



UNIVERSIDAD UTE

**FACULTAD CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO
DE RIESGOS NATURALES**

**ANÁLISIS DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN DEL BAGAZO
DE CAÑA DE AZÚCAR, EN HORNOS ARTESANALES EN EL
SECTOR LA DELICIA - PARROQUIA PACTO**

**TRABAJO PREVIO AL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO
DE RIESGOS NATURALES**

WASHINGTON ALEJANDRO DEL CORRAL DÍAZ

DIRECTOR: Fis. PATRICIO JAVIER GONZÁLEZ. MSc

QUITO, diciembre 2020

© Universidad UTE. 2020

Reservados todos los derechos de reproducción.

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN.

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1723430474
APELLIDO Y NOMBRES:	WASHINGTON ALEJANDRO DEL CORRAL DÍAZ
DIRECCIÓN:	SAN CARLOS
EMAIL:	alejandrodcorralhomail.com
TELÉFONO FIJO:	3-400-606
TELÉFONO MÓVIL:	0984662890

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Análisis del proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar en el sector de la Delicia – Parroquia Pacto
AUTOR O AUTORES:	Washington Alejandro Del Corral Díaz
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	11/12/2020
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Fis. Patricio González. MSc.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	El proyecto técnico presentado tiene el objetivo de analizar el proceso de combustión de bagazo de caña de azúcar en el sector La Delicia en la Parroquia Pacto en el distrito metropolitano de Quito en la Provincia de Pichincha. Para realizar dicho análisis se hizo la evaluación de la humedad del bagazo de caña de azúcar utilizando el método gravimétrico en donde se obtuvieron los siguientes resultado: el valor de humedad más alto corresponde a la hacienda la Delicia con p/p: (56,02 %) muestra que fue tomada con un secado de 7 días, el valor de humedad más bajo fue tomado de la hacienda Arias con p/p: (25,58 %), muestra que fue

	<p>tomada con un secado de 30 días. En el análisis del tiempo de combustión se realizó con una metodología interna por que actualmente no hay normativa que permita este tipo de análisis, el resultado más alto se lo obtuvo de la hacienda la Delicia con un valor de (06:26 minutos) la combustión sucedió a una temperatura de 631,6 °C y el más bajo fue tomado de la hacienda la Delicia de (04:09 minutos) la combustión sucedió a una temperatura de 510,3 °C. El modelo matemático se propuso por el modelo de partícula que tiene características que nos permiten calcular la distancia de las partículas y el tiempo entre ellas, así mismo se analizó el modelo de lecho fijo fluidizado en donde se toma en cuenta el flujo de aire o la velocidad de ignición, el modelo de partícula es el más eficiente en este tipo de hornos con algunas características de lecho fijo.</p>
PALABRAS CLAVES:	<p>Modelo matemático, humedad, modelo de lecho fijo – fluidizado, modelo de partícula, tiempo de combustión.</p>
ABSTRACT:	<p>The technical project presented has the objective of analyzing the sugarcane bagasse combustion process in the La Delicia sector in the Pacto Parish in the metropolitan district of Quito in the Province of Pichincha. To carry out this analysis, the humidity evaluation of the sugarcane bagasse was made using the gravimetric method, where the following results were obtained: the highest humidity value corresponds to the La Delicia farm with p / p: (56, 02 %) shows that it was taken with a 7-day drying time, the lowest humidity value was taken from the Arias farm with w / w: (25, 58 %), a sample that was taken with a 30-day drying time. In the analysis of the combustion time, it was carried out with an internal methodology because there are currently no regulations that allow this type of analysis, the highest result was</p>

	obtained from the La Delicia farm with a value of (06:26 minutes) the combustion It happened at a temperature of 631, 6 °C and the lowest was taken from the hacienda La Delicia (04:09 minutes). Combustion happened at a temperature of 510, 3 °C. The mathematical model was proposed by the particle model that has characteristics that allow us to calculate the distance of the particles and the time between them, likewise the fluidized fixed bed model was analyzed where the air flow or the ignition speed, the particle model is the most efficient in this type of furnace with some characteristics of a fixed bed.
KEYWORDS	Mathematical model, humidity, fixed bed model – fluidized, particle model, combustion time.



f: _____
WASHINGTON ALEJANDRO DEL CORRAL DÍAZ.
1723430474.

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **WASHINGTON ALEJANDRO DEL CORRAL DÍAZ**, CI 1723430474 autor del trabajo de titulación: **Análisis del proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar en el sector de La Delicia - parroquia de Pacto**. Previo a la obtención del título de **INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES** en la Universidad UTE.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación de grado para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad UTE a tener una copia del referido trabajo de titulación de grado con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 15 de diciembre de 2020.



f: _____
WASHINGTON ALEJANDRO DEL CORRAL DÍAZ.
1723430474.

CERTIFICACIÓN DE TUTOR

En mi calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de titulación que lleva por título **Análisis del proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar en el sector La Delicia - Parroquia de Pacto**. Para aspirar al título de **INGENIERO AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES** fue desarrollado por **WASHINGTON ALEJANDRO DEL CORRAL DÍAZ**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y que dicho trabajo cumple con las condiciones requeridas para ser sometido a las evaluaciones respectivas de acuerdo con la normativa interna de la Universidad UTE.



Fis. Patricio Javier González. MSc.

DIRECTOR DEL TRABAJO

C.I. 1712951894.

DECLARACIÓN JURAMENTADA DEL AUTOR

Yo, Washington Alejandro Del Corral Díaz, portador(a) de la cédula de identidad N° 1723430474, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en ese documento.

La Universidad UTE puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



f: _____
WASHINGTON ALEJANDRO DEL CORRAL DÍAZ
1723430474.

DEDICATORIA

El presente proyecto técnico quiero hacer mucho énfasis en dedicar especialmente a mis padres Washington y Teresa y mi hermano Henry Paúl, por su apoyo total e incondicional en cada tramo de mi vida y de la carrera universitaria que está por culminar, por confiar en mis capacidades, por seguir de cerca mis pasos y darme aliento cuando el camino se volvía cuesta arriba, por darme un buen consejo cuando no había un buen día y enseñarme que la vida tiene pruebas que solo uno mismo las puede superar.

A alguien especial que estuvo presente en mi vida universitaria y me apoyo en todas las circunstancias que se me presentaron tanto en mi vida personal como en mi vida estudiantil Paulina Acosta, también a mis amigos: Katherine Andrade, Sayed Guayasamin, Pablo Noboa, Jorge Aguilar, Gabriela Pavón, por compartir conmigo casi toda una vida universitaria por hacer de este mi segundo hogar y llenarme de tantas alegrías con su valiosa amistad, por crecer junto a mí y permitirme aprender de cada uno de ellos.

Luz Díaz, quien siendo mi abuela se merece el máximo reconocimiento sin ella seguramente no hubiese podido alcanzar el objetivo tan anhelado espero poder seguir cumplimiento muchos más que la llenen de orgullo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a toda mi familia que supieron darme todo el apoyo que necesitaba siempre sin pedir nada a cambio por esos consejos y por qué gracias a ellos estoy cumpliendo un objetivo tan grande.

Agradezco a los señores docentes que en todo el trayecto supieron brindarme sus conocimientos para convertirme en un buen profesional, por esa amistad incondicional con algunos de ellos, que pudieron darme consejos de vida y me prepararon para el mundo laboral.

Agradezco al Físico Patricio González por darme la oportunidad de realizar este trabajo en un momento tan difícil por esa confianza y por la paciencia que empleó en cada momento, pero por sobre todo por la calidad de profesor y educador.

Agradezco a todos aquellos con los que entablé una amistad en la universidad, con aquellos que me enseñaron y me ayudaron a crecer.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	PÁGINA
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. METODOLOGÍA.....	9
2.1 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	10
2.1.1 Enfoque.....	10
2.2 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	10
2.2.1 Preguntas básicas.....	10
2.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	11
2.4 PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	11
2.4.1 Plan de procesamiento de la información.....	11
2.4.2 Plan de análisis e interpretación de resultados.....	11
2.5 PLAN PARA MUESTREO.....	11
2.5.1 Materiales a utilizar:.....	12
2.5.2 Muestreo de bagazo de caña de azúcar.....	12
2.5.3 Preparación de la muestra de bagazo de caña.....	12
2.5.4 Determinación de la humedad del bagazo de caña de azúcar.....	13
2.6 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	14
2.6.1 Materiales.....	14
2.6.2 Muestreo de bagazo de caña de azúcar (tiempo de combustión).....	14
2.6.3 Cálculos.....	15
2.7 DETERMINACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO.....	16
2.7.1 Hipótesis.....	16
2.7.2 Modelo de partícula.....	16
2.7.3 Modelo de lecho fijo.....	16
2.7.4 Modelo de lecho fijo fluidizado.....	17
2.8 FÓRMULAS A IMPLEMENTAR EN EL MODELO MATEMÁTICO DE PARTÍCULA.....	18
2.8.1 Tasa de combustión.....	18

2.8.2	La velocidad de propagación del frente de ignición se obtuvo con la ecuación.	18
2.8.3	Conducción de calor.....	19
2.8.4	Convección de calor.....	19
2.8.5	Temperatura total del horno de combustión.	19
2.8.6	Cálculo del calor transferido.	20
2.8.7	Porcentaje pérdida de energía.	20
2.9	FÓRMULAS A IMPLEMENTAR EN EL MODELO MATEMÁTICO DE LECHO FIJO FLUIDIZADO.....	20
2.9.1	Velocidad de ignición.	20
2.9.2	La densidad aparente del bagazo.	21
2.9.3	Flujo de aire de entrada a los hornos paneleros.....	¡Error!
	Marcador no definido.	
2.9.4	Densidad del aire.	21
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	23
3.1	RESULTADOS DEL PLAN DE MUESTREO.	23
3.2	RESULTADOS DE LA LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	23
3.3	RESULTADOS DEL MUESTREO DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	24
3.4	RESULTADOS DE LA PREPARACIÓN DE LA MUESTRA DE BAGAZO DE CAÑA.....	25
3.5	RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	25
3.6	RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.....	28
3.7	EVALUACIÓN TEÓRICA DE LAS VARIABLES - APLICACIÓN AL MODELO MATEMÁTICO.	35
3.7.1	Resolución.	35
3.7.2	Relación humedad vs el tiempo de combustión.....	35
3.7.3	Gráficos humedad vs tiempo de combustión.	36
3.8	BALANCE DE MASA Y ENERGÍA.....	37
3.8.1	Reacciones y ecuaciones simuladas en el modelo matemático ajustado.	37
3.8.2	Estequiometría.	38

3.8.3	Cálculos.	38
		PÁGINA
3.9	MODELO MATEMÁTICO DE PARTÍCULA.....	40
3.9.1	Tasa de combustión.	40
3.9.2	La velocidad de propagación del frente de ignición se obtuvo con la ecuación.	41
3.10	MODELO LECHO FIJO - FLUIDIZADO. ESTIMACIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN Y CONVECCIÓN	42
3.10.1	Conducción de calor.....	42
3.10.2	Convección de calor.....	44
3.10.3	Temperatura promedio del horno de combustión.	45
3.10.4	Cálculo del calor transferido.	47
3.10.5	Porcentaje pérdida de energía	47
3.11	CÁLCULO DE LA DENSIDAD DEL AIRE EN EL INICIO DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.....	48
3.12	DISCUSIÓN.....	48
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50
4.1	CONCLUSIONES.	51
4.2	RECOMENDACIONES.....	51
	BIBLIOGRAFÍA.....	52
	ANEXOS.	54

ÍNDICE DE TABLAS

PÁGINA

Tabla 1. Información básica del proyecto.	10
Tabla 2. Información sobre instrumentación y material de laboratorio.	11
Tabla 3. Descripción de la zona de la delicia – Pacto.	23
Tabla 4. Ubicación GPS de las 4 paneleras de la delia – pacto (utm -wgs 84).	24
Tabla 5. Capacidad de cada funda de recolección de muestra.	24
Tabla 6. Cantidad de bagazo recolectado por panelera en determinado tiempo.	24
Tabla 7. Cantidad de muestra requerida por cada análisis.	25
Tabla 8. Número de muestras de bagazo de caña de azúcar para determinar la humedad.	25
Tabla 9. Muestra número 1 de humedad.	26
Tabla 10. Muestra número 2 de humedad.	26
Tabla 11. Muestra número 3 de humedad.	26
Tabla 12. Muestra número 4 de humedad.	26
Tabla 13. Muestra número 5 de humedad.	26
Tabla 14. Muestra número 6 de humedad.	26
Tabla 15. Muestra número 7 de humedad.	27
Tabla 16. Muestra número 7 de humedad.	27
Tabla 17. Muestra número 8 de humedad.	27
Tabla 18. Muestra número 9 de humedad.	27
Tabla 19. Número de muestras de bagazo de caña de azúcar para determinar la humedad.	29
Tabla 20. Resultado de la primera muestra de temperatura de bagazo de caña	29
Tabla 21. Resultado de la segunda muestra de temperatura de bagazo de caña.	30
Tabla 22. Resultado de la tercera muestra de temperatura de bagazo de caña.	31
Tabla 23. Resultado de la cuarta muestra de temperatura de bagazode caña	32
Tabla 24. Resultado de la quinta muestra de temperatura de bagazo de caña	33
Tabla 25. Resultado de la sexta muestra de temperatura de bagazo de caña.	34
Tabla 26. Relación humedad vs tiempo finca la delicia.	35
Tabla 27. Relación humedad vs tiempo finca arias.	35
Tabla 28. Ecuaciones para el ajuste del modelo matemático.	37
Tabla 29. Resultados análisis de gases de bagazo de caña.	40
Tabla 30. Resultados análisis de diámetro y densidad de bagazo de caña .	41
Tabla 31. Medidas paredes de un horno artesanal.	43

ÍNDICE DE FIGURAS.

	PÁGINA
Figura 1. Límites geográficos de pacto.	1
Figura 2. Cobertura vegetal del suelo.	2
Figura 3. Plano horno panelero para quema de bagazo.	5
Figura 4. Plano horno panelero para quema de bagazo.	6
Figura 5. Plano horno panelero para quema de bagazo. Ward cimpa.....	6
Figura 6. Comparativa de humedad de la finca la delicia entre dos muestras.	28
Figura 7. Comparativa de humedad de la finca arias entre dos muestras. ...	28
Figura 8. Comparativa de temperatura vs tiempo de combustión de la finca la delicia.....	29
Figura 9. Comparativa de temperatura vs tiempo de combustión de la finca la delicia.....	30
Figura 10. Comparativa de temperatura vs tiempo de combustión de la finca la delicia.....	31
Figura 11. Comparativa de temperatura vs tiempo de combustión muestra tomada finca arias.....	32
Figura 12. Comparativa de temperatura vs tiempo de combustión muestra tomada finca arias.....	33
Figura 13. Comparativa de temperatura vs tiempo de combustión muestra tomada finca arias.....	34
Figura 14. Comparativa de humedad vs tiempo de combustión.	36
Figura 15. Comparativa de humedad vs tiempo.	36
Figura 16. Balance de masa y energía.....	37
Figura 17. Variación de velocidad de las partículas de bagazo de caña.	42
Figura 18. Diferencia de calor de conducción dentro del horno panelero. ...	43
Figura 19. Diferencia de temperatura dentro del horno panelero.	44

ÍNDICE DE ANEXOS.

	PÁGINA
ANEXO 1. ETIQUETA DE LAS MUESTRAS ENVIADAS A LABORATORIO PARA SUS RESPECTIVOS ANÁLISIS	54
ANEXO 2. FORMATO DE ENCUESTAS REALIZADAS A DUEÑOS DE LAS PANELERAS.	55
ANEXO 3. ENCUESTA 1 FINCA LA DELICIA.	57
ANEXO 4. ENCUESTA 2 FINCA SEÑORES TOAZO.	59
ANEXO 5. ANÁLISIS DE HUMEDAD LABORATORIO CENTROCESAL. ...	61
ANEXO 6. ANÁLISIS TIEMPO DE COMBUSTIÓN REALIZADOS EN EL LABORATORIO CHÁVEZ SOLUTION.	70
ANEXO 7. FOTOGRAFÍAS SALIDA A LA PARROQUIA DE PACTO SECTOR DE LA DELICIA.	77
ANEXO 8. FOTOGRAFÍAS ANÁLISIS DE HUMEDAD LABORATORIO CENTROCESAL.	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 9. FOTOGRAFÍAS ANÁLISIS TIEMPO DE COMBUSTIÓN DEL BAGAZO.	78

RESUMEN

El proyecto técnico presentado tiene el objetivo de analizar el proceso de combustión de bagazo de caña de azúcar en el sector La Delicia en la Parroquia Pacto en el distrito metropolitano de Quito en la Provincia de Pichincha. Para realizar dicho análisis se hizo la evaluación de la humedad del bagazo de caña de azúcar utilizando el método gravimétrico en donde se obtuvieron los siguientes resultados: el valor de humedad más alto corresponde a la hacienda la Delicia con p/p: (56,02 %) muestra que fue tomada con un secado de 7 días, el valor de humedad más bajo fue tomado de la hacienda Arias con p/p: (25,58 %), muestra que fue tomada con un secado de 30 días. En el análisis del tiempo de combustión se realizó con una metodología interna propuesta por el laboratorio por que actualmente no hay normativa ni local ni internacional que permita este tipo de análisis, el resultado más alto se lo obtuvo de la hacienda la Delicia con un valor de (06:26 minutos) la combustión sucedió a una temperatura de 631,6 °C y el más bajo fue tomado de la hacienda la Delicia de (04:09 minutos) la combustión sucedió a una temperatura de 510,3 °C. Los modelos matemáticos que se plantearon son el modelo de partícula que tiene características que permiten calcular la distancia de las partículas y el tiempo de combustión, así mismo se analizó el modelo de lecho fijo - fluidizado en donde se toma en cuenta el flujo de aire o la velocidad de ignición, el modelo de partícula es el más eficiente en este tipo de hornos con algunas características de lecho fijo.

Palabras Claves: Modelo matemático, humedad, modelo de lecho fijo – fluidizado, modelo de partícula, tiempo de combustión.

ABSTRACT

The technical project presented has the objective of analyzing the sugarcane bagasse combustion process in the La Delicia sector in the Pacto Parish in the metropolitan district of Quito in the Province of Pichincha. To carry out this analysis, the humidity evaluation of the sugarcane bagasse was made using the gravimetric method, where the following results were obtained: the highest humidity value corresponds to the La Delicia farm with p / p: (56, 02 %) shows that it was taken with a 7-day drying time, the lowest humidity value was taken from the Arias farm with w / w: (25, 58 %), a sample that was taken with a 30-day drying time. In the analysis of the combustion time, it was carried out with an internal methodology because there are currently no regulations that allow this type of analysis, the highest result was obtained from the La Delicia farm with a value of (06:26 minutes) the combustion It happened at a temperature of 631, 6 °C and the lowest was taken from the hacienda La Delicia (04:09 minutes). Combustion happened at a temperature of 510, 3 °C. The mathematical models that were raised by the particle model that has characteristics that allow us to calculate the distance of the particles and the time between them, likewise the fluidized fixed bed model was analyzed where the air flow or the ignition speed, the particle model is the most efficient in this type of furnace with some characteristics of a fixed bed.

Keywords: Mathematical model, humidity, fixed bed model – fluidized, particle model, combustion time.

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La parroquia de Pacto, perteneciente a la circunscripción del cantón Quito, gracias a la Ley Orgánica de Juntas Parroquiales Rurales, fue elevada a “la categoría de Gobierno Seccional Autónomo, este cambio materializa la descentralización del Gobierno Central” (GAD Parroquial de Pacto, 2015, pág. 5). Pacto limita geográficamente: al Norte la Parroquia García Moreno y Provincia de Imbabura, al Sur se encuentra limitando con el Cantón San Miguel de los Bancos y la Parroquia Gualea, al este con la Parroquia Gualea y al Oeste con el Cantón Pedro Vicente Maldonado. “Ubicado entre los 500 y 1800 msnm y su ubicación topográfica es: latitud es 748409 y Longitud 10015595, su clima propio de la región está entre los: 17 °C y 20 °C, y cuenta con una superficie total de 346,14 km²” (GAD Parroquial de Pacto, 2015).

