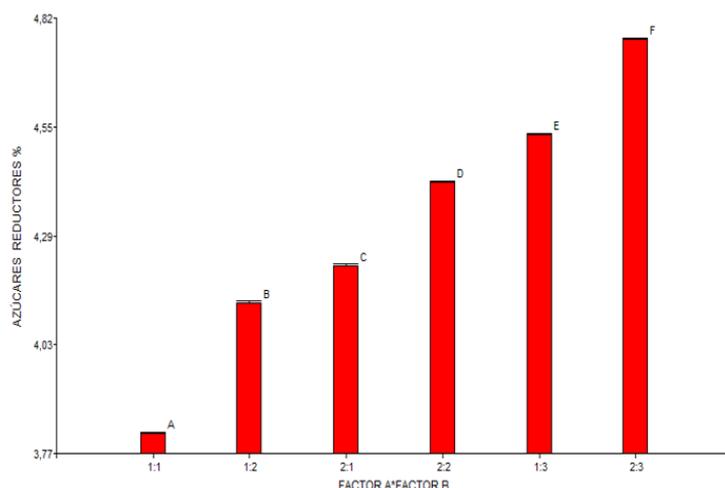
Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

De acuerdo con la tabla 26 se observa que el mejor tratamiento para los azúcares reductores es el 1 (a1b1) que es la muestra número 1 sin adición de carbón, visualizando que pertenece al grupo homogéneo A, esto quiere decir que existe diferencia significativa con los demás tratamientos por lo que la obtención de azúcares reductores del judo de caña de azúcar es de 3,8150 %.

En la figura 14, se observa que todos los tratamientos están dentro del rango de acuerdo con El Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 2332:2002 en sus requisitos de la panela granulada establece puntos mínimos y máximos del azúcar reductor

es 5,5 % - 10%, sacarosa 75 % - 83%, sin embargo, el tratamiento que menor concentraciones azúcares que obtuvo en su composición fue el tratamiento 1 y 7.

Figura 14 Comportamiento de los promedios de la variable azúcares reductores en la compactación de la panela granulada



Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

Mujica, et al., (2008) en su estudio menciona que la variedad de la caña de azúcar influye significativamente en los azúcares reductores, color y pH de la panela. A mayor cantidad de nitrógeno también se incrementa los azúcares reductores (por ejemplo, glucosa y fructosa) en la meladura. Cuando superan 15 % se afecta la estabilidad del producto final, reduciendo la vida útil del producto (Morales, et al., 2017).

10.2.4. Compactación

Tabla 27 Análisis de varianza de la variable compactación gramos fuerza (gf)

F.V	SC	Gl	CM	F calculado	F crítico	p-valor
Repeticiones	833,3333	1	833,3333	1,0000	6,61	0,3632 ns
TM	1365,3333	1	1365,3333	1,6234	6,61	0,2567 ns
GC	672,0000	2	336,0000	0,4232	5,79	0,6881 ns
TM x GC	738,6667	2	369,3333	0,4432	5,79	0,6650 ns
Error	4166,6667	5	833,3333			
Total	7776,0000	11				
C.V%	1,2337					

** altamente significativo * : significativo ns: no significativo

TM= Tipos de muestra

GC= Gramos del carbón de cascarilla de arroz

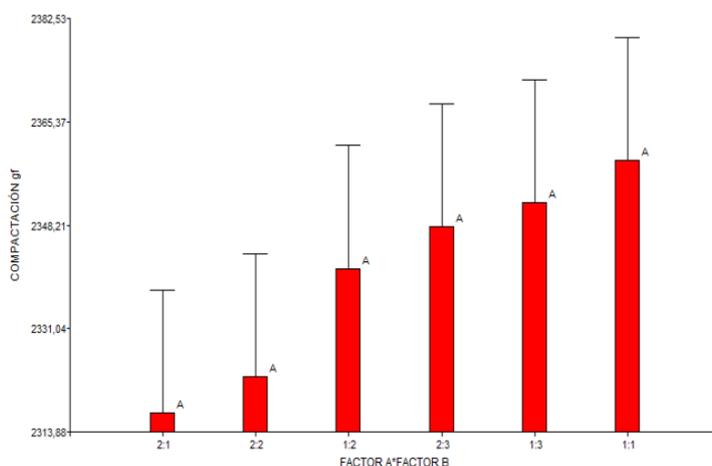
C.V. (%): Coeficiente de variación

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

En la tabla 27 se observa el ANOVA para la compactación que el diseño tiene un nivel de confianza del 95 %, el F calculado es inferior al F crítico por lo tanto se acepta la hipótesis nula: Los tipos de muestras y el carbón de cascarilla de arroz no influye en las características físico química de la panela granulada y se rechaza la alternativa. Demostrando que la variabilidad de los factores no va a estar relacionado al momento de determinar los azúcares reductores. Así mismo el coeficiente de variación, es fiable lo cual quiere decir que de 100 observaciones el 0,1234% serán diferentes y el 99,8766% de observaciones serán confiables dicho de otra manera serán valores iguales para todos los tratamientos obtenidos de acuerdo a la variable de azúcares reductores.

En la figura 15 se presenta el comportamiento de los promedios de la variable compactación, reflejando como mejor resultado la panela que no tuvo adición de carbón de la muestra 2 con 2315,88 gramos fuerza (gf) seguida del tratamiento A2:2 con 2318,88 gramos fuerza (gf) perteneciente a la unidad productiva mencionada, 2336,04 gramos fuerza (gf) se obtuvo que la muestra 1 con 5 g de carbón y presento una compactación elevada el tratamiento con 10 g de carbón, esta misma muestra obtuvo mayor compactación en el tratamiento con 10 g de carbón de cascarilla de arroz así como la que no tenía cascarilla.

Figura 15 Comportamiento de los promedios de la variable compactación en la de la panela granulada



Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

El grado de compactación va a depender de la composición del alimento, contenido de humedad, tamaño de partícula y la cantidad de fuerza ejercida sobre él.

En la tabla 28 se evidencia los resultados que se obtuvieron en los análisis fisicoquímicos realizada a tres muestras de la panela granulada que se procesa en Palo quemado, de la cual la mejor respuesta es la que fue elaborada con 5g de carbón de cascarilla de arroz, debido a que tiene una compactación de 2323 gramos fuerza (gf) con una humedad de 3% la cual está dentro de los parámetros que establece la norma NTE INEN 2332:2002 como requisito de una panela de óptimas condiciones, con una actividad de agua de 0,62 Aw así como 4,40% de azúcares reductores, la muestra fue medida a 1 hora.

Tabla 28 Reporte de resultados de los análisis fisicoquímicos de la panela elaborada sin y con adición de carbón de cascarilla de arroz en los tiempos de 0 y 1 hora

Parámetro	<i>Sin carbón</i>		<i>5 g de carbón</i>		<i>10g de carbón</i>	
	<i>0:00</i>	<i>1:00</i>	<i>0:00</i>	<i>1:00</i>	<i>0:00</i>	<i>1:00</i>
Humedad (%)	3,07	3,18	2,92	3,00	2,89	2,90
Actividad de agua (Aw)	0,62	0,64	0,61	0,62	0,63	0,55
Azúcares reductores (%)	3,8	4,2	4,12	4,40	4,52	4,75
Compactación (gf)	2309	2317	2341	2323	2352	2348

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipán; 2023)

Fuente: (SETLAB, 2023)

El Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 2332:2002 en sus requisitos de la panela granulada establece puntos mínimos y máximos para azúcar reductor es 5,5 % - 10% y humedad 3 %; al comparar estos valores con los que se obtuvieron en el laboratorio se puede ver que el lote B que fue elaborado con 5 g de carbón de la cascarilla de arroz por cada litro de jugo de caña de azúcar, se encuentra dentro de los indicadores estipulados por la normativa.

