



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

TITULO

“Evaluación de briquetas elaboradas con cascarilla de arroz para el uso como combustible en hornos rosquilleros en la comunidad de Isiqui del municipio de Estelí”.

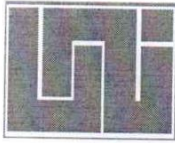
AUTORES

Br. Marvin Eliuth Torres Zarantes.
Br. Sara Mariela Madrigal Herrera
Br. German Francisco Valladares Castellón

TUTOR

MSc. Claudio Pichardo Hernández

Estelí, enero del 2019.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

Líder en Ciencia y Tecnología

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

TÓRREZ ZARANTES MARVIN ELIUTH

Carno: **2007-20246** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2005** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los ocho días del mes de octubre del año dos mil dieciocho.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





Líder en Ciencia y Tecnología

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

VALLADARES CASTELLÓN GERMAN FRANCISCO

Carne: **2007-20201** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2005** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los ocho días del mes de octubre del año dos mil dieciocho.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





Líder en Ciencia y Tecnología

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE TECNOLOGÍA DE LA INDUSTRIA**

SECRETARÍA DE FACULTAD

F-8: CARTA DE EGRESADO

El Suscrito Secretario de la **FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA INDUSTRIA** hace constar que:

MADRIGAL HERRERA SARA MARIELA

Carne: **2007-20160** Turno **Diurno** Plan de Estudios **2005** de conformidad con el Reglamento Académico vigente en la Universidad, es **EGRESADO** de la Carrera de **INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**.

Se extiende la presente **CARTA DE EGRESADO**, a solicitud del interesado en la ciudad de Managua, a los ocho días del mes de octubre del año dos mil dieciocho.

Atentamente,

Ing. Wilmer José Ramírez Velásquez
Secretario de Facultad





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Tecnología de la Industria

DECANATURA

Managua, 25 de octubre del 2017

Brs. Sara Mariela Madrigal Herrera
Marvin Eliuth Tórrez Zarantes
German Francisco Valladares Castellón

Por este medio hago constar que el protocolo de su trabajo monográfico titulado **“Evaluación de briquetas elaboradas con cascarilla de arroz para el uso como combustible en hornos rosquilleros en la comunidad de Isiqui del municipio de Estelí”**, para obtener el título de **Ingeniero Agroindustrial** y que contará con el **MSc Claudio Benito Pichardo Hernández** como tutor, ha sido aprobado por esta Decanatura.

Cordialmente,

MBA. Daniel Cuadra Horney
Decano



C/c Archivo
DCH/art

Estelí, 14 de Enero de 2019

Ing. Leather Antonio Artola Chavarría
Decano Facultad Tecnología de la Industria
Universidad Nacional de Ingeniería

Estimado maestro.

Esperando que se encuentre bien en la realización de sus funciones, me dirijo a usted para hacer referencia que he revisado el trabajo monográfico titulado **"Elaboración de briquetas generadas a partir de la cascarilla de arroz para el aprovechamiento de este residuo como combustible en hornos Rosquilleros en la comunidad de Isiquil del municipio de Estelí"**, como tutor de este trabajo solicito se someta a revisión para la defensa del mismo por los bachilleres de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la sede Norte en Estelí, Br. Marvin Eliuth Torres Zarantes, Br. Sara Mariela Madrigal Herrera y German Francisco Valladares Castellón.

Deseando éxitos en sus funciones me despido.



Ing. Claudio Pichardo Hernández
Móvil. 87619305
Cedula numero: 281-190578-0010X



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Sede Regional del Norte
Recinto Universitario Augusto C. Sandino, Estelí - Nicaragua

A QUIEN CORRESPONDA

Me complace indicar que la Br. Sara Marcela Madrigal Herrera, Br. Marvin Eliuth Torrez Zarantes y el Br. Germán Francisco Valladares Castellón, egresados de la carrera Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Ingeniería Sede Regional del Norte, trabajaron en el marco del acuerdo de colaboración (UNI/PNUD) del proyecto de investigación **“Reducción de la Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático en la Región de Las Segovias” – Nicaragua**, con la temática **“Evaluación de Briquetas elaboradas con cascarilla de arroz como combustible en hornos de rosquilla, comunidad de Isiqui del municipio de Estelí”**, bajo la tutoría del maestro Claudio Pichardo.

No omito manifestarles que este estudio fue de mucha importancia, ya que presenta el desarrollo de una tecnología para el aprovechamiento de los residuos provenientes del proceso de beneficiado del arroz. .

Firmo para lo pertinente, a solicitud de la parte interesada, a los treces días del mes de enero del año dos mil dieciocho, en la ciudad de Estelí.



M. Sc. Alba V. Díaz Corrales
Coordinadora de Investigación
UNI Sede Regional del Norte
Correo: Alba.Díaz@norte.uni.edu.ni
Tel: **+505- 86967849**

 Interesado

Archivo Cronológico 2018

Dirección: Estelí, entrada a La Tunozza, antigua Hacienda El Higo
Tel: 89883610, 27197843, 27197878, 27197841, 27197865, www.norte.uni.edu.ni

DEDICATORIA

Marvin Torrez

Primeramente, le dedico este trabajo a Dios El Creador del cielo, la tierra y de todo lo que en ella habita, El cual me ha dado la sabiduría, inteligencia y sobre todo la fortaleza para superar las dificultades y obstáculos que se me han presentado en la vida.

A mis padres Luz Armenia Sarantes Marín y Pedro Joaquín Torrez Briones quienes con esfuerzo, dedicación, valentía, sacrificio y ejemplo han hecho de mí un hombre con aspiraciones y valores.

Y por último se lo dedico a mis hermanos Cesar Escobar e Indiana Torrez, a mis tías y tíos que han creído y confiado en mí y que siempre han estado para darme un consejo o una palabra de motivación.

Sara Madrigal

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y brindarme salud y sabiduría para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor que nos dio el don de la perseverancia, ya que su gracia no se apartó de mí en ningún momento.

A mis padres: Catalina y Miguel. Por haberme apoyado siempre en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor incondicional, ya que su ejemplo de perseverancia que los caracterizan ha permitido que siga en la lucha constante y sobre todo por su amor, no me cansare de agradecerles. Sé que hoy Miguel Madrigal no estás para apreciar lo que tanto querías, pero estoy segura que Dios te permitirá que veas mis logros, que desde ya sean los nuestros.

A mi amado Esposo que con su apoyo incondicional logro animarme inclusive cuando cría que no sería posible terminar este proyecto de vida, con su amor incondicional ha sido amigo y compañero inseparable, fuente de sabiduría calma y consejo en todo momento.

German Valladares

A Dios debido a que gracias a Él se me brindó la oportunidad, la sabiduría, el conocimiento, y los recursos necesarios para emprender este exitoso proyecto.

A mi madre Sandra Castellón, que constantemente me interrogaba y me animaba para finalizar lo que una vez emprendí, tu apoyo siempre es incondicional.

