



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS, RECURSOS NATURALES Y
DEL AMBIENTE**

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

“APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS DE LAS FLORÍCOLAS DEL SECTOR DE CAYAMBE PARA LA ELABORACIÓN DE PELLETS Y SER UTILIZADO COMO BIOCOMBUSTIBLE”

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, otorgado por la Universidad Estatal de Bolívar, a través de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Agroindustria.

AUTORES:

Jhoana Jazmín Vega Espinoza

Jefferson Alexander Vaca Rojas

TUTOR:

Dra. Herminia Sanaguano PhD.

GUARANDA - ECUADOR

2023

Certificado de aprobación del Tutor

APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS DE LAS FLORICOLAS DEL
SECTOR DE CAYAMBE PARA LA ELABORACION DE PELLETS Y SER
UTILIZADO COMO BIOCOMBUSTIBLE

REVISANDO Y APROBADO POR:



.....
Dra. Herminia Sanaguano PhD.

TUTORA



.....
Ing. Franz Verdezoto MSc.

PAR LECTOR



.....
Ing. Darwin Núñez Mg.

PAR LECTOR

Hoja de declaración de Autoría



CERTIFICACIÓN DE AUTORIA

Yo, Vaca Rojas Jefferson Alexander con C.I. 2351124249, y Vega Espinoza Jhoana Jazmín, con C.I. 0202347753, declaramos que el trabajo y los resultados presentados en este informe, no han sido previamente presentados para ningún grado o calificación profesional; y, que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas y citadas con su respectivo autor(es).

La Universidad Estatal de Bolívar, puede hacer uso de los derechos de publicación correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, su Reglamentación y la Normativa Institucional vigente.

Vega Espinoza Jhoana Jazmín
C.I: 0202347753

Vaca Rojas Jefferson Alexander
C.I: 2351124249

Ing. Herminia del Rosario Sanaguano Salguero PhD.
C.I:0601587280



NOTARIA PÚBLICA PRIMERA DEL CANTÓN GUARANDA

REPÚBLICA DEL ECUADOR

Dr. Guido Fabián Fierro Barragán



DECLARACION JURADA

JHOANA JAZMIN VEGA ESPINOZA Y JEFFERSON ALEXANDER VACA ROJAS

En la ciudad de Guaranda, Capital de la Provincia de Bolívar, República del Ecuador, hoy día, JUEVES, VEINTE Y SEIS DE OCTUBRE DEL DOS MIL VEINTE Y TRES, ante mí Doctor GUIDO FABIAN FIERRO BARRAGAN, NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA, comparecen JHOANA JAZMIN VEGA ESPINOZA Y JEFFERSON ALEXANDER VACA ROJAS, de estados civiles solteros, por sus propios derechos, por sus propios derechos. Los comparecientes son de nacionalidad ecuatoriana, mayores de edad, capaces de contraer obligaciones, domiciliados en la ciudad de Guaranda, provincia Bolívar, con números de teléfonos celulares (0967490771) y (0989276233) a quienes de conocer doy fe en virtud de haberme exhibido sus cédulas de ciudadanía y papeletas de votación cuyas copias adjunto a esta escritura.- Advertidos por mí el Notario de los efectos y resultados de esta escritura, así como examinados de que comparecen al otorgamiento de la misma sin coacción, amenazas, temor reverencial, ni promesa o seducción, juramentadas en debida forma, prevenidos de la gravedad del juramento, de las penas de perjurio y de la obligación que tienen de decir la verdad con claridad y exactitud, bajo juramento declaran lo siguiente: "Previo a la obtención del título de Ingenieros Agroindustriales, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Estatal de Bolívar, manifestamos que los criterios e ideas emitidas en el presente proyecto de investigación titulado "APROVECHAMIENTO DE LOS DESECHOS DE LAS FLORICOLAS DEL SECTOR DE CAYAMBE PARA LA ELABORACIÓN DE PELLETS Y SER UTILIZADO COMO BIOCOMBUSTIBLE", es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autores". Para el otorgamiento de esta escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso. Leída que les fue a los comparecientes íntegramente por mí el Notario, se ratifican en todo su contenido y para constancia firman conmigo en unidad de acto, e incorporo esta escritura pública al protocolo de instrumentos públicos, a mi cargo. De todo lo cual doy fe.-

JHOANA JAZMIN VEGA ESPINOZA
C.C. 020234775-3

JEFFERSON ALEXANDER VACA ROJAS
C.C. 235112424-9

Doctor Guido Fabián Fierro Barragán
NOTARIO PÚBLICO PRIMERO DEL CANTÓN GUARANDA
Resp. G.C.



Dir. 10 de Agosto s/n y Eloy Alfaro
Teléf: Of.2-985-202.Cel.0985100358
GUARANDA-PROVINCIA-BOLÍVAR
ECUADOR

NOMBRE DEL TRABAJO

TF Pellets 2023.docx

AUTOR

Jefferson Vaca

RECuento DE PALABRAS

13023 Words

RECuento DE CARACTERES

69501 Characters

RECuento DE PÁGINAS

85 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.6MB

FECHA DE ENTREGA

Oct 25, 2023 9:16 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Oct 25, 2023 9:17 AM GMT-5

● 9% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base d9% Base de datos de

- Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● Excluir del Reporte de Similitud

- Bloques de texto excluidos manualmente



Ing. Herminia del Rosario Sanaguano Salguero PhD.

TUTORA

C.I:0601587280

hsanaguano@ueb.edu.ec

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico primeramente a Dios, a mi familia por su apoyo y confianza he podido llegar a estas instancias de mis estudios y cumplir mis objetivos como persona y estudiante. A mi padre Wilson Alberto Vega Salazar por brindarme los recursos necesarios y estar a mi lado apoyándome y aconsejándome siempre. A mi madre Grima Morayma Espinoza Masabanda por hacer de mí una mejor persona a través de sus consejos, enseñanzas y su amor. A mi hija Shellmy Chamorro por ser ese motivo de superación para nunca rendirme, a mis hermanos Stalin Vega y Pedro Vega por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar esta investigación.

Jhoana Vega

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón en primer lugar a Dios y en segundo lugar a mi madre Celida Margoth Rojas Camacho, sin ella no lo habría logrado con tu bendición diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien, por ser mi amiga y consejera, donde siempre me ha brindado su apoyo incondicional y enseñándome a actuar ante las situaciones difíciles de la vida.

De una manera muy especial le agradezco por su paciencia y su fortaleza que supo guiarme y ayudarme a vencer los obstáculos que se presentan en la vida, de la misma forma a mis queridos familiares y amigos por estar siempre conmigo brindándome el aliento en luchar cada día y poder culminar mi Tesis.

Jefferson Vaca

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por darnos las fuerzas de seguir luchando cada día en cumplir nuestras metas y sueños, por ser siempre nuestra guía espiritual, en un camino que no tiene límites y obstáculos, donde nos has brindado tu ayuda en momentos difíciles de la vida.

De manera especial agradecemos a nuestros padres por enseñarnos y además brindarnos el apoyo incondicional para lograr nuestras metas en esta vida.

A todas las personas que hemos conocido en el transcurso de nuestras vidas, donde nos han brindado sus afectos y apoyos en cualquier situación de la vida se lo agradecemos de todo corazón.

De la misma manera agradecemos a los laboratorios de Investigación de la UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR, a todos los integrantes que forman parte de esa área investigativa por habernos motivados en seguir siempre adelante.

A nuestra querida carrera de Ingeniería Agroindustrial por habernos permitido en lograr cumplir nuestros sueños en terminar la carrera, de la misma manera a la Dra. Herminia Sanaguano por tener la paciencia en guiarnos y dándonos todas las facilidades en cumplir nuestras metas.

Jhoana y Jefferson

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido	Pág
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
ÍNDICE DE ANEXOS	XIV
RESUMEN	XV
SUMMARY.....	XVI
CAPÍTULO I.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. PROBLEMA	2
2.1.1. Enunciado del problema.....	2
1.3. OBJETIVOS.....	3
2.1.2. Objetivo General	3
2.1.3. Objetivos Específicos.....	3
CAPÍTULO II.....	4
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Generalidades	4
2.2. Antecedentes	5
2.3. Contaminación de las flores	5
2.4. Impactos ambientales de la producción de flores.....	6
2.5. Principales variedades de flores sembradas en Ecuador	6
2.6. Variedades de flores sembradas en Cayambe	6
2.7. Rosa (<i>Rosa spp.</i>).....	7
2.7.1. Taxonomía de la <i>Rosa spp</i>	7

2.8. Gypsophilia o Gypsophila	8
2.8.1. Taxonomía	8
2.9. Biomasa	8
2.10. Biomasa Lignocelulosica	9
2.11. Lignina.....	9
2.12. Celulosa.....	9
2.13. Hemicelulosa.....	10
2.14. Biocombustibles	10
2.15. Peletización	10
2.16. Parámetros de elaboración de pellets	11
CAPÍTULO III	14
3. MARCO METODOLÓGICO	14
3.1. Ubicación de la investigación.....	14
3.2. Materiales	15
3.3. Métodos.....	17
3.4. Metodología experimental.....	21
CAPÍTULO IV	28
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1. Resultados de Analisis proximal, elemental y estructural de las materias primas (Rosa (<i>Rosa</i>) y Gypsophilia o Gypsophilas (<i>Gypsophila paniculata</i>)).....	28
4.1.1. Análisis proximal	28
4.1.2. Análisis elemental	29
4.1.3. Análisis estructural (celulosa y lignina).....	30
4.1.4. Análisis estadístico de la Dureza presente en los pellets	32
4.1.5. Análisis estadístico del PODER CALORIFICO presente en los pellets	35
4.1.6. Resultados de la caracterización fisicoquímicamente del mejor tratamiento	40
4.1.7. Resultados de la huella de carbón en la fabricación del producto	42

CAPÍTULO V.....	48
5.1. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	48
5.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRAFÍA	51
ANEXOS.....	55

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°	Pág
Tabla 1. Variedad de flores producido en el cantón Cayambe	6
Tabla 2. Clasificación taxonómica de la rosa (Rosa spp.)	7
Tabla 3. Clasificación taxonómica de Gypsophila paniculata	8
Tabla 4. Composición y Características Cualitativas de los Pellets de Biomasa y sus efectos en la Combustión	11
Tabla 5. Datos de la localización de la investigación	14
Tabla 6. Datos de la situación geográfica y climática	14
Tabla 7. Factores de estudio para el proceso de peletizado	17
Tabla 8. Combinación de niveles de los factores	17
Tabla 9. Características del experimento	18
Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) para el diseño en arreglo factorial AxB	19
Tabla 11. Georreferenciación	21
Tabla 13. Resultados del análisis proximal de las flores	28
Tabla 14. Resultados de Análisis Elemental de las flores	29
Tabla 15. Resultados del análisis estructural de las flores.....	31
Tabla 16. Análisis de varianza de los diferentes tipos de pellets.....	32
Tabla 17. Comparación de medias en el “Factor A” según Tukey en la variable Dureza de los pellets.....	32
Tabla 18. Comparación de medias en el “Factor B” según Tukey en la variable Dureza de los pellets.....	33
Tabla 19. Comparación de medias de los tratamientos según Tukey en la variable Dureza de los pellets.....	34
Tabla 20. Análisis de varianza de los diferentes tipos de pellets.....	36
Tabla 21. Comparación de medias en el “Factor A” según Tukey en la variable del poder calorífico presente en los pellets.....	36

Tabla 22. Comparación de medias en el “Factor B” según Tukey en la variable del poder calorífico presente en los pellets	37
Tabla 23. Comparación de medias de los tratamientos según Tukey en la variable del poder calorífico presente en los pellets	38
Tabla 24. Análisis del mejor tratamiento de los pellets	40
Tabla 25. Factores de emisión de combustibles en kg CO ₂ /TJ	43
Tabla 26. Comparación de la huella de carbono del mejor tratamiento	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Pág
Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de pellets	26
Figura 2. Medias de los tratamientos en la variable dureza presentes en los pellets.....	35
Figura 3. Medias de los tratamientos en la variable PODER CALORIFICO presentes en los pellets.	39

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°	Pág
Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación	55
Anexo 2. Análisis de laboratorio del primer objetivo	56
Anexo 3. Análisis de laboratorio del segundo objetivo.....	57
Anexo 4. Análisis de laboratorio del tercer objetivo.....	60
Anexo 5. Formato de ficha de recolección de datos.....	63
Anexo 6. Fotografías de la investigación	64
GLOSARIO DE TÉRMINOS	65

RESUMEN

El trabajo de investigación denominado “Aprovechamiento de los desechos de postcosecha de las florícolas del sector de Cayambe” para la elaboración de pellets y ser utilizado como biocombustible, mediante la caracterización proximal, elemental y estructural (celulosa, hemicelulosa y lignina), de las materias primas, para determinar su componente biomásicos de las flores tipo Rosa y Gypsophilia o Gypsophila) obteniendo un valor relevante de 23.72 % celulosa correspondiente a las rosas lo que posibilita la resistencia y conservación del producto. Además, Se logró determinar el mejor tratamiento para la elaboración de pellets. Dando a conocer que el tratamiento 6 a3b2 (Mezcla de materia prima + contenido de flores “sin pétalos y hojas”) alcanzó el valor más alto en Dureza que puede soportar con 369.65 Newton, este valor es debido a que en la pared celular vegetal contiene una cantidad apreciable de celulosa, lignina, entre otros. Mientras el tratamiento 2 a1b2 (Mezcla de materia prima + contenido de flores “sin pétalos y hojas”) alcanzó el valor alto en Poder calorífico con 16.72 Kcal/Kg que puede generar una fuente de energía y calor de manera apreciable que se determina en esta investigación.