El carbón de la cascarilla de arroz fue elaborado de manera artesanal para ello se pesó 5 lb de la cascarilla, se colocó en la paila y se sometió a fuego por 15 minutos, se la mezcló constantemente para que se quemara la cascarilla de manera uniforme. Llanos (2016)

en su investigación menciona que el carbón facilita la remoción de metales pesados demostrando eficiencia y facilidad en su aplicación, siendo una alternativa viable, económica y de fácil acceso para solucionar problemas de contaminación de impurezas.

Según Serrano (2019) el carbón tiene una buena capacidad de adsorción y por esta razón tiene importantes aplicaciones a nivel industrial. García, et al., (2019) vez adsorberán nuevas moléculas por formación de puentes de hidrógeno; de esta forma se incrementa el carácter hidrófilo, que favorece la adsorción de compuestos inorgánicos en fase acuosa.

Medina (2021) dice que el carbón retendrá preferentemente moléculas apolares y de alto volumen molecular (hidrocarburos, fenoles, colorantes...), mientras que sustancias como nitrógeno, oxígeno y agua prácticamente no son retenidas por el carbón a temperatura ambiente.

De acuerdo a los criterios de los autores mencionados podemos ver que la panela elaborada con adición de carbón minimiza la compactación de la panela, pues el carbón absorbe ciertos componentes que se encuentran en el jugo y se lo elimina en la cachaza todas las impurezas.

Un pH ácido previene el crecimiento de microorganismos, asegura la conservación adecuada del producto, evita la cristalización prematura del azúcar, mantiene las características sensoriales, con el propósito de garantizar la calidad y seguridad alimentaria del producto.

Con el aumento de la higroscopicidad, la torta de polvo rojo granular se aglomera y cambia de color, aumenta el azúcar reductor y disminuye el contenido de sacarosa. Estas condiciones son las más adecuadas para la contaminación por microorganismos, especialmente hongos. Si la humedad del té negro granular está entre el 7% y el 10%, debe consumirse rápidamente o transportarse a un clima seco, ya que el almacenamiento prolongado en estas condiciones reducirá su calidad (Morales, et al, 2017).

10.3. Influencia de la humedad ambiental en el proceso de batido de la panela granulada.

Tabla 29 Análisis de varianza de la variable Humedad

F.V	SC	GL	CM	F calculado	F crítico	p-valor
Repeticiones	0,0610	1	0,0610	7,4358	4,84	0,0197 ns
GC	0,2970	1	0,2970	36,2057	4,84	0,0001 ns
TA	0,5578	2	0,2789	33,9954	3,98	<0,0001**
CA	0,8177	1	0,8177	99,6654	4,84	<0,0001**
GC x TA	1,2374	1	0,6157	75,0488	4,84	<0,0001**
GC x CA	0,1552	1	0,1552	18,9177	4,84	0,0012 ns
TA x CA	0,1431	2	0,0716	8,7217	3,98	0,0054 ns
GC x TA x CA	1,7116	2	0,8558	104,3103	3,98	<0,0001**
Error	0,0902	11	0,0082			
Total	5,0651	23				
C.V%	4,9952					

** : altamente significativo * : significativo ns: no significativo

GC= Gramos del carbón de cascarilla de arroz

TA= Tiempo de almacenamiento

CA= Condición de almacenamiento

C.V. (%): Coeficiente de variación

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

El análisis de varianza que se muestra en la tabla 29 evidencia que el diseño tiene un nivel de confianza del 95 %, el factor del tiempo de almacenamiento, la condición de almacenamiento, así como la interacción de los factores de los gramos de carbón por el tiempo de almacenamiento y los gramos del carbón por el tiempo de almacenamiento por la condición de almacenamiento son significativos. El F calculado es mayor que para el F crítico por lo cual se acepta la hipótesis alternativa: El carbón de la cascarilla de arroz, tiempo y condición de almacenamiento, si influye en la humedad de la panela granulada y se rechaza la nula; además de 100 observaciones, el 4.9952% van a salir diferentes y el 95,0048% serán confiables.

Tabla 30 Prueba de Tukey al 5 % para los tiempos de almacenamiento

Error 0,0082 gl:11					
Tiempo de almacenamiento	Medias	N	E. E	Grupos homogéneos	
3	1,61	8	0,03	A	
1	1,86	8	0,03		B
2	1,98	8	0,03		B

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

La tabla 30, muestra los resultados de la prueba de significación de Tukey al 5% para los tiempos en la cual se observa tres rangos de significación, el tratamiento 3 es el que menor humedad presenta esta en el grupo homogéneo A, el tratamiento 2 se encuentra en el grupo homogéneo B y la muestra 3 que es la de mayor % de humedad está en el grupo B. Todos los tratamientos está dentro de los parámetros que establece la norma INEN 2332:2002 que la panela granulada debe tener una humedad del 3 %.

Tabla 31 Prueba de Tukey al 5 % para las condiciones de almacenamiento

Error 0,0000 gl:5					
Condición de almacenamiento	Medias	N	E. E	Grupos homogéneos	
2	1,63	12	0,03	A	
1	2,00	12	0,03		B

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

En la tabla 31, se presentan los resultados de la prueba de significación de Tukey al 5 % para las condiciones de almacenamiento en la cual se observa dos rangos de significación, el tratamiento 2 es el que menor humedad se obtuvo está en el grupo homogéneo A, el tratamiento 1 se encuentra en el grupo homogéneo B con una humedad de 2%. Los dos tratamientos se encuentran dentro de los parámetros que establece la norma INEN 2332:2002 para la panela granulada debe tener una humedad del 3 %.

Tabla 32 Prueba de Tukey al 5 % de los gramos del carbón de cascarilla de arroz* tiempos de almacenamiento

Error 0,0082 gl:11					
GC	TA	Medias	N	E. E	Grupos homogéneos
1	3	1,41	4	0,05	A
1	2	1,64	4	0,05	B
2	1	1,66	4	0,05	B
2	3	1,81	4	0,05	B
1	1	2,06	4	0,05	C
2	2	2,31	4	0,05	D

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

En la tabla 32, se presentan los resultados de la prueba de significación de Tukey al 5 % de los gramos del carbón de cascarilla de arroz* tiempos de almacenamiento en la cual se observa seis rangos de significación, las medias de estos tratamientos se encuentran dentro de los parámetros de humedad (3 %) que establece la norma INEN 2332:2002 para la panela granulada.