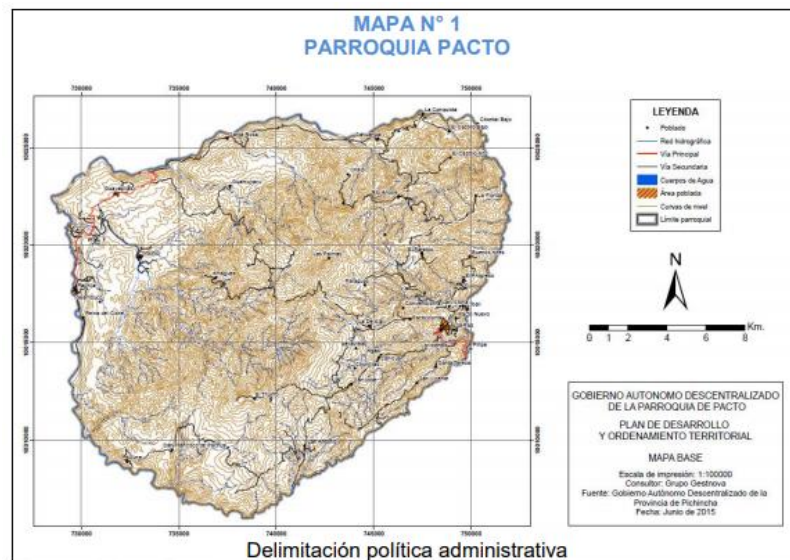


Figura 1. Límites geográficos de pacto.
(GAD Pacto, 2015).

La Parroquia de Pacto es una de las más biodiversas pertenecientes Distrito Metropolitano de Quito, esto se debe “a la presencia de factores biofísicos tales como la posición geográfica y la influencia de condiciones climáticas únicas de la bioregión del Chocó” (GAD Parroquial de Pacto, 2015, pág. 21). La zona de influencia abarca toda el área noroccidental ecuatoriana y es considerada como un punto de gran biodiversidad para la conservación a nivel mundial. “Esta zona se encuentra amenazada por los diversos sectores productivos que están dentro de esta región, se corre un gran peligro a futuro en especial por la alta concentración de especies endémicas del lugar” (Secretaría de Ambiente Quito, 2020). La intervención del hombre en medio de esta región ha provocado un impacto negativo en el ecosistema en especial en la flora y fauna, permitiendo que los bosques secundarios, matorrales en regeneración, y cultivos semipermanentes y permanentes invadan el bosque natural.

Dentro de los cultivos semipermanentes encontramos caña de azúcar y pastos cultivados, estos cultivos surgen a los alrededores de la cabecera parroquial en donde existe mayor cobertura vegetal. “Las zonas en mejor estado de conservación están al Oeste de la parroquia, específicamente en las nacientes del río Mashpi, parte media-baja de la subcuenca río Pachijal, y alrededores de San Francisco de Pachijal” (GAD Parroquial de Pacto, 2015, pág. 34). En la zona existe la presencia del Bosque Protector Mashpi y algunas otras reservas privadas a las cuales se les ha considerado como bosques de reserva. Se evidencia “uno al Noroeste de la parroquia que atraviesa los sectores de Sanguangal – Guayabillas hasta conectarse con el Bosque Protector Mashpi y un segundo en la parte central, en la zona de La Delicia y la Esperanza” (GAD Parroquial de Pacto, 2015). La zona alcanza aproximadamente un 50 % de bosques.

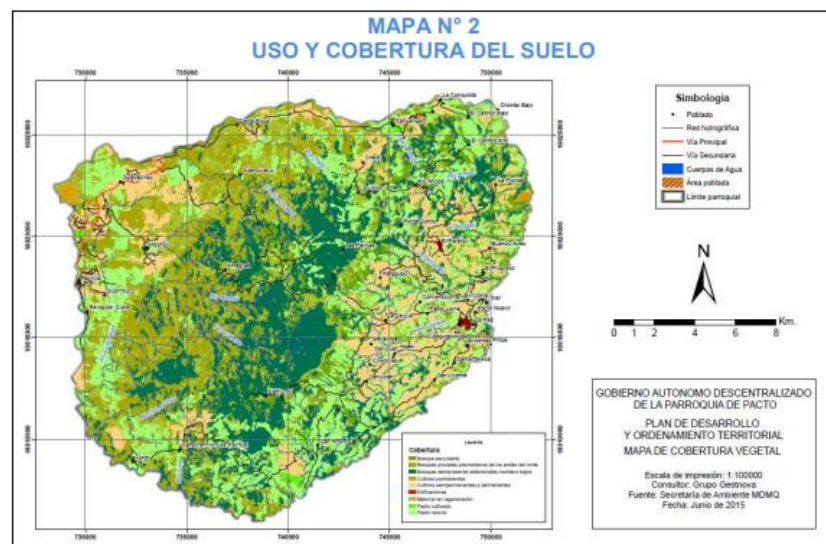


Figura 2. Cobertura vegetal del suelo.
(IGM, 2013).

Por su gran fauna y diversidad, el GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL DE PACTO toma las medidas necesarias para conservar la calidad ambiental, mejorar la gestión de riesgos ambientales y conservar los diversos ecosistemas que tiene la parroquia rural, para ello el GAD PARROQUIA DE PACTO, junto con la UNIVERSIDAD UTE forman un proyecto que propone varios objetivos que ayudarán a mejorar la calidad ambiental de todo el sector. Se considera al monitoreo una de las acciones para evaluar el ambiente en zonas que se consideran vulnerables, esto le permitirá al GAD PARROQUIAL y a los investigadores de la universidad UTE identificar las áreas más afectadas y determinar la fuente de contaminación, el proceso de monitoreo que se realiza, permite manejar de mejor manera todos los impactos reconocidos en la primera fase de investigación, siendo evidente que se deben considerar a los productores y sus pequeñas o medianas industrias, y sugerir el uso de energías limpias y

renovables en el proceso y así prevenir una futura contaminación (UNIVERSIDAD UTE, 2020).

La ejecución de este proyecto está dentro del objetivo de desarrollo sostenible 6 y 7 “Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente” al eje 1 “Derecho para todos durante toda la vida” y el objetivo 3 del “Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021” mejora de la gestión ambiental para manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos orgánicos, esta normativa permite conocer las disposiciones adecuadas para gestionar la contaminación en los sectores productivos y que exista un ambiente propicio para que los habitantes vivan en un ambiente sano, aporta también al objetivo estratégico cinco junto a su indicador y su respectiva meta mencionada en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Pacto (Constitución de Ecuador-Asamblea Constituyente, 2008).

Este proyecto lo lleva a cabo la Universidad UTE la cual permite que la carrera de Ingeniería Ambiental y Manejo de Riesgos Naturales este presente, en las evaluaciones realizadas por los estudiantes de la carrera se determinaron impactos ambientales que debían ser considerados (UNIVERSIDAD UTE, 2020). Siendo la contaminación del agua un problema ambiental evaluado, a los acuíferos en esta zona no se les realiza un tratamiento por parte de ninguna autoridad competente y tampoco por parte de empresas privadas que tengan actividades económicas, es de conocimiento que esta agua es de consumo humano, animal y sirve también para la agricultura, como dato adicional se conoce que la poca potabilidad del agua ha causado problemas en la salud de las personas que habitan esta zona, razón por la cual es importante monitorear la parroquia de Pacto con el fin de prevenir enfermedades producto de las actividades económicas, una vez realizada la evaluación primaria se determinaron cinco problemas relevantes en la parroquia que son: Deforestación, contaminación, desaprovechamiento energético, ineficiencia térmica de los sistemas de generación de calor y desarrollo empírico en las actividades productivas, durante el monitoreo se encontró con el impacto ocasionado en la producción de panela que en las primeras evaluaciones se lo considera leve pero podría llegar a ocasionar severos daños ambientales (GAD Parroquial de Pacto, 2015).

La producción de panela,

ha generado impactos en el aire como son: quema de leña y bagazo, uso de motores a diésel para la trituración de caña, generación de ruido, contaminación de aguas superficiales y subterráneas por infiltración de aguas residuales, contaminación del suelo por almacenamiento de combustible, disposición inadecuada de residuos sólidos (UNIVERSIDAD UTE, 2020); todos estos impactos han generado problemas en trabajadores y la población en general, tales como: infecciones en vías respiratorias, hipertensión arterial, diabetes mellitus, infección de vías urinarias y enfermedades dermatológicas,

y adicional el consumo excesivo de pesticidas e insecticidas utilizados en los sembríos y adicionalmente liberados en el ambiente por medio de la quema de rastrojos, estas actividades no son monitoreadas por el momento y tampoco tienen una planificación, es por esa razón que no tienen ningún tipo de medidas de remediación, siendo actividades que se mantienen y se conservan a lo largo del tiempo ocasionando daños en la salud y bienestar de sus habitantes, además de no contar con un ambiente propicio para vivir. (MINISTERIO DE SALUD PUBLICA DEL ECUADOR, 2015).

La combustión del bagazo de caña de azúcar dentro de las paneleras ha generado incertidumbre por los problemas ambientales que ocasiona, esta actividad productiva no ha determinado una normativa que sustente su operación y provoca un impacto al momento de quemar sus rastrojos, es la actual razón por la cual se evalúa el riesgo ambiental, de la misma forma la ineficiencia en su proceso por diversos circunstancias provocadas por las características del bagazo de caña genera una ineficiencia en algunos procesos durante la realización de la panela, esto ha dado la apertura para la creación de un plan de acción ambiental monitoreado por la Universidad UTE, en este se diseñó la gestión de seguridad ambiental de las unidades productivas de la zona de estudio, es decir se aseguró que el sector productivo sea amigable con el ambiente en sus procesos, una vez que la información se tomó, se analizaron los factores ambientales, de esta manera se puede determinar los impactos más importantes, para los cuales se consideraran tres documentos: el diagnóstico técnico, diagnóstico social, conclusiones y recomendaciones (UNIVERSIDAD UTE, 2020).

Los impactos ambientales que generan los hornos de combustión de bagazo para la producción de panela son un problema que se podría gestionar mejorando su eficiencia, para mejorarla debemos analizar las variables de las cuales depende el horno al momento de combustionar el bagazo de caña, se considera la humedad que depende de la cantidad de agua con la que ingresa el bagazo al horno de combustión, también se debe considerar el poder calorífico para determinar el tiempo de combustión que ayuda a determinar el modelo más eficiente para estos hornos (Aguero, 2016).

En la parroquia de Pacto, sus habitantes utilizan hornos artesanales por su menor costo y su fácil construcción, considerando que su manera de utilizar dichos hornos ha sido convencional es decir empíricamente por parte de los paneleros, este uso ha causado que estos hornos generen una contaminación que aunque sea leve y manejable puede empeorar si se mantienen estas actividades productivas. Para la construcción de estos hornos se consideran ciertas características generales de su diseño: Cámara de combustión, ducto de humos, pailas y chimenea (Guerrero, 2015). Cada una de sus partes tiene características específicas que deben ser consideradas una por una:

Cámara de combustión: Cavidad ubicada en la parte anterior de la hornilla, donde “se quema el bagazo y demás combustibles para producir la energía o calor necesario para el proceso de elaboración de la panela” (Guerrero, 2015).

Cenicero: Compartimiento o espacio ubicado “directamente debajo de la parrilla, sirve para almacenar las cenizas que se producen al quemar el bagazo” (Guerrero, 2015).

Puerta de alimentación: Abertura por donde se introduce el bagazo para atizar el fuego.

La parrilla: Conformada por una serie de placas de fundición “dispuestas en forma horizontal y consecutiva que sirven de lecho para el bagazo mientras se quema” (García, 2015, pág. 3). Este dispositivo permite dispone de una entrada por donde accede el aire para la combustión. Posterior, se realiza el paso de las cenizas hacia el cenicero, como se observa en la figura 3. (García, 2015, pág. 3).

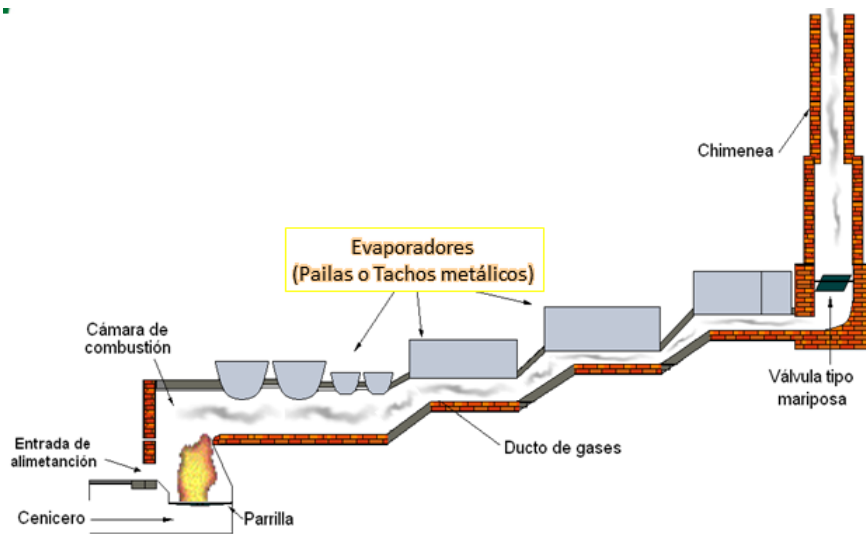


Figura 3. Plano horno panelero para quema de bagazo.
(García y Gordillo, 2014).

Existen tres tipos de hornos que se consideran los más importantes son: **Plana**, **Plana-Cimpa**, **Ward-CIMPA**. Cada una de estos hornos o cámaras de combustión tienen sus características y diferencias que los hacen más o menos eficientes y sus características principales son. **Plana:** La cámara tradicional es bastante amplia, esto permite la entrada de aire falso, lo cual sirve de refrigerante, generando temperaturas de combustión bajas (850 °C, con bagazo de 30 % de humedad). Por otra parte, la superficie relativamente fría de las pailas “ocasiona una combustión incompleta, presentándose porcentajes elevados de CO (6 a 7 %)” (Aguero, 2016). **Plana-Cimpa:** Es una versión mejorada de la cámara tradicional, donde “el bagazo se quema a mayor distancia de la primera paila alcanzando mayores temperaturas de combustión cercanas a los 950°C” (Aguero, 2016). Aquí, el bagazo se quema a niveles de humedad inferiores al 30 % (base húmeda, b.h.) y con excesos

de aire cercanos al 60 %. “Las dimensiones de la cámara se determinan en función de la energía requerida para el proceso y de la forma geométrica de las parrillas que se consiguen comercialmente” (Aguero, 2016).

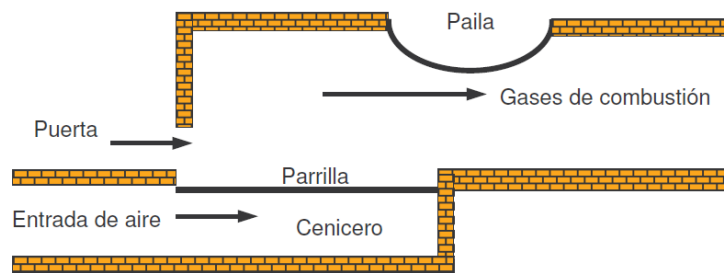


Figura 4. Plano horno panelero para quema de bagazo. (García y Gordillo, 2014).

Ward-CIMPA: Ofrece un diseño especial, el mismo que es más eficiente al momento de combustionar. Esto da como resultado que a lo largo del tiempo, se alcance una estabilidad en temperatura y potencia. Esta cámara trabaja a temperaturas cercanas a los 1200 °C, con una producción promedio de monóxido de carbono de 3 % en volumen y de dióxido de carbono de 14 % en volumen (Andrade, 2017). Además, de forma diferenciadora, presenta dos características especiales: 1) posee una rampa de precalentado y presecado del bagazo antes de quemarse. En la rampa, la humedad del bagazo se evapora por acción de energía en las paredes de la cámara. Es por eso que se permite un bagazo con una humedad de hasta el 45 % (Aguero, 2016).

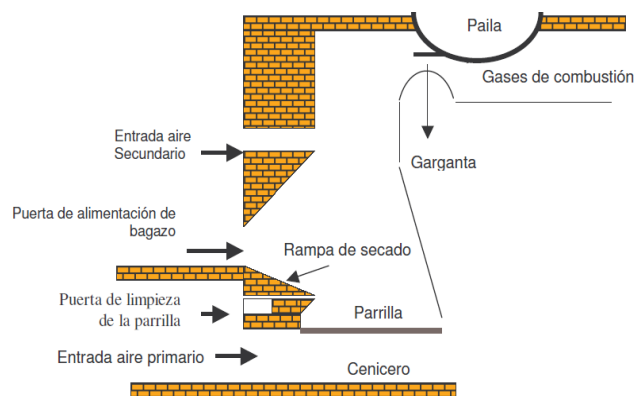


Figura 5. Plano horno panelero para quema de bagazo. Ward cimpa. (García y Gordillo, 2014).

La ineficiencia de estos hornos tiene relación directa con el ingreso del bagazo con una humedad considerable, de ello también depende los tiempos de combustión. “La humedad del bagazo varía según la velocidad y la eficiencia de la molienda y la ubicación donde este ha sido cosechado por ejemplo en

las Antillas el promedio es del 48 al 50 %” (Aguero, 2016). Existen diferentes experiencias a nivel mundial. Por ejemplo, en Hawái el contenido de humedad frecuentemente llega al 40 %, por su parte en Colombia la humedad del bagazo alcanza entre 50 % al 52 % (Aguero, 2016). La humedad del bagazo que ingresa a las calderas es mayor (alrededor del 50,96 %), debido a que se mezcla el bagazo recién salido con el que ya está almacenado un tiempo en espera para ingresar al horno, considerando que esto interfiere en el secado, se utiliza el agua caliente en la maceración, con el objeto de elevar la extracción de sacarosa, extracción que no se puede lograr con agua fría; pero el uso de agua caliente no solamente asegura la obtención del jugo tibio, sino que incrementa la temperatura del bagazo.

Los trapiches usualmente disponen de bagaceras construidos a base de tejas de barro, zinc o fibrocemento. Los materiales al ser opacos, evitan el paso de la luz solar. En este sentido, la fuente necesaria para alcanzar un adecuado secado del bagazo es, principalmente, el calentamiento producido por la fermentación de los azúcares. De esta manera, “en el almacenamiento y secado tradicional, los azúcares se pierden no solo para obtener panela, por la baja extracción de los molinos, sino como combustible para la evaporación del agua de los jugos” (Guerrero, 2015). Un inconveniente presentado es que los grandes volúmenes de bagazo generan riesgos de incendios, lo cual puede generar desde desmanes pequeños hasta la destrucción total del del trapiche. “Para mejorar la calidad energética del bagazo, disminuir las áreas de construcción y los volúmenes de material almacenado es necesario acelerar la tasa de secado” (Manoso, 2016). Con este fin, se propone que las bagaceras se conviertan en bodegas de almacenamiento, lo cual ofrezca una eficiencia de secado superior (Guerrero, 2015).

Los hornos más simples utilizados en sectores rurales como Pacto son los hornos Plano Cimpa, ya que por la pendiente en donde son construidos favorecen su construcción. Para aumentar la eficiencia de la combustión del bagazo dentro de los hornos se analizan modelos matemáticos que mejoren este proceso, dichos modelos se consideran “una de las herramientas más interesantes e importantes que actualmente disponemos para analizar y predecir el comportamiento de un sistema, para el desarrollo y posterior” simulación del mismo, que se define como la representación de un proceso (Zambrano, 2015). Si en un fenómeno ocurrido dentro de un proceso de combustión se conoce los procesos internos y las relaciones entre ellos, entonces es posible conocer las ecuaciones. “Los dos modelos matemáticos conocidos dentro de la combustión de biomasa (bagazo) son: el modelo de combustión de partícula individual este modelo tiene en cuenta los gradientes internos de temperatura” (Andrade, 2017). Experimentos previos demuestran que “el tamaño y la forma de la partícula, junto con el contenido de humedad, influyen la evolución de cada frente y, por ende, el tiempo de combustión,

la composición de los gases y la temperatura” (Sánchez, 2014). Otro modelo utilizado con más frecuencia es el modelo de combustión de **Lecho Fijo**: “La combustión en lecho fijo de partículas de biomasa ha sido ampliamente estudiada para desechos sólidos municipales, paja y madera” (Osorio, 2010, pág. 239).