Palabras Claves: Pellets, Dureza, Poder calorífico, Biomasa lignocelulósico.

SUMMARY

The research work called "Use of postharvest waste from flower growers in the Cayambe sector" for the production of pellets and to be used as biofuel, through the proximal, elemental and structural characterization (cellulose, hemicellulose and lignin), of the raw materials, to determine its biomass component of the Rose and Gypsophila or Gypsophila type flowers) obtaining a relevant value of 23.72% cellulose corresponding to roses, which enables the resistance and conservation of the product. In addition, it was possible to determine the best treatment for the production of pellets. Making it known that treatment 6 a3b2 (Mixture of raw material + content of flowers "without petals and leaves") reached the highest value in Hardness that it can support with 369.65 Newton, this value is due to the fact that the plant cell wall contains an appreciable amount of cellulose, lignin, among others. While treatment 2 a1b2 (Mixture of raw material + content of flowers "without petals and leaves") reached the high value in calorific value with 16.72 Kcal/Kg that can generate a source of energy and heat in an appreciable way that is determined in this investigation.

Keywords: Pellets, Hardness, Calorific power, Lignocellulosic biomass.

CAPÍTULO I

1.1. INTRODUCCIÓN

Actualmente varios países están investigando la necesidad de contribuir a la producción de energía limpia y sostenible, esto se debe a que las formas de energía conocidas que se utilizan en la sociedad son costosas por dos razones: costo e impacto ambiental, lo que indica que está siendo cuestionada. Por tanto, el uso de subproductos agrícolas pluricultural etcétera. Su alto índice de la biomasa bajos costos de producción y numerosos beneficios sociales y ambientales lo convierten en una alternativa digna de un estudio detenido.

La producción de carbón requiere alrededor de 5 toneladas de madera para producir 1 tonelada de carbón, por lo que tiene un alto contenido de dióxido de carbono y dioxinas y se considera un desperdicio de carbono del suelo y el aire (López, Verdugo, & Flores, 2019).

En la sociedad, además de producir grandes cantidades de sustancias, existen diversas actividades que se utilizan para generar beneficios económicos. Una de estas actividades es la floricultura, que actualmente está floreciendo. Alrededor del 90% de los desechos sólidos convencionales son desechos vegetales; el 6% son plásticos de invernadero; el 2% son papel y cartón; y el 2% restante son diversos desechos, como madera, metal, botellas de botones y caucho (Emmanuela, 2021).

El Ecuador es reconocido como uno de los países con una amplia variedad de flores que se originan en diferentes lugares con climas diversos. Estas flores de gran calidad y aroma son exportadas a varios lugares del mundo. Los principales productos exportados al mundo en 2018 fueron rosa (32%), clavel y gypsophilia (14%), mini clavel (7%),

crisantemos y pompones (8%), alstroemeria (6%), gerbera (1%) y otros (32%), según datos de (Asocolflores, 2010).

En los últimos tiempos las biomásas están tomando poder en la producción de energías limpias y renovables; el pellet se utiliza ampliamente en la producción térmica, tanto residencial como industrial, debido a su bajo costo de fabricación y su papel en la producción de energías limpias y renovables. Es una de las opciones más eficientes y tecnológicamente avanzadas para el aprovechamiento de la biomasa (residuos). (Pegoretti, 2020).

1.2.PROBLEMA

2.1.1.Enunciado del problema

Actualmente, se registran diversas formas de contaminación en el aire, el agua y la tierra debido a la falta de responsabilidad de las industrias en cuanto a su impacto en el medio ambiente. Además, la contaminación se produce de manera directa e indirecta a través de desechos debido a las actividades diarias de la sociedad, como la agricultura, la ganadería, el comercio marítimo y otros. El término "desecho" se originó para referirse a cosas que ya no eran útiles. Con una alta concentración de desechos, objetos inútiles e indeseables (Macías, Páez, & Acosta, 2018).

Iniciando el diagnóstico del sector de producción florícola de los cantones de la provincia de pichincha como Cayambe en uno de los principales cantones con una gran cantidad de florícolas pequeñas medianas y grandes empresas contribuyendo con una participación del 25% de la producción de flores a nivel nacional dada su ubicación estratégica (Farinango, 2019).

1.3. OBJETIVOS

2.1.2. Objetivo General

Aprovechar los desechos de postcosecha de las florícolas del sector de Cayambe para la elaboración de pellets y ser utilizado como biocombustible.

2.1.3. Objetivos Específicos

- Realizar la caracterización proximal, elemental y estructural (celulosa y lignina), de las materias primas.
- Determinar cuál es el mejor tratamiento para la elaboración de pellets.
- Caracterizar fisicoquímicamente al pellet obtenido del mejor tratamiento.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades

Analizar el problema del despojo irresponsable de basura y otros desechos que comúnmente producimos en las actividades cotidianas, que a su vez genera contaminación en dos áreas de especial preocupación. Por un lado, el impacto de los residuos en la salud, el medio ambiente y la economía, por otro lado, las causas de la gestión ineficiente e ineficaz de los residuos (Macías, Páez, & Acosta, 2018).

La contaminación ambiental es la introducción en el medio ambiente natural de agentes físicos, químicos y biológicos que alteran las condiciones ambientales, afectando negativamente la salud, el bienestar y el medio ambiente de vida de los animales, las plantas y los animales. La contaminación muchas veces se asocia con el desarrollo económico y social de un país. Si este desarrollo ocurre sin considerar su impacto ambiental, es un problema global que afecta a todos. Los dos que vivimos en este planeta debemos manejarlo con responsabilidad. (Rubio, 2019).

Los impactos ambientales no solo dañan la naturaleza, sino que también provocan cambios que pueden afectar el desarrollo de la vida en todos los seres vivos. El derecho ambiental es muy importante porque se trata de garantizar que el comportamiento humano sea descontrolado y que el comportamiento humano no contribuya o contribuya a la degradación ambiental. (Quinche, 2017).

Algunos expertos se refieren al problema de la contaminación que existe en todo el mundo, creando una crisis ambiental que desestabiliza y desequilibra el medio ambiente. Esto genera inquietudes y requiere la búsqueda de estrategias y soluciones alternativas para eliminar la contaminación ambiental. Al respecto, sostiene que el surgimiento y

desarrollo de la educación ambiental está relacionado con el surgimiento de las crisis ambientales globales (Montoya & Tobón, 2017).

2.2. Antecedentes

La situación ambiental en la provincia de Cayambe y sus alrededores es de gran preocupación debido al importante crecimiento poblacional de los últimos años, tanto en las zonas urbanas como rurales. Ahora hay familiares que viven en terrenos reservados para uso agrícola y florería cercanas a estos establecimientos que contaminan el aire libre con gases contaminantes y sus actividades son dañinas para el ambiente contribuyendo a la contaminación

La contaminación por parte de las empresas de flores es el resultado de la proliferación de plantaciones asociadas con el uso extensivo de herramientas como pesticidas, plásticos y contenedores. Son estas cosas que durante un periodo de tiempo pueden liberarse en el ambiente o presentarse en los trabajadores enfermedades respiratorias y contaminación del aire. Asimismo, la falta de control por parte de los reguladores ambientales y sanitarios está causando serios problemas a los trabajadores y familias que viven cerca de estas florerías (Quishpe, 2017).

2.3. Contaminación de las flores

En la actualidad, la producción de flores no solo es un mercado lucrativo para el país, sino también un gran creador de pasivos ambientales que pueden generar serios problemas en nuestra sociedad, como el uso excesivo de plaguicidas que pueden afectar las fuentes hídricas. Esto invita a tomar conciencia sobre los componentes o implementos utilizados para cuidar las flores para ser utilizados con fines lucrativos en nuestra sociedad. (Villalobos, 2018).

2.4. Impactos ambientales de la producción de flores

El impacto ambiental que genera la producción de las flores es en las fuentes hídricas cercana de producción porque no tiene un control excesivo del uso de componentes químicos utilizados. Es importante tener una responsabilidad ambiental en la realización de esta actividad para fines lucrativos, ya que sus productos resultantes se exportan (Villalobos, 2018).

2.5. Principales variedades de flores sembradas en Ecuador

En el Ecuador se cultivan muchas flores, pero la más importante es la rosa, esta perenne con el 55,4% del área sembrada, seguida de la Gypsophila con el 14,2%, y las flores tropicales, en especial las flores de Heliconia con el 4,9%, seguida del jengibre 1,4% y otras 24% (Acosta, Caizapanta, & Cevallos, 2019).

2.6. Variedades de flores sembradas en Cayambe

Según los autores Acosta, Caizapanta, & Cevallos, (2019). Se menciona que en la ciudad de Cayambe existe diversidad de plantaciones de flores por lo que se resumen en la siguiente tabla las principales variedades que se siembran ya que existen más de trescientas en total dentro de Cayambe:

Tabla 1.

Variedad de flores producido en el cantón Cayambe

Clases de Flor	Crecimiento		
	Ha/2008	Ha/2012	%
Rosas	1.694,99	2.030,00	19.76
Gypsophillia	357.41	373	4.36
Flores de verano	141.6	346.37	14.6
Plantas de rosas	52	55	5.76
Clavel	102.16	113.63	11.22

Miniclavel	45.5	57.38	26.10
Crisantemo	9	11	22.22
Pompón	11	10	9.09
Liatris	29.67	21.03	29.12
Statice	22.49	15.64	30.45
Lilium	3.5	4	14.28
Solidaster	5.25	5.57	6.09
Aster	23.5	15.18	35.40
Astromelias	8.6	9.6	11.62
Limonium	40.73	38.47	5.54
Flores tropicales	141.5	152	7.42
Otros	10.92	5.19	2.47
Total	2.699,82	3263.06	20.85

Nota: Se encuentra en los estudios de Acosta, Caizapanta, & Cevallos, (2019). investigación de campo, por: Luis Acosta, Alex Caizapanta, Daniela Cevallos.

2.7. Rosa (*Rosa spp.*)

Las rosas son originarias de China y son una de las flores cortadas más cultivadas y conocidas. Los primeros estudios sobre rosas se realizaron con semillas de *Rosa gigantea* y *R. chinensis*, que se utilizaron como base para las 'rosas de té'. Estas plantas producen tallos de una sola flor de 0,5 m a 1 m de largo, tienen muchos colores y, por lo tanto, tienen numerosos híbridos y son los más comunes. Es una variedad de "té híbrido" (Mejía & Reibán, 2020).

2.7.1. Taxonomía de la *Rosa spp*

Tabla 2.

Clasificación taxonómica de la rosa (Rosa spp.)

Reino	Vegetal
División	Espermatofitos
Subdivisión	Angiospermas
Clase	Dicotiledóneas

Orden	Rosales
Familia	Rosáceas
Tribu	Roseas
Género	Rosa.
Especie	Spp

Nota: Tomado del estudio de (Mejía & Reibán, 2020).

2.8. Gypsophila o Gypsophila

La *Gypsophila paniculata*, también conocida como "Gypsophila", "ilusión", "velo de novia" o "nube", tiene su origen en el Mediterráneo. El género tiene un "gusto" por los suelos secos y la piedra caliza, por lo que su nombre común proviene del griego *gypsos*, que significa yeso, y *philo*, que significa afinidad. una gran cantidad de tallos y flores blancas (Ramiro, 2020).

2.8.1. Taxonomía

Tabla 3.

Clasificación taxonómica de Gypsophila paniculata

Reino	Vegetal
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Magnoliidae
Orden	Centrospermas
Familia	Caryophyllaceae
Genero	Gypsophila
Especie	Gypsophila paniculata

Nota: Tomado del estudio de (Ramiro, 2020).

2.9. Biomasa

La biomasa es la materia orgánica producida por procesos biológicos, ya sean espontáneos o provocados, y que puede ser utilizada como fuente de energía. Estos recursos biomásicos se pueden clasificar en dos categorías principales: agrícolas y forestales. La materia orgánica de las aguas residuales y los lodos de la depuradora, así

como la fracción orgánica de los desechos sólidos urbanos y otros desechos producidos por las industrias, también se consideran biomasa. (Aguilar, 2019).