Y sin omitir a tutor Claudio Pichardo, mis compañeros de tesis y de clases que me impulsaban a seguir adelante que falta poco para finalizar, pero hay que finalizar, gracias tengo gratos recuerdos de esos grandiosos tiempos a sus lados.

A mi prometida Vanessa Ruiz gracias por ayudarme a ser un hombre de integridad y valor tu aliento fue necesario para terminar mi carrera universitaria.

AGRADECIMIENTOS

Marvin Torres

Agradezco a Dios primeramente que ha guiado mi camino y me ha permitido culminar mi carrera, también porque ha puesto personas muy especiales en mi camino que me han instruido y me han apoyado en la culminación de este trabajo.

Agradezco de una manera especial a mis padres por levantarme los brazos en los momentos difíciles de este trayecto, por aconsejarme y apoyarme en todos los aspectos para que pueda ver culminado este sueño y meta cumplida en mi vida.

Sara Madrigal

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia, gracias a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyectos, gracias a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es y lo justa que puede llegar a ser.

Gracias a la universidad Nacional de Ingeniería, sede regional del norte, Recinto universitario Augusto C. Sandino, que nos abrió sus puertas para ser mejores personas y buenos profesionales, ofreciéndonos maestros de calidad humana y profesional.

A la primera persona, que se lo quiero agradecer es a mi tutor, Ingeniero Claudio Pichardo, que, sin su ayuda y conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su persistencia, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para mi formación completa como investigador. A su manera ha sido capaz de ganarse mi lealtad y admiración y creo que sin todas esas cualidades no hubiese sido posible desarrollar este proyecto investigativo.

A nuestros compañeros, ya que con ellos vivimos los buenos y malos momentos que solo se viven en la universidad, en especial a Germán y Marvin, que en el transcurso de realización de la tesis nos hemos convertidos en más que compañeros fuimos verdaderos amigos. Gracias.

German Valladares

En primer lugar, agradezco a Dios el poder tenerme por fiel y prestarme la vida para finalizar este proyecto, sin ti nada de lo escrito tuviera sentido.

A la paciencia de mi tutor de tesis Claudio Pichardo sin lugar a dudas lo hice enojar, pero di un paso gracias a su apoyo, a ti profesora Alba Veranay y Mariliana Videa aun recuerdo sus exhortaciones que me indicaban hay que seguir adelante.

A mi madre gracias a ti hoy puedo escribir, sin duda alguna mi mejor maestra fue la desde mi hogar, hoy cosecho lo que tu sembraste.

A mi Vane gracias por tu amor por creer en mi por alentarme a seguir adelante sin lugar a dudas eres una bendición de Dios

RESUMEN EJECUTIVO

Esta investigación fue fruto de un trabajo interinstitucional el cual se desarrolló en el Laboratorio de la Universidad Nacional de ingeniería sede Norte – Estelí (UNI - RUACS) en conjunto con el PNUD los cuales facilitaron el aporte económico y técnico. El desarrollo de esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar las briquetas elaboradas a partir de cascarilla de arroz para el aprovechamiento de este residuo como combustible, mediante este estudio se determinaron las propiedades físicas (Humedad, ceniza, granulométrico entre otros) de la cascarilla los cuales reflejaron el potencial como fuente de energía calorífica.

En la elaboración de las briquetas se utilizó una maquina hidráulica que fue parte del trabajo de tesis de un grupo de estudiantes de la sede UNI – RUACS, además en el desarrollo del producto densificado se utilizó 2 tipos de aglutinantes (almidón y puntilla) para identificar cual es el más provechoso utilizar en el combustible, así mismo se indicó el porcentaje de humedad, de cenizas, tiempo que tardo incinerándose, poder calórico y la cantidad de dióxido de carbono que generaron las briquetas.

Los resultados de estos análisis se compararon con el material comburente usado de forma tradicional (leña) donde los resultados demostraron que las briquetas elaboradas a partir de cascarilla de arroz generaron menos cantidad de dióxido de carbono durante un mayor tiempo de incineración y que transfiere el calor más rápido que la leña.

Estas pruebas se realizaron en las instalaciones del laboratorio de Agroindustria UNI- RUACS, y también se evaluaron las briquetas en un horno artesanal en la comunidad de Isiqui en la cual se procesaron rosquillas, no se presentaron problemas, las briquetas resultan útiles en la obtención de este producto.

CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	18
II. OBJETIVOS.....	20
2.1 Objetivo General.	20
2.2 Objetivo Específico.	20
III. JUSTIFICACIÓN.....	20
IV. MARCO TEÓRICO.	22
5.1 Agroindustria del arroz.	23
5.2 Producción de arroz.	23
5.3 Estado actual de la cascarilla de arroz.	24
5.4 Características físicos de la cascarilla de arroz.	25
5.5 Briquetas.....	27
V. HIPÓTESIS.....	30
VI. METODOLOGÍA O DISEÑO METODOLÓGICO.....	30
6.1 Aspectos y ubicación del estudio.	30
6.2 Tipo de investigación.	30
6.3 Fase de investigación.	30
VII. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	45
7.1 Pruebas para determinar las propiedades de la cascarilla:.....	46
7.2 Caracterización de la máquina briqueteadora.	54
7.3 Desarrollo del producto densificado.	58
7.4 Pruebas físicas de las briquetas.	61
7.5 Análisis de vida útil rosquilla.	67
7.6 Evaluación de los costos de producción de las briquetas.....	71
VIII. Conclusiones.....	75
IX. Recomendaciones.	77
X. Bibliografía.	78
XI. Anexos	79

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Conductividad térmica de la cascarilla	26
Tabla 2 Analisis proximo de la cascarilla de Arroz.	27
Tabla 4. Detalle especifico de las formulas	35
Tabla 5. Pruebas de quemado.	41
Tabla 6. Porcentajes de humedad y materia seca en las cascarillas.	48
Tabla 7. Porcentajes de cenizas.	51
Tabla 8. Registro del tamaño de las partículas y sus respectivos porcentajes.	53
Tabla 9. Registro del peso de las briquetas antes y después del secado.	60
Tabla 10. Contenido humedad y materia seca de las briquetas.	61
Tabla 11. Porcentajes de cenizas de las briquetas.	63
Tabla 12. Tiempo de encendido de las briquetas.	64
Tabla 13. Registro de medición del monóxido de carbono.	65
Tabla 14. Resultados de la prueba del poder calórico.	66
Tabla 15. Materiales e insumos para la elaboración de rosquillas.	68
Tabla 16. Evaluación de costos Formula 1	72
Tabla 17. Evaluación de costos Formula 2	72
Tabla 18. Evaluación de costos Formula 3	73
Tabla 19. Evaluación de costos Formula 4.	73

INDICE DE FORMULAS

Ecuación 1. Contenido de humedad en la cascarilla de arroz.	31
Ecuación 2. Calculo de los porcentajes de cenizas en las cascarillas.	32
Ecuación 3. Calculo para el contenido de humedad en la briqueta.	38
Ecuación 4. Calculo para los porcentajes de cenizas en las briquetas.	40