Se deberá entonces generar un análisis completo de los factores de humedad, tiempo de secado y tiempos de combustión del bagazo, con el fin de mejorar sus propiedades como un biocombustible, generando un producto más eficiente y menos contaminante, recordando que la combustión incompleta que se genera en el proceso de quema del bagazo puede provocar daños en el ambiente a corto o largo plazo, el análisis brindará un mejor panorama para la implementación del modelo matemático más eficiente en los hornos utilizados en la parroquia.

El objetivo general de este proyecto fue analizar la eficiencia de combustión de bagazo de caña de azúcar en un horno artesanal del sector La Delicia de la parroquia de Pacto; se identificó cada una de las variables mediante diferentes tipos de análisis como lo detalla los siguientes objetivos específicos.

1. Determinar un modelo de combustión de partícula o de lecho fijo - fluidizado que mejor se ajuste al tipo de hornos artesanales del sector.
2. Medir niveles de humedad y tiempos de combustión del bagazo utilizado en el proceso de producción de panela.
3. Evaluar de forma teórica los tiempos de combustión y su relación con el contenido de humedad, de acuerdo al modelo definido.

2. METODOLOGÍA

2. METODOLOGÍA

El presente trabajo se enmarcó dentro de la investigación experimental, dado que durante el desarrollo del mismo se ejecutó ensayos en muestras de bagazo de caña de azúcar obtenidos en las paneleras, se determinó la cantidad de humedad del bagazo y así mismo se analizó los tiempos de combustión en los hornos artesanales por medio de la resolución 909 del MAE en donde se especifica como verificar los tiempos de combustión dependiendo los tipos de horno, se tomó en cuenta la influencia de la temperatura del horno al momento de calcular los tiempos de combustión, que tienen los hornos al de bagazo y la eficiencia dependiendo el nivel de humedad del mismo. Esta investigación, fue además de laboratorio, porque se realizó ensayos para la determinación de cantidad de humedad de bagazo obtenido del trapiche, también se realizan pruebas para determinar el tiempo de combustión dentro de los hornos artesanales, haciendo pruebas en la misma zona en donde se tomó las muestras de bagazo.

Finalmente, fue una investigación aplicada, debido a que se puso en práctica los estudios previos de otros autores y los conocimientos obtenidos durante la formación en esta Carrera Universitaria, muchos de los conocimientos empleados durante el proceso de la tesis fueron obtenidos durante las cátedras de la universidad. Adicionalmente, los resultados conseguidos en esta investigación servirán como guía para profesionales y estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental.

El presente trabajo fue realizado en la Parroquia de Pacto al noroccidente de Quito en el sector de La Delicia uno de los sectores con más fauna y flora que se encuentra dentro de los bosques protegidos del, esta tesis va de la mano con el proyecto de vinculación de la universidad UTE y con el consentimiento del GAD PARROQUIAL DE PACTO.

Este trabajo ayudó en un futuro a los paneleros, artesanos, investigadores, a reconocer la importancia del bagazo de caña de azúcar en los procesos de combustión sea en hornos artesanales o industriales como manejar las características físicas y químicas del mismo para mejorar el tiempo de combustión y como los modelos matemáticos tanto de partícula como el modelo de flujo son imprescindibles implementarlos.

2.1 POBLACIÓN Y MUESTRA.

2.1.1 Enfoque

En este proyecto se usó la investigación que tiene un enfoque cualitativo y cuantitativo, ya que se realizó un análisis de la cantidad de humedad cuando sale del trapiche el bagazo de caña de azúcar, que es utilizada en los hornos artesanales para la generación de energía y cada tiempo de combustión están sujetos a normas y ensayos de laboratorio que son consideradas la NMX F371 y la normativa de laboratorio AOAC, determinándose de esta manera la influencia de la combustión del bagazo con la humedad y el tiempo de combustión para mencionar cómo influyen al momento de aplicar un modelo matemático.

2.2 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

2.2.1 Preguntas básicas.

Tabla 1. Información básica del proyecto.

PREGUNTAS BÁSICAS	EXPLICACIÓN
1. ¿Para qué?	- Para determinar un modelo matemático que ayude a los paneleros de la parroquia de Pacto a tener una mejor eficiencia energética dentro de los hornos artesanales que ellos manejan.
2. ¿De qué persona u objeto?	- Bagazo de Caña
3. ¿Sobre qué aspectos?	- La influencia de la Humedad dentro de los hornos artesanales - Influencia de los tiempos de combustión que tiene el bagazo dentro del horno.
4. ¿Quién?	- Alejandro Del Corral Díaz
5. ¿Dónde?	- Laboratorio CENTROCESAL Cia Ltda. - Laboratorio CHÁVEZSOLUTION.
6. ¿Cómo?	- Mediante ensayos y pruebas de laboratorio. - Investigación bibliográfica de investigaciones previas.0

2.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.

Tabla 2. Información sobre instrumentación y material de laboratorio

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1. Ensayos de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none">- Material Básico de Laboratorio- Instrumentos para medir la humedad del bagazo- Instrumentos para medir el tiempo de combustión.

2.4 PLAN PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

2.4.1 Plan de procesamiento de la información.

- Revisión crítica de la información recogida; depuración de información defectuosa: discordante, parcial, no congruente, etc.
- Tabulación de datos en concordancia con las variables planteadas.
- Presentación gráfica de los resultados obtenidos y procesados.

2.4.2 Plan de análisis e interpretación de resultados.

- Análisis e interpretación de resultados correlacionándolos con los objetivos de la presente investigación y los objetivos planteados.
- Comprobación conforme a los resultados derivados del transcurso de la investigación.
- Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

2.5 PLAN PARA MUESTREO.

Actualmente en el Ecuador no existe una normativa o referencia técnica por parte de la autoridad competente en el MAE y el INEC de cómo se debe proceder a la toma de muestras del bagazo de caña de azúcar y en muchos lugares se ha convertido en una práctica muy artesanal que no requiere una técnica específica es por eso que en la investigación bibliográfica se adaptará la NORMA MEXICANA F-371 que fue implementada en 1991, esta normativa fue implementada por algunos laboratorios Químicos, algunas empresas y asociaciones que trabajaban con la caña de azúcar y la asociación de técnicos azucareros así mismo esta normativa fue impulsada por el grupo de países latinoamericanos y del Caribe exportadores de azúcar (GLEE CEA, 2018), al tratarse de una organización latinoamericana y del Caribe, se permite utilizar esta normativa que describe la toma de muestra de la siguiente manera.

2.5.1 Materiales a utilizar:

- Fundas herméticas zipper.
- Instrumento de corte (machete).
- Saco para almacenamiento.

2.5.2 Muestreo de bagazo de caña de azúcar.

De acuerdo con la norma técnica mexicana para la Industria Azucarera “Bagazo de Caña de Azúcar Método de Muestreo” se realizó de la siguiente manera:

- Se determinó que las paneleras tienen un tiempo de operación de 4 h, (6 am-10 am).
- Se prepararon 20 fundas de tipo herméticas del modelo zipper (25 x 30 cm) donde se almacenaron la muestra.
- Se combinó uniformemente dependiendo los diferentes tiempos de secado del bagazo obtenido según lo establece la norma técnica.
- Del monto de bagazo de caña que es almacenado en las paneleras se recogió tres fundas de cada una de estas.
- Cada funda debe estar pesada con 1 kg de la muestra de bagazo de caña de azúcar.
- Se transportó de forma ordinaria en un saco costal oscuro e impermeable para no tener pérdidas por evaporación.

2.5.3 Preparación de la muestra de bagazo de caña.

Es importante el correcto almacenamiento del bagazo de caña se debe evitar que sea contaminado por hongos o que provoque una degradación de las fibras que provocan prehidrólisis ácida, por ello las muestras fueron almacenadas en fundas plásticas zipper (25 x 30 cm), este tipo de fundas plásticas permitió que no exista un cambio físico ni químico en el bagazo antes de hacer su análisis.

Para la transportación se utilizó fundas con cierre hermético zipper (25 x 30 cm), este tipo de contenedor permite que en el proceso de transportación no se evapore la humedad existente en el bagazo de caña de azúcar que va entre (49 - 51 %). Para un correcto reconocimiento y determinación del contenido,

se realizó una identificación de cada funda zipper así se pudo observar la información que debe utilizar el personal que efectuó el análisis.

2.5.4 Determinación de la humedad del bagazo de caña de azúcar.

Para determinar la humedad en el bagazo se siguió la recomendación de la AOAC que plantea el método basado en la pérdida de peso (AOAC-925.10). A continuación, se describe dicho método.

La técnica de microondas en laboratorio, junto con a la implementación de un horno, permitieron analizar las muestras de bagazo (10 g) en cada ensayo. Se colocó el bagazo en cápsulas de porcelanas y fueron distribuidas uniformemente en el plato interior.

Se evaluó en tres potencias: 140 W, 280 W y 560 W, cada uno con intervalos de un minuto hasta alcanzar los niveles de humedad esperados. Se identificaron las variaciones de humedad y posterior se procedió a ejecutar los ensayos a intervalos de tiempos diferentes. La exposición se renovó en cada repetición.

Posteriormente, se calculó la pérdida de humedad la cual fue determinada en un porcentaje proporcional a total alcanzado. Cada muestra fue retirada del horno y fueron colocadas en un desecador por 15 min. Una vez concluido el tiempo de secado, se determinó el peso final en una balanza digital de alta precisión, la cual alcanza una sensibilidad de 0,001 g.

Las muestras de bagazo se tomaron de dos paneleras diferentes, se realizó el muestreo en 3 horas en cada una de las fincas como lo recomienda la NORMATIVA MEXICANA, las muestras no deben pesar más de 80 kg según lo recomienda la AOAC para un correcto transporte, se tomó un total de 27,2 kg de bagazo de caña que es lo que se recomienda para mediciones más precisas esto nos indica la normativa Mexicana a la cual se rige el manejo de muestra de bagazo, la muestra tomada de bagazo fue apenas el 10 % del total de la producción de bagazo en el día de las paneleras.

Una vez que se tomó la muestra y fue pesada durante el análisis se reconoció que existen dos tipos de bagazo de caña de azúcar el primero el bagazo con cáscara y el segundo el bagazo sin cáscara siendo siempre el más abundante residuo orgánico en las paneleras el primero (bagazo con cáscara) a este se le guardó herméticamente en un costal como ya se mencionó antes, para sus respectivos análisis en la normativa no debe generar una espera de más 20 horas, pero la normativa mexicana expresa que si la muestra está conservada en un saco o costal y dentro de las fundas zipper se podrán mantener hasta 8 días después de que se tomaron las muestras.

Se realizaron pruebas en el laboratorio CENTRO DE SOLUCIONES ANALÍTICAS INTEGRALES CENTROPROCESAL S.A y el LABORATORIO CHÁVEZSOLUTION, en donde se analizó la humedad total y relativa del bagazo de caña de azúcar utilizando el método de peso por medio de microondas, los análisis fueron entregados 4 días después de dejarlos en el laboratorio.

Una vez que se determinó la humedad, se determinó los tiempos de combustión del bagazo, se tomara dicha muestra en dos ocasiones diferentes, la primera será cuando el bagazo tiene una humedad bastante alta es decir apenas sale del trapiche y su eficiencia es muy baja y cuando el bagazo previamente ha sido secado y tiende a ser más eficiente en el proceso de combustión.

2.6 DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.

Para calcular el tiempo de combustión del bagazo de caña de azúcar se consideró la temperatura del horno, no se maneja a una temperatura constante y no hay entrada y tampoco salida de aire, es por eso que debemos considerar que la diferencial de temperatura nos dará tiempos diferentes hasta que el bagazo llegue a convertirse en ceniza.

2.6.1 Materiales

- Medidor de temperatura
- Cronómetro
- Fuga de aire primario.

El tiempo de combustión es diferente para el bagazo que se encuentre a 7 días salido del trapiche, 15 días salido del trapiche y 30 días fuera del trapiche por la cantidad de humedad propia del bagazo

Muestra 1: 7 días.

Muestra 2: 15 días.

Muestra 3: 30 días.

2.6.2 Muestra de bagazo de caña de azúcar (tiempo de combustión).

- Se ingresó el bagazo de caña al horno de combustión, previamente encendido para calcular el tiempo de combustión.

- Se tomó la temperatura desde que el bagazo ingresa al horno.
- Se tomó la temperatura en los primeros 30 segundos cuando se da la primera variación de temperatura.
- Se midió la segunda muestra pasando 1 minutos cuando hay una nueva variación de temperatura.
- Se tomó la segunda muestra cuando hay modificación de temperatura un minuto después.
- Se lo hizo así con el resto de las muestras, así consecutivamente hasta que el bagazo está totalmente en cenizas.

Se repite este proceso con cada una de las muestras tomadas, después de 7 minutos aproximadamente el bagazo llega hasta la combustión total o cenizas, depende de la humedad del mismo.

2.6.3 Cálculos.

[ECUACIÓN 1].

$$T_c = kd \times d^2 o$$

$$\text{Dónde } Kd = f \left(\frac{pf}{Tp} \right) \% O_2$$

Tc= tiempo de combustión del bagazo de caña o también llamado tiempo de quemado

Tp = es el tiempo requerido para el quemado de la partícula (segundos)

pf = es la densidad de la partícula (g/ cm³)

do = es el diámetro de la partícula (cm)

f = requerimiento de oxígeno normalizado del combustible (g O₂ / g combustible).

De esta manera descrita se podrá calcular el tiempo de combustión del bagazo de caña de azúcar. (Sánchez, 2014)

El bagazo ingresa al horno con una temperatura entre 38 - 60 °C (100 y 140 °F), depende de qué tiempo salió del trapiche y el tiempo en el sistema de almacenaje y manejo interno (bagacera). Si salió del trapiche en la primera semana la cantidad de humedad es más alta que la que está almacenada un mes.

2.7 DETERMINACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO.

Para determinar el modelo matemático se utilizaron las siguientes hipótesis:

2.7.1 Hipótesis.

1. Se supone que la partícula de bagazo siempre tendrá una forma esférica.
2. La partícula al ser pequeña, es arrastrada por el gas y desarrolla un movimiento relativo.
3. Se asume que la temperatura de la partícula cambia conforme aumenta el tiempo en el horno de combustión.
4. Se supone que a mayor humedad es más alto el tiempo de combustión debido a la cantidad de agua que se mantiene en el bagazo.
5. La velocidad del movimiento de la partícula cambia por el calor al que se le expone al bagazo.

2.7.2 Modelo de partícula.

Un modelo de partícula se caracteriza por ser un proceso de oxidación en una partícula sólida del bagazo de caña de azúcar aplicado a un sistema abierto donde existe el ingreso de aire y la variación de temperatura.

Características.

- Se asume que la partícula de bagazo de radio inicial R_0 siempre se mantiene como una esfera.
- Como la partícula es pequeña, es arrastrada por el gas, pero presenta un movimiento relativo con este. Este movimiento relativo permite caracterizar el flujo alrededor de la partícula.
- El gas exterior a la partícula, muestra un comportamiento similar a un gas ideal.
- La zona homogénea, donde se vislumbra la existencia solo de gas, es laminar en comparación a la escala espacial.

2.7.3 Modelo de lecho fijo.

En este caso, se estudió la turbulencia al interior del horno donde se determinan algunos aspectos. Tanto la geometría del incinerador como el flujo de aire primario, influyen de manera primordial sobre el régimen de

turbulencia. También se evidencia que dicha influencia afectó a los compuestos tóxicos presentes al momento de la evaluación.

Características.

- La velocidad relativa entre las partículas en el lecho es nula considerando un fluido en régimen laminar
- El gradiente de presión a través del lecho depende directamente de la velocidad del fluido
- La humedad de la biomasa ocurre antes de los 100 °C, la etapa de secado entre los 200 y 250 °C y culmina a los 600 °C.
- En el experimento del lecho fijo, las tres etapas: secado, desvolatilización y oxidación, generan frentes propagadores contra corriente con el aire primario.
- Los niveles de calor emitidos desde la llama hacia las capas de biomasa fresca, permite el secado y la desvolatilización de los materiales utilizados en el ensayo. Los volátiles liberados y el material carbonizado resultante, generan oxidación, liberando calor. Esto permite la propagación estable de los frentes analizados.
- Al determinar el flujo de aire primario, se identifica un punto crítico el cual alcanza niveles máximos de combustión.
- La combustión de biomazas con altos contenidos de humedad, requiere tiempos de secado prolongados. De esta forma, se requiere más tiempo lo cual retrasa la continuidad hacia el proceso de desvolatilización. En niveles generales, disminuyen el consumo del material.

2.7.4 Modelo de lecho fijo fluidizado.

El modelo de lecho fijo fluidizado de partículas está considerado porque la biomasa ingresa en pedazos al horno de combustión, la temperatura está limitada entre 800 y 900 °C, la formación de remolinos que favorecen la mezcla del gas y del combustible, este modelo tiene un poder calorífico más bajo la cantidad de movimiento de las partículas por consiguiente el tiempo de combustión aumenta.

Características.

- La temperatura cambia al ingreso del aire primario.
- Existe una mayor transferencia de calor durante la combustión.
- Existe velocidad relativa entre las partículas.
- El gradiente de presión en el lecho depende de la velocidad de flujo y también de las consideraciones relativas de las partículas
- El biocombustible del bagazo de caña que se produce en el interior del horno sale por medio de gasificación arrastrada por la velocidad de otros gases.

2.8 FÓRMULAS A IMPLEMENTAR EN EL MODELO MATEMÁTICO DE PARTÍCULA.

2.8.1 Tasa de combustión.

[ECUACIÓN 2].

$$Tc = Vc * \rho b$$

Tc: Tasa de combustión.

Vc: velocidad de combustión

ρb : Densidad del bagazo.

2.8.2 La velocidad de propagación del frente de ignición se obtuvo con la ecuación.

[ECUACIÓN 3].

$$Vc = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

La velocidad de ignición nos permitirá analizar indirectamente la tasa de combustión de las partículas en la combustión.

Vc: Velocidad de ignición.

Δd : Distancia entre partículas.

Δt : Diferencial tiempo de combustión.

2.8.3 Conducción de calor.

[ECUACIÓN 4].

$$Q_{cond} = -k_1 A \frac{dT}{dx}$$

El calor de conducción experimenta la cantidad de calor que se transmite entre las partículas.

k_1 : Constante de conducción.

Q cond: Calor de conducción.

A: Área del horno

dT: Diferencial de temperatura

dx: Diferencial de distancia entre partículas.

2.8.4 Convección de calor.

[ECUACIÓN 5].

$$Q_{conv} = k_2 A * (T_o - T_f)$$

Es el transporte de calor por medio del fluido.

Q conve: calor de convección.

k_2 : Constante de convección

A: Área del horno.

To: Temperatura inicial quema de bagazo.

Tf: Temperatura final quema de bagazo.

2.8.5 Temperatura total del horno de combustión.

[ECUACIÓN 6].

$$Th = \frac{\textit{Media Tempe. bagazo}}{\textit{Porcentaje de gases de entrada y salida}}$$

La temperatura total del horno depende de la cantidad de gases existentes en el horno más la temperatura tomada en los tiempos de combustión.

Th: Temperatura del horno

Tb: Temperatura bagazo de caña

%G: Porcentaje de gases de entrada y salida

2.8.6 Cálculo del calor transferido.

[ECUACIÓN 7].

$$Q_{total} = Q_{convección} + Q_{conducción}$$

El calor transferido nos delimita el calor que se forma tanto en el proceso de conducción como en el proceso de convección.