2.10. Biomasa Lignocelulosica

Es el componente más abundante para la producción de biocombustibles, principalmente bioetanol. Está hecho de polímeros de carbohidratos (celulosa, hemicelulosa) y polímeros aromáticos. Estos polímeros de carbohidratos están estrechamente ligados a la lignina y contienen varios monómeros de azúcar. La biomasa lignocelulósica se divide en tres categorías: biomasa virgen, biomasa residual y cultivos energéticos. Todas las plantas terrestres naturales, como árboles, arbustos y pastos, forman parte de la biomasa virgen. La agricultura (restos de maíz, bagazo de caña de azúcar, paja, etc.) y la silvicultura (restos de aserraderos y fábricas de papel) son algunas de las industrias que producen biomasa residual como un subproducto de bajo valor. (Aguilar, 2019).

2.11. Lignina

La lignina se ha descrito como un heteropolímero ramificado tridimensional, amorfo, de alto peso molecular, formado a partir de alcoholes aromáticos y, por lo tanto, es altamente resistente a la degradación química o biológica. La lignina proporciona soporte estructural, impermeabilización, rigidez y protección para los componentes restantes, como la celulosa y la hemicelulosa (Aguilar, 2019).

2.12. Celulosa

La celulosa es un polímero lineal con un alto grado de polimerización y un gran peso molecular. Su estructura física es similar al cabello humano, por su tamaño varía según la especie vegetal, es fibroso, de color blanco, muy estable y resistente a los tirones (Aguilar, 2019).

2.13. Hemicelulosa

La hemicelulosa se considera una colección de heteropolisacáridos que forman polímeros al ramificar las cadenas de pentosa y hexosa. A diferencia de la celulosa. La hemicelulosa se disuelve fácilmente debido a su estructura ramificada y bajo peso molecular. También es el segundo componente de las paredes celulares de la biomasa vegetal después de la celulosa y su función es actuar como interfaz entre la celulosa y la lignina (Aguilar, 2019).

2.14. Biocombustibles

Es un tipo de biocombustible líquido que se produce destilando biomasa líquida a temperaturas y presión normales. Se utilizan en calderas o motores de combustión interna para producir calor y electricidad. El término "biocombustible" se refiere a cualquier tipo de combustible producido a partir de biomasa, es decir, organismos vivos recientemente muertos o sus desechos metabólicos (Riofrío, 2020).

2.15. Peletización

La granulación se define como la aglomeración de biomasa en partículas o gránulos más grandes por estrés mecánico, presión, temperatura y humedad. Por lo general, está hecho de biomasa lignocelulósica, como madera o subproductos agrícolas. Entre los factores que afectan el proceso de granulación se encuentran el contenido de humedad de la biomasa, la presión de granulación, la temperatura del proceso y el tamaño de partícula de las materias primas utilizadas. Los pellets fabricados son biocombustibles sólidos, de forma cilíndrica, obtenidos a partir de la extrusión de biomasa como virutas, aserrín, virutas y cascarilla de arroz de diversas industrias. La granulación se consigue por extrusión, donde la propia lignina de la biomasa actúa como aglutinante, pero si se utilizan diferentes proporciones de biomasa o agentes activos (Vargas, 2018).

2.16. Parámetros de elaboración de pellets

Antes de crear pellets, es fundamental conocer la biomasa a utilizar y sus características. El objetivo final es quemar lo más limpiamente posible. Para fabricar el producto final, algunas de estas características son más apropiadas que otras, que deben ajustarse a las normas internacionales. (Vargas, 2018).

Propiedades como la densidad, el contenido de humedad, la resistencia a la abrasión, la temperatura, el tamaño de las partículas y el contenido de cenizas están todas interrelacionadas y son interdependientes. Por lo tanto, estos parámetros deben ser considerados para asegurar que el biocombustible sólido obtenido contribuya a reducir los niveles de contaminación (Vargas, 2018).

A continuación, se presentan en la Tabla 4 de algunos de los parámetros más relevantes de los pellets y sus posibles efectos si no se controlan.

Tabla 4.

Composición y Características Cualitativas de los Pellets de Biomasa y sus efectos en la Combustión

Parámetros	Efectos
Número/tamaño de las piezas del Combustible (dimensiones, geometría).	Correlación con el tipo de sistema mecánico (sistemas de transporte y sistemas de combustión inflamable, hora de quemarse).
Partícula y fibra	Dígito piezas, tamaño, pulverización (selección y del diseño del sistema, pulverización para granulación y cámara de combustión) y del diseño del sistema, pulverización para granulación y cámara de combustión).

Tamaño/finura	Igualdad del combustible, propensión a la desproporción, daños en los sistemas de transporte (bandas transportadoras), continuidad operacional, características de la combustión, producción de polvo, riesgo de explosión.
Resistencia al desgaste	Características del transporte, riesgo de deformación, producción de polvo y pérdidas en el transporte.
Densidad de almacenamiento (densidad aparente/densidad de apilamiento)	Almacenamiento, transporte, tecnología de transporte, selección de contenedores, tamaño y complejidad. Densidad de existencias, selección y tamaño de los sistemas de transporte.
Densidad (densidad de partícula)	Propiedades específicas de la fuente de energía (conductividad térmica específica, tiempo de combustión/ velocidad de escape).
Características químicas del combustible	
Contenido de agua	Requerimientos para la desecación del combustible; capacidad de almacenamiento (crecimiento de hongos, pérdidas en el almacenamiento). Para el combustible; riesgo de auto inflamación, poder calorífico, temperatura de combustión, tiempo de combustión.
Poder calorífico	Contenido de energía del combustible; dimensionamiento del sistema de calefacción.
Componentes volátiles	Descomposición térmica, características de la combustión, inflamabilidad del combustible.

Contenido de cenizas	Emisiones de partículas (polvo), dimensionamiento del sistema de calefacción, ceniza generada, utilización y disposición de la ceniza.
Carbono (C)	Comprendido de energía del combustible,
Hidrogeno (H)	aire requerido para la combustión.
Oxigeno (O)	Estructura de los efectos de conversión (producto/gas residual) y ceniza.
Nitrógeno (N)	Emisiones de gases residuales (NOX, NO2, NH3).
Azufre (S)	Expresiones de gases residuales (SOX, SO2, SO3/H2SO4), fila de aerosoles (polvo fino), mayor riesgo de corrosión.
Cloro (Cl)	Resistencia con metales alcalinos.
Fosforo (P)	Consenso de edificadores en la utilización de cenizas (como fertilizantes).

Nota: Tomado de la investigación de Vargas (2018).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

La presente investigación se desarrolló en la Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Carrera de Ingeniería Agroindustrial, laboratorio del Departamento de Investigación.

3.1.1. Localización de la investigación

Tabla 5

Datos de la localización de la investigación

Ubicación	Localización
Provincia	Bolívar
Cantón	Guaranda
Parroquia	Gabriel Ignacio Veintimilla
Sector	Laguacoto II
Dirección	Laguacoto II. (Guaranda Km. 1 ½ vía San Simón)

Nota: Vaca & Vega (2023).

3.1.2. Situación geográfica y climática de la fase experimental

Tabla 6

Datos de la situación geográfica y climática

Parámetros	Valores
Altitud promedio	2.604 msnm
Latitud	01° 36' 52" sur
Longitud	78° 59' 54" oeste
Temperatura máxima	21 °C
Temperatura mínima	7 °C
Temperatura media	14,4 °C

Precipitación media anual	980 mm
Humedad relativa	70%
Heliofanía promedio	900 horas/luz/año
Velocidad de viento	6 m/s

Nota. Tomado de Estación Meteorológica Laguacoto II. UEB 2019 y 2021.

3.1.3. Zona de vida

La ubicación del lugar a desarrollar la investigación correspondiente al Laboratorio de Investigación, corresponde a la zona de vida: Bosque Húmedo Montano Bajo (BHMB), según la clasificación propuesta por el botánico climatólogo Leslie Holdridge.

3.2. Materiales

3.2.1. Material experimental

- Rosas (Rosa) y Gypsophilia o Gypsophilas (*Gypsophila paniculata*)

3.2.2. Materiales de campo

- Saco de polietileno
- Guantes desechables
- Tijera
- Piolas
- Balanza gramera

3.2.3. Materiales de laboratorio

- Materiales de vidrio
- Materiales
- de plástico
- Papel aluminio
- Guantes
- Fundas ziploc

- Molino manual

3.2.4. Materiales de oficina

- Libreta de apuntes
- Computadora
- Impresora
- Papel bond
- Esferográficos
- Cámara fotográfica digital
- Calculadora
- Hojas A4
- Memoria flash
- Internet

3.2.5. Equipos

- Secador de bandeja
- Mufla
- Molino corona
- Molino de cuchillas
- Balanza analítica
- Desecador
- Peletizadora
- Analizador elemental
- Calorímetro

3.3. Métodos

3.3.1. Factores en estudio

Se consideró dos factores; factor A: Mezclas de materia prima (Rosas (Rosa) y Gypsophilia o Gypsophilas (Gypsophila paniculata), factor B: Contenido de las flores como se describe en la Tabla 7.

Tabla 7.

Factores de estudio para el proceso de peletizado

Factores	Código	Niveles
Mezclas de materia prima (Rosa y Gypsophilia o Gypsophila)	A	a_1 : 90: 10
		a_2 : 80: 20
		a_3 : 70: 30
		a_4 : 50: 50
Contenido de las flores	B	b_1 : Con hojas y pétalos
		b_2 : sin hojas y pétalos

3.3.2. Tratamientos

De la combinación de los distintos niveles de cada una de los factores surgen los ocho tratamientos y como se pueden apreciarlo en Tabla 8.

Tabla 8.

Combinación de niveles de los factores

Tratamiento	Código	Niveles	
		Factor A	Factor B
1	a_1b_1	90: 10	Con hojas y pétalos
2	a_1b_2	90: 10	Sin hojas y pétalos
3	a_2b_1	80: 20	Con hojas y pétalos
4	a_2b_2	80: 20	Sin hojas y pétalos

Tratamiento	Código	Niveles	
		Factor A	Factor B
5	a_3b_1	70: 30	Con hojas y pétalos
6	a_3b_2	70: 30	Sin hojas y pétalos
7	a_4b_1	50: 50	Con hojas y pétalos
8	a_4b_2	50: 50	Sin hojas y pétalos

Nota: Vaca & Vega (2023).

3.3.3. Características del experimento

En la Tabla 9 se presenta el experimento con: número de factores, número de niveles, número de repeticiones, número de unidades experimentales, tamaño unidad experimental, variable de respuesta y aleatorización.

Tabla 9.

Características del experimento

Características	Cantidad
Unidad experimental	100 g
Números de factores experimentales	2
Niveles factor A	4
Niveles factor B	2
Número de repeticiones	3
Números de unidades experimentales	24
Variables respuestas	2

Nota: Vaca & Vega (2023).

3.3.4. Diseño experimental

En la evaluación de la sustitución existió una cantidad aproximada de contenido (con hojas y pétalos) y (sin hojas y pétalos) de las flores descartada de exportación tipo Rosa y Gypsophila o Gypsophila para la elaboración de pellets, se utilizó un Diseño Experimental Completamente al Azar (DCA).

Su fórmula matemática es la siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk} = Variable sujeta de medición

μ = Media General

A_i = Efecto del Factor A

B_j = Efecto del Factor B

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la Interacción (A x B)

E_{ijk} = Efecto del Error Experimental

ε_{ijkl} = Error aleatorio en la combinación ijk .

3.3.5. Modelo de análisis de varianza (ANOVA)

Tabla 10.

Análisis de varianza (ANOVA) para el diseño en arreglo factorial Ax B

Fuente de variabilidad	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F ₀	Valor-p
Efecto A	SC _A	a-1	CM _A	CM _A /CM _E	P(F > F ₀ ^A)
Efecto B	SC _B	b-1	CM _B	CM _B /CM _E	P(F > F ₀ ^B)
Efecto AB	SC _{AB}	(a-1)(b-1)	CM _{AB}	CM _{AB} /CM _E	P(F > F ₀ ^{AB})
Error	SC _E	ab(n - 1)	CM _E		
Total	SC _T	abn-1			

Nota. Tomado de *Análisis y diseño de experimentos*, por Gutiérrez & Salazar (2008).

3.3.6. Pruebas de rangos múltiples

Para determinar el mejor tratamiento se aplicó la prueba de Tukey.

$$H_0: \mu_i = \mu_j$$

$$H_a: \mu_i \neq \mu_j$$

$$T_{\alpha} = q_{\alpha}(k, N - k)\sqrt{CM_E/n_i}$$

Donde:

k : número de tratamientos.

α = Es el nivel de significancia prefijado.

$q_{\alpha}(k, N - k)$: Son puntos porcentuales de la distribución del rango estudentizado.

$N - k$: Es igual a los grados de libertad para el error.

CM_E : cuadrado medio del error que se obtiene de la tabla ANOVA.

n_i, n_j : número de observaciones para los tratamientos i y j , respectivamente.

3.3.7. Técnicas de medición estadísticas

Para esta investigación se utilizó el Análisis de Varianza (ADEVA), en el cual se midió la variación total de los datos cuantitativos, además se evaluó el grado de afectación de los tratamientos. Esta prueba determinó las distintas variaciones de significancia entre cada una de las medidas, existió una cantidad aproximada de contenido (hojas y pétalos) y (sin hojas y pétalos) de los residuos de las flores pulverizada tipo Rosa y Gypsophilia o Gypsophila para la elaboración de pellets, se utilizó también la prueba de α Tukey al 5 %. Los análisis de varianza se llevarán a cabo en el programa infostaf 2003.