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1 Porcentaje de humedad y materia seca de la cascarilla de arroz.....	49
Grafico 2. Determinación de cenizas.	52
Grafico 3. Curva granulométrica.	53
Grafico 4. Generación de monóxido de carbono.....	65

INDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Maquina hidráulica.....	34
Figura 2. Secador Thermo Scientific.....	46
Figura 3. Cenizas en la mufla.	50
Figura 4. Medición de las cenizas.....	52
Figura 5. Juego de tamices.....	54
Figura 6. Diseño de la maquina hidráulica.....	56
Figura 7. Diseño de la placa de fijación y refuerzo.	57
Figura 8. Diseño de los grilletes.....	57
Figura 9. Aglutinante de puntilla molida. Figura 10. Aglutinante de almidón cocido	59
Figura 11. Peso de briqueta sin triturar. Figura 12. Pesa e briqueta triturada.....	60
Figura 12. Briqueta con cascarilla triturada. Figura 13. Briqueta con cascarilla triturada.....	61
Figura 14. Extracción de la humedad en la briqueta.....	62
Figura 15. Extracción de las cenizas en las briquetas	63
Figura 16. Tiempo de quemado de las briquetas.....	64
Figura 17. Medición de monóxido de carbono.....	66
Figura 18. Prueba de encendidos de las briquetas.....	67
Figura 19. Elaboración de briquetas.....	68
Figura 20. Rosquillas elaboradas con briquetas.....	68
Figura 21. Panelista en valoración olfativa.....	69
Figura 22. Panelista en valoración del sabor.....	69
Figura 23. Panelista en valoración de la apariencia.....	70
Figura 24 . Panelista en valoración de la rancidez.....	70

I. INTRODUCCIÓN

La mayoría de las materias solidas consideradas como desechos agroindustriales e industriales como la madera, el aserrín, cascarilla de arroz, cascarilla de café, entre otros pueden ocuparse de forma directa en las labores domésticas del hogar pero estos materiales sin ningún procesamiento previo arden con dificultad, producen mucho humo y en ocasiones no son apropiados para cocinar. (Gutierrez, Castillo, & Rivera., 2012).

El uso de los biocombustibles, se presenta como una nueva alternativa energética y una solución creativa al problema de la dependencia de combustibles fósiles. Ahora bien, el problema no es sólo si hay o no hay reservas de petróleo, sino a qué precio está el barril, sin embargo, lo que realmente es nuevo son las tecnologías que permiten el manejo y aprovechamiento de una manera controlada de los residuos generados en los procesos agroindustriales (Villada & Gutierrez, 2010).

La cascarilla de arroz es utilizada en los distintos sectores agroindustriales del país dentro de los cuales está el sector de abonos orgánicos, alimentos para animales, sector avícola entre otros. Debido a la excesiva producción generada de este residuo, es acumulado al aire libre o en bodegas formando enormes acumulaciones que en muchos casos dificultan el correcto trabajo de los agricultores u operarios quienes para deshacerse de la misma no encuentran otra alternativa que incinerarlo, contaminando de esta manera el medio ambiente.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, órgano subsidiario establecido por la Asamblea General de las Naciones Unidas, y la Universidad Nacional de Ingeniería, Sede Regional Norte - Recinto Universitario Augusto C. Sandino, firmaron acuerdo de colaboración en junio del 2013, para contribuir en el desarrollo del Proyecto Enfoque territorial contra el cambio climático, medidas de adaptación y reducción de vulnerabilidades en la Región de Las Segovia – Nicaragua y/o Proyecto LERD. Lo cual permite el desarrollo de trabajos conjunto enfocados a los componentes de enseñanza, alianza e investigación al desarrollo de tecnologías vinculadas al Cambio Climático (CC), Alternativas alimenticias para porcinos a partir de pulpa de café, validación de briquetas de cascarilla de café, diagnóstico sobre Producción más limpia y preparación de biofermento a partir de suero lácteo.

Tomando en cuenta los puntos antes expuestos, se realizará este estudio, el cual consistirá en la evaluación energética de las briquetas generadas a partir de cascarilla de arroz para el aprovechamiento de este residuo como combustible, adquiriendo el material de las empresas procesadoras de arroz del municipio de Sébaco. Las investigaciones que se han realizado sobre la cascarilla de arroz, se basan en encontrar nuevas aplicaciones, aprovechando sus propiedades físicas, químicas y su contenido energético. En la Universidad Nacional de Ingeniería sede Estelí en Coordinación con el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) se han realizado investigaciones en las que consisten en una maquina hidráulica y la validación de una maquina briqueteadora de tornillo helicoidal, ofreciendo interesantes e innovadoras soluciones para encontrar un eficiente y sostenible uso a los residuos sólidos agroindustriales

Durante el desarrollo de este estudio se realizarán distintos análisis físicos a la cascarilla de arroz (Humedad, ceniza, granulométrico entre otros) los cuales reflejaran el potencial como fuente de energía calorífica, que posteriormente se transformara en briquetas, mediante la utilización de la prensa hidráulica, que a su vez se le harán análisis de humedad, materia seca, ceniza, generación de Co₂, etc. a la briqueta la cual será expuesta en el proceso de cocción para la elaboración de la rosquilla y su análisis del impacto en la vida de anaquel del producto.

Al desarrollar esta investigación se pretende contribuir con los objetivos propuestos en la alianza con el PNUD y la UNI creando un producto de calidad, para reducir el consumo de leña en la elaboración de rosquillas, sin omitir el enfoque que hace el gobierno Nicaragüense a nuestra actual condición climática.

“El cambio climático es una realidad adaptarnos es nuestra prioridad”

II. OBJETIVOS.

2.1 Objetivo General.

Evaluar la eficiencia energética de las briquetas elaboradas con cascarilla de arroz para reemplazar el material comburente tradicional (leña).

2.2 Objetivo Específico.

- ✓ Determinar las propiedades físicas de la cascarilla de arroz a través de los cálculos de la humedad, materia seca, cenizas y granulometría.
- ✓ Elaborar briquetas a base de cascarilla de arroz haciendo uso de una maquina briqueteadora hidráulica.
- ✓ Elaborar rosquillas en un horno artesanal utilizando briquetas elaboradas a base de cascarilla de arroz como material comburente y determinar las características sensoriales de las rosquillas a través de un análisis sensorial.
- ✓ Determinar los costos totales de producción en la elaboración de las briquetas a base de cascarilla de arroz.

III. JUSTIFICACIÓN.

El Presidente de la Asociación Nicaragüense de Arroceros (ANAR), Lic. Fernando Chamorro Padilla, informó el 07 de Febrero, que la producción de arroz en Nicaragua para el año 2012 fue de aproximadamente 5.8 millones de quintales en arroz oro, de los cuales el 65% corresponde a la producción de arroz de riego.