Q total: Calor total.

Q conv: Calor de convección.

Q cond: Calor de conducción.

2.8.7 Porcentaje perdida de energía.

[ECUACIÓN 8].

$$\%PE_{total} : \frac{(Q_{convección} - Q_{conducción})}{Q_{total}} \times 100$$

2.9 FÓRMULAS A IMPLEMENTAR EN EL MODELO MATEMÁTICO DE LECHO FIJO FLUIDIZADO.

2.9.1 Velocidad de ignición.

La tasa de combustión con base en la velocidad de propagación del frente de ignición que permite que la reacción química produzca la combustión del bagazo

[ECUACIÓN 9].

$$V_f = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Δs : Distancia entre dos punto de medición.

Δt : Tiempo necesario para el desplazamiento de Δs .

2.9.2 Flujo de aire.

[ECUACIÓN 10].

$$r_e = V_f * \rho b = \frac{\Delta s}{\Delta t} * \rho b$$

r_e = Flujo de aire por unidad de bagazo.

2.9.3 Presión del aire dentro del Horno

La presión de aire se puede calcular considerando el aire como gas ideal de la ecuación de estado.

[ECUACIÓN 11].

$$PV = nRT \qquad n = \frac{m}{PM}$$
$$PV = \frac{m}{PM} RT \qquad P = \frac{m*RT}{V*PM} = \frac{\rho*RT}{PM}$$

P: presión

V: Volumen

T: temperatura

M: masa

2.9.4 Densidad del aire.

Con $\rho = \frac{m}{V}$ entonces la densidad del aire se puede calcular $\rho_{aire} = \frac{P*PM}{RT}$

[ECUACIÓN 12].

$$r_a = \frac{F_{ap}}{\rho_{aire}}$$

r_a : Velocidad del aire en la entrada del Horno

F_{ap} : Flujo por unidad de área.

ρ_{aire} : Depende de la T ambiente y la Presión atmosférica y varía con el aumento de temperatura.

Se considera un proceso adiabático considerando que los hornos gravimétricos están constituidos con ladrillos restructurados.

El flujo de aire primario F_{ap} generalmente es inferior a $0,75 \frac{kg}{m^2s}$

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 RESULTADOS DEL PLAN DE MUESTREO.

El resultado de la descripción del área correspondiente al poblado de La Delicia, parroquia de Pacto en la tabla 3 se muestra los resultados:

Tabla 3. Descripción de la zona de La Delicia – Pacto.

ASPECTOS GENERALES DEL POBLADO DE LA DELICIA – PACTO.	
Ubicación.	Provincia de Pichincha, cantón Quito, parroquia Pacto
Ubicación Georreferencial.	Longitud: -78,803993 Latitud: 0,143825
Límites.	Norte: San Miguel de los Bancos
	Sur: Poblado de Pacto Loma
	Este: Poblado la Esperanza
	Oeste: Reserva Mashpi
Altitud.	Mínima: 500 msnm
	Máxima: 1500 msnm
Clima.	Templado – húmedo, entre 17 y 20 °C.
Superficie.	119,61 km ²

3.2 RESULTADOS DE LA LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

Para la ubicación de las paneleras que están dentro del plan de estudios, está representada en la tabla número 4, este sistema de ubicación geográfica está aceptado en el país y es usado dentro del mismo.

Tabla 4. Ubicación GPS de las 4 paneleras de La Delia – Pacto (utm -wgs 84)

Numero de paneleras	Latitud.	Longitud.
1	0,143313	-78,802657
2	0,141589	-78,803928
3	0,146716	-78,804597
4	0,160063	-78,819090

3.3 RESULTADOS DEL MUESTREO DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.

Fueron utilizados fundas zipper como envase en el muestreo del bagazo de caña de azúcar estos son considerados herméticos, a continuación se determinara sus dimensiones y capacidad se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Capacidad de cada funda de recolección de muestra

Numero de Fundas	Tamaño (cm)	Capacidad (kg)	Total de Muestra (kg)
20	25 x 30	1	27,2

- Se debe recalcar que algunas fundas tenían una masa levemente superior.

Rigiéndonos en la norma técnica mexicana que fue adaptada al proyecto técnico código (NMX-F-371, 1991). Se establecen en la siguiente tabla el número de horas que se deben operar en la panelera y la cantidad de muestra recogida.

Tabla 6. Cantidad de bagazo recolectado por panelera en determinado tiempo

Numero de muestra	Horas de muestreo (h)	Cantidad de muestra
1	3	13,6 kg
2	3	13,6 kg
3	3	0,00 kg
4	3	0,00 kg

- Se tomaron las muestras únicamente de dos paneleras, ya que no se me permitió tomar de las otras dos paneleras.

3.4 RESULTADOS DE LA PREPARACIÓN DE LA MUESTRA DE BAGAZO DE CAÑA.

Para realizar los análisis se tuvieron que preparar las muestras, entre las acciones se debió conservar la muestra correctamente para que al salir de la panelera no sufra modificaciones producto del sol o el cambio de temperatura (ALDERETES, 2016)

De la muestra total en las dos paneleras se utilizó un porcentaje para los análisis en laboratorio como se muestra en la tabla 6.

Tabla 7. Cantidad de muestra requerida por cada análisis

Análisis y metodología	Total de muestra (kg)
Análisis de Humedad y procesamiento del mismo.	5
Análisis de tiempo de combustión – metodología interna	3

3.5 RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DE HUMEDAD DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.

El análisis de las muestras de humedad se realizó en el laboratorio CENTROCESAL, en donde se determinó las muestras tomadas en dos de las paneleras.

Tabla 8. Número de muestras de bagazo de caña de azúcar para determinar la humedad

Nombre de las paneleras.	Cantidad de muestra tomada en la panelera (kg)	Cantidad de muestra tomada para análisis (g)
PANELERA LA DELICIA	3	200
PANELERA ARIAS.	3	200

El análisis depende de la humedad y el tiempo de secado a la que fue expuesto el bagazo y la eficiencia al formar un biocombustible, que como lo explico el señor Taxilema dueño de la Finca La Delicia, le permite ahorrar una cantidad considerable si es que se realiza un correcto secado del bagazo de caña de azúcar, minimizando el consumo de diésel, leña entre otros combustibles.

Es por eso que se analizó la humedad del bagazo de caña y como varía según el tiempo de secado.

Tabla 9. Muestra número 1 de humedad

Nombre de muestra	Método	Peso de la muestra (g)	Resultado (p/p) (%)
Muestra panelera Taxilema 30 días	Perdida por calentamiento AOAC	200	35,04

Tabla 10. Muestra número 2 de humedad

Nombre de muestra	Método	Peso de la muestra (g)	Resultado (p/p) (%)
Muestra panelera Taxilema 15 días	Perdida por calentamiento AOAC	200	49,34

Tabla 11. Muestra número 3 de humedad

Nombre de muestra	Método	Peso de la muestra (g)	Resultado (p/p) (%)
Muestra panelera Taxilema 7 días	Perdida por calentamiento AOAC	200	55,56

Tabla 12. Muestra número 4 de humedad

Nombre de muestra	Método	Peso de la muestra (g)	Resultado (p/p) (%)
Muestra panelera Taxilema 7 días	Perdida por calentamiento AOAC	200	50,85

Tabla 13. Muestra número 5 de humedad

Nombre de muestra	Método	Peso de la muestra (g)	Resultado (p/p) (%)
Muestra panelera Taxilema 15 días	Perdida por calentamiento AOAC	200	50,02

Tabla 14. Muestra número 6 de humedad

Nombre de muestra	Método	Peso de la muestra (g)	Resultado (p/p) (%)
Muestra panelera Arias 30 días	Perdida por calentamiento AOAC	200	25,58

Tabla 15. Muestra número 7 de humedad

Nombre de muestra	Método	Peso de la muestra (g)	Resultado (p/p) (%)
Muestra panelera Arias 15 días	Perdida por calentamiento AOAC	200	46,14

Tabla 16. Muestra número 7 de humedad

Nombre de muestra	Método	Peso de la muestra (g)	Resultado (p/p) (%)
Muestra panelera Arias 15 días	Perdida por calentamiento AOAC	200	28,76

Tabla 17. Muestra número 8 de humedad

Nombre de muestra	Método	Peso de la muestra (g)	Resultado (p/p) (%)
Muestra panelera Arias 7 días	Perdida por calentamiento AOAC	200	53,29

Tabla 18. Muestra número 9 de humedad

Nombre de muestra	Método	Peso de la muestra (g)	Resultado (p/p) (%)
Muestra panelera Arias 7 días	Perdida por calentamiento AOAC	200	56,02

Se puede determinar el rendimiento como combustible realizando una comparativa entre las muestras que tienen el mismo tiempo de secado. La siguiente figura relaciona la humedad de 7 días, 15 días, 30 días del bagazo de caña.

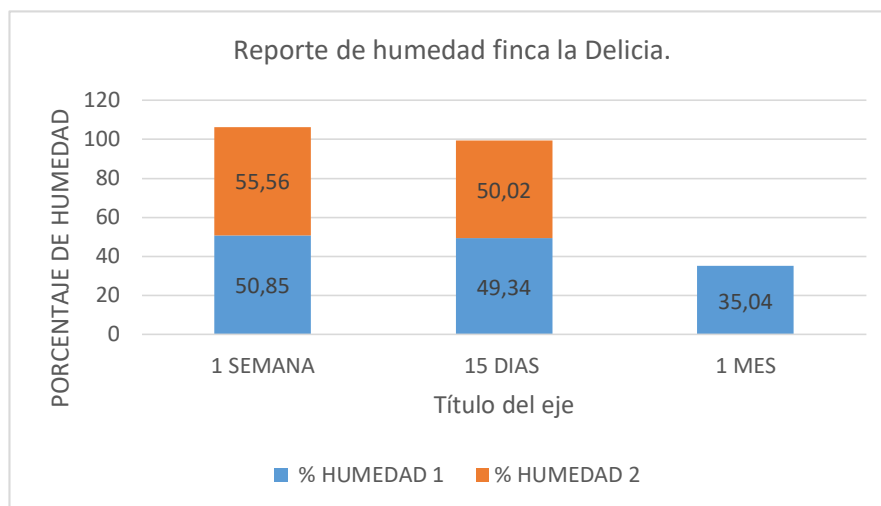


Figura 6. Comparativa de humedad de la finca la delicia entre dos muestras

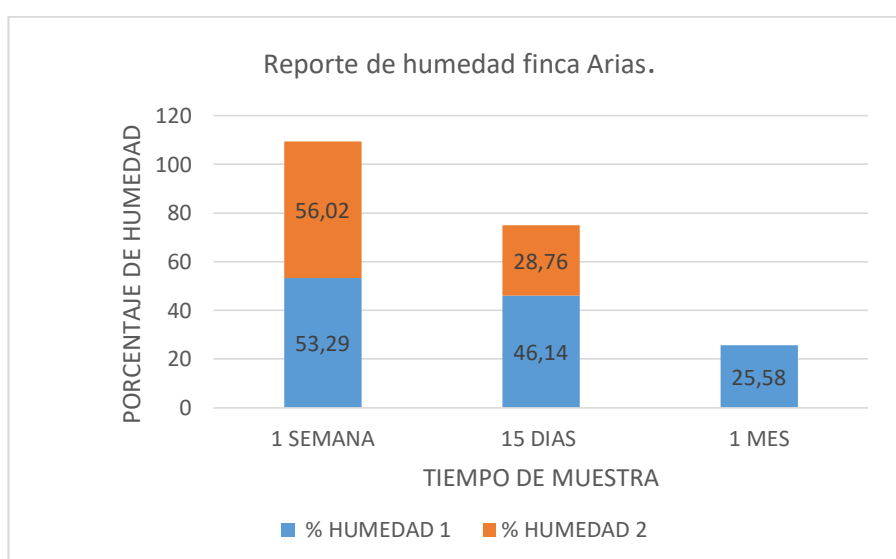


Figura 7. Comparativa de humedad de la finca arias entre dos muestras

3.6 RESULTADO DE LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.

Según el anexo 909 del MAE para determinar la cantidad de gases expuestos en las zonas rurales se deben hacer pruebas de la caldera antes de que éstas sean expuestas a la atmosfera, entre los análisis se establece que se debe medir el poder calorífico y el tiempo de combustión del bagazo para determinar la cantidad de gases que se enviaran a la atmosfera, es por eso que se ha calculado el tiempo de combustión determinando a diferentes temperaturas como se indica en la tabla 19.

Tabla 19. Número de muestras de bagazo de caña de azúcar para determinar la humedad

Nombre de las paneleras.	Cantidad de muestra tomada en la panelera. (kg)	Cantidad de muestra tomada para análisis (g)
PANELERA LA DELICIA	3	200
PANELERA ARIAS.	3	200

- Los análisis se realizaron a presión atmosférica por parte del laboratorio ChávezSolutions.

Tabla 20. Resultado de la primera muestra de temperatura de bagazo de caña

Muestra 1 semana finca la delicia	Temperatura °C.	Presión (atm)	Tiempo (min)
Tiempo 1	18,5	0,71	0m00s
Tiempo 2	99,1	0,71	0m30s
Tiempo 3	129	0,71	1m12s
Tiempo 4	244	0,71	2m36s
Tiempo 5	356	0,71	3m27s
Tiempo 6	410	0,71	4m55s
Tiempo 7	507	0,71	5m49s
Tiempo 8	630	0,71	6m30s

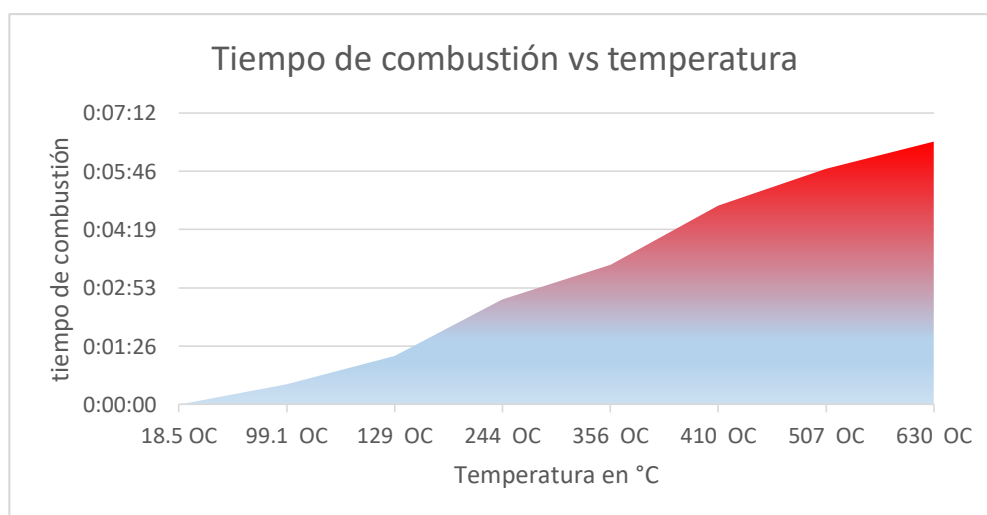


Figura 8. Comparativa de temperatura vs tiempo de combustión de la finca La Delicia

La primera muestra tomada fue tomada con un tiempo de secado de una semana en la hacienda La Delicia propietario el señor Taxilema el bagazo se encontraba amontonado en diferentes espacios como se puede observar en

las fotografías en el anexo 4, y se comprobó en análisis de laboratorio que si se quemaría el bagazo semanalmente tendría que superar los 630 °C a 07:05 minutos.

Tabla 21. Resultado de la segunda muestra de temperatura de bagazo de caña

Muestra 15 días finca la delicia	Temperatura °C.	Presión (atm)	Tiempo (min)
Tiempo 1	18,5	0,71	0m00s
Tiempo 2	77,1	0,71	0m30s
Tiempo 3	136,4	0,71	1m28s
Tiempo 4	280,3	0,71	2m36s
Tiempo 5	425,1	0,71	3m41s
Tiempo 6	510,3	0,71	4m09s

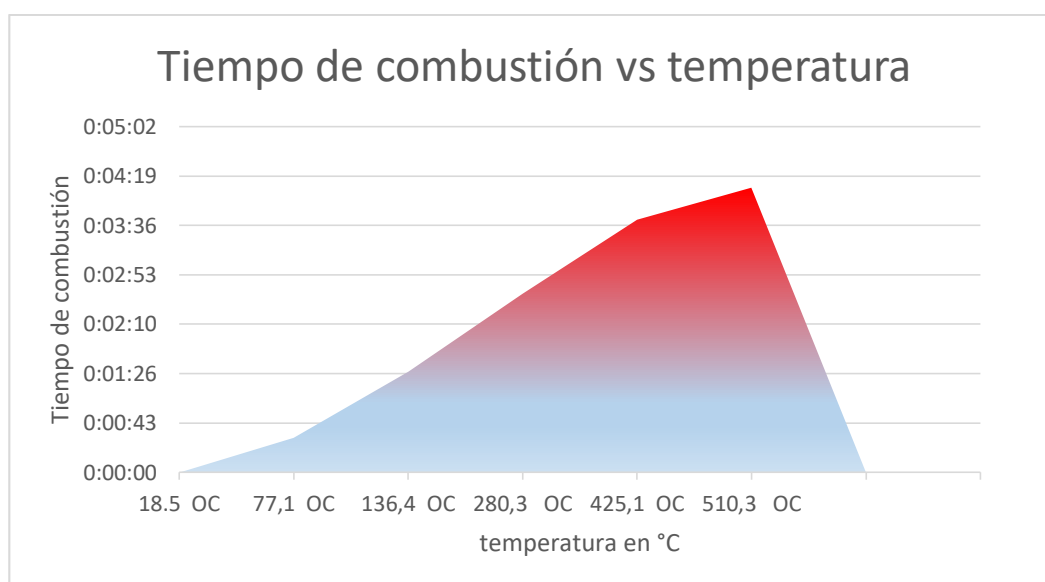


Figura 9. Comparativa de temperatura vs tiempo de combustión de la finca la delicia.

La segunda muestra tomada fue de 15 días de tiempo de secado, de la hacienda La Delicia propietario el señor Taxilema el bagazo se encontraba amontonado en diferentes espacios como se puede observar en las fotografías en el anexo 4, y se comprobó en análisis de laboratorio que si se quemaría el bagazo semanalmente tendría q superar los 510 °C a 4:09 minutos.

Tabla 22. Resultado de la tercera muestra de temperatura de bagazo de caña.

Muestra 1 mes finca la delicia	Temperatura °C.	Presión (atm)	Tiempo (min)
Tiempo 1	18,5	0,71	0m00s
Tiempo 2	66,0	0,71	0m30s
Tiempo 3	105	0,71	1m00s
Tiempo 4	224	0,71	2m30s
Tiempo 5	332,1	0,71	3m20s
Tiempo 6	426,8	0,71	4m03s
Tiempo 6	502,1	0,71	4m38s

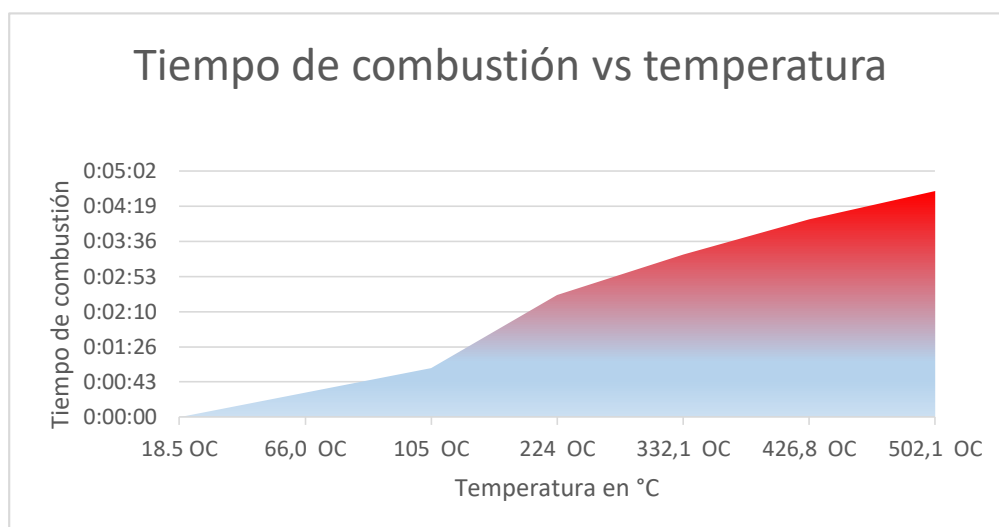


Figura 10. Comparativa de temperatura vs tiempo de combustión de la finca La Delicia

La tercera muestra tomada fue tomada con un mes de tiempo de secado, de la hacienda La Delicia propietario el señor Taxilema el bagazo se encontraba amontonado en diferentes espacios como se puede observar en las fotografías en el anexo 4, y se comprobó en análisis de laboratorio que si se quemaría el bagazo semanalmente tendría q superar los 502 °C a 6:26 minutos.