3.3.8. Variables a medir

- **Poder calórico (kcal):** Poder calorífico presente en las muestras se realizó en base a la Norma Europea UNE-EN 14918.
- **Dureza:** La dureza de un pellet se define como la carga máxima que puede soportar antes de romperse o fracturarse. Una prueba por compresión diametral se utiliza para medir esto; consiste en un solo pellet colocado entre dos superficies planas que tienen un área mayor a la del producto analizar. Posteriormente,

dependiendo del equipo y modelo utilizado, se aplica una fuerza constante a una distancia específica. Los parámetros de la prueba dependen del tipo de material a estudiar y su uso final, sin embargo, esta prueba se adaptó a las normas ASTM E4 y DIN 512 como lo menciona (Vargas, 2018).

3.4. Metodología experimental

3.4.1. Preparación de la materia prima

Las variedades de las flores tipo Rosa y Gypsophilia o Gypsophila, se obtuvo en el cantón Cayambe, porque en esa zona posee un sin número de empresas florícolas de diferentes escalas y la mayoría de la población se dedica al comercio formal e informal y es un emprendimiento particular perteneciente a la provincia de Pichincha. De acuerdo a la mayor producción de residuos que se produce de las flores descartadas existentes en el cantón se seleccionó la materia prima como se representa en la tabla n°11.

Tabla 11.

Georreferenciación

CANTÓN: CAYAMBE		
Punto seleccionado	Georreferenciación Coordenadas	Producción de residuos (semanales)
Cayambe	X= 17 M 7813333 Y= 83304060 Altura = 2814 m	100 Kg

Nota: Vaca & Vega (2023).

Según el desecho generado, se extrajo una cantidad significativa de 2000 g de cada desecho mencionado para la investigación, descartando las ramas en un saco de polietileno para su traslado, así como una cantidad significativa de flores con hojas y pétalos.

Antes de llevar al laboratorio se realizó un cortado aproximado de 5.cm de cada uno y se procedió a formar dos grupos de la muestra con (hojas y pétalos) y (sin hojas y pétalos), de una cantidad aproximada de la materia prima para proceder a secarlo en el deshidratador de bandeja a una temperatura de 70 °C por 6 horas y se reducirá de tamaño una vez secada utilizando un molino manual para luego envasarlo con frascos de vidrio para su conservación.

Una vez en el laboratorio se procedió realizar el análisis proximal, elemental y estructural de la materia prima que se determinó su composición. Basándose del método técnico descrita a continuación.

3.4.2. Análisis proximal

- Humedad (H %) en base a la Norma Europea UNE-EN 14774-3
- Ceniza (C %) en base a la Norma Europea UNE-EN 14775
- Volátiles totales (Vol %) en base a la Norma Europea UNE-EN 15148

3.4.3. Análisis elemental

Comprende la determinación del porcentaje de C, N, H, S en base a la Norma Europea UNE-EN 15104.

3.4.4. Análisis estructural de la madera

Según (Fonseca, 2017). Es importante conocer la composición estructural del residuo de poda para determinar la posibilidad de obtener otros componentes, para ello se adaptará esta metodología para caracterizar los residuos de flores tipo rosa y gypsophila o gypsophila, que se presentará a continuación:

3.4.5. Determinación de Lignina en madera (ANSI/ASTM D1106-56)

1. Se colocó en un vaso de precipitado de 100 ml, 1g de madera libre de extraíbles.
2. Y se agregó 15 ml de ácido sulfúrico al 72%.

3. Se agitó durante 2 horas en baño maría a 20 °C, esto en una plancha con agitación.
4. Se transfirió a un matraz de 1000 ml conteniendo 560 ml de agua destilada, lo cual dio una solución ácida al 3% de ácido sulfúrico.
5. Se hirvió a reflujo por 4 horas en un balón con condensador.
6. Se decantó hasta dejar una diferencia mínima entre las dos fases.
7. Se filtró la solución obtenida con papel filtro Wathman No. 4 previamente tarado.
8. Se lavó con agua caliente y se secó hasta peso constante a 80 °C ± 5 °C.
9. El porcentaje de lignina se determinó con la siguiente ecuación, que es válida solo para la utilización de 1g de muestra:

$$\% \text{ Lignina} = (\text{Peso Bruto} - \text{Peso Tara}) \times 100\%.$$

3.4.6. Determinación de Celulosa en madera (ANSI/ASTM D1103-60)

1. Se tomó 1g de madera libre de extraíbles y se transfirió a un vaso de precipitado de 100 ml.
2. Se agregó 10 ml de NaOH al 17.5%, se agitó y dejó reposar por 2 min. Luego se agita nuevamente y se dejó reposar 3 min la mezcla.
3. Se agregó de nuevo 5 ml de NaOH al 17.5%, se agitó y dejó reposar 5 min.
4. Se repitió el paso 3.
5. Se agregó de nuevo 5 ml de NaOH al 17.5%, se agitó y dejó reposar 30 min. En baño María a 20 °C ± 3 °C.
6. Se agregó 30 ml de agua destilada, se agitó y dejó reposar por 1 hora.
7. Se filtró al vacío con papel filtro Wathman No. 4 previamente tarado, lavando con una solución preparada de 33 ml de agua destilada y 25 ml de la solución de NaOH al 17.5 %.

8. Luego se lavó con 30 ml de agua destilada, y se dejó de aplicar vacío. Se agregó 15 ml de una solución al 10% de ácido acético y después de 3 minutos se aplicó al vacío. Luego se lavó con 50 ml de agua destilada aplicando vacío.
9. Se llevó la muestra a un secador eléctrico contenida en una caja petri, a una temperatura de $80\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 4 horas. Luego se transfirió a una desecadora y se esperó 15 minutos para pesar. Se repitió el secado hasta peso constante.
10. El porcentaje de celulosa se determinó por medio de la siguiente ecuación:

$$\% \text{ Celulosa} = [P.B. - (P.T. + P.L.)] \times P.M.L. \times 100\% \text{ (Ec. 4) P.M.T.}$$

Dónde:

P.B. = Peso bruto de la muestra.

P.T. = Peso tara del papel filtro.

P.L. = Peso de lignina en 1g de madera (procedimiento anterior).

P.M.L. = Peso de madera libre de extraíbles (base de 7.5 g).

P.M.T. = Peso de madera antes de la extracción, 7.5 g.

3.4.7. Preparación de pellets

1. Tomar una cantidad de un kilogramo de las muestras (Rosa y Gypsophila o Gypsophila); descartando y conservando hojas y pétalos de acuerdo a la investigación requerida.
2. Realizar un corte aproximado de 5 cm y luego se procede a secar en deshidratador en bandeja.
3. Realizar una molienda para reducir de tamaño mediante un molino manual.
4. Colocar las muestras pulverizadas en la peletizadora manual para dar forma
5. Envasar las muestras en un empaque ziplock para evitar humedad.

3.4.8. Caracterización fisicoquímica de los pellets

Se conoce que al reaccionar con los diferentes métodos que se utilizan en las industrias para su uso, la caracterización del pellet nos ayuda a comprender su estructura y comportamiento como lo menciona Atuesta & Sierra, (2015). Estos métodos serán representados a continuación:

- **Densidad a granel:** El volumen y el peso de un pellet se calculará para establecer la densidad a granel, de acuerdo a la norma ÖNORM M7135; para el peso se utilizará una balanza calibrada con una exactitud de 0,001 gramo, y para el volumen se usó una probeta.
- **Resistencia al impacto:** Las muestras se dejará caer 4 veces desde una altura igual a 1,85 m a una placa de metal. El peso retenido por las muestras se considera la resistencia de las muestras de acuerdo a la NORMA ASTM D440-86.
- **Resistencia al agua:** Dado que en ese momento no existía ninguna prueba normalizada, se utilizó el procedimiento de la American Society of Agricultural Engineers, ASAE, para realizar la prueba de resistencia al agua. Cada muestra se sumergió en agua durante 30 segundos a 27 °C. El valor de resistencia se calculó como el porcentaje en peso de agua que absorbió la muestra.
- **Resistencia a la compresión ó resistencia al aplastamiento:** Es la carga máxima que puede soportar un pellet antes de romperse o agrietarse. La prueba de compresión diametral se utilizó para determinar la resistencia a la compresión de los materiales densificados. El pellet de prueba se colocó entre dos placas planas y se aumentó la carga an una tasa constante de 5 N/seg hasta que colapsó por craqueo o rotura. Según la norma ASTM C39- 96, la carga de rotura se lee en la curva de tensión-deformación registrada, que representa la resistencia a la

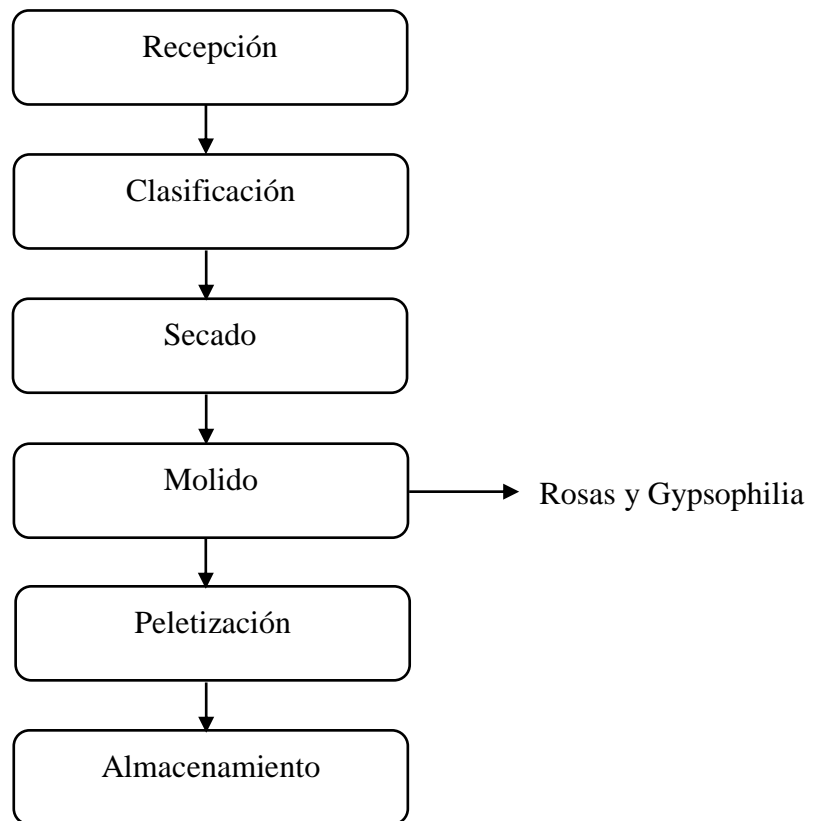
compresión. Luego, se indica como la fuerza o el esfuerzo máximo que resiste el producto densificado.

- **Poder calórico (kcal):** Se realizó el poder calórico presente en las muestras en base a la Norma Europea UNE-EN 14918.

3.4.9. Diagrama de proceso de elaboración de pellets

Figura 1

Diagrama de flujo para la elaboración de pellets



3.4.10. Descripción de flujo del proceso de elaboración de pellets

- 1. Recepción:** Se procedió a receptor la materia prima de diferentes lugares de la ciudad de Cayambe.
- 2. Clasificación:** Se realizó la clasificación de las muestras obtenidas con el fin de separar las materias primas para un secado más eficiente.
- 3. Secado:** Se procedió a secar las materias primas en un secador de bandeja, Rosas y Gypsophilia con una temperatura de 70 °C.
- 4. Molido:** Las diferentes materias primas serán molidas en un molino manual de marca (Corona), para reducir de tamaño (pulverizar).
- 5. Peletización:** Se utilizó el equipo peletizadora del cantón Baños para la obtención correcta del producto.
- 6. Almacenamiento:** Se colocó el producto en un recipiente polietileno con cierre hermético para su respectiva conservación y llevándolo en un lugar seco para evitar interferencia del producto.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de Análisis proximal, elemental y estructural de las materias

primas (Rosa (*Rosa*) y Gypsophilia o Gypsophilas (*Gypsophila paniculata*))

A continuación, se detallan los datos obtenidos en el laboratorio de investigación de la Universidad Estatal de Bolívar.

4.1.1. Análisis proximal

El análisis proximal nos ayuda a determinar el porcentaje de materia prima que se utilizará en esta investigación. En la siguiente tabla presentamos los porcentajes de la materia prima.

Tabla 13.

Resultados del análisis proximal de las flores

Parámetros		Flores	
Materias primas	Método	Rosas (Rosa)	Gypsophilia o Gypsophilas (<i>Gypsophila paniculata</i>)
Humedad (%)	UNE-ISO 18134- 2	8.73	11.30
Cenizas (%)	UNE-ISO 18134- 2	6.00	8.50

Nota: *Promedio de tres repeticiones.