Tabla 33 Prueba de Tukey al 5 % de los gramos del carbón de cascarilla de arroz* tiempos de almacenamiento y condiciones de almacenamiento

Error 0,0082 gl:11						
GC	TA	CA	Medias	N	E. E	Grupos homogéneos
1	3	2	1,34	2	0,06	A
2	1	1	1,39	2	0,06	A B
1	1	2	1,43	2	0,06	A B
1	3	1	1,48	2	0,06	A B
1	2	2	1,54	2	0,06	A B C
2	3	2	1,69	2	0,06	A B C D
1	2	21	1,75	2	0,06	B C D
2	2	2	1,85	2	0,06	C D
2	1	2	1,93	2	0,06	D
2	3	1	1,93	2	0,06	D
1	1	1	2,68	2	0,0038	E
2	2	1	2,77	2	0,0038	E

GC= Gramos del carbón de cascarilla de arroz

TA= Tiempo de almacenamiento

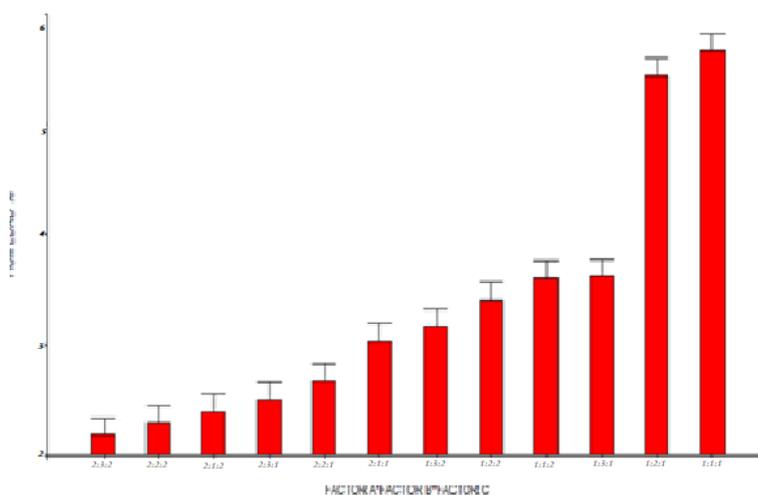
CA= Condición de almacenamiento

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

En la tabla 33, se muestran los resultados de la prueba de significación de Tukey al 5 % de los gramos del carbón de cascarilla de arroz* tiempos de almacenamiento y condiciones de almacenamiento en la cual se observa doce rangos de significación, las

medias de estos tratamientos se encuentran dentro de los parámetros que establece la norma INEN 2332:2002 para la panela granulada debe tener una humedad del 3 %.

Figura 16 Comportamiento de los promedios de la variable humedad en la compactación de la panela granulada



Elaborado por: Autores (Chávez y Tipán; 2023)

En la figura 16, se demuestra la concentración de los promedios de la variable de humedad obtenida en la investigación, en la cual las interacciones de la panela elaborada con 5 g de cascarilla de arroz está dentro de límite máximo que establece la normativa NTE INEN 2332:2002 para obtener una panela de calidad, destacando que tubo menor humedad el tratamiento de 5 gramos + 3 horas + ventilación, sin embargo, mientras que la panela sin adición de carbón presenta exceso de humedad.

La panela es un producto higroscópico, que puede verse afectado sus características sensoriales (color, sabor, aroma, textura), ataque de microorganismos que deterioran el alimento siendo perjudicial para el consumo del ser humano, por esa razón al establecer normativas se busca salvaguardar la seguridad alimentaria.

En la tabla 34 se puede observar la influencia que tiene la humedad ambiental a 73% en la panela granulada en una hora fue de 4,80 %, a dos horas 5,10% y en tres horas 5,80 %, mientras tanto las muestras que fueron sometidas a un área con ventilación con una humedad del 65 % se puedo ver que en una hora es de 3,1 %, en dos horas 4,10% y en tres horas 5,27

%. De lo cual podemos resaltar que el área con ventilación reduce la humedad presente en la panela puesto que la humedad inicial que posee la panela granulada del batido es de 2.3%. Esto se debe a que mientras mayor tiempo se encuentre expuesta a las condiciones mencionadas la panela granulada va a absorber la humedad de su entorno.

Tabla 34 *Influencia de la humedad ambiental y con ventiladores en la compactación de la panela granulada*

	<i>Humedad ambiental 73%</i>			<i>Área con ventilación 65%</i>		
H	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
A	<i>4,80</i>	<i>5,10</i>	<i>5,80</i>	<i>3,1</i>	<i>4,10</i>	<i>5,27</i>

A: Panela sin la adición de carbón de la cascarilla de arroz.

Elaborado por: Autores (Chávez y Tipan; 2023)

La humedad es uno de los factores de mayor amenaza en la industria panelera , debido a que afectan la calidad del producto afectando su textura, sabor, aroma y vida útil, afectando la estabilidad de la panela, al tener un espacio ventilado se va a reducir la humedad en el aire así también mejorándolo, es de fácil acceso debido a que es de un costo bajo, como se evidencia en la tabla 12 la panela que fue ingresada en el área de ventilación redujo su humedad teniendo 3,1 % en el lapso de tres horas, minimizando de esta manera la compactación de la panela del área ventilada.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización NTE INEN 2332:2002 de la panela granulada en sus requisitos de la panela granulada establece puntos mínimos y máximos, en donde establece que máximo debe contenes 3 % de humedad de la panela granulada. Al comprara con los datos obtenidos se puede ver que aun con la exposición al área ventilada se excede con un 10 % de humedad.

La panela es un producto higroscópico, que puede verse afectado sus características sensoriales (color, sabor, aroma, textura), ataque de microorganismos que deterioran el alimento siendo perjudicial para el consumo del ser humano, por esa razón al establecer normativas se busca salvaguardar la seguridad alimentaria.

Al no existir estudios previos sobre la producción de la panela, bajo la influencia de la humedad ambiental y el uso de ventiladores no podemos afirmar que los datos obtenidos en la investigación ingresen en un rango, puesto que no existe límites establecidos para los parámetros evaluados.

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS)

11.1. *Técnicos*

El carbón de cascarilla de arroz posee compuestos bioactivos muy importantes para la industria panelera que ayudan a disminuir la compactación de la panela mejorando las condiciones de procesamiento y empaado, sin afectar las características sensoriales, ni la composición nutricional.

11.2. *Sociales*

Impulsará a los agricultores a cultivar la planta POJ con más seguridad porque tiene una composición química óptima para la producción de panela, a la industria le facilitará optimizar recursos además de satisfacer a la sociedad con un producto en buenas condiciones con el propósito de formular. De esta manera se va a mejorar el ingreso económico de varias personas del sector puesto que se generarán fuentes de trabajo.

11.3. *Ambientales*

La producción de panela genera una contaminación moderada al aire, agua al suelo, pero si una contaminación crítica para el medio biótico por la deforestación que existe, por la combustión y almacenamiento del bagazo, al adicionar el carbón activado al jugo de caña de azúcar con el que se elaborará la panela se obtendrá una mejor clarificación del jugo eliminando de manera más eficiente las impurezas que se encuentran presentes mejorando la calidad del producto final. El carbón de cascarilla de arroz es una alternativa amigable para mejorar la producción panelera debido a su rápida degradación, de esta manera da una

alternativa para reemplazar aditivos sintéticos de sello rojo amarillo y azul por sus componentes.

11.4. Económicos

El uso del carbón de cascarilla de arroz tiene un impacto importante debido a que ayuda a solucionar los problemas de compactación de la panela, además de ofrecer un producto natural a un precio cómodo para el mercado, brindado de esta manera una mejor manera de vivir para todo el sector productivo que va desde las personas que cultivan la planta hasta las personas que procesan la panela granulada en Palo Quemado, permitiendo a los artesanos ampliar sus negocios.