Tabla 23. Resultado de la cuarta muestra de temperatura de bagazo de caña

Muestra 1 semana finca arias	Temperatura °C.	Presión (atm)	Tiempo (min)
Tiempo 1	18,5	0,71	0m00s
Tiempo 2	70,5	0,71	0m15s
Tiempo 3	100,3	0,71	0m45s
Tiempo 4	241,6	0,71	1m37s
Tiempo 5	306,8	0,71	3m29s
Tiempo 6	400,7	0,71	4m11s
Tiempo 7	544,2	0,71	5m10s
Tiempo 8	631,6	0,71	6m26s

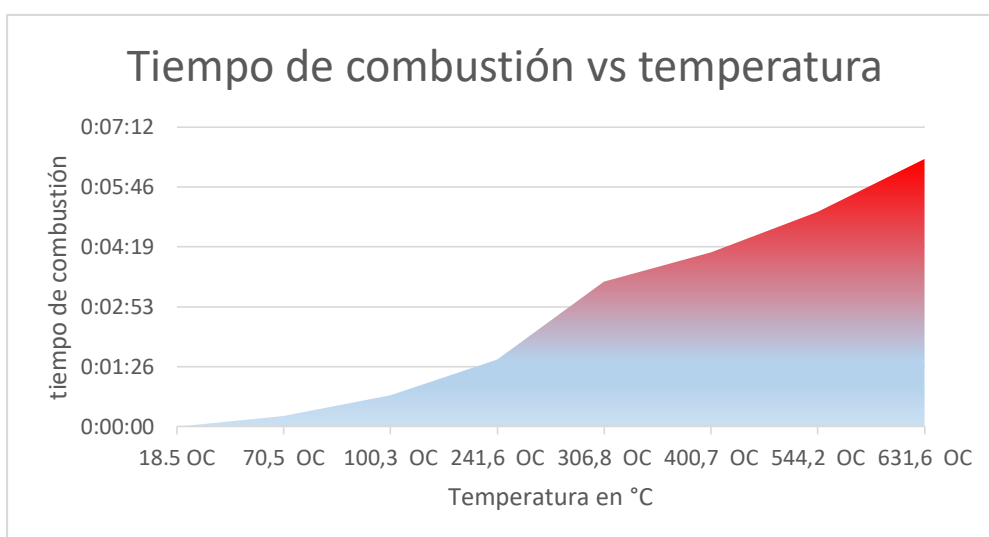


Figura 11. Comparativa de temperatura vs tiempo de combustión muestra tomada finca arias.

La cuarta muestra tomada fue de 1 semana de tiempo de secado, de la hacienda Arias propietario el señor Taxilema el bagazo se encontraba amontonado en diferentes espacios como se puede observar en las fotografías en el anexo 4, y se comprobó en análisis de laboratorio que si se quemaría el bagazo semanalmente tendría q superar los 635 °C a 6:26 minutos.

Tabla 24. Resultado de la quinta muestra de temperatura de bagazo de caña

Muestra 15 días finca arias	Temperatura °C.	Presión (atm)	Tiempo (min)
Tiempo 1	18,5	0,71	0m00s
Tiempo 2	93,8	0,71	0m30s
Tiempo 3	180	0,71	1m15s
Tiempo 4	207,3	0,71	2m33s
Tiempo 5	415,8	0,71	3m44s
Tiempo 6	512,3	0,71	4m07s
Tiempo7	635	0,71	4m31s

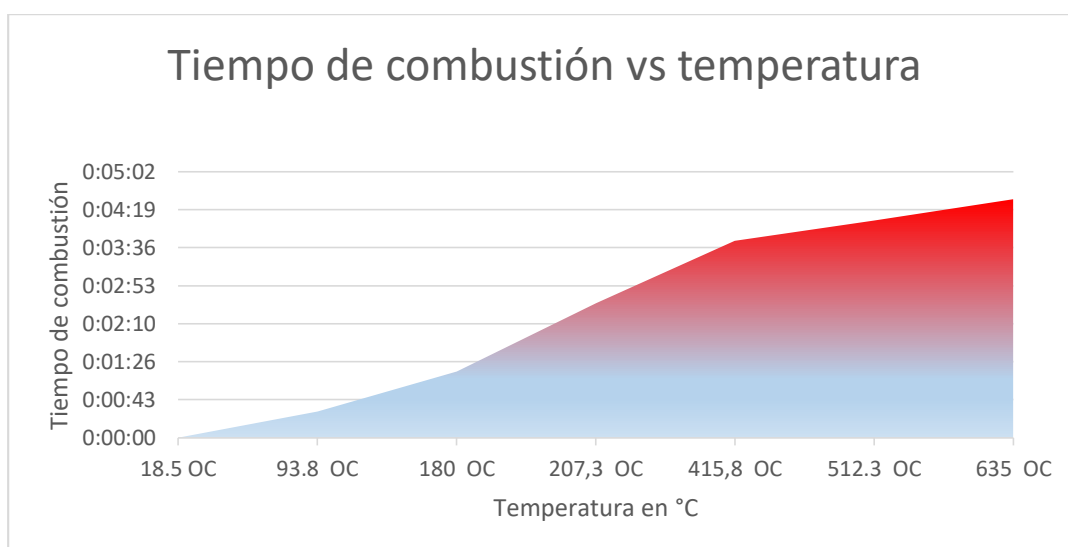


Figura 12. Comparativa de temperatura vs tiempo de combustión muestra tomada finca arias.

La segunda muestra tomada fue de 15 días de tiempo de secado, de la hacienda La Delicia propietario el señor Taxilema el bagazo se encontraba amontonado en diferentes espacios como se puede observar en las fotografías en el anexo 4, y se comprobó en análisis de laboratorio que si se quemaría el bagazo semanalmente tendría q superar los 635 °C a 4:31 minutos.

Tabla 25. Resultado de la sexta muestra de temperatura de bagazo de caña

Muestra 30 días finca arias	Temperatura °C.	Presión (atm)	Tiempo (min)
Tiempo 1	18,5	0,71	0m00s
Tiempo 2	39	0,71	0m15s
Tiempo 3	58,7	0,71	0m30s
Tiempo 4	126,2	0,71	1m47s
Tiempo 5	149,8	0,71	2m11s
Tiempo 6	232,3	0,71	3m39s
Tiempo 7	393	0,71	4m20s

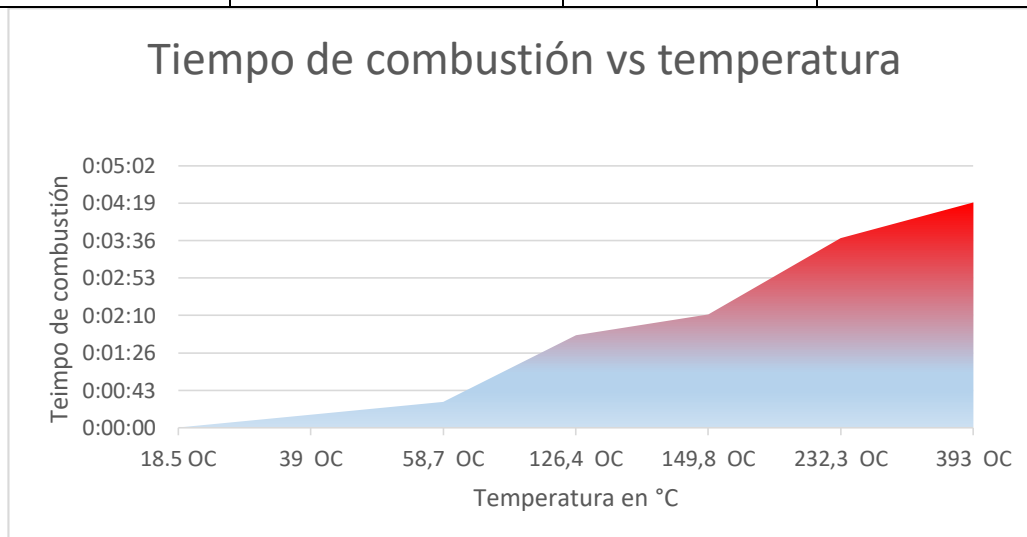


Figura 13. Comparativa de temperatura vs tiempo de combustión muestra tomada finca Arias

La segunda muestra tomada fue de 30 días de tiempo de secado, de la hacienda La Delicia propietario el señor Taxilema el bagazo se encontraba amontonado en diferentes espacios como se puede observar en las fotografías en el anexo 4, y se comprobó en análisis de laboratorio que si se quemaría el bagazo semanalmente tendría q superar los 393 °C a 4:20 minutos.

3.7 EVALUACIÓN TEÓRICA DE LAS VARIABLES - APLICACIÓN AL MODELO MATEMÁTICO.

3.7.1 Resolución.

Se establece en este modelo matemático que la combustión de biomasa ocurre en tres etapas.

- Secado.
- Desvolatilización.
- Material carbonizado.

Secado.

El bagazo libera humedad por debajo de los 100 °C esto se debe a que la presión atmosférica en pacto es de aproximadamente 0,85 atm, el bagazo seco solo aumenta la temperatura hasta el punto de desvolatilización.

Desvolatilización.

La desvolatilización inicia entre 200 y 250 °C y finaliza a 600 °C, los gases reaccionan con el aire a 400 °C aproximadamente.

Oxidación de material carbonizado.

El material carbonizado reacciona con el aire a temperaturas cercanas a los 650 °C en general el calor transferido a través del sistema se da por convección y radiación entre las sustancias que intervienen en la combustión.

3.7.2 Relación humedad vs el tiempo de combustión.

Tabla 26. Relación humedad vs tiempo finca La Delicia

Muestra	Humedad (%)	Tiempo de combustión (min)
1. f. delicia 7 días	55,56	00:06:30
2. f. delicia 15 días	49,34	00:04:38
3. f. la delicia 30 días	35,09	00:04:09

Tabla 27. Relación humedad vs tiempo finca Arias

Muestra	Humedad (%)	Tiempo de combustión (min)
1. f. arias 7 días	53,59	00:06:26
2. f. arias 15 días	46,14	00:04:31
3. f. la arias 30 días	25,58	00:04:20

ANÁLISIS.

La humedad mínima obtenida es del 25,58 % a los 30 días de secado mientras que la máxima es de 55,56 % a los siete días de secado. Los datos obtenidos muestran un nivel de humedad a los siete días de secado por encima del 50 %, sin embargo dependiendo de las características ambientales de las paneleras al pasar los días la humedad disminuye de manera diferente para cada panelera.

3.7.3 Gráficos humedad vs tiempo de combustión.

Finca la delicia.

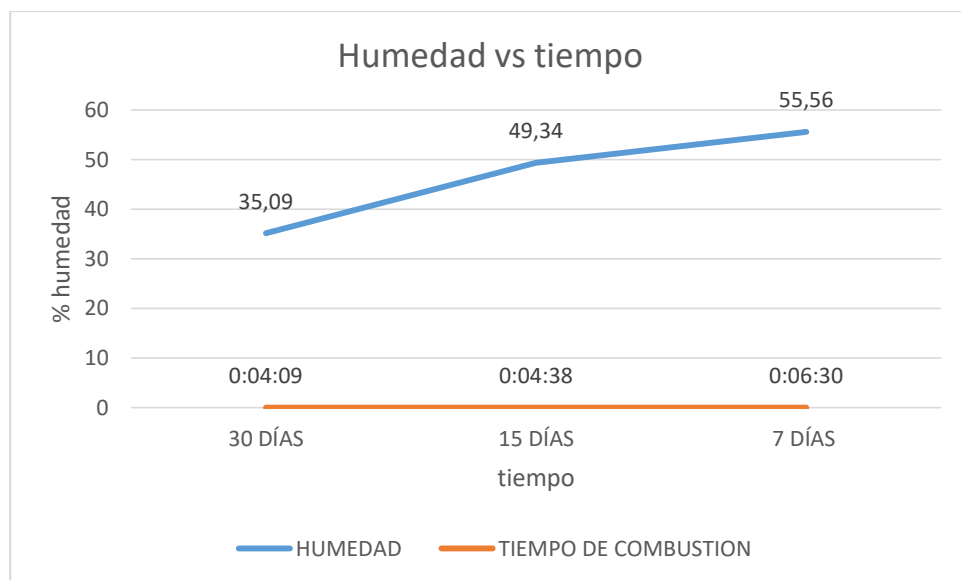


Figura 14. Comparativa de humedad vs tiempo de combustión

Finca arias.

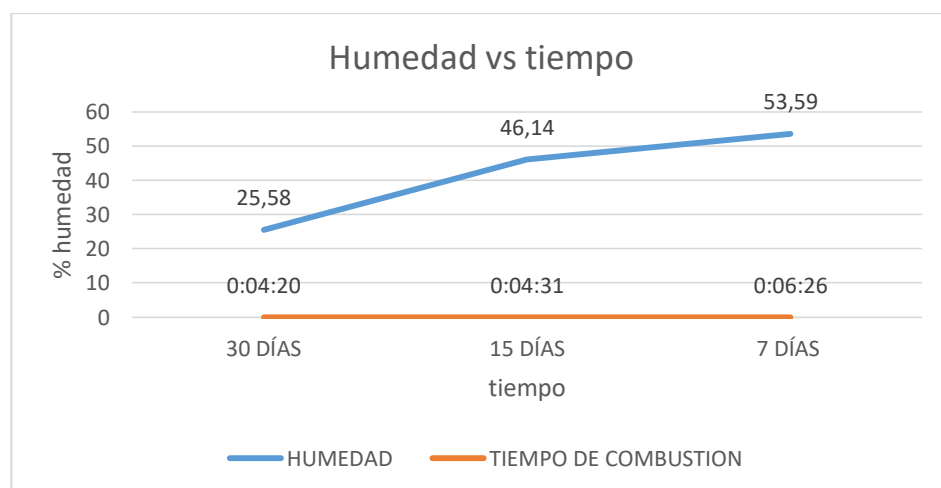


Figura 15. Comparativa de humedad vs tiempo

ANÁLISIS.

Las gráficas de humedad vs tiempo permiten determinar de forma inequívoca una relación directa entre el aumento del tiempo de combustión y valores más altos de humedad, sin embargo no se puede definir una relación lineal entre las dos variables en general la relación entre la humedad y el tiempo de combustión depende también del flujo primario de aire, temperatura y presión fundamentalmente.

3.8 BALANCE DE MASA Y ENERGÍA.

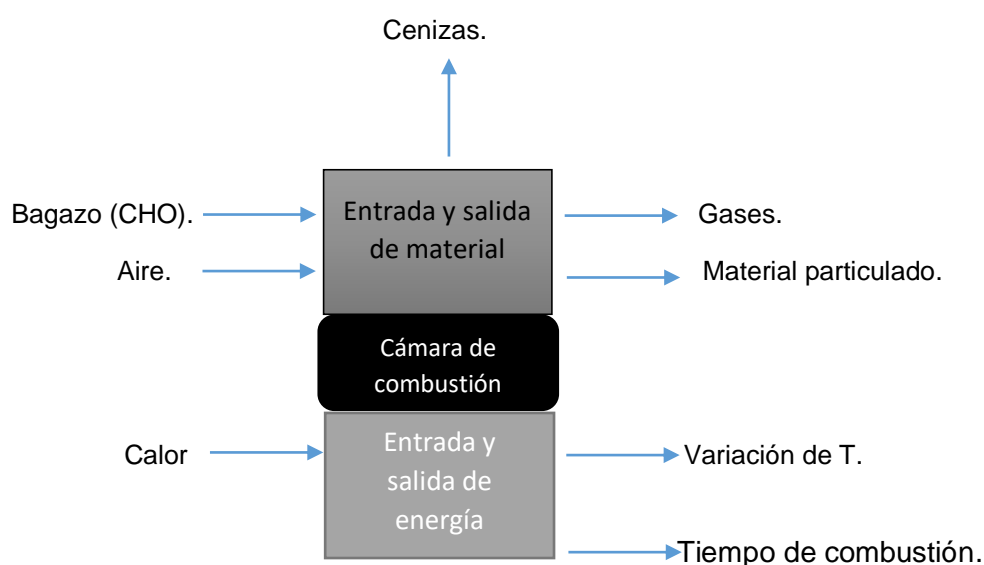


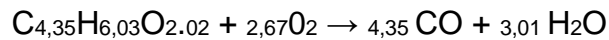
Figura 16. Balance de masa y energía.

3.8.1 Reacciones y ecuaciones simuladas en el modelo matemático ajustado.

Tabla 28. Ecuaciones para el ajuste del modelo matemático.

REACCIÓN	Nº EC
$C_{(s)} + O_{2(g)} \rightarrow CO_{2(g)} + 393,509J$	(1)
$C_{(s)} + \frac{1}{2}O_{2(g)} \rightarrow +110,525KJ$	(2)
$CO_{(g)} + H_2O_{(l)} \leftrightarrow CO_{2(g)} + 41,166 KJ$	(3)
$H_{2(g)} + \frac{1}{O_{2(g)}} \rightarrow H_2O_{(g)} + 241,818 kJ$	(4)

3.8.2 Estequiometría.



Se realizaron los cálculos pertinentes, mediante la aplicación de expresiones estequiometrias a través de entradas y salidas de materia y energía, la ecuación química fue tomada de la tesis del Ingeniero Gonzaga.

3.8.3 Cálculos.

K mol de CHO.

Se establece una conexión entre el oxígeno estequiométrico con el aire total que entra (exceso del 20 %).

Oxígeno estequiométrico:

2,62 K mol ya que la reacción requiere 2 moles de oxígeno por mol de monóxido de carbono.



Aire necesario de entrada:

$$O_2 = \frac{\text{mol } O * \% O}{\% C + \% O}$$

$$O_2 = \frac{2,62 * 0,32}{0,52 * 0,32}$$

$$O_2 = 5,03 \text{ kmol}$$

Todos los cálculos se realizaron a través de la igualación química realizada en la tesis del ingeniero Gonzaga.

El cálculo del oxígeno se realiza al determinar la diferencia entre el ingreso y la reacción:

O_2 a la salida Kmol.

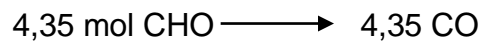
$$O_{2s} = (7,36 * 0,32) - 4,69$$

$$O_{2s} = 2,33 \text{ kmol}$$

Todos los cálculos se realizaron a través de la igualación química realizada en la tesis del ingeniero Gonzaga.

Balance de Carbono:

La reacción requiere 4,35 moles de Carbono por 4,35 mol de monóxido de carbono.



Aire necesario de entrada:

$$C = \frac{\text{mol C} * \%C}{\%C * \%O * \%H}$$

$$C = \frac{4,35 * 0,52}{0,52 * 0,32 * 0,06}$$

$$C = 226,5 \text{ kmol}$$

Se calcula el oxígeno que sale por diferencia entre el que entra y el que ha reaccionado:

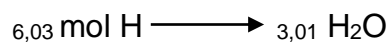
C a la salida Kmol.

$$C = (4,35 * 0,52) - 4,35$$

$$C = 2,09 \text{ kmol}$$

Balance de Hidrógeno:

La reacción requiere 6.03 moles de H por 4.35 mol de monóxido de carbono.