Indicó que esto se produjo en aproximadamente unas 145 mil manzanas, de las cuales el 46% corresponde a arroz de riego; siendo Malacatoya, Chontales, Boaco y Sébaco las zonas en las que se cultiva la mayor parte del arroz de riego en el país.

En este sentido, apuntó que los rendimientos promedios en arroz de riego andan entre 45 y 50 quintales de arroz en cascarilla por manzana producida de lo cual se genera así grandes cantidades de residuos que son poco utilizados, siendo uno de ellos la cascarilla o tamo. El arroz es uno de los granos básicos de gran importancia en la dieta de los Nicaragüense y su incremento en la producción a nivel nacional forma parte de los objetivos a lograr del gobierno, en consideración a la producción se debe hacer énfasis en el sub producto conocido comúnmente como cascarilla de arroz el cual puede representar hasta el 20% del grano (ANAR, 2014).

Por las características fisicoquímicas la cascarilla resulta poco biodegradable y se convierte en un desecho que puede contaminar el ambiente natural como el suelo y el aire e inclusive las fuentes de agua. El volumen de la cascarilla ocasiona elevados costos de almacenamiento y de transporte para la industria arrocera. Pero además por ser poco digestible, su uso en la elaboración de alimentos concentrados para animales es restringido, estos inconvenientes sumando a la necesidad de ahorrar combustible y el interés por aumentar la productividad han orientado a la búsqueda de un método de utilización de la cascarilla de arroz acorde con el medioambiente.

En el país se autoriza cada año el consumo de tres millones de toneladas métricas de leña para el uso de familias en las zonas rurales y urbanas, en total unos 800,000 hogares recurren a esta alternativa.

El presidente ejecutivo de INAFOR, William Schwartz, expresó que el uso de la leña está afectando también los bosques, pues se presiona al bosque natural. “Estamos promoviendo que la gente pueda sembrar su propia leña, a través de plantas de rápido crecimiento y alta productividad de energía”, dijo Schwartz. Además explicó que a pesar de que en el área rural hay un alto consumo

de leña, en la zona urbana no se ha dejado de utilizar. En Managua, por ejemplo se autorizan más de un millón de toneladas métricas de leña cada año (Vasquez, 2013).

Se pretende con esta investigación crear un producto para disminuir la utilización de la leña o carbón vegetal por un producto nuevo e innovador como las briquetas, dejando de ser la cascarilla quemada al aire libre. El poder calorífico de la cascarilla de arroz, es similar al de la madera y al de otros residuos agrícolas (Villada & Gutierrez, 2010) , la cascarilla de arroz es una fuente renovable de bajo costo e inclusive gratuitas en épocas de cosecha. De manera implícita, este estudio promueve la reducción del consumo de la leña y ofrece una alternativa para el aprovechamiento de la cascarilla de arroz, principal residuo en las industrias arroceras procesándose briquetas para ser evaluadas en un horno rosquillero que indicara la eficiencia de las mismas.

IV. MARCO TEÓRICO.

Para la realización de la presente investigación fue necesario tomar en cuenta los fundamentos teóricos y experiencias en relación con el tema, con lo cual se pretende obtener resultados confiables que demuestren la solidez de la información obtenida, a continuación se abordan estos aspectos:

4.1 Agroindustria del arroz.

El arroz se encuentra en el grupo de las especies gramíneas, (*Oryza sativa* L.) es una de las más importantes. Es un cereal que se divide en dos subespecies: índica, y japónica. En la producción mundial ocupa el segundo lugar después del trigo

Es una gramínea monoica y anual, de crecimiento rápido y con gran capacidad reproductiva adaptada a diversas condiciones de clima y suelo. Es un cultivo que se desarrolla en forma óptima bajo inundación, está dentro de los cuatro cereales más cultivados en el mundo. (INTA, 2009)

Con el arroz se alimentan cerca de tres mil millones de personas actualmente se cultiva en 113 países; como alimento, proporciona empleo a una gran parte de la población rural del mundo.

El arroz en Nicaragua se cultiva bajo las siguientes modalidades:

- A. Secano, no especializado, con bueyes y poco uso de agroquímicos.
- B. Secano, no especializado, con bueyes y uso de agroquímicos.
- C. Secano con uso de maquinaria y agroquímicos.
- D. Riego especializado.

4.2 Producción de arroz.

4.2.1 Producción mundial.

El 14 Abril la producción mundial de arroz elaborado podría aumentar a un récord de 500.7 millones de toneladas en el 2014, de acuerdo con la Organización para la Agricultura y la Alimentación de la ONU (FAO).

Se espera que Tailandia suministre la mayor parte del aumento de la demanda de importaciones de este año. Sin embargo, la FAO afirma que la mayoría de los otros países exportadores de arroz (Argentina, Brasil, Camboya, China, Egipto, Guyana, Pakistán, Paraguay, Estados Unidos y Vietnam) también exportarán más arroz en 2014.

Es probable que la India siga siendo el mayor exportador mundial de arroz en 2014, pero es probable que las exportaciones de arroz de la India decaigan este año a alrededor de 9.5 millones de toneladas, una disminución de aproximadamente el 10% en comparación con el nivel de 2013, debido principalmente a la menor demanda de Irán.

Se estima que Tailandia exportará alrededor de 8.7 millones de toneladas en 2014, un aumento de alrededor del 30% respecto al año anterior, mientras que las exportaciones de arroz de Vietnam se pronostican en alrededor de 7.2 millones de toneladas en 2014, 7% por encima de las del año anterior.

4.2.2 Producción de arroz en Nicaragua.

En Nicaragua, el Arroz es uno de los cultivos más importantes dentro del Sector Agropecuario Nacional y al mismo tiempo uno de los principales alimentos en la dieta de los nicaragüenses, su aporte energético dentro de la canasta básica es del 14%. La actividad arrocera genera 190.70 millones de dólares a nivel nacional y genera alrededor de 75 mil puestos de trabajo directos e indirectos al año.

Algunos datos relevantes del año 2011:

- Consumo per-cápita creciente, (>110 Lbs.).
- 24,442 Productores (92% productores de seco).
- 75,000 Empleos Directos e Indirectos permanentes.
- Valor de la Producción comercial: US\$ 150 Millones.
- Inversión Existente en infraestructura: \$ 120 Millones.
- Área sembrada Anualmente: 100,000 Mz (67% en manos de productores de 0 a 50 Mz).
- Producción comercial total: 4.3 millones de quintales oro (63% Arroz Riego, 37% Arroz de seco)
- Canales de distribución: 650 mayoristas y 36,000 pulperías.
- Existen 47 Trillos a nivel nacional, cuya capacidad de procesamiento representa el 200% de la producción.

Fuente: (ANAR, 2014).

4.3 Estado actual de la cascarilla de arroz.

La Cascarilla de arroz es un sub producto (residuo), del proceso de trilla del Paddy para la obtención del arroz blanco. Por cada 5 toneladas de arroz Paddy que se muelen se genera una tonelada de cascarilla (20%) (Villada & Gutierrez, 2010).