12. PRESUPUESTO

Tabla 35 Presupuesto

<i>Recursos</i>	PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO			
	<i>Cantidad</i>	<i>H. uso</i>	<i>Valor Unitario \$</i>	<i>Valor total \$</i>
Equipos				
<i>Higrómetro</i>	1	20	0,014	0,28
<i>Ventiladores</i>	1	3	0,05	0,15
<i>Balanza</i>	1	2	5,00	10,00
<i>Potenciómetro</i>	1	3	0,01	0,03
				10,46
<i>Descripción</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Valor Unitario \$</i>	<i>Valor Total \$</i>
Materiales				
<i>Varilla de agitación</i>	1	U	1,80	1,80
<i>Vasos de precipitación</i>	5	U	3,00	15,00
<i>Probeta</i>	1	U	4,00	4,00
<i>Matraz</i>	3	U	4,10	12,30
<i>Papel aluminio</i>	1	U	2,75	2,75
<i>Limpión industrial</i>	1	U	3,00	3,00
<i>Alcohol antiséptico</i>	1	L	3,30	3,30
				42,15
Reactivos				
<i>Agua destilada</i>	10	L	1,00	10,00
<i>Carbón activado</i>	1	Lb	1,40	1,40
				11,40
Material Bibliográfico y fotocopias				
<i>Esferos.</i>	4	U	0,50	2,00
<i>Impresiones.</i>	600	U	0,10	60,00
<i>Anillado</i>	8	U	1,25	10,00
<i>Computadora</i>	100	U	13,00	130,00
				202,00
Gastos varios				
<i>Internet</i>	500	Horas	0,12	60,00
<i>Trasporte</i>	40	Días	5,00	200
<i>Alimentación</i>	40	Días	4,50	180
				440,00
Materia prima				
<i>Caña de azúcar</i>	4	Kg	0,60	2,40
<i>Panela granulada</i>	4	Kg	1	4,00
				6,40
Análisis de laboratorio				
<i>Caracterización de los jugos</i>	1	U	200	200
<i>Análisis fisicoquímicos de la panela</i>	1	U	360	360
				560
TOTAL				1,272.41

Elaborado por: Autor (Chávez, Tipan; 2023)

13. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

13.1. Conclusiones

- Se llevaron a cabo análisis fisicoquímicos en muestras de jugo de caña de azúcar cultivadas en Nanegal, obteniendo un contenido de Ca del 0,0311 %, azúcares reductores del 1,08 %, pH de 5,52 y una acidez titulable del 0,04 %. En contraste, para Palo Quemado se obtuvieron valores de Ca de 0,0258%, azúcares reductores del 2,69 %, pH de 5,45 y una acidez titulable del 0,08 %. Según los datos recolectados, la panela granulada producida en Palo Quemado presentaba compactación, mientras que la de Nanegal no experimentaba este problema. Se observó una diferencia significativa en las composiciones de los jugos de caña de azúcar, con 0,0053 % de Ca y un pH de 0.07 en Nanegal, mientras que en Palo Quemado se registraron valores de 0,04 % para la acidez titulable y 1,61 % en azúcares reductores.
- A través del uso del ADEVA, se determinó la importancia estadística del factor A: tipos de muestras (a1: muestra y a2: muestra 2) con el factor B: gramos del carbón de cascarilla de arroz (b1: 0 g, b2: 5 g, así como b3: 10 g), y mediante la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 5%, se encontró que el resultado óptimo fue la elaboración de panela con 5g de carbón de cascarilla de arroz. Esto se debe a que esta variante alcanzó una humedad del 3%, actividad de agua de 0,62%, 4,40 % en azúcares reductores y una compactación de 2323 gramos fuerza (gf). La interacción entre los tipos de muestras y los gramos de carbón de cascarilla de arroz también se evaluó. En resumen, se concluye que la mejor manera de mejorar la calidad de la panela granulada en Palo Quemado es agregar 5g de carbón por cada litro de jugo de caña, ya que este tratamiento cumple con los requerimientos de la norma INEN: 2332:2002 de la panela granulada.

- La presencia de una humedad ambiental del 73 % afectó la panela granulada en un lapso de una hora en un 4,80 %, en dos horas en un 5,10 % y en tres horas en un 5,80 %. Por otro lado, las muestras expuestas a un ambiente ventilado con una humedad del 65 % mostraron una reducción en una hora al 3,1 %, en dos horas al 4,10 % y en tres horas al 5,27 %. A pesar de la disminución de humedad en el área con ventilación, se observa una compactación en la panela debido a su contenido de humedad, excediendo los límites establecidos por la norma NTE INEN 2332:2002.

13.2. Recomendaciones

- Elaborar la panela granulada a diferentes concentraciones de otros carbones para eliminar las impurezas presentes en el jugo y la disminución de la compactación de la panela, además realizar análisis fisicoquímicos en diferentes días para determinar la calidad del producto durante su vida útil.
- Al momento de elaborar el carbón usar equipos de protección como visores, mascarilla con filtro para evitar afecciones a las vías respiratorias e irritación a la vista de la persona que lo realice., además de eso debe ser elaborado en una área abierta o ventilada.
- Al momento de finalizar la elaboración de la panela granulada es muy importante mantener un nivel de humedad (65 %) durante el almacenamiento.
- Empacar la panela granulada de manera inmediata posterior a su producción para disminuir que el producto absorba la humedad.
- Seleccionar la caña de azúcar fresca y madura, no tener almacenado por mucho tiempo después del corte para evitar la fermentación.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alvarado, G. (2021). *Obtención de bioetanol a partir del bagazo de la caña de azúcar mediante hidrólisis enzimática. [Tesis-Ingeniería Ambiental; Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21229>
- Aponte, D. (2020). *Elaboración y evaluación sensorial de un yogur probiótico tipo batido, edulcorado con panela granulada orgánica y aromatizado con concentrado de café orgánico. [Tesis-Ingeniería agroindustrial y de biocomercio; Universidad Católica Sedes Sapientiae]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14095/743>
- Aranda, E., Salgado, S., Ramos, J., Hernández, E., & Vargas, L. (2019). Cambios en la composición de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*), entera, durante el almacenamiento post-cosecha. *Agroproductividad*, 12(7), 71-77. doi:<https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1474>
- Arreaga, K. (2018). *Manejo Integrado de Diatraea saccharalis en el cultivo de caña de azúcar (Saccharum officinarum). [Examen Complexivo-Ingeniería Agronómica; Universidad Técnica de Babahoyo]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/5165>
- Arroyo, J., & Méndez, S. (2018). *Obtención y caracterización de un panel acústico a partir del desecho de la caña de azúcar. [Tesis-Ingeniería de Sonido y Acústica; Universidad De Las Américas]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/8724>
- Ávila, R., Rivas, B., Hernández, R., & Chirinos, M. (2012). Contenido de azúcares totales, reductores y no reductores en *Agave cocui* Trelease. *Redalyc*, 12(2), 129-135. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90424216002>

- Buste, D. (2019). *Clarificación de jugo de caña de azúcar (Saccharum officinarum) mediante el uso del mucílago de cáscara de cacao (Theobroma cacao L.) del clon CCN-55. [Tesis de Pregrado - Ingeniería en Alimentos; Universidad Técnica Estatal de Quevedo].* Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3794>
- Calvo , V. (2021). *Propuesta para diversificar la panela en el departamento de Boyacá. [Tesis-Carrera de Fundamentación en Investigación Aplicada en Gestión Empresarial; Universidad Santo Tomás].* Repositorio Institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11634/43728>
- Carbajal, S. (2022). *Biosorción con el bagazo de la caña de azúcar y hongo penicillium janthinellum para la recuperación de la arcilla residual generado en el proceso de blanqueo del aceite comestible. [Tesis-ingeniería ambiental y de recursos naturales; UNAC].* Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12952/6544>
- Carvajal, A., & Delgado, A. (2018). *Obtención de carbón activado a partir de cascarilla de arroz y cuesco de coco, para la adsorción de oro de soluciones cianuradas. [Tesis-Ingeniería química; Universidad del Valle].* Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10893/16945>
- Casilla, F. (2020). *Control de calidad de los alimentos: objetivos, tipos de calidad, métodos, técnicas e instrumentos de control de calidad. [Tesis* Licenciatura en Industria Alimentaria y Nutrición; Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle].* Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.une.edu.pe/handle/20.500.14039/6628>