La respuesta de las flores de la muestra experimental en cuanto a los indicadores y/o propiedades: humedad, ceniza y materia volátil fueron diferentes al ser comparado y presentado en la Tabla N°13. En esta investigación no se encontró el análisis proximal de las mismas materias primas para su respetiva comparación.

Los resultados mostrados en la tabla N°13, fueron comparados con Diente de león, Tronadora, Mastuerzo y Girasol que son flores endémicas de la región andina que presentan valores sumamente bajo al ser comprado en mi investigación, las flores endémicas de la región andina presentan valores apreciables como lo menciona (Palate, 2021) en su trabajo obtiene una Humedad de 5.9 %, Ceniza 2%, y materia volátil no determino. Mientras para la Tronadora presenta un valor en Humedad de 5.9 %, Ceniza 5.02 % y materia volátil no realizo. De tal manera como la Mastuerzo su Humedad posee de 11.55 %, Ceniza 6.99 % y materia volátil no hay valor. Por último, el girasol tiene valores de Humedad de 86.45 %, Ceniza 1.25 % y materia volátil no tiene posee.

Con los valores presentados en dicha tabla son muy diferentes al ser comparado con este autor. Cabe recalcar que es la primera vez que se hacen este tipo de análisis proximal en flores de dos tipos “Rosas y Gypsophilia o Gypsophilas”.

4.1.2. Análisis elemental

El análisis elemental permite determinar el contenido total (C, H, N y S) presente en una muestra. En la siguiente tabla apreciamos los valores dado en dicha materia prima.

Tabla 14.

Resultados de Análisis Elemental de las flores

Parámetros		Flores	
Materias primas	Método	Rosas (Rosa)	Gypsophilia o Gypsophilas (Gypsophila paniculata)
	UNE-EN- ISO 16948	54.66	48.81

Hidrogeno (%)	UNE-EN- ISO 16948	8.85	8.70
Azufre (%)	UNE-EN- ISO 16948	0.10	0.32
Nitrógeno (%)	UNE-EN- ISO 16948	3.17	2.91

Nota: *Promedio de tres repeticiones.

En la tabla 14, se observan los valores de dos tipos de flores, estos valores numéricamente son diferentes en las propiedades de nitrógeno, carbono, hidrogeno y azufre. Porque las rosa en casi su totalidad tienen valores sumamente altos en sus propiedades mencionada la ser comparado con la flor tipo Gypsophilia.

Se observa que los resultados obtenidos de nitrógeno, carbono, hidrogeno y azufre, comparados con los resultados por (Chavez & Rodriguez, 2019) de la manzanilla y moringa su contenido de N 2,84 %, C 41,72 %, H 4,35 % y S 0,23 %. Para la moringa sus valores son N 4,51 %, C 44,65 %, H 4,67 % y S 0,72 %. Fueron sumamente bajos.

En esta investigación no se encontró análisis elemental de la misma materia prima (Flores) para su respectiva comparación, Cabe recalcar que es la primera vez que se hace un análisis elemental de dos tipos de flores.

4.1.3. Análisis estructural (celulosa y lignina)

El análisis estructural nos permite determinar la composición de los materiales lignocelulósicos que puede estar constituidos una planta como celulosa, lignina y hemicelulosa. En la siguiente tabla presentamos los porcentajes que esta dado en dicha materia prima.

Tabla 15.*Resultados del análisis estructural de las flores*

Parámetros		Flores	
Materias primas	Método	Rosas (Rosa)	Gypsophilia o Gypsophilas (Gypsophila paniculata)
Celulosa (%)	Calculado	23.72	20.12
Hemicelulosa (%)	Calculado	11.36	13.26
Lignina (%)	Lignina ácida ankom	4.88	3.53

Nota: *Promedio de tres repeticiones.

Los resultados obtenidos en nuestra investigación permitieron evaluar el análisis estructural para conocer la composición de los materiales lignocelulósicos de dos tipos de flores que fueron diferentes (Tabla N°15).

El contenido estructural reportado en el cuadro N° 15, de este trabajo fueron inferiores a los encontrados por (Carchi, 2014) en base a los estudios realizados de Tallo Floral del banano en celulosa 26,86 % Hemicelulosa 34,04 % y lignina 18,69 %. Mientras el Pseudotallo del banano posee un valor de Celulosa 37,85 %, Hemicelulosa 26,67 % y Lignina 19,45 %.

En la investigación realizada no se encontró análisis relativo sobre el porcentaje de celulosa, hemicelulosa y lignina de la misma materia prima para su respectiva comparación. Cabe indicar que es la primera vez que se hace este tipo de análisis en dos tipos de flores.

4.1.4. Análisis estadístico de la Dureza presente en los pellets

Resultado del análisis estadístico de los valores de dureza presente en el producto en función de los factores estudiados.

Tabla 16.

Análisis de varianza de los diferentes tipos de pellets

FV	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Factor A	46435.31	3	15478.44	122.92	0.0001
Factor B	3052.14	1	3052.14	24.24	0.0002
Factor A*B	13629.73	3	4543.24	36.08	0.0001
Error	2014.79	16	125.92		
Total	65131.98	23			
CV	3.86				

Nota: Vaca & Vega (2023).

La tabla de análisis de varianza (ADEVA) (tabla N° 16) la variabilidad de Dureza presente de los diferentes tipos de pellets, en contribuciones debidas a varios factores. Los valores-P tratan la significancia estadística de cada uno de los elementos. Puesto que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre Dureza con un 95,0% de nivel de confianza.

Tabla 17.

Comparación de medias en el “Factor A” según Tukey en la variable Dureza de los pellets

Factor	Medias	Grupos Homogéneos
A4	335.19	A
A3	324.55	A
A2	279.44	B
A1	223.72	C

Nota: Vaca & Vega (2023).

En la comparación de medias del Factor A (Mezcla de materia prima “Rosa y Gypsophilia”) existió diferencia estadística poco significativa, esto quiere decir que el factor A en la mezcla de materia prima utilizadas en la presente investigación si influyo en la dureza de los pellets cuando se le experimenta un aplastamiento en distintos Newton, en el cual los resultados mencionado que es el A4 (Mezcla de materia prima “Rosa y Gypsophilia) con una dureza de 335.19 Newton, estos valores fueron presentados por el equipo durómetro, el valor reflejado está dado en su estructura vegetal de la planta contiene componentes naturales como; celulosa, lignina, entre otros, reportado en la tabla N° 17.

Tabla 18.

Comparación de medias en el “Factor B” según Tukey en la variable Dureza de los pellets

Factor	Medias	Grupos homogéneos
B2	302.00	A
B1	279.45	B

Nota: Vaca & Vega (2023).

En la comparación de medias del factor B (Contenidos de las flores) existió diferencia estadística altamente significativa, esto quiere decir que el factor B en la presente investigación si influye en conservar y darle dureza al producto final, en el cual los resultados mencionan que el mejor tratamiento es el B2 (Contenidos de las flores) con un 302.00 Newton, presentado sobre el producto, reportados en la tabla N° 18.

Tabla 19.

Comparación de medias de los tratamientos según Tukey en la variable Dureza de los pellets

Factor A	Factor B	Media	Grupos Homogéneos
A3	B2	369.65	A
A4	B1	346.33	A B
A4	B2	324.06	B C
A2	B2	301.76	C D
A3	B1	279.46	D E
A2	B1	257.12	E F
A1	B1	234.88	F G
A1	B2	212.55	G

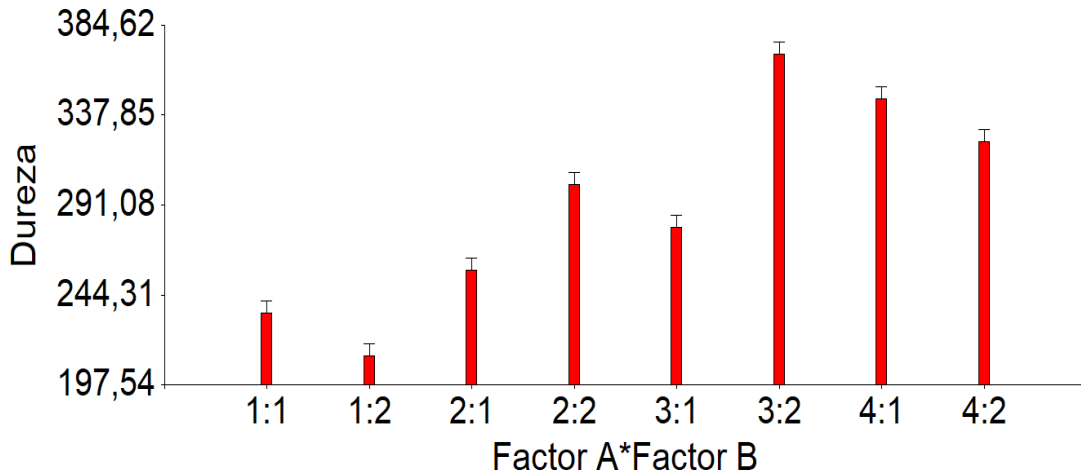
Nota: Vaca & Vega (2023).

Al comparar las medias obtenidas tras la evaluación de la dureza sobre los pellets cuando se le aplico un aplastamiento con diferentes Newton, se observa los rangos obtenidos de la prueba Tukey al 5% de nivel de significancia. Dando a conocer que el tratamiento 6 a3b2 (Mezcla de materia prima + contenido de flores “sin pétalos y hojas”) alcanzó el valor más alto en dureza con 369.65 Newton (este producto puede llegar a resistir con este valor), porque en su estructura de la pared vegetal contiene una cantidad apreciable compuesto de celulosa, lignina y entre otros, mencionando en la tabla N° 19.

Los resultados obtenidos en esta investigación son muy inferiores a los reportados con otras investigaciones en comparación a los pellets de residuos biomásico existe una resistencia (dureza) de 477.33 N que fueron reportados por (Franco, 2015). Mientras en los estudios de (Candela & Lozano, 2022) la resistencia de comprensión de los pellets provenientes de residuo de café tiene un valor de 404.05 N.

Figura 2.

Medias de los tratamientos en la variable dureza presentes en los pellets



La respuesta de los tratamientos en estudio en cuanto al contenido de dureza (N), fueron muy diferente (tabla N° 18; y 15). Los promedios más alto se determinaron en los tratamientos: A3B2 y A4B1 con 369.65 y 346.33 Newton (N) y los promedios inferiores son de los tratamientos en A1B1 y A1B2 con 234.88 y 212.55 N. Estos resultados fueron inferiores a los reportados por varios autores en trabajos similares que fueron mencionados con anterioridad.

Adicionalmente los tratamientos del contenido de dureza presentes en las muestras, se obtuvieron mediante con un equipo “Durómetro” a través del laboratorio especializado “Quimicalabs” ubicado en la ciudad de Quito. Por el motivo que en el laboratorio de investigación (UEB) no cuenta con un equipo sofisticado llamado durómetro para determinar la dureza de distintos productos de madera o residuos biomásico, cereales y leguminosa.

4.1.5. Análisis estadístico del PODER CALORIFICO presente en los pellets

Resultado del análisis estadístico de los valores de poder calorífico presente en el producto en función de los factores estudiados.

Tabla 20.*Análisis de varianza de los diferentes tipos de pellets*

FV	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Factor A	9.12	3	3.04	389.43	0.0001
Factor B	0.30	1	0.30	38.04	0.0001
Factor AxB	0.17	3	0.06	7.41	0.0025
Error	0.12	16	0.01		
Total	9.72	23			
CV	0.57				

Nota: Vaca & Vega (2023).

La tabla de análisis de varianza (adeva) (tabla N°20) sobre la variabilidad del poder calorífico presente de los diferentes tipos de pellets, en contribuciones debidas a varios factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre el poder calorífico con un 95,0% de nivel de confianza.

Tabla 21.*Comparación de medias en el “Factor A” según Tukey en la variable del poder calorífico presente en los pellets*

Variedades	Medias	Grupos Homogéneos
A1	16.47	A
A2	15.74	B
A3	15.13	C
A4	14.87	D

Nota: Vaca & Vega (2023).

En la comparación de medias del Factor A (Mezcla de materia prima “Rosa y Gypsophilia”) existió diferencia estadística poco significativa, esto quiere decir que el

factor A en la mezcla de materia prima utilizadas en la presente investigación si influye en el poder calorífico sobre los pellets cuando se le somete a una temperatura determinada que está dada en el equipo sofisticado que cuenta la UEB, en el cual los resultados mencionan que es el A1 (Mezcla de materia prima “Rosa y Gypsophilia) con una poder calorífico de 16.47 Kcal/kg porque en su estructura vegetal de la planta contiene componentes naturales que permite tener una combustión apreciable al producto tratado, reportado en la tabla N° 21.

Tabla 22.

Comparación de medias en el “Factor B” según Tukey en la variable del poder calorífico presente en los pellets

Variedades	Medias	Grupos homogéneos
B2	15.66	A
B1	15.44	B

Nota: Vaca & Vega (2023).