La práctica habitual de las industrias consiste en la quema directa de este residuo en espacio abierto, generando problemas ambientales no solo para el aire sino también para el suelo, la aparición de regulaciones ambientales para la disminución de emisiones de CO_2 , origino problemas para los trillos ya que la cascarilla tendría ahora que ser quemada en condiciones especiales,

4.4 Características físicos de la cascarilla de arroz.

La cascarilla de arroz es un tejido vegetal constituido por celulosa y sílice, elementos que ayudan a su buen rendimiento como combustible. El uso de la cascarilla de arroz como combustible representa un aporte significativo a la preservación de los recursos naturales y un avance en el desarrollo de tecnologías limpias y económicas en la producción de arroz, que es uno de los principales cereales de nuestra canasta básica.

4.4.1 Forma, tamaño y peso.

La cascarilla de arroz tiene forma de canoa, superficie rugosa y presentan un color amarillento, su longitud depende de la variedad y está entre 8mm a 10mm de largo por 1mm a 2 mm de ancho que corresponde del 30% al 40% de su longitud de acuerdo con su tamaño una cascarilla pesa entre 2.5 y 4.8 mg.

4.4.2 Densidades.

Para los materiales agrícolas se distinguen tres clases de densidades:

4.4.2.1 Densidad a granel:

Es la masa (m) de la cascarilla que equivale a un metro cubico, se han determinado los siguientes valores: Cascarilla suelta 100 kg/m^3 , luego de sometida a vibración 140 kg/m^3 y compactación manual 180 kg/m^3 . Si se realiza un proceso de molienda de la cascarilla y según la finura del material resultante, se obtiene densidades entre 230 y 310 kg/m^3

4.4.2.2 Densidad aparente:

Es el cociente entre la masa (m) y el volumen (v) de una sola cascarilla, el cual tiene un valor de 124 kg/m^3 .

4.4.2.3 Densidad específica:

Es el resultado de la resta de la densidad aparente menos el volumen de todos los poros contenidos en una cascarilla obteniendo una densidad específica de 1420 kg/m³ según el ministerio de minas la cascarilla es 1.4 veces más pesada que el agua.

4.4.3 Porosidad.

El proceso para medir la porosidad, consiste en distinguir entre el volumen del aire de un lecho de cascarilla y el volumen de aire o el de los poros en sí, el volumen de un lecho en un área transversal alcanza el 85% del aire y el 15% restante lo ocupa la parte sólida (Cascarilla) el volumen de porosidad de la cascarilla es del 54%.

4.4.4 Conductividad térmica.

La cascarilla posee muy buena capacidad aislante, la conductividad térmica (K) es comparable con la del corcho granulado y con la de la lana mineral que es de 0.03605 W/mK, gracias a esta propiedad la cascarilla de arroz puede ser tenida en cuenta para la elaboración de materiales aislantes.

Material	Valores K (W/mK)
Cascarilla	0.03605
Lana Mineral	0.03033
Corcho Granulado	0.02888

Tabla 1 Conductividad térmica de la cascarilla

Fuente: (Villada & Gutierrez, 2010)

4.4.5 Análisis próximo.

El análisis próximo de la cascarilla de arroz determina sus características principales como el poder calorífico, la humedad, material volátil entre otros, a continuación se describen cada una de ellas (ver tabla 2 y 3).

Componente	Unidad	Valor Promedio
Humedad Residual	% Peso	8.88
Material Volátil	% Peso	64.70
Cenizas	% Peso	13.06

Carbono Fijo	% Peso	13.36
Poder Calorífico Bruto	Kcal / Kg; KJ / Kg.	3,650; 15,275
Azufre Total (Como S)	% Peso	0.07
Lignina	% Peso	26.6
Celulosa	% Peso	38

Tabla 2 Analisis proximo de la cascarilla de Arroz.

Según nos refleja la Tabla N° 2 la cascarilla de arroz según sus características físicas posee más del 50% de materia volátil y menos del 10% de humedad, lo que le da una ventaja al momento del quemado con respecto a otros materiales.

Producto	Poder Calorífico
Cascarilla de arroz	3,650 Kcal / Kg
Cascarilla de café	4,251 Kcal / Kg
Bagazo de caña húmedo	2,335 Kcal / Kg
Bagajillo	3,142 Kcal / Kg
Tusa de Maíz	5,225 Kcal / kg
Carbón	7000 Kcal / Kg
Petróleo	7800 Kcal / Kg
Leña Verde (30% Humedad)	2500 Kcal / Kg

Tabla 3. Comparación del poder calorífico de la cascarilla del arroz.

La cascarilla de arroz, presenta un poder calorífico de 3650 Kcal / Kg, superando a la leña verde ya que este posee un poder calorífico de 2500 Kcal / Kg, esta información es de vital importancia, ya que es un indicativo de la valiosa contribución de la cascarilla como sustituto de la leña.

Fuente: (Villada & Gutierrez, 2010)

4.5 Briquetas.

4.5.1 ¿Qué es la briqueta?

Las briquetas o bloques sólidos, son bio-combustibles para generar calor utilizados en estufas, chimeneas, hornos y caldera es un producto 100% ecológico y renovable catalogado como bio-energía sólida que viene en forma cilíndrica o de ladrillo y sustituye a la leña con muchas ventajas.

El término Briqueta es un término confuso porque puede estar fabricado con diversos materiales compactados. La materia prima de la briqueta puede ser biomasa forestal (procedente de aserraderos,

fábricas de tableros de partículas, etc.), biomasa residual industrial, biomasa residual urbana, carbón vegetal o simplemente una mezcla de todas ellas. (Moran, 2010)

4.5.2 Composición de la briqueta.

La Briqueta más utilizada es la de aserrín compactado, también conocida como leñetas, que en algunos casos no utilizan ningún tipo de aglomerante ya que el agua y la propia lignina de la madera funcionan como pegamento natural.

Son 100% naturales y ecológicas, ya que están hechas de desperdicios forestales tales como el aserrín, viruta, chips, ramas, restos de poda, raleo fino, etc. Los mismos son molidos, secados a un 10% de humedad y luego se compactan para formar briquetas generalmente de forma cilíndrica.

Esta Leña de material compactado posee mayor poder calorífico que la leña tradicional, encienden más rápido, no desprende grandes cantidades de humo ni olores y su uso evita la tala indiscriminada de árboles.

4.5.3 Proceso de briqueteado.

Según el documento publicado por la FAO se considera que el proceso de fabricación de briquetas consiste en el corte y/o la trituración de los desechos combustibles. En la tecnología rural simple, donde los materiales que hay que preparar son ramas y paja. El briqueteado es una tecnología de aumento de tamaño, en el que la cascarilla de arroz reducida a polvo o granza según la formulación se fabrica en briquetas (pequeño “ladrillos” producto de un proceso de prensado en moldes) de diferentes formas y tamaño

La densificación del producto generalmente es obtenida por compresión mecánica, en los procesos de briqueteado en seco es necesario contar con altas presiones de compactación. En tal caso no es necesario el uso de aglomerantes, pero este proceso es caro y recomendado solo para altos niveles de producción, por otro lado, el proceso de briqueteado húmedo requiere bajas o menores presiones de trabajo, pero se hace necesario usar una sustancia aglomerante.