- Castillo , L. (2023). La Observación. *Universidad de Guadalajara, Sistema de Universidad Virtual*. Obtenido de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/handle/123456789/4063>
- Castro, A. (2021). *Diseño de un proceso industrial para la elaboración de panela granulada a base de caña de azúcar (Saccharum officinarum) para la asociación de cañicultores de Pastaza. [Tesis-Ingeniería Química; Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14887>
- Castro, S. (2018). *Evaluación de la concentración de jarabes de panela y Stevia en el desarrollo de grosella (Phyllanthus acidus L.) confitada.[Trabajos de Titulación - Carrera de Ingeniería Agroindustrial; Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/10193>
- Chancay, K. (2019). *La panela granulada como alternativa de innovación y generación de ingresos a los microempresarios del recinto San Carlos. [Tesis - Carrera de Gestión Empresarial; Universidad Estatal del Sur de Manabí]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1869>
- Chiang, J., González, V., Reyes, Y., & Miño, J. (2018). Influencia de las variedades de caña sobre la eficiencia industrial en la fábrica "14 de julio" de Cienfuegos. *Scielo*, 45(1), 41-49. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612018000100005
- Choto, M. (2020). *Influencia del Agente Coagulante (CAL) en la Clarificación del Jugo de Caña Crudo de la Industria Panelera "El Valle". [Tesis-Ingeniería Agroindustrial; Universidad Estatal Amazónica]*. Repositorio institucion. Obtenido de <https://repositorio.uea.edu.ec/handle/123456789/877>

- Córdova, S. (2016). Calidad de jugos de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) según el ciclo de cultivo en Chiapas, México. *Agroproductividad*, 9(7), 23-28. Obtenido de <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/781>
- de Armas, A., González, E., Kafarov, V., Zumalacarregui, L., Oquendo, H., & Ramos, F. (2021). Procedimiento de evaluar alternativas para transformar instalaciones de la industria de la caña de azúcar en biorrefinerías. *Scielo*, 13(5). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000500565
- Espinoza, D. (2019). *Aplicación de carbón activado proveniente de la cascarilla de arroz como filtro purificador de agua. [Tesis-Ingeniería en Gestión Ambiental, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3940>
- Garcés, B. (2021). *Evaluación de las diferentes proporciones de mucílago de cacao (Theobroma cacao l.) CCN-51 y jugo de caña de azúcar (Saccharum officinarum l.) en la elaboración de jalea. [Tesis-Ingeniería Agroindustrial; Universidad Nacional de Ucayali]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/5264>
- García, Y., Múzquiz, E., & Ríos, J. (2019). Telas de carbón activado: generalidades y aplicaciones. *Scielo*, 22, 1-16. doi:10.22201/fesz.23958723e.2019.0.182
- Garófalo, M., & Villón, P. (2019). *Mejoramiento de producción de panela orgánica en unidades paneleras de la provincia de Cotopaxi. [Tesis-Carrera de Ingeniería en alimentos; Escuela Superiorpolitecnica del Litoral]*. Repositorio Institucional. Obtenido de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/C-CD88753\(2\)%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/C-CD88753(2)%20(2).pdf)
- Gasperin, L. (2020). *Estabilidad de una bebida refrescante a base de jugo de caña de azúcar. [Tesis MC, MT, MP y DC; Colegio de Postgrados]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10521/4430>

- Guerra, E. (2018). *Estudio tecnológico para la elaboración de pellets cúbicos de panela granulada saborizados con esencia de es una fruta tropical o también llamada para la empresa Dulce Corazón. [Tesis-Carrera Ingeniería en alimentos; UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL]*. Repositorio Institucional. Obtenido de https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5076/1/56149_1.pdf
- Hernández, A. (2017). Evaluación de calidad e inocuidad de la panela de Veracruz, México. *Agro productividad*, 10(11), 35-40. Obtenido de <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/68>
- Hernández, J. (2018). Tipos de Investigación. *Boletín Científico de la Escuela Superior Atotonilco de Tula*, 5(9). doi:<https://doi.org/10.29057/esat.v5i9.2885>
- Hinostroza, N., & Toranzo, G. (2018). *Efecto de la aplicación de bactericida PROCIDE BC 800 en la inversión de sacarosa durante el proceso de extracción del jugo de caña (sacchram officinarum). [Tesis-Ingeniería Agroindustrial; Universidad Nacional del Santa]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14278/3240>
- Lagos, E., & Castro, E. (2019). Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. *UCR*, 30(3), 917-934. doi:<https://doi.org/10.15517/am.v30i3.34668>
- Lagos, E., Bran, Y., Cardona, J., & Castro, E. (2021). Utilización de subproductos de *Saccharum officinarum* L. en la suplementación de vacas lactantes en Colombia. *Scielo*, 44, 1-9. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942021000100016
- Lee, J., Ramalingam, S., Kwonb, J., Bahugunab, A., Sook, J., Kwonb, O.-J., & Kimb, M. (2018). Estudio comparativo de las propiedades fisicoquímicas, nutricionales y

- antioxidantes de algunos azúcares comerciales refinados y no centrífugos. *Elsevier*, 109, 614-625. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.04.047>
- Llanos, O., Ríos, A., Jaramillo, C., & Rodríguez, L. (2016). La cascarilla de arroz como una alternativa en procesos de descontaminación. *Scielo*, 11(2). doi:<http://dx.doi.org/10.22507/pml.v11n2a12>
- Martínez, E., Muñiz, D., de la Rosa, M., Aguilar, P., Reyes, C., Ramírez, H., & Wong, J. (2020). Estudio de factores que influyen en la producción de piloncillo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) empleando un diseño de Plackett Burman. *Scielo*, 29, 1-11. doi:<https://doi.org/10.15174/au.2019.2188>
- Medina, K. (2021). *Propuesta para el desarrollo de un carbón activado magnético partiendo del elote de maíz (tusa)*. [Trabajos de grado - Ingeniería Química; Fundación Universidad de América]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.11839/8307>
- Montero, M. (2022). *Propuesta de norma técnica de buenas prácticas de elaboración para la panela granulada*. [Ingeniería industrial y de Sistemas; Universidad de Piura]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/5509>
- Moscoso, L., & Díaz, L. (2018). Aspectos éticos en la investigación cualitativa con niños. *Scielo*, 18(1), 51-67. doi:<https://doi.org/10.18359/rlbi.2955>
- Mujica, V., Guerra, M., & Soto, N. (2008). Efecto de la variedad, lavado de la caña y temperatura de punteo sobre la calidad de la panela. *Redalyc*, 33(8), 598-603. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33933808>
- Narvárez, B. (2020). *Estudio comparativo del rendimiento de la producción de bioetanol mediante métodos de extracción de primera y segunda generación a partir de la caña de azúcar (Saccharum officinarum)*. [Tesis-Ingeniería Agroindustrial; UCSG].

- Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/15511>
- Nieto, E. (2018). *Tipos de Investigación. [Tesis-Ingeniería de Sistemas e Informática; Universidad Santo Domingo de Guzmán]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>
- NTE INEN 1418. (2013). *Deterinación del pH de un extracto acuoso*. Obtenido de Instituto Ecuatoriano de Normalización: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1418.pdf>
- Oliva, M., Carranza, J., & Pérez, D. (2018). Evaluación de los principales parámetros de calidad de panela granulada clarificada elaborada por productores del distrito de Corosha, Amazonas. *Untrm*, 2(3), 7-16. doi:<https://doi.org/10.25127/aps.20183.398>
- Ostaiza , D. (2018). *Humedad; temperatura; psicométrico; ambiente. [Tesis-Carrera Ingeniería Química; Universidad Técnica de Machala]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/10807>
- Paspuel, D. (2021). *Elaboración de una bebida nutritiva a base de una mezcla de cebada (Hordeum vulgare) y maracuyá (Passiflora edulisy), edulcorada con panela y sacarosa*. repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1325>
- Pozo, V., & Suárez, Á. (2018). *Comportamiento agronómico de ocho variedades de Saccharum officinarum L., caña soca años 1 y 2, en Río Verde, provincia de Santa Elena. [Tesis de Ingeniería Agropecuaria; Universidad Estatal Península de Santa Elena]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/4455>
- Quesquen, A. (2021). *Propuesta de mejora del sistema de abastecimiento de caña de azúcar en la empresa Agropucalá S.A.A. para incrementar la productividad. [Maestría en*

- Ingeniería Industrial: Gestión de Operaciones y Logística; Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo*]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/3593>
- Quevedo , O. (2019). *Análisis de la rentabilidad en los pequeños productores de panela granulada organizados en la mancomunidad Señor Cautivo de Ayabaca. [Tesis-Carrera de Agroindustria; Escuela Profesional de Economía]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1775>
- Ramón, P. (2021). *Comportamiento agronómico de ocho variedades de Saccharum officinarum L., caña soca año 3, en Río Verde, provincia de Santa Elena. [Tesis de Ingeniería Agropecuaria; Universidad Estatal Península de Santa Elena]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5818>
- Reyes, L., & Carmona, F. (2020). *La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio. [Guías para elaboración de informes de investigación; Universidad Simón Bolívar]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12442/6630>
- Rimaicuna, D., & Liviapoma, A. (2019). *Cuantificación de acrilamida y humedad de panela granulada por los factores de almacenamiento de caña, regulador del jugo y temperatura de salida. [Tesis-Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias; Universidad Nacional de Piura]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3230>
- Rodríguez, G., Cruz, G., Tauta, J., Huertas, B., & Polo, S. (2022). Diversidad de empresas agroindustriales rurales: tipologías de producción de panela en Huila, Colombia. *Redalyc*, 33(2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/437/43769732017/html/>

- Roncal, N., & Villanueva, C. (2021). *Eficiencia del carbón activado de cascarilla de arroz como adsorbente en remoción de metales pesados de efluentes industriales-Cajamarca 2021*. [Tesis- Ingeniería Ambiental; Universidad Privada del Norte]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/29031>
- Serrano, D. (2019). *Síntesis de carbón activado a partir del endocarpio de Cocos nucifera y su aplicación en la adsorción de algunos metales pesados*. [Tesis de titulación en Química; Unuversidad Central del Ecuador]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/20332>
- Siesquén, A. (2020). *Efecto de 5 formas de fertilización química (NPK), en el rendimiento de caña de azúcar variedad H32-8560 en Lambayeque*. [Tesis-Ingeniería Agronómica; Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/9598>
- Siesquén, A. (2020). *Efecto de 5 formas de fertilización química (NPK), en el rendimiento de caña de azúcar variedad H32-8560 en Lambayeque*. [Tesis-Ingeniero Agrónomo; Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo]. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/9598>
- Soledispa, X., Zea, C., Osejos, A., & Delgado, H. (2019). Modelo de comercialización para las potencialidades productivas de los derivados de la caña de azúcar. *Dominio de las ciencias*, 5(3). doi:10.23857/dc.v5i3.942
- Suarez, E., Recalde, S., Zambrano, J., Cuzco, M., Quiñonez, J., Quezada, W., & Quezada, W. (2023). Edulcorantes de la Agroindustria panelera: productos naturales y nutritivos. *Científica Ecológica Agropecuaria*, 2(1), 10-18. Obtenido de <https://doi.org/10.53591/recoa.Vol2.Núm1.2190>
- Tarrillo, J. (2019). *Aplicación móvil híbrida aplicando análisis jerárquico para apoyar el proceso de control de la plaga Diatraea saccharalis en la producción de la caña de*

- azúcar. [Tesis-Ingeniería de sistemas y computación; Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio institucional. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/2341>
- Terreros, F. (2021). *Evaluación de la degradación de cascarilla de arroz mediante compostaje con residuos verdes y restos de cocina*. [Tesis-Ingeniería Ambiental; Universidad Nacional Agraria la Molina]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4919>
- Valle, S., Yaguache, B., Caicedo, W., Toscano, J., Yucailla, D., & Abril, R. (2021). Caracterización socioeconómica y productiva de los cañicultores de la provincia Pastaza, Ecuador. *Scielo*, 55(2), 1-15. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2079-34802021000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Velez , V. (2019). *Diseño y construcción de un sistema e medición de humedad en fibra de vidrio*. [Tesis-Carrera Electronica y Control]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10689>
- Zea, C., Soledispa, X., Ayón, G., & Toala, M. (2019). El abono elaborado del bagazo de caña de azúcar como alternativa para la generación de ingresos para los habitantes del sitio San Carlos. *Polo del conocimiento*, 4(6), 335-351. Obtenido de <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1024>

15. ANEXOS

Anexo 1 Hoja de vida de la docente tutora Ing. Gabriela Beatriz Arias Palma

DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Arias Palma

NOMBRES: Gabriela Beatriz

ESTADO CIVIL: Casada

CEDULA DE CIUDADANIA: 1714592746

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Quito, 3 de Junio de 1983

DIRECCION DOMICILIARIA: Cdla. Tiobamba. Panamericana sur km 3,5

TELEFONO CONVENCIONAL: TELEFONO CELULAR: 084705462

CORREO ELECTRONICO: gabriela.arias@utc.edu.ec / gameli83@hotmail.com



ESTUDIOS REALIZADOS Y TITULOS OBTENIDOS

NIVEL	TITULO OBTENIDO	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	FECHA DE REGISTRO EN EL SENESCYT	CODIGO DEL REGISTRO SENESCYT
TERCER	INGENIERA AGROINDUSTRIAL	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	26-05-2009	1001-09-919392
CUARTO	DIPLOMADO SUPERIOR EN GESTIÓN PARA EL APRENDIZAJE UNIVERSITARIO	ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO	31-08-2012	1004-12-750886
CUARTO	MAGISTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL Y PRODUCTIVIDAD	ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL	31-10-2016	1001-2016-1756024

HISTORIAL PROFESIONAL

FACULTAD EN LA QUE LABORA: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

CARRERA A LA QUE PERTENECE: Ingeniería Agroindustrial

AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

Ingeniería, industria y construcción; Industria y producción

Investigación Operativa, Biotecnología

FECHA DE INGRESO A LA UTC: 05 de Octubre del 2009

FIRMA

Anexo 2 Hoja de vida de la estudiante Shirley Yaily Chávez Pacheco

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Chávez Pacheco

NOMBRES: Shirley Yaily

ESTADO CIVIL: Soltera

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 0504026923

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Latacunga, 1 de marzo del 2001

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Parroquia Once de Noviembre, barrio centro

TELÉFONO CELULAR: 0984905811

CORREO ELECTRÓNICO: shirley.chavez6923@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: Escuela Fiscal Mixta Luis Fernando Ruiz

SECUNDARIA: Título de Bachiller en Servicios Hoteleros
Unidad Educativa “Luis Fernando Ruiz”

SUPERIOR: Ingeniería en Agroindustria, En proceso.
Universidad Técnica de Cotopaxi