En la comparación de medias del factor B (Contenidos de las flores) existió diferencia estadística poco significativa, esto quiere decir que el factor B en la presente investigación si influye en la combustión natural y fuente de energía renovable, en el cual los resultados mencionan que el mejor es el B2 (Contenidos de las flores) con un 15.66 Kcal/kg porque son los valores que puede aportar dichos pellets como un combustible natural reportados en la tabla N° 22.

Tabla 23.

Comparación de medias de los tratamientos según Tukey en la variable del poder calorífico presente en los pellets

Factor A	Factor B	Media	Grupos Homogéneos
A1	B2	16.72	A
A1	B1	16.22	B
A2	B2	15.84	C
A2	B1	15.63	C
A3	B2	15.19	D
A3	B1	15.08	D E
A4	B2	14.90	E F
A4	B1	14.83	F

Nota: Vaca & Vega (2023).

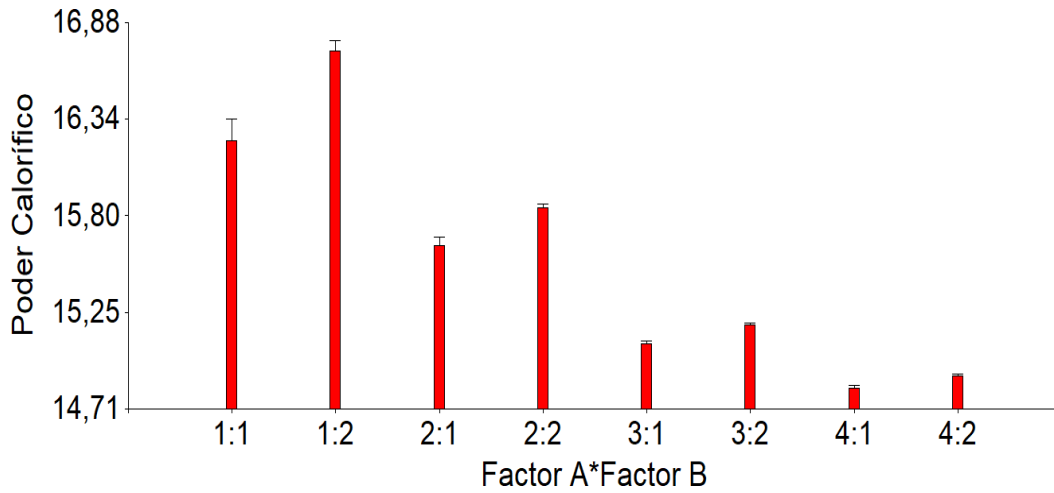
Al comparar las medias obtenidas tras la evaluación del poder calorífico sobre los Pellets cuando se someten a temperaturas altas y generan energía en forma de calor estos valores podemos apreciar con un equipo sofisticado, se observa los rangos obtenidos de la prueba Tukey al 5% de nivel de significancia.

Dando a conocer que el tratamiento 2 a1b2 (Mezcla de materia prima + contenido de flores “sin pétalos y hojas”) alcanzó el valor alto en PODER CALORIFICO con 16.72 Kcal/Kg (que este producto puede generar una fuente de energía y calor de manera apreciable determinado en dicha investigación), mencionando en la tabla N° 23.

Los resultados obtenidos en esta investigación son muy inferiores a los reportados con otras investigaciones en comparación a los pellets de residuos biomásicos existe un poder calorífico de 4380.67 kcal/kg que fueron reportados por (Rincón & González, 2014) Mientras en los estudios de (Candela & Lozano, 2022) del poder calorífico sobre los pellets proveniente de residuo de café tiene un valor de 5738,4 kcal/kg.

Figura 3.

Medias de los tratamientos en la variable PODER CALORIFICO presentes en los pellets.



La respuesta de los tratamientos en estudio en cuanto al contenido de PODER CALORIFICO (Kcal/Kg), fue muy diferente (tabla N°8; y 15). Los promedios más allá se determinaron en los tratamientos: A1B2 y A1B1 con 16.72 y 16.22 Kcal/Kg (Estos pellets pueden proporcionar dicha fuente de energía) los promedios inferiores son A4B2 y A4B1 con 14.90 y 14.83 Kcal/kg la cantidad que puede aportar dichos productos como un biocombustible. Estos resultados fueron diferentes a los reportados por varios autores en trabajos similares.

Adicionalmente los tratamientos del contenido poder calorífico presente en las muestras, se utilizó un equipo sofisticado llamado calorímetro que cuenta UEB para determinar el poder calorífico de distintos productos de madera o residuos biomásicos, se adaptó dicho experimento mediante las condiciones indicadas por el equipo siguiendo en la metodología basada en la Norma Europea UNE-EN 14918.

4.1.6. Resultados de la caracterización fisicoquímicamente del mejor tratamiento

La caracterización fisicoquímica son parámetros generales y componentes mayoritarios que pueden presentar un producto acorde a la investigación realizada. En la siguiente tabla presentamos los porcentajes que esta dado en dicho producto.

Tabla 24.

Análisis del mejor tratamiento de los pellets

Propiedades	Tratamientos óptimos		Método utilizado
	Tratamiento 6	Tratamiento 2	
Densidad aparente	0,16 g/cm ³	0,10 g/cm ³	Norma ÖNORM M7135
Resistencia al impacto	170 g	150 g	NORMA ASTM D440- 86. American Society of Agricultural Engineers, ASAE,
Resistencia al agua	0,011%	0,014%	pues en el momento no existe ninguna prueba normalizada.
Resistencia a la compresión o Resistencia al aplastamiento	37,68 Kg	21,67 Kg	NORMA ASTM C39-96.
Análisis poder calorífico	15,19 Kcal/kg	16,72 Kcal/kg	EN 14918.

Nota: Vaca & Vega (2023).

La densidad aparente que logren obtener de los pellets depende de dos instancias importantes, la primera es la materia prima usada en el caso de las flores al comparar con

la madera, existen tipos de árboles cuya densidad son superior que otros tipos de plantas, esto derivara en la densidad final de los pellets y la segunda la maquinaria empleada para la fabricación ya que la presión ejercida por las prensas para la compactación, su resultado es superior con 1.20 m/v Pellets de café (Ponce & Viteri, 2022) Mientras el pellets de residuos biomásicos presenta un valor alto con 1.06 m/v pellets como lo reporta (Rincón & González, 2014).

La resistencia al impacto al ser una propiedad mecánica se la evalúa mediante la norma ATM D440-86 donde indica que el pellet fabricado debe soportar mínimo tres caídas sobre diferentes superficies como asfalto, cerámica, madera o cerámica de una altura menor a 180 centímetros sin sufrir daño, su valor es superior de 10.50 g pellets de café como lo menciona (Ponce & Viteri, 2022). Mientras el pellet tipo residuos biomásicos representa un valor de 9.24 g acorde al estudio de (Rincón & González, 2014).

La prueba de resistencia al agua se aplicó siguiendo el procedimiento de la American Society of Agricultural Engineers, ASAE, pues en el momento no existe ninguna prueba normalizada. Cabe indicar que es la primera vez que se hace este tipo de análisis en pellets de dos tipos de flores, mientras el resultado reportado es superior al valor de 0.30 % de pellets tipo residuos biomásicos representado por (Rincón & González, 2014).

Los resultados obtenidos en esta investigación son muy inferiores a los reportados con otras investigaciones en comparación a los pellets de residuos biomásicos existe un poder calorífico de 4380.67 kcal/kg que fueron reportados por (Rincón & González, 2014). Mientras en los estudios de (Candela & Lozano, 2022) del poder calorífico sobre los pellets provenientes de residuo de café tiene un valor de 5738,4 kcal/kg.

Los resultados obtenidos en esta investigación son muy superiores a los reportados con otras investigaciones en comparación a los pellets de residuos biomásicos existe una

resistencia de compresión de 18.08 Kg que fueron reportados por (Franco, 2015). Mientras en los estudios de (Candela & Lozano, 2022) la resistencia de compresión de los pellets provenientes de residuo de café tiene un valor de 9.59 kg. (puede tener una resistencia acorde un aplastamiento con estos valores mencionados).

4.1.7. Resultados de la huella de carbón en la fabricación del producto

4.1.7.1. Análisis de la huella de carbón presentado en el producto de los pellets

Comúnmente, la huella de carbono se define como la cantidad de emisión de gases relevantes al cambio climático asociada a las actividades de producción o consumo de los seres humanos (Chamorro & Romero, 2018).

Para el cálculo de la huella de carbono se realizó un análisis del producto entre los datos de consumo de la fuente de energía o combustible utilizando en el equipo y el factor de emisión del tipo de combustible o gas empleado para toda la actividad en la fabricación del producto (Bertoglio, García, Figueira, Morris, & Lafflito, 2022).

- **El cálculo de la misma se visualiza en la siguiente fórmula:**

Huella de carbono (Tn CO₂ eq) = Consumo de la fuente energética x Factor emisión

Antes de calcular la huella de carbono del producto se realizó los cálculos matemáticos y conversiones siguiendo los siguientes pasos que menciona (Chamorro & Romero, 2018).

- **Primer paso**

Se llevó a cabo una evaluación de la huella de carbono, se puede encontrar la norma internacional ISO 1406, el Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo, Ministerio del medio ambiente y la Directiva de Prevención y Control Integrado de la Contaminación (IPPC). A continuación, presentamos la tabla n° 25 que esta estandarizada del Factor de Emisión de los combustibles más utilizados por el equipo o maquinaria (gasolina o diésel) empleado en las industrias de pellets, sembríos, recolección de frutas y entre otros.

Tabla 25.

Factores de emisión de combustibles en kg CO2/TJ

Combustible	F-E (Factor de emisión) (kg CO2/TJ)
Diésel	74 100
Gasolina	69 300

Nota: Tomado de la investigación de Chamorro & Romero, (2018).

- **Segundo paso**

Para el desarrollo del F-E (Factor de emisión) de la biomasa (pellets) se consideró el F-E establecido en el IPPC y otros autores, se adaptó este procedimiento en productos similares como la quema de residuos de productos por actividades madereras y además se procedió a utilizar el poder calorífico establecido por el análisis reportado en el laboratorio, como se observó en la siguiente demostración.

Donde:

F-E = 74 100 Kg CO2/TJ (TERAJULIO”).

PC = 15.19 Kcal (PODER CALORÍFICO de los pellets del tratamiento 6)

$6.3555e - 8 \text{ Tj}$ (PODER CALORÍFICO transformado a TERAJULIO).

$$74100 = \frac{\text{kg CO}_2}{\text{Tj}} \left| \frac{6.3555e - 8 \text{ Tj}}{1 \text{ tonelada métrica}} \right| = 4.71 \times 10^{-03} \frac{\text{kg CO}_2}{\text{Ton métrica}}$$

Además, se procedió a utilizar la densidad del producto conjunto al factor de conversión, por la cual nos indicó que por cada metro cúbico de volumen se encuentran 160 kg de pellets.

Luego, se procedió a calcular el volumen de producto utilizado por una tonelada métrica como se observa a continuación:

Densidad del pellet = 0.16 g/cm³ = 160 Kg/m³

$$\frac{m^3}{160 \text{ kg}} \left| \frac{1000 \text{ kg}}{1 \text{ tonelada métrica}} \right| = 6.25 \frac{m^3}{\text{Ton métrica}}$$

Posteriormente, se calculó el factor de emisión del producto expresados en kg de CO₂ / metro cúbico:

$$4.71 * 10^{-03} \frac{\text{kg CO}_2}{\text{Ton métrica}} \left| \frac{1 \text{ tonelada métrica}}{6.25 \text{ m}^3} \right| = 7.54 * 10^{-04} \frac{\text{kg CO}_2}{\text{m}^3}$$

Se transformó los galones de combustibles fósiles utilizados a litros mediante el uso de los siguientes factores de conversión:

350 galones (diésel) que consume el equipo durante un mes.

$$600 \text{ gal} \left| \frac{3.78 \text{ L}}{1 \text{ gal}} \right| = 2268 \text{ L}$$

Luego determinamos del F-E de la biomasa (pellets).

$$7.54 * 10^{-04} \left| \frac{\text{kg CO}_2}{\text{m}^3} \right| \left| \frac{1 \text{ T}}{1000 \text{ kg}} \right| \left| \frac{\text{m}^3}{160 \text{ kg}} \right| = 4.71 * 10^{-09} \frac{\text{T CO}_2}{\text{kg}}$$

$$F - E = 4.71 * 10^{-09} \frac{\text{T CO}_2}{\text{kg}}$$

- **Tercer paso**

Por último, aplicamos la fórmula que determinamos sobre la huella de carbono del pellet.

Huella de carbono (Tn CO₂ eq) = Consumo de la fuente energética x Factor emisión

$$\text{HC} = 2268 \text{ L} * 4.71 * 10^{-09} = 1.07 * 10^{-05}$$

HC = 0.000017 Tn CO₂ eq (cantidad mínima que en producir huella de carbón).

Ahora de la misma manera lo aplicamos para el tratamiento numero 2 siguiendo los mismos procedimientos.

A continuación, se da a conocer el procedimiento para el tratamiento 2.

Para el desarrollo del F-E de la biomasa (pellets) se consideró el F-E establecido en el IPPC.