4.5.4 Aglutinantes.

Según considera que la adición del pegamento o aglutinante es uno de los pasos críticos en la fabricación de briquetas, prácticamente cualquier adhesivo podría ser utilizado como cementante. La selección se hace en función del costo y del uso final que se pretende para la briqueta.

4.5.6 Efectos ambientales.

Uno de los efectos más negativos y común en la combustión es la contaminación del aire, la que consiste en la presencia de sustancias en la atmósfera provocadas por el humo en concentraciones que pueden causar problemas de salud y afectaciones perjudiciales a la flora y fauna.

La briqueta auxilia a la naturaleza; ya que 1000 kilos de briquetas corresponden a 3 árboles adultos, además las cenizas pueden ser utilizadas en huertos, jardines, jarrones con flores etc. (Moran, 2010).

4.5.7 Innovación tecnológica.

Cada crisis crea la oportunidad para el cambio y mejora la creatividad actualmente a nivel mundial se procura realizar innovaciones tecnológicas amigables al medio ambiente impulsadas por entes gubernamentales, universitarios, privadas, organizaciones sociales entre otras, a nivel local el gobierno nicaragüense presenta un enfoque al cambio climático y la adaptación a este, deteniendo la deforestación e impulsando a la población para la reforestación, promoviendo la cosecha de agua, reforestando, capacitando a la población entre otras.

En la UNI – Norte se han elaborado tesis para el aprovechamiento de los residuos agroindustriales entre las cuales se presenta la elaboración de concentrado lechero a partir del residuo (Cascarilla) del beneficio del café, también se realizó la mejora de una máquina briquetadora a base de energía eléctrica y otra solamente por medio de una prensa hidráulica, también se elaboraron briquetas del residuo del café, entre otras, en la actualidad la Universidad en colaboración con el PNUD tiene el enfoque de aportar a la solución de problemas ambientales mediante la elaboración de los trabajos monográficos.

V. HIPÓTESIS.

Hi. Las briquetas elaboradas con cascarilla de arroz tienen mayor poder calorífico que la leña tradicional.

VI. METODOLOGÍA O DISEÑO METODOLÓGICO.

Esta investigación fue producto de un trabajo interinstitucional el cual fue desarrollado en el laboratorio de la Universidad Nacional de ingeniería sede Norte – Estelí (UNI - RUACS) en conjunto con el PNUD los cuales facilitarán el aporte económico y técnico.

6.1 Aspectos y ubicación del estudio.

Este estudio se llevó a cabo en dos lugares, el primero fue en los laboratorios de la carrera de ingeniería agroindustrial ubicado en las instalaciones de la Universidad Nacional de Ingeniería Augusto Cesar Sandino UNI-RUACS.

El segundo lugar fue en la comunidad de Isiqui localizada en el departamento de Estelí, esta comunidad en los últimos 10 años ha sido beneficiada con proyectos de electrificación rural, se adoquino la carretera hasta el municipio de Jinotega es un sector productor teniendo el maíz y frijol como cultivos principales (en los cuales se genera residuos sólidos) no queda muy distante del área central del municipio de Estelí. Por lo tanto los sitios mencionados prestan las condiciones adecuadas para llevar a cabo los experimentos.

6.2 Tipo de investigación.

Esta investigación es del tipo experimental ya que se basó en elaborar briquetas los cuales se hicieron experimentos basados en los principios del método científico, desarrollando las distintas etapas de una investigación experimental.

6.3 Fase de investigación.

6.3.1 Pruebas para determinar las propiedades de la cascarilla de arroz.

Estas pruebas fueron realizadas tomando en cuenta que la biomasa estaba en su estado original es decir que no se pasó por ningún proceso de densificación.

a) Cálculo del porcentaje de humedad y materia seca

Para determinar este parámetro se midió el nivel de humedad por diferencia de materia seca.

Materiales y Equipos:

- ✓ 1 Balanza analítica
- ✓ 1 Secador Thermo Scientific
- ✓ 1 Par de guantes de cuero.
- ✓ 1 Pinzas metálicas.
- ✓ 4 recipientes metálicos.

Procedimiento.

- ✓ Se tomaron 4 muestra de la cascarilla (5 gr cada una).
- ✓ Se colocaron sobre los recipientes metálicos.
- ✓ Se llevaron a la cápsula al Thermo Scientific por un tiempo de 1 hora, a una temperatura de 120 °C.
- ✓ Transcurrido el tiempo indicado se retiró la cápsula del secador, se dejó enfriar y se pesó de nuevo.
- ✓ Se realizó nuevamente la operación en el secador y se colocó a la misma temperatura al mismo unidad de tiempo
- ✓ Cuando el peso fue el mismo en las 2 operaciones el resultado se registró, cuando vario el peso se le aplico nuevamente la misma operación hasta que el peso fue constante se dejó de hacer.

Ecuación 1. Contenido de humedad en la cascarilla de arroz.

$$1. \text{ Contenido de Humedad: } \frac{\text{g H}_2\text{O evaporada}}{\text{Masa de muestra (g)}} \times 100 \%$$

b) Porcentaje de cenizas

El término "cenizas" es equivalente al residuo inorgánico que queda después de quemar la materia orgánica, la muestra se incinera entre 400 y 600 °C para eliminar todo el material orgánico, el material inorgánico que no se destruye a esta temperatura se denomina ceniza.

Materiales y Equipos:

- ✓ 1 Balanza analítica
- ✓ 1 Mufla.
- ✓ 1 Par de guantes de cuero.
- ✓ 1 Pinzas metálicas.
- ✓ 4 recipientes metálicos.

Procedimiento:

Para la realización de esta práctica se hicieron los siguientes pasos.

1. Se colocaron los recipientes metálicos sobre una mesa.
2. Se pesaron 4 muestras de 5 gr de cascarilla cada uno y se colocaron sobre un recipiente
3. Se ubicaron los recipientes metálicos con la cascarilla en la mufla a 500 °C.
4. Se incineraron las muestras por más de 1 hora hasta que se obtuvo una ceniza de color blanco grisáceo.
5. Se dejó enfriar a temperatura ambiente.
6. Nuevamente se pesó la mezcla y se registraron sus pesos.
7. Posteriormente se realizaron los cálculos para la determinación del porcentaje de ceniza con su respectiva fórmula.

Ecuación 2. Calculo de los porcentajes de cenizas en las cascarillas.

$$\text{2. Contenido de cenizas \%} = \frac{\text{Peso de cenizas (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100$$

6.3.2 Análisis granulométrico

Este es un análisis métrico que consiste en ordenar de forma descendente una serie de tamices, depositando la cascarilla seca en ellos, agitándolos de forma horizontal o vertical durante 5 o 10 min.