FORMACIONES ADICIONALES

II Seminario Agroindustrial

Auxiliar en enfermería

Anexo 3 Hoja de vida del estudiante Darwin Gerardo Tipan Timbila

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Tipan Timbila

NOMBRES: Darwin Gerardo

ESTADO CIVIL: Soltero

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 0503992869

LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Sigchos, 7 de marzo de 1997

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Parroquia Toacazo, barrio la libertad

TELÉFONO CELULAR: 0987657061

CORREO ELECTRÓNICO: darwin.tipan2869@utc.edu.ec



ESTUDIOS REALIZADOS

PRIMARIA: Escuela Fiscal Mixta Simón Rodríguez

SECUNDARIA: Título de Bachiller BGU
Unidad Educativa “Vicente León”

SUPERIOR: Ingeniería en Agroindustria, En proceso.
Universidad Técnica de Cotopaxi

FORMACIONES ADICIONALES

II Seminario Agroindustrial

Título de Ingles

Anexo 4 Análisis físico-químicos del jugo de caña de azúcar de Palo Quemado

MC-LSAIA-2201-07

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACIÓN EXPERIMENTAL SANTA CATALINA DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y CALIDAD LABORATORIO DE SERVICIO DE ANÁLISIS E INVESTIGACIÓN EN ALIMENTOS Panamericana Sur Km. 1. CutuglaguaTifs. 2690691-3007134. Fax 3007134 Casilla postal 17-01-340	
	INFORME DE ENSAYO No: 23-098	

****NOMBRE PETICIONARIO:** Ing. Freddy Pita
****DIRECCIÓN:** AV. Rumichaca y Moromoro
FECHA DE EMISIÓN: 20/07/2023
FECHA DE ANÁLISIS: Del 13 al 20 de julio del 2023

****INSTITUCIÓN:** Fundación Maquita Cushunchic
****ATENCIÓN:** Ing. Freddy Pita
FECHA DE RECEPCIÓN.: 13/07/2023
HORA DE RECEPCIÓN: 8h34
ANÁLISIS SOLICITADO pH, Azúcares Reductores, Calcio, Ac.Titulable

ANÁLISIS	Ca	AZUCARES REDUCTORES	pH	ACIDEZ TITULABLE	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-22	MO-LSAIA-09	MO-LSAIA.29	
METODO REF.	U. FLORIDA 1980	WUATADA 1955	Potenciométrico	OAC	
UNIDAD	ppm	%	-	%	
23-0557	258,00	2,69	5,45	0,08	Jugo de Caña

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME

Dr. Iván Samaniego, MSc.
RESPONSABLE DNC

Ing. Bladimir Ortiz
RESPONSABLE DE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

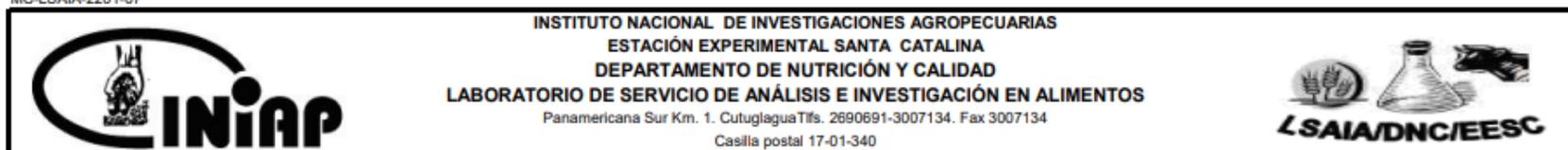
Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. De igual manera, la información entregada por el cliente y generada durante las actividades de laboratorio es de carácter confidencial, esta dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo puede ser usada por este. Los datos marcados con ** son suministrados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza por esta información.

Fuente: INIAP 2023

Anexo 5 Análisis físico-químicos del jugo de caña de azúcar de Nanegal

MC-LSAIA-2201-07



INFORME DE ENSAYO No: 23-099

****NOMBRE PETICIONARIO:** Sr. Leonel Cárdenas
****DIRECCIÓN:** AV. Rumichaca y Moromoro
FECHA DE EMISIÓN: 20/07/2023
FECHA DE ANÁLISIS: Del 13 al 20 de julio del 2023

****INSTITUCIÓN:** Fundación Maquita Cushunchic
****ATENCIÓN:** Sr. Leonel Cárdenas
FECHA DE RECEPCIÓN.: 13/07/2023
HORA DE RECEPCIÓN: 8h34
ANÁLISIS SOLICITADO pH, Azúcares Reductores, Calcio Ac.Titulable

ANÁLISIS	Ca	AZUCARES REDUCTORES	pH	ACIDEZ TITULABLE	**IDENTIFICACIÓN
MÉTODO	MO-LSAIA-03.01.02	MO-LSAIA-22	MO-LSAIA-09	MO-LSAIA.29	
METODO REF.	U. FLORIDA 1980	WUATADA 1955	Potenciométrico	OAC	
UNIDAD	ppm	%	-	%	
23-0558	311,00	1,08	5,52	0,04	Jugo de Caña

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME

Dr. Iván Samaniego, MSc.
RESPONSABLE DNC

Ing. Bladimir Ortiz
RESPONSABLE DE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigido únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información. De igual manera, la información entregada por el cliente y generada durante las actividades de laboratorio es de carácter confidencial, esta dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo puede ser usada por este. Los datos marcados con ** son suministrados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza por esta información.

Fuente: INIAP 2023

Anexo 6 *Peso de la cascarilla de arroz para hacer el carbón*



Elaborado por: Autor (Chávez, Tipan; 2023)

Anexo 7 *Carbonización de la cascarilla de arroz para proceder a realizar el carbón*



Elaborado por: Autor (Chávez, Tipan; 2023)

Anexo 8 *Carbón de la cascarilla de arroz*



Elaborado por: Autor (Chávez, Tipan; 2023)

Anexo 9 *Recepción de la materia prima*



Elaborado por: Autor (Chávez, Tipan; 2023)

Anexo 10 *Adición del carbón de la cascarilla de arroz en el jugo de caña de azúcar*



Elaborado por: Autor (Chávez, Tipan; 2023)

Anexo 11 *Panela granula*



Elaborado por: Autor (Chávez, Tipan; 2023)

Anexo 12 *Compactación de la panela sin adición del carbón de la cascarilla de arroz*



Elaborado por: Autor (Chávez, Tipan; 2023)

Anexo 13 Análisis de la panela granulada

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS
 Dirección: Galo Plaza 28-55 y Jaime Roldos Teléfono 00998407494 Email: iniciasilvax@yahoo.com

"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Sr. Darwin Tipan

Domicilio / Address

Latacunga

Teléfonos / Telephones

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Panela Granulada sin adición de Carbón

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Resultados Físico-Químicos

Sin adición de carbón 0 GR/0 GR/0 m		Código Rch-09443
PARAMETRO	RESULTADO	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	3,07	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	96,93	AOAC/Gravimetrico
ACTIVIDAD DE AGUA (Aw)*	0,62	AOAC/Gravimetrico
AZUCARES REDUCTORES (%)	3,8	AOAC/Espectrofotometrico
COMPACTACIÓN (gf)**	2309	AOAC/Gravimetrico

Sin adición de carbón 0 GR/0 GR/1 h		Código Rch-09444
PARAMETRO	RESULTADO	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	3,18	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	96,82	AOAC/Gravimetrico
ACTIVIDAD DE AGUA (Aw)*	0,64	AOAC/Gravimetrico
AZUCARES REDUCTORES (%)	4,2	AOAC/Espectrofotometrico
COMPACTACIÓN (gf)**	2317	AOAC/Gravimetrico