F-E = 74100 Kg CO₂/TJ (“(TJ) es TERAJULIO”).

PC = 16.72 Kcal (PODER CALORÍFICO de los pellets del tratamiento 2)

7,000 329 6 × 10⁻⁸ TJ (PODER CALORÍFICO transformado a TERAJULIO)

$$74100 \frac{kgCO_2}{TJ} \left| \frac{7000\ 3x10^{-8} TJ}{1\ Tonelada\ métrica} \right| = 5.18 * 10^{-03} \frac{kg\ CO_2}{Ton}$$

Se determinó la densidad del producto:

Densidad del pellet = 0.10 g/cm³ = 100 Kg/m³

$$\left| \frac{m_3}{100\ kg} \right| \left| \frac{1000\ kg}{1\ tonelada\ métrica} \right| = 10 \frac{m_3}{Ton}$$

Posteriormente, se calculó el factor de emisión del producto expresados en kg de CO₂ / metro cúbico:

$$5.18 * 10^{-03} \frac{kgCO_2}{Ton} \left| \frac{1\ Tonelada\ métrica}{10\ m_3} \right| = 5.18 * 10^{-04} \frac{kg\ CO_2}{Ton}$$

En este caso se ocupa la misma cantidad de combustible que se utilizó en la fábrica que es el diésel 350 galones (diésel) que consume el durante un mes.

$$600\ gal \left| \frac{3.78}{1\ gal} \right| = 2268\ L$$

Luego determinamos del F-E de la biomasa (pellets).

$$5.18 * 10^{-03} \frac{kg\ CO_2}{Ton} \left| \frac{1\ T}{1000\ kg} \right| \left| \frac{m_3}{100\ kg} \right| = 5.18 * 10^{-09} \frac{T\ CO_2}{kg}$$

$$F - E = 5.18 * 10^{-09} \frac{T\ CO_2}{kg}$$

Por último, aplicamos la fórmula que determinamos la huella de carbón del pellet.

Huella de carbón (Tn CO₂ eq) = Consumo de la fuente energética x Factor emisión

$$2268 L * 2.94 * 10^{-09} \frac{T CO_2}{kg} = 6.67 * 10^{-06}$$

HC= 0.0000067 Tn CO₂ eq (cantidad mínima que produce en la huella de carbón).

Tabla 26.

Comparación de la huella de carbón del mejor tratamiento

Propiedades	Tratamientos óptimos		Método utilizado
	Tratamiento 6	Tratamiento 2	
Huella de carbón	0.000017	0.0000067	Norma internacional ISO 1406 y Acorde a la investigación de (Bertoglio, García, Figueira, Morris, & Lafflito, 2022).

Nota: Vaca & Vega (2023).

La respuesta de los pellets de la muestra experimental en cuanto al indicador y/o propiedad en huella de carbón fue muy diferente (Tabla N°26). En esta investigación adaptamos y tomamos un estudio referente a la medición de la determinación en huella de carbón en un producto terminado (pellets) para su respectiva comparación. Cabe recalcar la mayor presencia de cantidad en tonelada CO₂ Equivalente arrojado a la atmósfera (Tn CO₂ eq). Que se produjo en la etapa de elaboración de los pellets durante un mes.

Se observa que los resultados obtenidos de la huella de carbón son muy bajos, comparados con los estudios de (Chamorro & Romero, 2018). Su huella de carbón de 160.8 Tn CO₂ eq durante un mes en la etapa de elaboración para bloques de balsa de madera en la

empresa GIBAGO CÍA. LTDA., DMQ. Mientras los estudios que presenta (Bertoglio, García, Figueira, Morris, & Lafflito, 2022) su huella de carbono de 88.8 Tn CO₂ eq en pellets de madera durante un mes.

En el trabajo investigativo, se han tenido en cuenta los poderes caloríficos y la densidad del producto obtenido, así como el mismo combustible (diésel) que la mayoría de las industrias utilizan debido a su fácil adquisición y ahorro económico como principal fuente de energía. Se han hecho las conversiones necesarias de los equipos (combustión) para producir los productos finales (bloques o pellets de madera) de acuerdo con las metodologías planteadas por diferentes autores.

CAPÍTULO V

5.1. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Las hipótesis de la investigación planteadas fueron:

5.1.1. Hipótesis nula (H_0)

H_0 : Los residuos procedentes de la Rosas (*Rosa*) y Gypsophilia o Gypsophilas (*Gypsophila paniculata*) “flores pulverizadas”, son factores independientes y no incide en el rendimiento de la obtención de pellets.

5.1.2. Hipótesis alterna (H_a)

H_a : Los residuos procedentes de la Rosas (*Rosa*) y Gypsophilia o Gypsophilas (*Gypsophila paniculata*) “flores pulverizadas”, son factores dependientes e inciden en el rendimiento de la obtención de pellets.

5.1.3. Verificación de hipótesis

Los valores reportados en los resultados de los pellets obtenidos por dos tipos de flores, si presentan evidencia estadística de dependencia de factores acorde a los parámetros de operación y calidad diferentes, por lo tanto, Mezclas de materia prima (Rosa y Gypsophilia o Gypsophila) y el Contenido de las flores, se acopla la hipótesis alterna con un 95 % de límite de significancia.

5.2. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.2.1. Conclusiones

- Se realizó la caracterización proximal, elemental y estructural de la materia prima donde obtuvimos unos valores apreciables y sus diferencias como la Humedad que tiene valores diferentes, mientras para las cenizas los resultados no son similares y la materia volátil son casi similares. Además, el valor de Carbono en las Rosas posee 54.66 % superior que la Gypsophilia y por último presentando el porcentaje más alto de 23.72 % celulosa correspondiente a las rosas lo que posibilita la resistencia y conservación del producto.
- El método empleado permitió obtener el mejor tratamiento correspondiente a los pellets, mediante el uso de la prueba de medias del método Tukey al 5% de nivel de significancia. Dando a conocer que el tratamiento 6 a3b2 (Mezcla de materia prima + contenido de flores “sin pétalos y hojas”) alcanzó el valor más alto en Dureza que puede soportar con 369.65 Newton, comprendemos que en su estructura de la pared vegetal contiene una cantidad apreciable compuesto de celulosa, lignina y entre otros. Mientras el tratamiento 2 a1b2 (Mezcla de materia prima + contenido de flores “sin pétalos y hojas”) alcanzó el valor alto en PODER CALORIFICO con 16.72 Kcal/Kg que este producto puede generar una fuente de energía y calor de manera apreciable determinado en dicha investigación.
- El producto final del mejor tratamiento fue caracterizado, como podemos apreciar en el (T6 y T2), estos valores se obtuvieron mediante el análisis de varianza con su respectiva variable experimental. Al comparar ambas, podemos notar que el T6 sigue siendo el producto deseado en todos los análisis mencionados, pero el rendimiento resultó ser muy bajo para el poder calorífico porque se obtuvieron porcentajes no significativos.

5.2.2. Recomendaciones

- Tener en cuenta en el traslado del producto para evitar interferencia en precisión de los resultados debido que la muestra puede presentarse muy húmedo o haga sufrido interferencia por otros agentes indeseables.
- Se recomienda buscar convenios con otras instituciones públicas o privadas para la adquisición de equipos Sofisticado de investigación porque la UEB, no cuenta con un equipo de esa magnitud para la fabricación de pellets, en esta investigación queda como pionero para los productos peletizado como iniciativa de aprovechamiento de residuos biomásicos.
- Se recomienda usar un termómetro digital durante agitación de la muestra para obtener una temperatura más precisa y prevenir quemaduras durante el proceso.
- Por último, se recomienda que los pellets pueden ser utilizado en las calderas como fuente de energía renovables y determinar su rendimiento de combustión producido.

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, L., Caizapanta, A., & Cevallos, D. (2019). *Diseño de un mecanismo de exportación para las pymes florícolas del cantón Cayambe dirigido al mercado ruso*. Universidad politécnica salesiana, Quito.

Aguilar, D. (2019). *Determinación del potencial energético de la biomasa residual de cultivos de banano en el cantón Machala, el oro, Ecuador*. Universidad politécnica salesiana, Cuenca.

Atuesta, L., & Sierra, F. (2015). Caracterización físico-química de pellets producidos a partir de mezclas 50/50 carbón bituminoso/madera residual. *ResearchGate*, 1-7.

Bertoglio, C., García, M., Figueira, A., Morris, J., & Lafflito, C. (2022). Estudio de la potencial disminución de la huella de carbono a partir del reemplazo de glp por pellets de madera aplicado a la provincia de entre ríos, argentina. *Universidad Nacional de Flores, Rivadavia 5741, 1406, caba, Argentina.*, 6 - 7.

Candela, j., & lozano, l. (2022). *Caracterización de un sistema de combustión a base de pellets de borra de café para la operación de la caldera pirotubular didáctica de la fundación universidad de América*. Fundación universidad de américa, Bogotá.

Carchi, D. (2014). *Aprovechamiento de los Residuos Agrícolas provenientes del cultivo de Banano para obtener Nanocelulosa*. Universidad de cuenca, cuenca.

Chamorro, c., & romero, a. (2018). *Determinación de la huella de carbono para bloques de balsa de madera en la empresa gibago cía. Ltda., dmq*. Universidad politécnica salesiana, quito.

Chávez, A., & Rodríguez, J. (2019). *Evaluación de la actividad antimicrobiana y antioxidante de tres especies vegetales manzanilla (matricaria recutita), moringa*

(*moringa oleífera*) y jengibre (*zingiber officinale roscoe*). Universidad estatal de bolívar, Guaranda.

Emmanuela, S. (2021). *Aprovechamiento de los residuos generados en la industria de la floricultura para la producción de etanol y furfural better use for generated wastes in the floriculture industry for the production of ethanol and furfural*. Universidad de Bogota Jorge Tadeo Lozano.

Farinango, J. (2019). "*Las tecnologías de la información y comunicación para el mejoramiento del sector florícola en el cantón Cayambe*". Universidad técnica del norte, Quito - Ecuador.

Fonseca, M. (2017). *Determinación de la composición química de la madera de pino candelillo (Pinus maximinoi H. E. Moore) procedente de la finca río frío, tactic, alta verapaz*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Franco, D. (2015). *Estudio de los parámetros de pelletizado de residuos biomásicos en pelletizadora semi-industrial*. Universidad de Extremadura, Badajoz.

Imbaquingo, J. (2016). *Animación ambiental en la empresa florícola Rosaprima cia ltda, ubicada en el cantón Cayambe y los efectos jurídicos ambientales que ha ocasionado en la salud de las personas en el año 2015*. Universidad central del ecuador, quito.

López, A., Verdugo, L., & Flores, L. (2019). *Elaboración de pellets como biocombustible sólido, para el mejoramiento ambiental y económico en el norte de Sinaloa, México*.14(5). doi: https://riiit.com.mx/apps/site/files/elaboracin_de_pellets_vol._14.pdf

Macías, L., Páez, M., & Acosta, G. (2018). *La Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos desde una perspectiva territorial en el estado de Hidalgo y sus municipios*. Centro de investigación en ciencias de información geoespacial, a.c. centro geo, México.

Mejía, M., & Reibán, N. (2020). “*Respuesta de tres variedades de rosa (Rosa spp.) a distintas concentraciones de biorreguladores de plantas en Biblián-Ecuador.*”. Universidad de Cuenca, Cuenca.

Montoya, L., & Tobón, G. (2017). *La actividad floricultora y sus impactos ambientales: Una propuesta para enseñar Ciencias Naturales y Educación Ambiental desde problemas ambientales locales.* Universidad de Antioquia, Antioquia.

Novoa, A. (2017). *Propuesta de plan desarrollo local para la junta.* Universidad central del ecuador, quito.

Palate, K. (2021). *Estudio de la composición nutricional de flores comestibles Diente de león (Taraxacum officiale), Tronadora (Tecoma stans), Mastuerzo (Tropaeolum majus), Girasol (Helianthus annuus) para potenciar su consumo.* Universidad técnica de Ambato, Ambato - Ecuador.

Pegoretti, H. (2020). *Evaluación de propiedades de diferentes especies con potenciales energéticos para la elaboración de pellets de calidad con fines energéticos.* Universidad de concepción, concepción, chile.

Puga, M. (1998). *Historia y Espacio Bolivareense. Toponimias de la Provincia de Bolívar. Municipio de Guaranda.*

Quinche, L. (2017). *Contaminación Ambiental por fumigación de las plantaciones florícolas y el Derecho al Buen Vivir de las personas de la comunidad Santo Domingo número 1, cantón Cayambe, primer semestre del año 2016.* Universidad central del ecuador, quito.

Quishpe, B. (2017). *Actividades florícolas en el Cantón Cayambe y su repercusión en el derecho al buen vivir en un ambiente sano, para sus habitantes en el periodo 2016*. Universidad central del Ecuador, Quito.

Ramiro, F. (2020). *Efecto de la aplicación de iluminación artificial sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento de *Gypsophila paniculata* L. Var. Over Time*. Universidad central del Ecuador, Quito.