Materiales y Equipos:

- ✓ 1 Balanza analítica
- ✓ 4 Par de guantes descartables.
- ✓ Cascarilla de arroz triturada
- ✓ 1 Juego de Tamices.

Procedimiento:

Para la realización de esta práctica se hicieron los siguientes pasos.

1. Se pesó 500 gramos de cascarilla triturada.
2. Se colocaron las muestras en el juego de tamices.
3. Se agitaron en un periodo de tiempo de 5 a 10 minutos.
3. Las muestras en cada tamiz fueron pesadas donde se clasifico según su tamaño.
4. Posteriormente según el resultado de la cascarilla se determinó su porcentaje.

6.3.3 Máquina briqueteadora con prensa hidráulica.

La máquina que se utilizó para elaborar las briquetas es una briqueteadora con prensa hidráulica (ver fig. 1), la cual fue parte del trabajo de tesis de un grupo de estudiantes de ingeniera industrial (Lopez & Picado, 2015) de la Universidad Nacional de Ingeniería UNI – RUACS sede regional Estelí.

El equipo está elaborado de acero A-36 de la normativa ASTM, cuenta con un armazón y 10 piezas que son base para llevar a cabo el proceso de elaboración, al cuerpo de la máquina esta soldado el gato hidráulico y a su vez está soldado a una placa que distribuye la presión que este ejerce, dicha placa es sostenida por unos resortes que permiten el deslizamiento de la misma; las demás piezas son ensambladas al cuerpo de la máquina.

El método de trabajo de la máquina hidráulica es semi manual, esto permite que se evite el consumo de energía eléctrica y por consiguiente la emisión de Co2 hacia el medio ambiente, también permite la reutilización del agua que se utiliza durante el proceso de briqueteado.



Figura 1. Maquina hidráulica.

6.3.3.1 Funcionamiento.

Una vez preparada la mezcla, esta se colocó dentro del molde cilíndrico el cual está ubicado debajo de la prensa hidráulica, el operario procede a bajar la palanca esta ejerce presión sobre los moldes cilíndricos ya que la prensa esta sobre una base metálica sostenida por resortes, que posee 6 moldes los cuales ensamblan en los moldes cilíndricos lo que permite ejercer una presión compacta sobre todo el material,

Es importante mencionar que los moldes cilíndricos poseen orificios que permite extraer el agua contenida en el material cuando la presión es ejercida, esta se escurrió en la maquina briqueteadora a través de una tipo tolva situada en la parte inferior (más baja) de la máquina.

6.3.4 Desarrollo del producto densificado.

En esta etapa se desarrollaron pruebas con diferentes aglomerantes (a partir de puntilla de arroz y almidón) mezclados con diferentes densidades de la cascarilla de arroz (entera y triturada). Estas diferentes pruebas con distintas mezclas (ver tabla 4) se realizaron con el propósito de demostrar la influencia que tienen los aglomerantes en el proceso de elaboración de briquetas.

Se eligieron estos aglomerantes (puntilla y el almidón) debido a que se encontrarán fácilmente en el mercado local, en cuanto a la puntilla este un subproducto del arroz y ambos poseen características cementantes es decir ayuda que el producto no se agriete.

Materiales, equipos, materia prima e insumos:

- ✓ 1 Balanza analítica
- ✓ 4 Par de guantes descartables.
- ✓ Cascarilla de arroz triturada y molida

- ✓ Almidón y puntilla.
- ✓ Caja de fosforo.
- ✓ Cocina Industrial.
- ✓ 3 Tina plásticas,
- ✓ 3 baldes.
- ✓ Maquina briqueteadora

Procedimiento:

Para la realización de esta práctica se hicieron los siguientes pasos.

1. Primeramente se pesó la cantidad de materia prima e insumos a utilizar según la fórmula, luego se puso sobre los envases de plásticos.
2. Una vez pesado el insumo se procedió a la cocción con el agua según la formula alrededor de 30 a 40 minutos.
3. Se dejó enfriar alrededor de 30 minutos aproximadamente.
4. Se mezcló con la cascarilla (molida o triturada según la formula).
5. Se elaboraron la briquetas en la maquina briqueteadora y reposaron en la prensa por 3 minutos.
6. Se procedió a secar las briquetas al aire libre hasta que quedaron totalmente secas.
7. Finalmente se almacenaron.

Formula 1	42.60% de Cascarilla de Arroz molida, 57.40% Almidón (Mezcla de 8.73% de almidón y 48.67% de Agua).
Formula 2	42.60% de Cascarilla de Arroz triturada, 57.40% Almidón (Mezcla de 8.73% de almidón y 48.67% de Agua).
Formula 3	41.39% de Cascarilla de Arroz molida, 58.61% de Puntilla (Mezcla 11.31% de harina de puntilla 47.30% Agua)
Formula 4	41.39% de Cascarilla de Arroz triturada, 58.61% de Puntilla (Mezcla 11.31% de harina de puntilla 47.30% Agua).

Tabla 3. Detalle específico de las formulas

Fuente: (Gutierrez, Castillo, & Rivera., 2012).

6.3.5 Proceso de elaboración.

✓ Obtención de la Materia Prima.

La materia prima que se utilizó es procedente de los beneficios de arroz ubicados en el municipio de Sébaco.

✓ Transportación de la Materia Prima.

El transporte se realizó en una camioneta y en sacos debido a que se necesitó poco volumen de cascarilla de arroz para elaborar las briquetas puesto que su uso fue experimental

✓ Limpieza de la materia prima.

Se eliminaron las impurezas como el polvo o partículas de tierra que se encontraron mezcladas con el tamo de arroz, dejando el residuo del arroz libre de impurezas, puesto que esto afecta negativamente la combustión

✓ Molienda de la Cascarilla de Arroz.

La molienda fue una de las operaciones más importantes dentro del proceso para fabricar las briquetas, debido a que se necesitó compactar la materia prima para mejorar la solides del producto y por ende su calidad, se utilizó un molino de disco para disminuir los espacios vacíos del volumen total.

✓ Mezclado.

Se mezclaron con dos tipo de aglomerantes por separado (puntilla y almidón) el cual sirvieron como pegamento y ayudaron a que la briqueta compactara.