* Actividad agua

**Gramos fuerza

Emitido en: Riobamba, el 17 agosto de 2023

Dr. William Viñan A.
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
 Servicio de Transferencia Tecnológica
 y Laboratorios Agropecuarios
 Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldos
 002206-704

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS
Dirección: Galo Plaza 28-55 y Jaime Roldós Teléfono 0998407494 Email: luciasilva@yahoo.com

"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Sr. Darwin Tipan

Domicilio / Address

Latacunga

Teléfonos / Telephones

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Panela Granulada con adición de carbón 5 GR

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Resultados Físico-Químicos

Con adición de carbón 5 GR/ 5 GR/0m		Código Rch-09445
PARAMETRO	RESULTADO	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	2,92	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	97,08	AOAC/Gravimetrico
ACTIVIDAD DE AGUA (Aw)*	0,61	AOAC/Gravimetrico
AZUCARES REDUCTORES (%)	4,12	AOAC/Espectrofotometrico
COMPACTACIÓN (gf)**	2341	AOAC/Gravimetrico

Con adición de carbón 5 GR/ 5 GR/1 h		Código Rch-09446
PARAMETRO	RESULTADO	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	3,01	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	96,99	AOAC/Gravimetrico
ACTIVIDAD DE AGUA (Aw)*	0,62	AOAC/Gravimetrico
AZUCARES REDUCTORES (%)	4,40	AOAC/Espectrofotometrico
COMPACTACIÓN (gf)**	2323	AOAC/Gravimetrico

* Actividad agua

**Gramos fuerza

Emitido en: Riobamba, el 17 agosto de 2023

Dr. William Viñan A.
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
--to Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
0998407494

SETLAB

SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS
Dirección: Galo Plaza 28-55 y Jaime Roldós Teléfono: 0998407494 Email: luciasilvax@yahoo.com

"Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa"

REPORTE DE RESULTADOS

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Sr. Darwin Tipan

Domicilio / Address

Latacunga

Teléfonos / Telephones

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Panela Granulada con adición de carbón 10 GR

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Resultados Físico-Químicos

Con adición de carbón 10 GR/ 10 GR/0m		Código Rch-09447
PARAMETRO	RESULTADO	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	2,89	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	97,11	AOAC/Gravimetrico
ACTIVIDAD DE AGUA (Aw)*	0,63	AOAC/Gravimetrico
AZUCARES REDUCTORES (%)	4,52	AOAC/Espectrofotometrico
COMPACTACIÓN (gf)**	2352	AOAC/Gravimetrico

Con adición de carbón 10 GR/ 10 GR/0m		Código Rch-09448
PARAMETRO	RESULTADO	METODO/NORMA
HUMEDAD TOTAL (%)	2,90	AOAC/Gravimetrico
MATERIA SECA (%)	97,10	AOAC/Gravimetrico
ACTIVIDAD DE AGUA (Aw)*	0,55	AOAC/Gravimetrico
AZUCARES REDUCTORES (%)	4,75	AOAC/Espectrofotometrico
COMPACTACIÓN (gf)**	2348	AOAC/Gravimetrico

* Actividad agua

**Gramos fuerza

Emitido en: Riobamba, el 17 agosto de 2023

Dr. William Viñan A.
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
Servicio de Transferencia Tecnológica
y Laboratorios Agropecuarios
Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
033266-764

Anexo 14 Certificado del plagio

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

Plagio Compactacion de la Panela Palo Quemado-1

8%
Similitudes

< 1% Texto entre comillas
0% similitudes entre comillas

1% Idioma no reconocido

Nombre del documento: Plagio Compactacion de la Panela Palo Quemado-1.docx
ID del documento: cace7102bd7d0e5cacc033284fa6b251d0f212c4
Tamaño del documento original: 3,6 MB

Depositante: GABRIELA BEATRIZ ARIAS PALMA
Fecha de depósito: 20/8/2023
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 20/8/2023

Número de palabras: 12.423
Número de caracteres: 78.295

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes

Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.uta.edu.ec Determinación de los principales indicadores en el tiempo... http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/910/1/AL433.pdf 8 fuentes similares	2%		🔗 Palabras idénticas: 2% (211 palabras)
2	biggardenc.com Termohigrómetro digital (termómetro - higrómetro) BIG Gard... https://biggardenc.com/producto/termohigrometro-digital/#:~:text=Memoria de valor de medición ...	1%		🔗 Palabras idénticas: 1% (175 palabras)
3	Documento de otro usuario #631427 👤 El documento proviene de otro grupo 7 fuentes similares	< 1%		🔗 Palabras idénticas: < 1% (117 palabras)
4	repositorio.utc.edu.ec Desarrollo de un recubrimiento comestible a base de muc... http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8514/6/PC-000338.pdf.txt 2 fuentes similares	< 1%		🔗 Palabras idénticas: < 1% (119 palabras)
5	www.scielo.org.mx Estudio de factores que influyen en la producción de piloncillo... https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=50188-62662019000100197 1 fuente similar	< 1%		🔗 Palabras idénticas: < 1% (58 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	Documento de otro usuario #05b522 👤 El documento proviene de otro grupo	< 1%		🔗 Palabras idénticas: < 1% (15 palabras)
2	Estudio de la consistencia y la estabilidad en refrigeración del almidón gelatiniza... http://arxiv.org/abs/1500.06552v3	< 1%		🔗 Palabras idénticas: < 1% (24 palabras)
3	repositorio.unp.edu.pe Evaluación de reguladores de PH para mejorar el proces... http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2452	< 1%		🔗 Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)
4	doLorg Estudio de factores que influyen en la producción de piloncillo de caña d... https://doi.org/10.15174/au.2019.2188	< 1%		🔗 Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)
5	Documento de otro usuario #a0d839 👤 El documento proviene de otro grupo	< 1%		🔗 Palabras idénticas: < 1% (26 palabras)

Fuentes ignoradas Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.utc.edu.ec Caracterización del extracto del falso Tabaco (nicotiana gl... http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8637/6/PC-002256.pdf.txt	3%		🔗 Palabras idénticas: 3% (376 palabras)
2	repositorio.utc.edu.ec Bebida energizante a base de los extractos de la planta S... http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8516/6/PC-000662.pdf.txt	3%		🔗 Palabras idénticas: 3% (356 palabras)
3	repositorio.utc.edu.ec Efecto antioxidante del aceite esencial de anisillo (tagetes ... http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8519/6/PC-000459.pdf.txt	2%		🔗 Palabras idénticas: 2% (287 palabras)
4	1library.co Variable azúcares reductores - Análisis de varianza (ADEVA) https://1library.co/article/variable-azucare-reductores-analisis-de-varianza-adeva-y95w87wz	2%		🔗 Palabras idénticas: 2% (196 palabras)
5	repositorio.utc.edu.ec http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8158/1/PC-002079.pdf	1%		🔗 Palabras idénticas: 1% (158 palabras)
6	repositorio.utc.edu.ec http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/10159/1/PC-002581.pdf	< 1%		🔗 Palabras idénticas: < 1% (31 palabras)

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: **“ESTUDIO COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS APLICADAS PARA MEJORAR EL GRADO DE COMPACTACIÓN DE LA PANELA GRANULADA PRODUCIDA EN LA PARROQUIA PALO QUEMADO DEL CANTÓN SIGCHOS”** presentado por: **Chávez Pacheco Shirley Yaily** y **Tipan Timbila Darwin Gerardo** egresados de la Carrera de: **Ingeniería de Agroindustria**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, Agosto del 2023.

Atentamente,



**CENTRO
DE IDIOMAS**

Mg. Marco Paúl Beltrán Semblantes

DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC

CC: 0502666514