Hidrógeno necesario de entrada:

$$H = \frac{6,03 * 0,06}{0,32 * 0,06}$$

$$H = 18,84 \text{ kmol}$$

El cálculo del oxígeno se realiza al determinar la diferencia entre el ingreso y la reacción:

H a la salida K mol.

$$H = (6,03 * 0,06) - 6,03$$

$$H = 5,66 \text{ kmol}$$

Se consideró la presencia la presencia de gases con sus debidos porcentajes, tomados del análisis técnico (GONZAGA, 2020) en la tabla 29.

Tabla 29. Resultados análisis de gases de bagazo de caña

Compuesto	Análisis 1 %	Análisis 2 %	Análisis 3 %	Media %	desviación e.
Carbono C	52,06	51,99	52,20	52,09	(+,-)0,15 %
Oxigeno O	32,24	32,01	31,00	32,08	(+,-)0,01 %
Hidrógeno H	6,03	6,03	6,10	6,03	(+,-)0,05 %
Nitrógeno N	0,69	0,60	0,65	0,60	(+,-)0,04 %
Azufre As	0,22	0,25	0,20	0,22	(+,-)0,04 %

Los datos de la tabla 29, permitieron estimar la energía por convección y conducción durante la combustión.

3.9 MODELO MATEMÁTICO DE PARTÍCULA.

3.9.1 Tasa de combustión.

La tasa de combustión está relacionada directamente con el tiempo de combustión de la muestra y la masa utilizada para su medición, la siguiente ecuación permite calcular la tasa de combustión T_c , considerando la velocidad de ignición de las partículas y la densidad del bagazo.

$$T_c = V_c * \rho_b$$

Debido a la imposibilidad de obtener valores de densidad relativa en función del radio de las partículas, se utilizó datos bibliográficos del bagazo de una muestra tomada en panelera colombiana ingenio Valdez (Sánchez, 2014).

Tabla 30. Resultados análisis de diámetro y densidad de bagazo de caña

Diámetro (mm)	Densidad (kg/m ³)
1,595	123,3
1,015	146,4
0,630	173,7
0,358	273,6
0,253	300,1
0,157	411,3

3.9.2 La velocidad de propagación del frente de ignición se obtuvo con la ecuación.

La velocidad de ignición de las partículas se estimó considerando que la muestra de bagazo pudiera estar constituida de diferentes tamaños de partículas y por lo tanto con variaciones de densidad en la misma muestra utilizada, siendo así:

$$V_c = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

$$V_{c1} = \frac{(0,001015 - 0,001595)m}{(6 - 0)min}$$

$$V_{c1} = 9,6 \times 10^{-5} \frac{m}{min}$$

$$V_{c3} = \frac{(0,000358 - 0,000630)m}{(4,54 - 0)min}$$

$$V_{c3} = 5,99 \times 10^{-5} \frac{m}{min}$$

$$V_{c5} = \frac{(0,000157 - 0,000253)m}{(4,31 - 0)min}$$

$$V_{c5} = 2,2 \times 10^{-5} \frac{m}{min}$$

$$V_{c2} = \frac{(0,000630 - 0,001015)m}{(4 - 0)min}$$

$$V_{c2} = 9,2 \times 10^{-5} \frac{m}{min}$$

$$V_{c4} = \frac{(0,000253 - 0,000358)m}{(6,26 - 0)min}$$

$$V_{c4} = 1,67 \times 10^{-5} \frac{m}{min}$$

$$V_{c6} = \frac{(0,00 - 0,000157)m}{(4,20 - 0)min}$$

$$V_{c6} = 3, \cdot 10^{-5} \frac{m}{min}$$

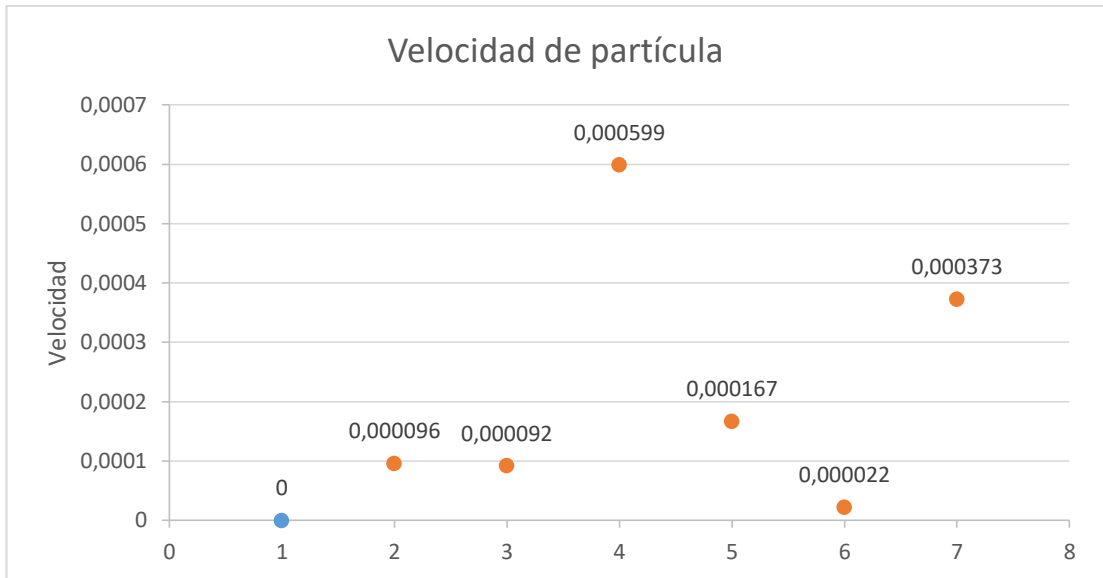


Figura 17. Variación de velocidad de las partículas de bagazo de caña.

Tasa de combustión

$$Tc = Vc * \rho b$$

$$Tc1 = 9,6 \cdot 10^{-5} \times 123,3 \frac{kg}{m^3}$$

$$Tc = 0,0118 \frac{kg}{min * m^2}$$

$$Tc3 = 5,99 \cdot 10^{-5} \frac{m}{min} \times 173,7 \frac{kg}{m^3}$$

$$Tc3 = 0,104 \frac{kg}{min * m^2}$$

$$Tc5 = 2,2 \cdot 10^{-5} \frac{m}{min} \times 300,1 \frac{kg}{m^3}$$

$$Tc5 = 6,60 \cdot 10^{-3} \frac{kg}{min * m^2}$$

$$Tc2 = 9,2 \cdot 10^{-5} \frac{m}{min} \times 146,4 \frac{kg}{m^3}$$

$$Tc2 = 0,0134 \frac{kg}{min * m^2}$$

$$Tc4 = 1,67 \cdot 10^{-5} \frac{m}{min} \times 273,6 \frac{kg}{m^3}$$

$$Tc4 = 40003 \frac{kg}{min * m^2}$$

$$Tc6 = 3,73 \cdot 10^{-5} \frac{m}{min} \times 413,3 \frac{kg}{m^3}$$

$$Tc6 = 0,015 \frac{kg}{min * m^2}$$

3.10 MODELO LECHO FIJO - FLUIDIZADO. ESTIMACIÓN DE CALOR POR CONDUCCIÓN Y CONVECCIÓN

3.10.1 Conducción de calor.

Al estimar el calor de conducción se utilizó las temperaturas obtenidas en el análisis de tiempos de combustión para una muestra de 200 g de bagazo, los cálculos realizados permitieron estimar el porcentaje de eficiencia sin

embargo no son los valores reales de calor en los hornos artesanales, pues se está utilizando una muestra y sus tiempos de combustión de laboratorio.

Tabla 31. Medidas paredes de un horno artesanal.

Alto (m)	Ancho (m)	Profundidad	Area total (4 paredes laterales)
0,3	0,3	2,33	2,16 m ²

$$Q_{cond} = -k_1 A \frac{dT}{dx}$$

La diferencia de temperatura ΔT se obtuvo entre el punto inicial de la combustión y el valor más alto de temperatura para cada muestra. El valor de K_1 corresponde al valor de un ladrillo común $0,80 \frac{J}{s \cdot m \cdot ^\circ C}$

$$\frac{Q_{cond}}{t_1} = \left(0,80 \frac{J}{s \cdot m \cdot [^\circ C]}\right) * 2,16m^2 * \frac{630 [^\circ C] - 18,5 [^\circ C]}{0,3m}$$

$$Q_{cond} 1 = 3522,24 [J/s] * t_1$$

$$\frac{Q_{cond}}{t_2} = \left(0,80 \frac{J}{s \cdot m \cdot [^\circ C]}\right) * 2,16m^2 * \frac{502 [^\circ C] - 18,5 [^\circ C]}{0,3m}$$

$$Q_{cond} 1 = 2772,06 [J/s] * t_2$$

$$\frac{Q_{cond}}{t_3} = \left(0,80 \frac{Kg \cdot m}{s^2 * [^\circ C]}\right) * 2,16m^2 * \frac{510 [^\circ C] - 18,5 [^\circ C]}{0,3m}$$

$$Q_{cond} 1 = 2817,93 [J/s] * t_3$$

$$\frac{Q_{cond}}{t_4} = \left(0,80 \frac{Kg \cdot m}{s^2 * [^\circ C]}\right) * 2,16m^2 * \frac{635 [^\circ C] - 18,5 [^\circ C]}{0,3m}$$

$$Q_{cond} 1 = 3534,5 [J/s] * t_4$$

$$\frac{Q_{cond}}{t_5} = \left(0,80 \frac{Kg \cdot m}{s^2 * [^\circ C]}\right) * 2,16m^2 * \frac{631 [^\circ C] - 18,5 [^\circ C]}{0,3m}$$

$$Q_{cond} 1 = 3511,6 [J/s] * t_5$$

$$\frac{Q_{cond}}{t_6} = \left(0,80 \frac{Kg \cdot m}{s^2 * [^\circ C]}\right) * 2,16m^2 * \frac{393 [^\circ C] - 18,5 [^\circ C]}{0,3m}$$

$$Q_{cond} 1 = 2147,1 [J/s] * t_6$$

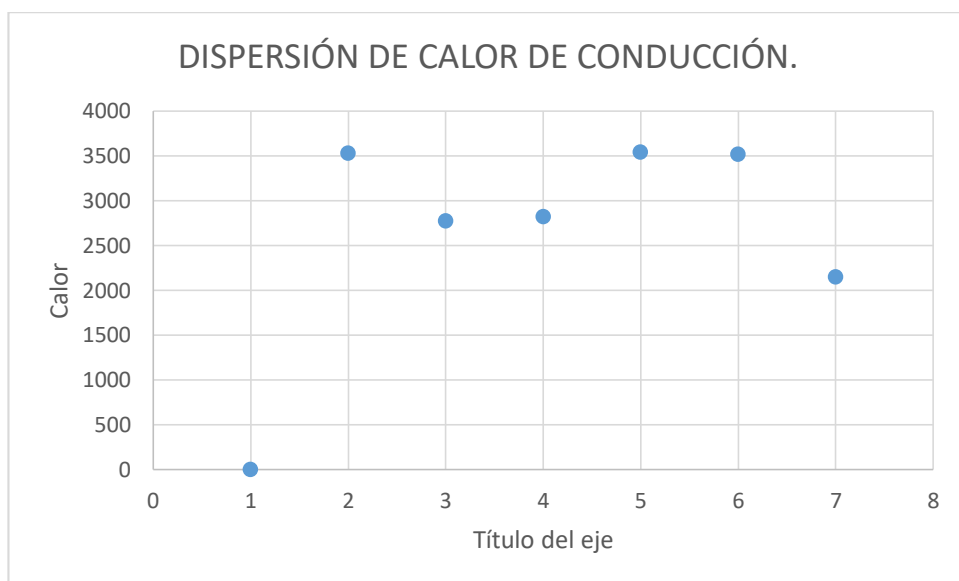


Figura 18. Diferencia de calor de conducción dentro del horno panelero

3.10.2 Convección de calor.

La estimación del calor por convección es muy compleja pues la densidad del aire varía al aumentar la temperatura. El calor de conducción se estimó con las temperaturas obtenidas en el análisis de tiempos de combustión para una muestra de 200 g de bagazo.

$$Q_{conv} = k_2 A x (T_o - T_f)$$

$$Q_{conv 1} = \left(1,12 \frac{kg * s}{s^2 * ^\circ C}\right) 2,16m^2 * (630^\circ C - 18,5^\circ C)$$

$$Q_{conv 1} = 1479,83 J$$

$$Q_{conv3} = \left(1,12 \frac{kg * s}{s^2 * ^\circ C}\right) * 2,16m^2 * (502^\circ C - 18,5^\circ C)$$

$$Q_{cond 4} = 1170,07 J$$

$$Q_{conv 2} = \left(1,12 \frac{kg * s}{s^2 * ^\circ C}\right) * 2,16m^2 * (510^\circ C - 18,5^\circ C)$$

$$Q_{cond 2} = 1189,43 J$$

$$Q_{conv 5} = \left(1,12 \frac{kg * s}{s^2 * [^\circ C]}\right) * 2,16m^2 * (635^\circ C - 18,5^\circ C)$$

$$Q_{cond 5} = 1491,93 J$$

$$Q_{conv4} = \left(1,12 \frac{kg}{s^2 * ^\circ C}\right) * 2,16m^2 * (631^\circ C - 18,5^\circ C)$$

$$Q_{cond 3} = 1482,25 J$$

$$Q_{conv} = \left(1,12 \frac{kg * s}{s^2 * ^\circ C}\right) * 2,16m^2 * (393^\circ C - 18,5^\circ C)$$

$$Q_{cond 6} = 906,29 J$$

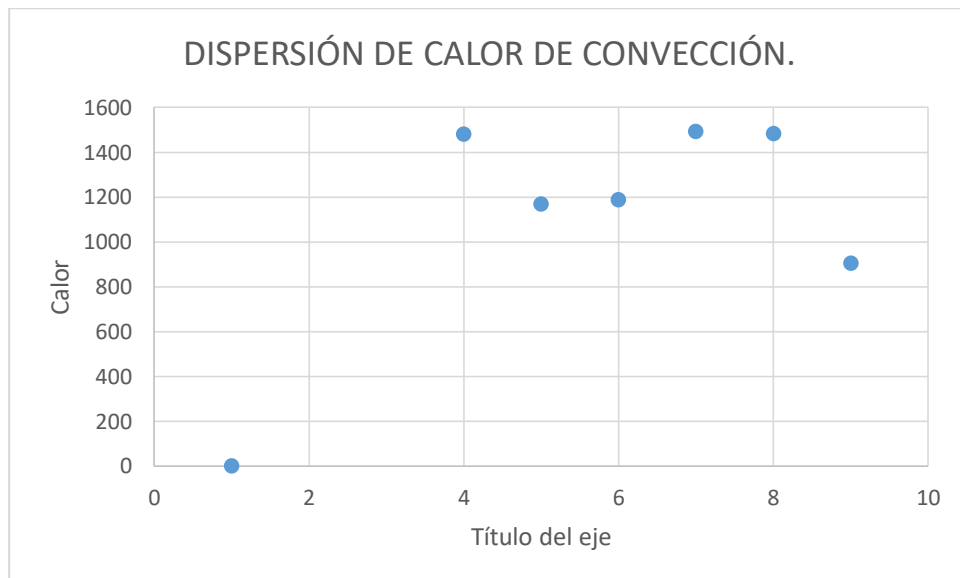


Figura 19. Diferencia de temperatura dentro del horno panelero

3.10.3 Temperatura promedio del horno de combustión.

$$Th = \frac{\text{Media Tempe. bagazo}}{\text{Porcentaje de gases de entrada y salida}}$$

CARBONO.

$$Th = \frac{(630 + 510 + 502 + 631 + 635 + 393)/6}{0,5209}$$

$$Th = \frac{550.16}{0,5209}$$

$$Th = 1056,17 \text{ } ^\circ\text{C}$$

OXÍGENO.

$$Th = \frac{(630 + 510 + 502 + 631 + 635 + 393)/6}{0,3208}$$

$$Th = \frac{550.16}{0,3208}$$

$$Th = 1714,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Th = \frac{(630 + 510 + 502 + 631 + 635 + 393)/6}{0,0603}$$

$$Th = \frac{550.16}{6,03}$$

$$Th = 912,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

NITRÓGENO

$$Th = \frac{(630 + 510 + 502 + 631 + 635 + 393)/6}{0,0060}$$

$$Th = \frac{550.16}{0,60}$$

$$Th = 916,93 \text{ } ^\circ\text{C}$$

AZUFRE

$$Th = \frac{(630 + 510 + 502 + 631 + 635 + 393)/6}{0,0022}$$

$$Th = \frac{550.16}{0,0022}$$

$$Th = 2500 \text{ } ^\circ\text{C}$$

PROMEDIO TEMPERATURA SUPERIOR EN EL HORNO

$$Th \text{ promedio} = \frac{(1056,17 \text{ } ^\circ\text{C} + 1714,9 \text{ } ^\circ\text{C})}{2}$$

$$Th = 1385,53 \text{ } ^\circ\text{C}$$

ANALISIS:

Se consideraron las temperaturas del oxígeno y el carbono para calcular la temperatura promedio (más alta) del horno, porque las características de combustión de los otros gases presentes en el horno calculados de forma teórica, están fuera de los valores bibliográficos de combustión.

3.10.4 Cálculo del calor transferido.

$$Q_{total} = \frac{Q_{convección} + Q_{conducción} * \Delta t}{6}$$

$$Q_{total} = (1479,83 + 1170,07 + 1189,43 + 1491,93 + 1482,25 + 906,29) J \\ + (3522,24 + 2772,06 + 2817,93 + 3534,5 + 3511,6 + 2147,1) J$$

$$Q_{total} = \frac{(7719,8) + (18305,43) * \Delta t}{6}$$

$$\Delta t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 = 1834 s$$

$$Q_{total} = \frac{(7719,8) + (18305,43) * 1834}{6}$$

$$Q_{total} = \frac{(7719,8) + 33571370}{6} J$$

$$Q_{total} = \frac{(7719,8) + 33571370}{6} J$$

$$Q_{total} = 5\,596\,514,97 J$$

3.10.5 Porcentaje pérdida de energía

Para estimar la pérdida de energía se consideró la masa de las seis muestras utilizadas para el análisis y el poder calorífico calculado por GONZAGA, J. (2020).

Las seis muestras suman 1200 g es decir 1,2 kg el poder calorífico calculado tiene un valor de 9850 KJ/Kg, entonces la cantidad de energía suministrada por las muestras es:

$$Q_{energía\ del\ bagazo} = 1,2 * 9,85 * 10^6 J$$

$$Q_{energía\ del\ bagazo} = 1,2 * 9,85 * 10^6 J$$

$$Q_{bagazo} = 1,182 * 10^7 J$$

$$\%PE \text{ total} = \frac{(Q \text{ convección} + Q \text{ conducción})}{Q_{\text{bagazo}}} \times 100$$

$$\%PE \text{ total} = \frac{5,6 \times 10^6 \text{ J}}{1,182 \times 10^7 \text{ J}} \times 100$$

$$\%PE \text{ total} = 47,67$$

Los cálculos realizados permiten estimar en un valor cercano al 50 % de pérdida de energía en el proceso de combustión del bagazo, el valor encontrado deberá ser verificado con otros datos adicionales como: temperaturas dentro del horno, flujo de aire de entrada que deberán tomarse directamente en los hornos paneleros durante el proceso de combustión del bagazo.

3.11 CÁLCULO DE LA DENSIDAD DEL AIRE EN EL INICIO DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN.

La presión atmosférica en la parroquia de Pacto se estima por la altura a la que se encuentra la cabecera parroquial (1095 msm) en aproximadamente 0,887 atm, utilizando este valor se puede calcular la densidad del aire inicial en los hornos paneleros a una temperatura ambiente de 18 °C.

$$P = \frac{\rho * RT}{PM}$$

$$\rho = \frac{29 \frac{g}{mol} * 0,877 \text{ atm}}{0,082 \frac{atm * L}{mol * k} * 291,15 \text{ K}}$$

$$\rho = 1,065 \frac{g}{l}$$

La densidad del aire será menor al incrementarse la temperatura dentro del horno, en este caso la estimación de presión ya no se puede utilizar únicamente la ley de gases ideales.