Rincón, S., & González, Y. (2014). *Estudio de factibilidad para la fabricación de pellets a partir de material lignocelulósico proveniente de palma de aceite*. Universidad libre.

Riofrío, J. (2020). *Análisis de la producción de Biocombustible de palma africana como alternativa para el transporte ecuatoriano*. Universidad católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil.

Rubio, S. (2019). *Malformaciones congénitas en neonatos relacionadas con contaminación ambiental*. Universidad técnica de Ambato, Ambato.

Vargas, A. (2018). *Estudio de la producción de pellets a partir de borra de café*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Vásquez, L. (2018). *Manual de buenas prácticas de postcosecha para flor de corte y follajes asociados*. Asoflores.

Villalobos, I. (2018). *Análisis del impacto ambiental de los floricultivos en Cundinamarca: una perspectiva económica*. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.

ANEXOS

Anexo 1. Mapa de ubicación de la investigación



Nota: Baños S (2019).

Anexo 2. Análisis de laboratorio del primer objetivo

 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Código	FG12-01
	INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
		Año	2023
		Página	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N°008-2023

Descripción de la muestra					
Solicitantes	Alexander Vaca				
Muestra	Flores de rosas				
Código asignado UEB	INV 009				
Estado de la muestra	Solido triturado				
Envase de recepción	Funda plástica con aprox. 25 g de contenido de muestra				
Análisis requerido(s)	Humedad - Cenizas - Volátiles - Nitrógeno - Carbono - Hidrogeno - Azufre - C/N - C/H - Oxígeno - Celulosa - Hemicelulosa - Lignina				
Fecha de recepción	12 de enero de 2023				
Fecha de análisis	16 al 25 de enero de 2023				
Fecha de informe	27 de enero de 2023				
Técnico asignado	ECCR - MIPV				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Matriz de ensayo	Parámetro	Unidad	Método	Resultado Base Seca	Resultado Base Fresca / Recibida
Flores de rosas INV 009	Humedad	%	UNE-EN-ISO 18134-3	—	8.73
	Cenizas	%	UNE-EN-ISO 18122	6.00	5.47
	Volátiles	%	UNE-EN-ISO 18123	78.29	—
	Nitrógeno	%	UNE-EN-ISO 16948	3.17	2.89
	Carbono	%	UNE-EN-ISO 16948	54.66	47.15
	Hidrogeno	%	UNE-EN-ISO 16948	8.85	9.05
	Azufre	%	UNE-EN-ISO 16948	—	0.10
	C/N	%	UNE-EN-ISO 16948	—	16.31
	C/H	%	UNE-EN-ISO 16948	—	5.21
	Oxígeno	%	CALCULADO	30.75	35.33
	Celulosa	%	CALCULADO	—	23.72
	Hemicelulosa	%	CALCULADO	—	11.36
	Lignina	%	Método 8 Lignina acida ANKOM	—	4.88

Los resultados de los análisis corresponden a 3 determinaciones por muestra.



Firmado electrónicamente por:
EDGAR MARCELO
VILCACUNDO CHAMORRO

Ing. Marcelo Vilcacundo Chamorro.
Director DIVIUEB
 Teléf. (+593) 98 721 5594

Anexo 3. Análisis de laboratorio del segundo objetivo

RG-7,1-02
EDICION RG05



Dirección: Quito-Ecuador, Av.
Luis Ufño 0e3-165 y María
Telefonos:
2120202/0992166052
Web: www.quimica-labs.com

FECHA:	12/6/2023	HORA	11:58:00
CLIENTE:	Jefferson Alexander Vaca Rojas	FACTURA #	0
RUC/CI:	2351124249		
DIRECCION	GUARANDA		
TELEFONO	0989276233	E-mail	mjefvaca@mailes.ueb.edu.ec
SOLICITADO POR:	ROMMEL MIÑO	FECHA DE ENTREGA DE RESULTADO	26/6/2023
MUESTRA DE:	Pellets codificado	# MUESTRAS	24

DESCRIPCIÓN	SUB OT	FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE VENCIMIENTO	CANTIDAD	LOTE	CONDICION DE ALMACENAMIENTO	MATERI AL DE EMPAQ UE
Dureza del producto	-----	12/6/2023	-----	1 kg	1511 2021	Ambiente	Envases de polietileno

INFORME DE ENSAYOS RG-7,1-02

RESULTADOS OBTENIDOS					
Matriz de ensayo	Parámetro	Unidad	Método	Resultado Base Seca	Resultado Base Fresca / Recibida
a1b1 T1R1	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	222.98
a1b1 T1R2	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	236.42
a1b1 T1R3	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	245.25
a1b2 T2R1	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	200.61
a1b2 T2R2	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	214.05
a1b2 T2R3	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	222.98
a2b1 T3R1	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	245.25
a2b1 T3R2	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	258.60

a2b1 T3R3	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	267.52
a2b2 T4R1	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	289.89
a2b2 T4R2	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	303.23
a2b2 T4R3	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	312.15
a3b1 T5R1	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	267.52
a3b1 T5R2	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	280.96
a3b1 T5R3	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	289.89
a3b2 T6R1	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	356.70
a3b2 T6R2	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	376.12
a3b2 T6R3	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	376.12
a4b1 T7R1	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	334.52
a4b1 T7R2	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	347.76
a4b1 T7R3	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	356.70
a4b2 T8R1	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	312.15

a4b2 T8R2	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	325.50
a4b2 T8R3	Análisis Mecánico "Dureza"	Newton	UNE- ASTM E4 y DIN 512	—	334.52

ASIGNADO AL AREA QUIMICA		X	ASIGNADO AL AREA MICROBIOLOGIA	
COTIZACION	213.44	CONTROL	x	CONTROL DE ESTABILIDAD
DECLARACION DE CONFORMIDAD		NO	DECLARACION DE LA u METODO	x

OBSERVACIONES

Nota: "Este documento representa un convenio de trabajo entre usted y Quimicalabs, cualquier observación o cambio solicitario máximo en 2 horas, de lo contrario se asume la aceptación del mismo". Nota:
*Por medio de la presente autorizo al laboratorio a realizar la subcontratación de los ensayos indicados al momento del ingreso de la muestra, bajo su responsabilidad a donde ellos consideren"



Oficio/Cotización
CLIENTE

JESSICA GARCIA
ELABORACION OT

Anexo 4. Análisis de laboratorio del tercer objetivo

 VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN	LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN <small>Laguacoto II, Km 1 1/2, vía a San Simón, Cantón Guaranda, Provincia Bolívar, Ecuador.</small>	Código	FPG12-01
	INFORME DE RESULTADOS	Versión	1
		Año	2023
		Página	Página 1 de 1

INFORME DE ENSAYOS N°036-2023

Descripción de la muestra					
Solicitantes	Alexander Vaca				
Muestra	a1b1 T1R1 - a1b1 T1R2 - a1b1 T1R3 - a1b2 T2R1 - a1b2 T2R2 a1b2 T2R3 - a2b1 T3R1 - a2b1 T3R2 - a2b1 T3R3 - a2b2 T4R1 a2b2 T4R2 - a2b2 T4R3 - a3b1 T5R1 - a3b1 T5R2 - a3b1 T5R3 a3b2 T6R1 - a3b2 T6R2 - a3b2 T6R3 - a4b1 T7R1 - a4b1 T7R2 a4b1 T7R3 - a4b2 T8R1 - a4b2 T8R2 - a4b2 T8R3				
Código asignado UEB	INV 113 --- INV 120				
Estado de la muestra	Solido triturado				
Envase de recepción	Funda plástica con aprox. 10 g de contenido de muestra				
Análisis requerido(s)	Poder Calorífico Superior				
Fecha de recepción	17 de marzo de 2023				
Fecha de análisis	17 y 20 de marzo de 2023				
Fecha de informe	20 de marzo de 2023				
Técnico asignado	ECCR				
RESULTADOS OBTENIDOS					
Matriz de ensayo	Parámetro	Unidad	Método	Resultado Base Seca	Resultado Base Fresca / Recibida
a1b1 T1R1 INV 113	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	16,01
a1b1 T1R2 INV 113	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	16,42
a1b1 T1R3 INV 113	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	16,22
a1b2 T2R1 INV 114	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	16,82
a1b2 T2R2 INV 114	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	16,62
a1b2 T2R3 INV 114	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	16,72
a2b1 T3R1 INV 115	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	15,55

a2b1 T3R2 INV 115	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	15,71
a2b1 T3R3 INV 115	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	15,63
a2b2 T4R1 INV 116	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	15,88
a2b2 T4R2 INV 116	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	15,80
a2b2 T4R3 INV 116	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	15,84
a3b1 T5R1 INV 117	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	15,05
a3b1 T5R2 INV 117	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	15,11
a3b1 T5R3 INV 117	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	15,08
a3b2 T6R1 INV 118	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	15,20
a3b2 T6R2 INV 118	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	15,17
a3b2 T6R3 INV 118	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	15,19
a4b1 T7R1 INV 119	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	14,80
a4b1 T7R2 INV 119	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	14,86
a4b1 T7R3 INV 119	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	14,83

a4b2 T8R1 INV 120	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	14,92
a4b2 T8R2 INV 120	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	14,90
a4b2 T8R3 INV 120	Poder Calorífico Superior	Kcal/Kg	UNE-EN ISO 18125	—	14,88



Ing. Marcelo Vilcacundo Chamorro.
Director DIVUEB
Teléf. (+593) 98 721 5594

Anexo 5. Formato de fichas de recolección de datos



UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS RECURSOS NATURALES Y DEL
AMBIENTE
ESCUELA DE AGROINDUSTRIAS
Nombre del responsable de recolectar
FICHA DE RECOLECCIÓN DE MUESTRA

Ítem	HORA	CANTIDAD DE MUESTRA	OBSERVACIÓN
1	12	1000 g	Deshidratación de los residuos de las flores
2	4	100 g	Obtención de pulverización.
3	10	100 g	Análisis proximal, elemental, estructural y poder calorífico de las muestras
4	10	100g	Obtención de pellets mediante métodos técnicos presentados.
5	10	100 g	Caracterización de los pellets
RESPONSABLE DEL LABORATORIO			MUESTREADOR

Anexo 6. Fotografías de la investigación



Materias primas (Flores)



Selección (Flores)



Secado (Flores)



Molido (Flores)



Tamizado (Flores)



Análisis elemental



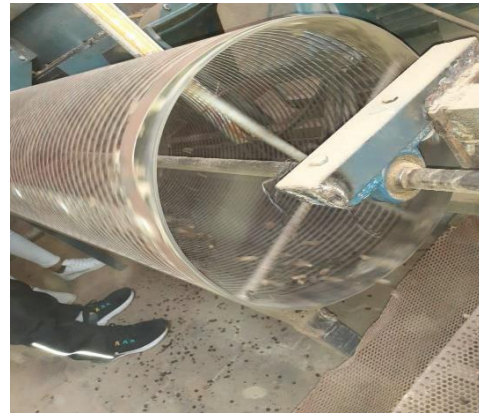
Análisis Estructural y Proximal



Peso de Pellets n°1



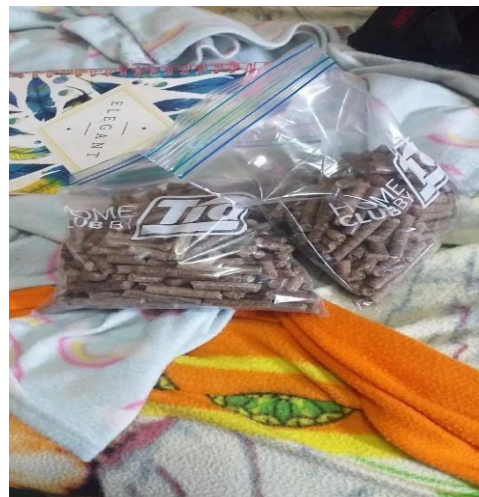
Proceso del Pellets n°2



Proceso del Pellets n°3



Proceso del Pellets n°4



Producto final (Pellets)

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Biocombustibles. Biocombustibles provienen de la biomasa, o materia orgánica presente en el planeta a cuya producción contribuyen todos los seres vivos.

Biomasa. Conjunto de materia orgánica de origen vegetal, animal o procedente de la transformación natural o artificial de la misma.

Celulosa. Está conformada por subunidades de D-glucosa, unidas por b-1,4 glicosídicos, monosacárido de gran importancia en la fermentación.

Lignina. Hetero polímero amorfo que consta de tres diferentes unidades de fenilpropano (p-coumaril, coniferil y sinapil alcohol) que se mantienen unidos por diferentes enlaces.

Pellets. Son un producto natural que se clasifica como biomasa sólida y está compuesto por cilindros muy pequeños de tamaño de solo milímetros.

Secado. Es un método de conservación de alimentos, consistente en a extraer el agua de estos, lo que inhibe la proliferación de microorganismos y dificulta la putrefacción.

Pulverizado. Es el procedimiento de pulverizar y el resultado del mismo. El verbo pulverizar, que procede del vocablo latino pulverizare, se refiere a difuminar una sustancia líquida en partículas diminutas o a convertir algo en polvo.