3.12 DISCUSIÓN.

Una vez que se implementaron las fórmulas para ajustar el modelo matemático, se tomaron variables muy importantes para cada uno en el caso del modelo de partícula se necesitó del tiempo de combustión, la entrada y

salida de gases, humedad, área del horno, densidad del bagazo de caña, este tipo de variables permitió evaluar lo que sucedió dentro del mismo y calcular el calor de conducción, calor de convección, tiempo de combustión, velocidad de ignición, temperatura máxima del horno, etc, los resultados nos dejan conclusiones que permite definir cuál es la mejor opción dentro de estos hornos artesanales con los que cuentan los paneleros en el sector de la Delicia, pero se evaluó de la misma forma el modelo de lecho fijo fluidizado que cuenta con ciertos parámetros a calcular para ser evaluado como fue la velocidad de ignición, presión del horno, densidad del aire, velocidad del aire estas variables propias de este modelo nos permiten concluir que los dos modelos van de la mano priorizando al modelo de partícula junto con el modelo de lecho fijo fluidizado, como un ejemplo de este análisis es el tasa de combustión que es directamente proporcional a la velocidad de ignición y depende de esta variable para poder ser calculada, todos los cálculos fueron comparados con el ajuste de modelo matemático de (Sánchez, 2014), que implementa un modelo matemático en función de un modelo de lecho fijo con características de modelo de partícula.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES.

- El análisis de humedad se realizó a las paneleras del sector la Delicia permite definir un valor mínimo de 35,09 % y un máximo de 55,56 %.
- Los tiempos de combustión de la muestra de bagazo varían entre 00:06:30 como tiempo más alto y 00:04:09 siendo el tiempo más abajo al cual se combustionó el bagazo de caña.
- La eficiencia de la combustión del bagazo en los hornos paneleros en el sector de la delicia tiene relación directa con las variables de humedad y tiempo de combustión, La estimación del porcentaje de pérdida de energía es de aproximadamente 50 %.
- El mejor modelo para analizar la combustión de bagazo en el sector de la de La Delicia es el de partícula con lecho fijo, sin embargo su desarrollo requiere el uso de otros datos experimentales como el flujo primario de aire, temperaturas dentro del horno y gases de combustión que por el momento no fue posible realizar.
- Los paneleros mejoraron la combustión del bagazo, dejando de 15 días a 3 semanas el bagazo debajo de la cubierta de zink esto ayudó para que sea más eficiente y el combustible sea más rentable.
- Es mejor que el bagazo entre al horno de combustión en un tamaño pequeño, para que al momento de combustionares sea rápido y más eficiente.
- El incremento del contenido del agua del bagazo (humedad) requiere mayores tiempos de secado. Este efecto genera retrasos en las posteriores etapas de desvolatilización lo cual determina un incremento final en el tiempo total de la combustión.
- La disminución de las reacciones de oxidación debido al incremento del porcentaje de humedad determina una reducción en la concentración de dióxido de carbono lo cual implica mayores niveles de O₂ disponibles para reaccionar con el material carbonizado formando CO.
- Al incrementarse la humedad es de esperarse que inicialmente la temperatura del sistema aumente sin embargo para valores de humedad altas entre 40 y 50 % la cantidad de calor adecuada por la combustión del bagazo (material carbonizado) se consume en la etapa inicial de la combustión.

4.2 RECOMENDACIONES

- Para poder analizar de mejor manera el comportamiento del bagazo tanto en el proceso de combustión, biocombustible entre otros análisis se deberá, expandir el estudio a mas sectores que trabajen con la caña de azúcar y el bagazo.
- Se puede dar información técnica a los paneleros sobre cómo mantener al bagazo seco, esperan por mucho tiempo que el bagazo reduzca su humedad pero este muchas veces se mantiene húmedo por mucho más tiempo del que se planea, se tienen perdidas económicas y de eficiencia, ya que se debe utilizar combustibles para aumentar la eficiencia que pierde el bagazo.
- Se podrá implementar en laboratorios cercanos a las paneleras, el análisis de tiempo de combustión del bagazo ya que podemos tener un dato que nos permite analizar si es que se está manejando un residuo óptimo para ingresar al horno o debo mantenerlo secando más tiempo.
- El modelo matemático requiere medidas que se puedan determinar directamente en las paneleras, este trabajo solo deja planteada algunas variables y su importancia dentro del proceso de combustión, sin embargo, es necesario profundizar en el tema para verificar resultados.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Agüero, A. (2016). *Poder calorífero del bagazo*. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37100917/VCS_bagazo_cana.pdf?1427213577=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DExtension_Poder_Calorifico_del_Bagazo_de.pdf&Expires=1599701965&Signature=EjqNEEW3K51K1MX0DRkwupcz5T2kLK7AOQHkVNIHFxRTRFiB4JI
- ALDERETES, C. (2016). *CALDERAS DE BAGAZO*. ARGENTINA.
- Andrade, C. (2017). *Metodología de diseño de un generador de vapor acuotubular bagacero*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/2205>
- BLANCO, N. (2015). *Modelo de evaluación integral del recurso energético renovable biomasa como combustible sólido proveniente del bagazo de caña para la generación de energía eléctrica en Nicaragua*. Nicaragua.
- Constitución de Ecuador-Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de Ecuador*. Montecristi: Registro Oficial.
- Delgado, L. (2015). *Modelación unidimensional de la transferencia de calor en intercambiadores de una hornilla panelera*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/2265>
- FAO. (1991). *Comportamiento del bagazo de caña*. Medellín.
- GAD Parroquial de Pacto. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Pacto*. Obtenido de https://www.pacto.gob.ec/wp-content/uploads/2020/02/Plan_de_Desarrollo_Yumbo_100_2018.pdf
- García, H. (2015). *Hornillas para la producción de panela*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/306375186_Hornillas_para_la_produccion_de_panela
- García, H. R. . (2017). *Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de la caña panelera*. Mosquera. Produmedios (editorial para el sector agropecuario).
- GARCÍA, J. G. (2014). *ANÁLISIS EXERGÉTICO DE UN HORNO DE LECHO FIJO EN LA PRODUCCIÓN DE PANELA*. SANTANDER: UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE PAULA. Obtenido de SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE .
- GLEE CEA. (2018). *MANEJO DEL BAGAZO DE CAÑA*. Medellín.
- GONZAGA, J. (2020). *ANÁLISIS DEL PROCESO DE COMBUSTIÓN DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR SECTOR INGAPI PARROQUIA PACTO*. QUITO.
- Guerrero, J. (2015). *Experiencias de Manejo de un central panelero CIMPA*. Obtenido de <http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/experiencias-de-manejo-de-un-central-panelero-cimpa.pdf>

- INSTITUTO GEOGRÁFICO MILITAR (IGM). (2014). *LOCALIDAD DE LA PARROQUIA PACTO*. QUITO.
- J. GUERRERO. (2018). *EXPERIENCIAS DE MANEJO DE UN CENTRAL PANELERO CIMPA*. TACHIRA.
- Manso, W. (2016). *Las calderas de los ingenios azucareros y la austeridad económica*. Obtenido de <https://servicios.laica.co.cr/laica-cv-biblioteca/index.php/Library/download/kQRpVBFtiERyAboQOIemowX SsVlvjnJF>
- MINISTERIO DE SALUD PUBLICA DEL ECUADOR. (2015). *ENFERMEDADES MAS COMUNES EN LAS ZONAS RURALES DE PICHINCHA*. QUITO.
- Osorio, J. (2010). Evaluación térmica y validación de un modelo por métodos computacionales para hornilla panelera GP150. *DYNA Vol. 77*, 237-247.
- PIZA, J. (2016). *Poder Calorífico del Bagazo de Caña de Azúcar*. Obtenido de DESARROLLO: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/37100917/VCS_bagazo_cana.pdf?1427213577=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DExtension_Poder_Calorifico_del_Bagazo_de.pdf&Expires=1599701965&Signature=EjqNEEW3K51K1MX0DRkwupczz5T2kLK7AQQHKVNIHFxRTRFiB4JI
- REGISTRO OFICIAL 028. (2015). *MINISTERIO DE AMBIENTE*. Obtenido de MANEJO Y DISPOSICIÓN DEL BAGAZO: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155123.pdf>
- Roca, G. (2015). *Caracterización del bagazo de caña de azúcar*. Obtenido de <http://www.proceedings.scielo.br/pdf/agrener/n6v1/036.pdf>
- Sánchez, Z. (2014). Ajuste de un modelo matemático para la combustión de bagazo de caña en una cámara Ward-Cimpa. *Corpoica*, 133-151.
- Secretaría de Ambiente Quito. (9 de diciembre de 2020). *Patrimonio Natural*. Obtenido de <http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/index.php/13-patrimonio-natural>
- UNIVERSIDAD UTE. (2020). *PROYECTO DE GESTION AMBIENTAL*. QUITO: UTE.
- Zambrano, R. (2015). *Modelos matemáticos*. Obtenido de http://matema.ujaen.es/jnavas/web_modelos/pdf_mmb08_09/introduccion.pdf

ANEXOS

ANEXOS

ANEXO 1. ETIQUETA DE LAS MUESTRAS ENVIADAS A LABORATORIO PARA SUS RESPECTIVOS ANÁLISIS.

		UNIVERSIDAD UTE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS. INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES.	
NÚMERO DE MUESTRA: 001-LA DELICIA		CONTENIDO: BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.	ESTADO: SOLIDO
LOCALIZACIÓN DEL MUESTREO: Parroquia: Pacto. Cantón: Quito. Provincia: Pichincha.		CANTIDAD: 200 gramos de bagazo por muestra	
TIPO DE MUESTRA: COMPUESTA		ANÁLISIS REQUERIDO: Medición de humedad	
RESPONSABLE DE MUESTREO: ALEJANDRO DEL CORRAL DÍAZ		RESPONSABLE DE ANÁLISIS: BIO QUIMICA RAQUEL ROSAS.	
			
COORDENADAS (UTM -WGS 84): LATITUD: 0.141589, LONGITUD:-78.803928			
DATOS DE CONTACTO:			
OBSERVACIONES: MUESTRA TOMADA DE LA FINCA DEL SEÑOR FERNANDO ARIAS, MUESTRA EN ESTADO HUMEDO 1 SEMANA			
		UNIVERSIDAD UTE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS. INGENIERÍA AMBIENTAL Y MANEJO DE RIESGOS NATURALES.	
NÚMERO DE MUESTRA: 001-LA DELICIA		CONTENIDO: BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR.	ESTADO: SOLIDO
LOCALIZACIÓN DEL MUESTREO: Parroquia: Pacto. Cantón: Quito. Provincia: Pichincha.		CANTIDAD: 300 gramos de bagazo por muestra	
TIPO DE MUESTRA: COMPUESTA		ANÁLISIS REQUERIDO: Medición de humedad	
RESPONSABLE DE MUESTREO: ALEJANDRO DEL CORRAL DÍAZ		RESPONSABLE DE ANÁLISIS: Doctor Luis Soto	
			
COORDENADAS (UTM -WGS 84): LATITUD: 0.141589, LONGITUD:-78.803928			
DATOS DE CONTACTO:			
OBSERVACIONES: MUESTRA TOMADA DE LA FINCA DEL SEÑOR FERNANDO ARIAS, MUESTRA EN ESTADO HUMEDO 1 SEMANA			

ANEXO 2.FORMATO DE ENCUESTAS REALIZADAS A DUEÑOS DE LAS PANELERAS.



UNIVERSIDAD UTE
CIENCIAS DE LA INGENIERIA E INDUSTRIAS.

ENCUESTA: N°:

OBJETIVO.-

Obtener datos relevantes (cualitativos, cuantitativos), para el análisis del proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar en el sector de La Delicia-Pacto.

RESPONSABLE.- Alejandro Del Corral Díaz.

INSTRUCCIONES.-

- Especifique el propósito de la encuesta.
- Lea de forma clara las preguntas.
- Utilizar lenguaje sencillo.
- Anote de forma correcta la respuesta indicada.

Datos del encuestado.-

Nombre..... Genero. M..... F.....

Edad.....

Dirección.....

1. CUANTA CAÑA ES USADA EN LA PRODUCCIÓN DE PANELA.

.....
.....

2. CUAL ES LA PRODUCCIÓN DE PANELA EN SU INDUSTRIA.

.....
.....

3. QUE CANTIDAD DE BAGAZO USTED ESTIMA QUE SE PRODUCE EN SU PANELERA.

.....
.....

4. TODO EL BAGAZO QUE SE GENERA SE LO REUTILIZA NUEVAMENTE EN LA PRODUCCIÓN DE PANELA. (MARQUE CON UNA X LA RESPUESTA)

SI

NO

SI LA RESPUESTA ES NO LA CAÑA NO UTILIZADA QUE FIN TIENE.

.....
.....

6. QUE SE HACE CON EL BAGAZO ANTES DE QUE SEA QUEMADO.

.....
.....

7. CUANTAS HORAS OPERA EL TRAPICHE.

.....
.....

8. AL BAGAZO DE CAÑA SE LO MANTIENE EN ALGÚN PROCESO DE SECADO ANTES DE SER QUEMADO.

.....
.....

9. CUANTAS HORAS SE SECA EL BAGAZO DE CAÑA EN SU PANELERA.

.....
.....

10. QUE TIPO DE MEDIDAS SE TOMA PARA SACAR EL BAGAZO DEL TRAPICHE.

.....
.....

ANEXO 3. ENCUESTA 1 FINCA LA DELICIA.



UNIVERSIDAD UTE
CIENCIAS DE LA INGENIERIA E INDUSTRIAS.

ENCUESTA: N°:

OBJETIVO.-

Obtener datos relevantes (cualitativos, cuantitativos), para el análisis del proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar en el sector de La Delicia-Pacto.

RESPONSABLE.- Alejandro Del Corral Díaz.

INSTRUCCIONES.-

- Especifique el propósito de la encuesta.
- Lea de forma clara las preguntas.
- Utilizar lenguaje sencillo.
- Anote de forma correcta la respuesta indicada.

Datos del encuestado.-

Nombre Wilin Tixilema Genero. M...... F.....

Edad 26

Dirección LA DELICIA

1. CUANTA CAÑA ES USADA EN LA PRODUCCIÓN DE PANELA.

400 Pedasos de caña en quintal de panela molida

2. CUAL ES LA PRODUCCIÓN DE PANELA EN SU INDUSTRIA.

70 quintales en la semana

3. QUE CANTIDAD DE BAGAZO USTED ESTIMA QUE SE PRODUCE EN SU PANELERA.

200 libras por quintal

4. TODO EL BAGAZO QUE SE GENERA SE LO REUTILIZA NUEVAMENTE EN LA PRODUCCIÓN DE PANELA. (MARQUE CON UNA X LA RESPUESTA)

SI

NO

SI LA RESPUESTA ES NO LA CAÑA NO UTILIZADA QUE FIN TIENE.

.....

6. QUE SE HACE CON EL BAGAZO ANTES DE QUE SEA QUEMADO.

Se lo almacena hasta que seque

7. CUANTAS HORAS OPERA EL TRAPICHE.

9 Horas

8. AL BAGAZO DE CAÑA SE LO MANTIENE EN ALGÚN PROCESO DE SECADO ANTES DE SER QUEMADO.

Si lo almacenamos Ho

9. CUANTAS HORAS SE SECA EL BAGAZO DE CAÑA EN SU PANELERA.

lleva hasta 30 dias de secado

10. QUE TIPO DE MEDIDAS SE TOMA PARA SACAR EL BAGAZO DEL TRAPICHE.

todo artesanal monte

ANEXO 4. ENCUESTA 2 FINCA SEÑORES TOAZO.



UNIVERSIDAD UTE

CIENCIAS DE LA INGENIERIA E INDUSTRIAS.

ENCUESTA: N°:

OBJETIVO.-

Obtener datos relevantes (cualitativos, cuantitativos), para el análisis del proceso de combustión del bagazo de caña de azúcar en el sector de La Delicia-Pacto.

RESPONSABLE.- Alejandro Del Corral Díaz.

INSTRUCCIONES.-

- Especifique el propósito de la encuesta.
- Lea de forma clara las preguntas.
- Utilizar lenguaje sencillo.
- Anote de forma correcta la respuesta indicada.

Datos del encuestado.-

Nombre Daniela Toazo Genero. M..... F.

Edad 17

Dirección La Delicia

1. CUANTA CAÑA ES USADA EN LA PRODUCCIÓN DE PANELA.

90 cañas en cada viaje de la mula

2. CUAL ES LA PRODUCCIÓN DE PANELA EN SU INDUSTRIA.

la redonda y panela en polvo

3. QUE CANTIDAD DE BAGAZO USTED ESTIMA QUE SE PRODUCE EN SU PANELERA.

Al rededor de 5 filas de bagazo

4. TODO EL BAGAZO QUE SE GENERA SE LO REUTILIZA NUEVAMENTE EN LA PRODUCCIÓN DE PANELA. (MARQUE CON UNA X LA RESPUESTA)

SI X

NO

SI LA RESPUESTA ES NO LA CAÑA NO UTILIZADA QUE FIN TIENE.

6. QUE SE HACE CON EL BAGAZO ANTES DE QUE SEA QUEMADO.

se lo pone a secar

7. CUANTAS HORAS OPERA EL TRAPICHE.

por parada 1:30

8. AL BAGAZO DE CAÑA SE LO MANTIENE EN ALGÚN PROCESO DE SECADO ANTES DE SER QUEMADO.

si de dos semanas

9. CUANTAS HORAS SE SECA EL BAGAZO DE CAÑA EN SU PANELERA.

en dos semanas

10. QUE TIPO DE MEDIDAS SE TOMA PARA SACAR EL BAGAZO DEL TRAPICHE.

de acuerdo al largo de la caña

ANEXO 5. ANALISIS DE HUMEDAD LABORATORIO CENTROCESAL.



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 37707-10-05-11-20-Q

Datos del Cliente			
Cliente:	ALEJANDRO DEL CORRAL UTE		
Representante:	Alejandro del Corral		
Dirección:	San Carlos		
Teléfono:	984662890		
Datos del ítem de Ensayo			
Identificación de la Muestra:	BAGAZO DE CANA HUMEDO		
Descripción de la Muestra:	Sólido heterogéneo de color café claro		
Contenido declarado:	200g	No. Lote o código:	10B / 003 La Delicia
Conservación de la Muestra:	Ambiente	Fecha de elaboración:	ND
		Fecha de caducidad:	ND
Datos de Muestreo, Recepción y Análisis			
Toma de muestra / Muestreo:	Por el cliente	Fecha de muestreo:	ND
	Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió	Fecha de recepción:	2020-11-05
		Fecha de ensayo:	2020-11-06/09
		Fecha de reporte:	2020-11-10

Resultados analíticos:

Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Humedad	POE: 7.2.93 AOAC 927.05	% p/p	49,34

POE: (Procedimiento Interno)

AOAC: Association of Official Analytical Communities



BQ.F. Raquel Rosas R.
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

CENTROCESAL Cia. Ltda.
Lcd. Harue Wakao

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

Notas:

ND: No declara

NA: No aplica

NOTA 1:

Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.

NOTA 2:

Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis

NOTA 3:

Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda, se responsabiliza únicamente de los análisis

NOTA 4:

La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.

NOTA 5:

El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.

NOTA 6:

Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique

NOTA 7:

La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4

NOTA 8:

Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones

NOTA 9:

Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

ref.:POE:7.8.1 Rev.:02 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cía. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 37707-01-05-11-20-Q

Datos del Cliente			
Cliente:	ALEJANDRO DEL CORRAL UTE		
Representante:	Alejandro del Corral		
Dirección:	San Carlos		
Teléfono:	984662890		
Datos del ítem de Ensayo			
Identificación de la Muestra:	BAGAZO DE CANA SECO		
Descripción de la Muestra:	Sólido heterogéneo de color café claro		
Contenido declarado:	200g	No. Lote o código:	6A / 003 La Delicia
Conservación de la Muestra:	Ambiente	Fecha de elaboración:	ND
		Fecha de caducidad:	ND
Datos de Muestreo, Recepción y Análisis			
Toma de muestra / Muestreo:	Por el cliente	Fecha de muestreo:	ND
	Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió	Fecha de recepción:	2020-11-05
		Fechas de ensayo:	2020-11-06/09
		Fecha de reporte:	2020-11-10

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Humedad	POE: 7.2.93 AOAC 927.05	% p/p	28,76

POE: (Procedimiento Interno)

AOAC: Association of Official Analytical Communities



B.G.F. Raquel Rosas R.
CENTROCESAL Cía. Ltda.

RESPONSABLE DE ANÁLISIS

CENTROCESAL Cía. Ltda.
Lcda. Harue Wakao

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

Notas:

ND: No declara NA: No aplica

- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
- NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cía. Ltda, se responsabiliza únicamente de los análisis
- NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
- NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
- NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
- NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

freq.:POE:7.8.1 Rev.:02 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 37707-02-05-11-20-Q

Datos del Cliente			
Cliente:	ALEJANDRO DEL CORRAL UTE		
Representante:	Alejandro del Corral		
Dirección:	San Carlos		
Teléfono:	984662890		
Datos del ítem de Ensayo			
Identificación de la Muestra:	BAGAZO DE CANA SECO		
Descripción de la Muestra:	Sólido heterogéneo de color café claro		
Contenido declarado:	200g	No. Lote o código:	9A / 001 La Delicia
Conservación de la Muestra:	Ambiente	Fecha de elaboración:	ND
		Fecha de caducidad:	ND
Datos de Muestreo, Recepción y Análisis			
Toma de muestra / Muestreo:	Por el cliente	Fecha de muestreo:	ND
	Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió	Fecha de recepción:	2020-11-05
		Fechas de ensayo:	2020-11-06/09
		Fecha de reporte:	2020-11-10

Resultados analíticos:

Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Humedad	POE: 7.2.93 AOAC 927.05	% p/p	35,04

POE: (Procedimiento Interno)

AOAC: Association of Official Analytical Communities



B.S.F. Raquel Rosas R.
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANÁLISIS

CENTROCESAL Cia. Ltda.
Lda. Harue Wakao

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

Notas:

ND: No declara

NA: No aplica

- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
- NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda, se responsabiliza únicamente de los análisis
- NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
- NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
- NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
- NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

ref.:POE:7.8.1 Rev.:02 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cía. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 37707-03-05-11-20-Q

Datos del Cliente			
Cliente:	ALEJANDRO DEL CORRAL UTE		
Representante:	Alejandro del Corral		
Dirección:	San Carlos		
Teléfono:	984662890		
Datos del ítem de Ensayo			
Identificación de la Muestra:	BAGAZO DE CANA HUMEDO		
Descripción de la Muestra:	Sólido heterogéneo de color café claro		
Contenido declarado:	200g	No. Lote o código:	1B / 003 La Delicia
Conservación de la Muestra:	Ambiente	Fecha de elaboración:	ND
		Fecha de caducidad:	ND
Datos de Muestreo, Recepción y Análisis			
Toma de muestra / Muestreo:	Por el cliente	Fecha de muestreo:	ND
	Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió	Fecha de recepción:	2020-11-05
		Fecha de ensayo:	2020-11-06/09
		Fecha de reporte:	2020-11-10

Resultados analíticos:

Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Humedad	POE: 7.2.93 AOAC 927.05	% p/p	46,14

POE: (Procedimiento Interno)

AOAC: Association of Official Analytical Communities



BQ.F Raquel Rosas R.
CENTROCESAL Cía. Ltda.

RESPONSABLE DE ANÁLISIS

CENTROCESAL Cía. Ltda.
Lda. Harue Wakao

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

Notas:

ND: No declara

NA: No aplica

- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis.
- NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cía. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis.
- NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique.
- NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4.
- NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones.
- NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL.

ref.:POE:7.8.1 Rev.:02 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cía. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 37707-04-05-11-20-Q

Datos del Cliente			
Cliente:	ALEJANDRO DEL CORRAL UTE		
Representante:	Alejandro del Corral		
Dirección:	San Carlos		
Teléfono:	984662890		
Datos del ítem de Ensayo			
Identificación de la Muestra:	BAGAZO DE CANA HUMEDO		
Descripción de la Muestra:	Sólido heterogéneo de color café claro		
Contenido declarado:	200g	No. Lote o código:	2B / 002 La Delicia
Conservación de la Muestra:	Ambiente	Fecha de elaboración:	ND
		Fecha de caducidad:	ND
Datos de Muestreo, Recepción y Análisis			
Toma de muestra / Muestreo:	Por el cliente	Fecha de muestreo:	ND
	Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió	Fecha de recepción:	2020-11-05
		Fechas de ensayo:	2020-11-06/09
		Fecha de reporte:	2020-11-10

Resultados analíticos:

Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Humedad	POE: 7.2.93 AOAC 927.05	% p/p	56,02

POE: (Procedimiento Interno)

AOAC: Association of Official Analytical Communities



BQ.F Raquel Rosas R.
CENTROCESAL Cía. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

CENTROCESAL Cía. Ltda.
Lcdy. Harue Wakao

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

Notas:

ND: No declara

NA: No aplica

- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis.
- NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cía. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis.
- NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique.
- NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4.
- NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones.
- NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL.

ref.:POE:7.8.1 Rev.:02 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cía. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 37707-05-05-11-20-Q

Datos del Cliente			
Cliente:	ALEJANDRO DEL CORRAL UTE		
Representante:	Alejandro del Corral		
Dirección:	San Carlos		
Teléfono:	984662890		
Datos del ítem de Ensayo			
Identificación de la Muestra:	BAGAZO DE CANA HUMEDO		
Descripción de la Muestra:	Sólido heterogéneo de color café claro		
Contenido declarado:	200g	No. Lote o código:	3B 002 La Delicia
Conservación de la Muestra:	Ambiente	Fecha de elaboración:	ND
		Fecha de caducidad:	ND
Datos de Muestreo, Recepción y Análisis			
Toma de muestra / Muestreo:	Por el cliente	Fecha de muestreo:	ND
	Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió	Fecha de recepción:	2020-11-05
		Fechas de ensayo:	2020-11-06/09
		Fecha de reporte:	2020-11-10

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Humedad	POE: 7.2.93 AOAC 927.05	% p/p	25,58

POE: (Procedimiento Interno)

AOAC: Association of Official Analytical Communities



BQ.F. Raquel Rosas R.
CENTROCESAL Cía. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

CENTROCESAL Cía. Ltda.
Lcd. Harue Wakao

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

Notas:

ND: No declara NA: No aplica

- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis.
- NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cía. Ltda. se responsabiliza únicamente de los análisis.
- NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique.
- NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4.
- NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones.
- NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL.

ref.:POE:7.8.1 Rev.:02 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cía. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 37707-06-05-11-20-Q

Datos del Cliente			
Cliente:	ALEJANDRO DEL CORRAL UTE		
Representante:	Alejandro del Corral		
Dirección:	San Carlos		
Teléfono:	984662890		
Datos del ítem de Ensayo			
Identificación de la Muestra:	BAGAZO DE CANA HUMEDO		
Descripción de la Muestra:	Sólido heterogéneo de color café claro		
Contenido declarado:	200g	No. Lote o código:	4B 002 La Delicia
Conservación de la Muestra:	Ambiente	Fecha de elaboración:	ND
		Fecha de caducidad:	ND
Datos de Muestreo, Recepción y Análisis			
Toma de muestra / Muestreo:	Por el cliente	Fecha de muestreo:	ND
	Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió	Fecha de recepción:	2020-11-05
		Fechas de ensayo:	2020-11-06/09
		Fecha de reporte:	2020-11-10

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Humedad	POE: 7.2.93 AOAC 927.05	% p/p	50,20

POE: (Procedimiento Interno)

AOAC: Association of Official Analytical Communities



BQ.F. Raquel Rosas R.
CENTROCESAL Cía. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

CENTROCESAL Cía. Ltda.
Lcd. Harue Wakao

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

Notas:

ND: No declara

NA: No aplica

- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis.
- NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cía. Ltda, se responsabiliza únicamente de los análisis.
- NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique.
- NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
- NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones.
- NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL.

ref.:POE:7.8.1 Rev.:02 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 37707-07-05-11-20-Q

Datos del Cliente			
Cliente:	ALEJANDRO DEL CORRAL UTE		
Representante:	Alejandro del Corral		
Dirección:	San Carlos		
Teléfono:	984662890		
Datos del ítem de Ensayo			
Identificación de la Muestra:	BAGAZO DE CANA HUMEDO		
Descripción de la Muestra:	Sólido heterogéneo de color café claro		
Contenido declarado:	200g	No. Lote o código:	5B 001 La Delicia
Conservación de la Muestra:	Ambiente	Fecha de elaboración:	ND
		Fecha de caducidad:	ND
Datos de Muestreo, Recepción y Análisis			
Toma de muestra / Muestreo:	Por el cliente	Fecha de muestreo:	ND
	Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió	Fecha de recepción:	2020-11-05
		Fechas de ensayo:	2020-11-06/09
		Fecha de reporte:	2020-11-10

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Humedad	POE: 7.2.93 AOAC 927.05	% p/p	50,85

POE: (Procedimiento Interno)

AOAC: Association of Official Analytical Communities



BQ.F. Raquel Rosas R.
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

CENTROCESAL Cia. Ltda.
Lcd. Harue Wakao

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

Notas:

ND: No declara

NA: No aplica

- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
- NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente, CENTROCESAL Cia. Ltda, se responsabiliza únicamente de los análisis
- NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
- NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
- NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
- NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

ref.:POE:7.8.1 Rev.:02 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR



CENTRO DE SOLUCIONES ANALITICAS INTEGRALES
CENTROCESAL Cia. Ltda.
AREA QUÍMICA

INFORME DE ENSAYO No.: 37707-08-05-11-20-Q

Datos del Cliente			
Cliente:	ALEJANDRO DEL CORRAL UTE		
Representante:	Alejandro del Corral		
Dirección:	San Carlos		
Teléfono:	984662890		
Datos del ítem de Ensayo			
Identificación de la Muestra:	BAGAZO DE CANA HUMEDO		
Descripción de la Muestra:	Sólido heterogéneo de color café claro		
Contenido declarado:	200g	No. Lote o código:	6B / 001 La Delicia
Conservación de la Muestra:	Ambiente	Fecha de elaboración:	ND
		Fecha de caducidad:	ND
Datos de Muestreo, Recepción y Análisis			
Toma de muestra / Muestreo:	Por el cliente	Fecha de muestreo:	ND
	Los resultados se aplican a la muestra tal cual como se recibió	Fecha de recepción:	2020-11-05
		Fecha de ensayo:	2020-11-06/09
		Fecha de reporte:	2020-11-10

Resultados analíticos: Pag.: 1 de 1

PARÁMETRO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
Humedad	POE: 7.2.93 AOAC 927.05	% p/p	55,56

POE: (Procedimiento Interno)

AOAC: Association of Official Analytical Communities



BQ.F Raguel Rosas R.
CENTROCESAL Cia. Ltda.

RESPONSABLE DE ANALISIS

CENTROCESAL Cia. Ltda.
Leda Harue Wakao

RESPONSABLE DE SUPERVISIÓN

Notas:

ND: No declara NA: No aplica

- NOTA 1: Los resultados reportados son válidos solo para las muestras analizadas de este reporte.
- NOTA 2: Los ensayos son realizados a temperatura ambiente excepto donde se especifique. Las condiciones ambientales de temperatura y humedad no influyen en este análisis
- NOTA 3: Muestras recibidas en el laboratorio e información de las mismas proporcionada por el cliente. CENTROCESAL Cia. Ltda, se responsabiliza únicamente de los análisis
- NOTA 4: La declaración sobre la incertidumbre de medición, se puede solicitar al laboratorio y será información cuando el cliente lo requiera o cuando afecte a los límites de una especificación.
- NOTA 5: El tiempo de permanencia de las muestras en el laboratorio corresponde a perecibles: 48 horas y no perecibles: 20 días desde la entrega del resultado.
- NOTA 6: Todas las actividades son realizadas en las instalaciones del laboratorio excepto donde se especifique
- NOTA 7: La declaración de conformidad está dada de acuerdo a la guía ISO 98-4
- NOTA 8: Los datos suministrados por cliente y los requisitos de recepción de ítem de ensayo que afectan a la validez de los resultados serán declarados en observaciones
- NOTA 9: Toda información que sea proporcionada por el cliente y que afecta a la validez resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes las emiten y no representa responsabilidad para CENTROCESAL

ref.:POE:7.8.1 Rev.:02 Anexo 1

Este informe no podrá ser reproducido parcial o totalmente, sin la autorización escrita del Laboratorio

Av. América N31-232 y Av. Mariana de Jesús
Telfs: (593 2) 2230342 / 2233792 Fax: Ext. 102 Celular: 099649872
e-mail: info@centrocesal.com / www.centrocesal.com
QUITO - ECUADOR

ANEXO 6. ANALISIS TIEMPO DE COMBUSTION REALIZADOS EN EL LABORATORIO CHAVEZ SOLUTION.

INFORME DE ENSAYO EXPERIMENTAL N°: 1

DATOS

Ciente: Alejandro Del Corral
Representante: Alejandro Del Corral
Dirección: San Carlos.
Teléfono: 0984662890.

DATOS DEL ENSAYO

Identificación de la muestra: Bagazo de caña de azúcar.
Descripción de la muestra: Solido
Contenido: 300gr
Conservación de la muestra: en la sombra

DATOS DEL MUESTREO

Toma de muestras/Muestreo: Alejandro Del Corral
Fecha de muestreo: 3/11/2020
Fecha de recepción: 5/11/2020
Los resultados se aplican
Fecha de ensayo: 10/11/2020
Tal y como llegaron las muestras
Fecha de reporte: 11/11/2020

PARAMETRO	METODO	UNIDADES	R1 (°C)	R2 (minutos)
TIEMPO DE COMBUSTION	METODO INTERNO	°C / minutos	18.5	00:00
			99.1	00:30
			129	01:12
			244	02:36
			3,56	03:27
			410	04:55
			507	05:49
			630	06:30

INFORME DE ENSAYO EXPERIMENTAL N°: 2

DATOS

DATOS DEL ENSAYO

Identificación de la muestra: Bagazo de caña de azúcar.

Descripción de la muestra: Solido

Contenido: 300gr

Conservación de la muestra: en la sombra

DATOS DEL MUESTREO

Toma de muestras/Muestreo: Alejandro Del Corral

Fecha de muestreo: 3/11/2020

Fecha de recepción: 5/11/2020

Los resultados se aplican

Fecha de ensayo: 10/11/2020

Tal y como llegaron las muestras

Fecha de reporte: 11/11/2020

PARAMETRO	METODO	UNIDADES	R1 (°C)	R2 (minutos)
TIEMPO DE COMBUSTION	METODO INTERNO	°C / minutos	18,5	00:00
			77,1	00:30
			136,4	01:30
			280,3	:02:30
			425,1	03:30
			510,3	04:55

INFORME DE ENSAYO EXPERIMENTAL N°: 3

DATOS

DATOS DEL ENSAYO

Identificación de la muestra: Bagazo de caña de azúcar.

Descripción de la muestra: Solido

Contenido: 300gr

Conservación de la muestra: en la sombra

DATOS DEL MUESTREO

Toma de muestras/Muestreo: Alejandro Del Corral

Fecha de muestreo: 3/11/2020

Fecha de recepción: 5/11/2020

Los resultados se aplican

Fecha de ensayo: 10/11/2020

Tal y como llegaron las muestras

Fecha de reporte: 11/11/2020

PARAMETRO	METODO	UNIDADES	R1 (°C)	R2 (minutos)
TIEMPO DE COMBUSTION	METODO INTERNO	°C / minutos	18,5	00:00
			66,0	00:30
			105,0	01:00
			224,0	02:30
			332,1	03:20
			426,8	04:03
			502,1	04:38

INFORME DE ENSAYO EXPERIMENTAL N°: 4

DATOS

DATOS DEL ENSAYO

Identificación de la muestra: Bagazo de caña de azúcar.

Descripción de la muestra: Solido

Contenido: 300gr

Conservación de la muestra: en la sombra

DATOS DEL MUESTREO

Toma de muestras/Muestreo: Alejandro Del Corral

Fecha de muestreo: 3/11/2020

Fecha de recepción: 5/11/2020

Los resultados se aplican

Fecha de ensayo: 10/11/2020

Tal y como llegaron las muestras

Fecha de reporte: 11/11/2020

PARAMETRO	METODO	UNIDADES	R1 (°C)	R2 (minutos)
TIEMPO DE COMBUSTION	METODO INTERNO	°C / minutos	18,5	00:00
			70,05	00:15
			100,03	00:45
			241,06	01:37
			306,8	03:29
			400,7	04:11
			544,2	05:10
			631,6	06:26

INFORME DE ENSAYO EXPERIMENTAL N°: 4

DATOS

DATOS DEL ENSAYO

Identificación de la muestra: Bagazo de caña de azúcar.

Descripción de la muestra: Solido

Contenido: 300gr

Conservación de la muestra: en la sombra

DATOS DEL MUESTREO

Toma de muestras/Muestreo: Alejandro Del Corral

Fecha de muestreo: 3/11/2020

Fecha de recepción: 5/11/2020

Los resultados se aplican

Fecha de ensayo: 10/11/2020

Tal y como llegaron las muestras

Fecha de reporte: 11/11/2020

PARAMETRO	METODO	UNIDADES	R1 (°C)	R2 (minutos)
TIEMPO DE COMBUSTION	METODO INTERNO	°C / minutos	18,5	00:00
			70,05	00:15
			100,03	00:45
			241,06	01:37
			306,8	03:29
			400,7	04:11
			544,2	05:10
			631,6	06:26

INFORME DE ENSAYO EXPERIMENTAL N°: 5

DATOS

DATOS DEL ENSAYO

Identificación de la muestra: Bagazo de caña de azúcar.

Descripción de la muestra: Solido

Contenido: 300gr

Conservación de la muestra: en la sombra

DATOS DEL MUESTREO

Toma de muestras/Muestreo: Alejandro Del Corral

Fecha de muestreo: 3/11/2020

Fecha de recepción: 5/11/2020

Los resultados se aplican

Fecha de ensayo: 10/11/2020

Tal y como llegaron las muestras

Fecha de reporte: 11/11/2020

PARAMETRO	METODO	UNIDADES	R1 (°C)	R2 (minutos)
TIEMPO DE COMBUSTION	METODO INTERNO	°C / minutos	18.5	00:00
			93.8	00:30
			180,0	01:15
			207.3	02:33
			415.8	03:44
			512,3	04:07
			635,0	04:31

DATOS DEL ENSAYO

Identificación de la muestra: Bagazo de caña de azúcar.

Descripción de la muestra: Solido

Contenido: 300gr

Conservación de la muestra: en la sombra

DATOS DEL MUESTREO

Toma de muestras/Muestreo: Alejandro Del Corral

Fecha de muestreo: 3/11/2020

Fecha de recepción: 5/11/2020

Los resultados se aplican

Fecha de ensayo: 10/11/2020

Tal y como llegaron las muestras

Fecha de reporte: 11/11/2020

PARAMETRO	METODO	UNIDADES	R1 (°C)	R2 (minutos)
TIEMPO DE COMBUSTION	METODO INTERNO	°C / minutos	18.5	00:00
			39.0	00:15
			58.7	00:30
			126.4	01:47
			149.8	02:11
			232.3	03:39
			393.0	04:20

**ANEXO 7. FOTOGRAFÍAS SALIDA A LA PARROQUIA DE PACTO
SECTOR DE LA DELICIA.**



**ANEXO 8. FOTOGRAFÍAS ANÁLISIS DE HUMEDAD LABORATORIO
CENTROCESAL.**

ANEXO 9. FOTOGRAFÍAS ANÁLISIS TIEMPO DE COMBUSTIÓN DEL BAGAZO.