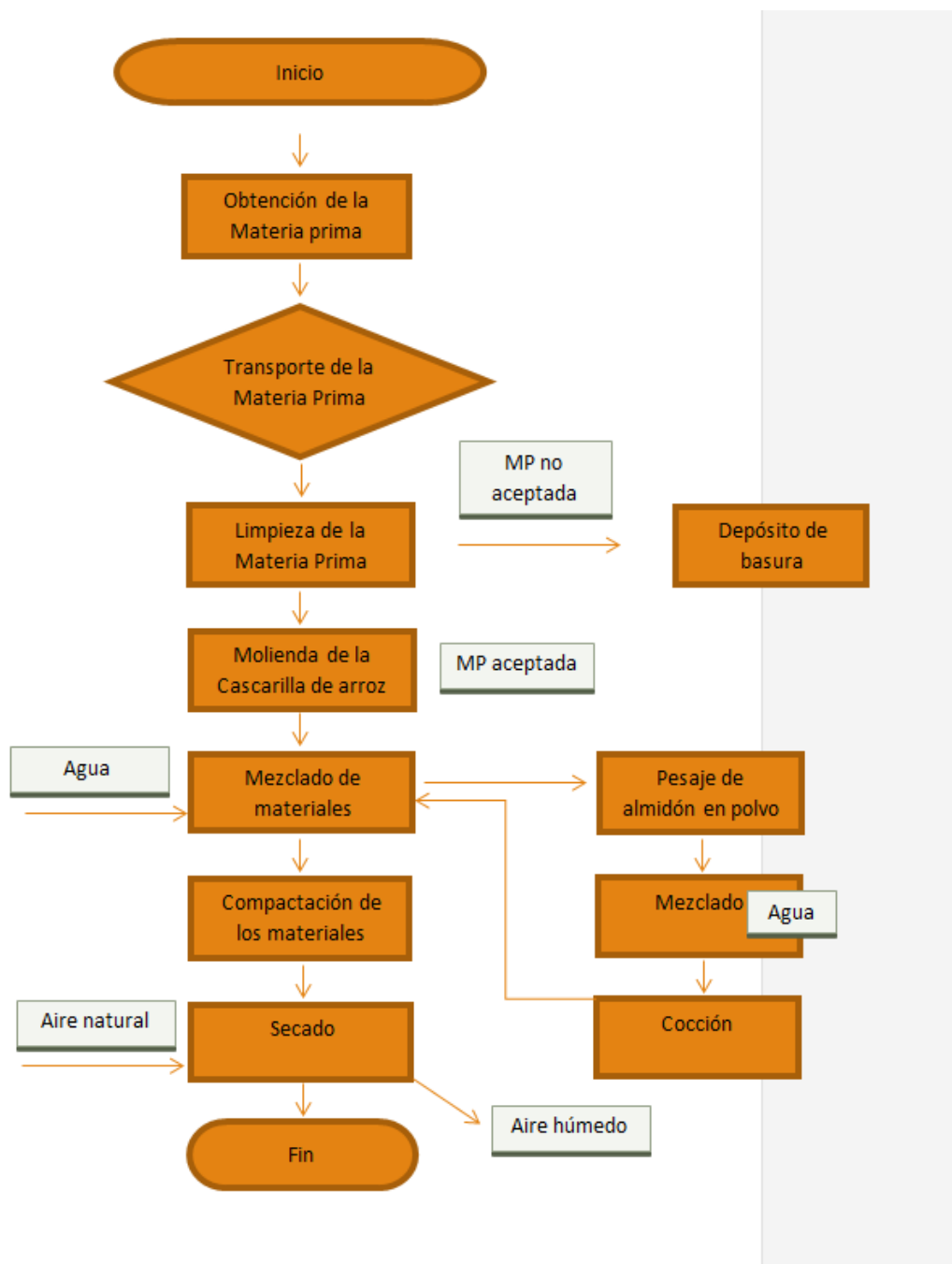
✓ Compactación.

Esta operación consistió en darle forma definida a la briqueta y esto ayuda a que la briqueta tenga un quemado de forma uniforme, además es importante mencionar que se le aplicó una presión constante ya que si esta es muy baja la briqueta se puede dañar con facilidad y su incineración es más rápida.

✓ Secado.

El secado se realizó de forma natural, aprovechando la exposición a la luz solar, ubicado en el patio del laboratorio de la Universidad.

6.3.6 Flujograma.



Fuente:(Gutierrez, Castillo, & Rivera., 2012)

6.3.7 Pruebas físicas para las briquetas

Las Briquetas que se obtuvieron de las distintas fórmulas se sometieron a distintas pruebas, con la finalidad de establecer comparación entre los productos obtenidos derivados de las diferentes formulaciones.

La tecnología que se utilizó para realizar las diferentes pruebas se basó en la investigación realizada por medio de la investigación monográfica realizada por estudiantes de la UNI-RUACS

(Gutierrez, Castillo, & Rivera., 2012).

6.3.7.1 Porcentajes de humedad.

Se obtuvo este parámetro midiendo el nivel de humedad por diferencia de materia seca, se utilizó materiales, equipos y procedimientos que se detallan a continuación:

Materiales y Equipos:

- ✓ 1 Balanza analítica
- ✓ 1 Secador Thermo Scientific
- ✓ 1 Par de guantes de cuero.
- ✓ 1 Pinzas metálicas.
- ✓ 4 recipientes metálicos.

Procedimiento experimental:

1. Se tomaran 8 muestra de las briquetas 2 de cada una de las formulas.
2. Se colocaran sobre los recipientes metálicos.
3. Luego se llevaron a la cápsula al Thermo Scientific por un tiempo de 1 hora, a una temperatura de 120 °C.
4. Transcurrido el tiempo indicado se retiró la cápsula del secador, se enfrió y se pesó de nuevo.
5. Nuevamente se repitió la operación en el secador y se colocó a la misma temperatura en el mismo tiempo.
6. Si el peso fue el mismo en las 2 operaciones se registra y si vario realizar nueva una operación hasta que fuera el peso constante.

Ecuación 3. Calculo para el contenido de humedad en la briqueta.

$$\text{3. Contenido de Humedad: } \frac{\text{g H}_2\text{O evaporada}}{\text{Masa de muestra (g)}} \times 100 \%$$

Dónde:

g. de H₂O evaporada = P1 - P3:

Porcentaje de humedad: $\frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso final}} \times 100$

Peso final.

Fuente: (Gutierrez, Castillo, & Rivera., 2012).

6.3.7.2 Porcentaje de ceniza.

Se tomaron aleatoriamente muestras que presentaron las mejores características físicas para su uso como combustible, posteriormente se utilizó 2 muestras de cada formula de la briqueta (en total 8 muestras) de 5 gramos cada una, la cual se depositó en la mufla a 500°C durante 120 minutos. Los residuos de material que quedaron después del quemado se pesaron en una balanza analítica para determinar el porcentaje de ceniza generada.

Materiales y Equipos:

- ✓ 1 Balanza analítica
- ✓ 1 Mufla.
- ✓ 1 Par de guantes de cuero.
- ✓ 1 Pinzas metálicas.
- ✓ 8 recipientes metálicos.

Procedimiento:

Para la realización de esta práctica se llevaron a cabo los siguientes pasos.

1. Se Colocaron los recipientes metálicos sobre una mesa.
2. Posteriormente de ocho briquetas se les extrajo 5 gramos de cada formula de manera individual y se colocaron sobre los recipiente metálico de manera individual.
3. Seguidamente se ubicaron los recipientes metálicos con las briquetas en la mufla a 500 °C.
4. Las muestras fueron incineradas por más de 1 hora, hasta que se obtuvo una ceniza de color blanco grisáceo.
5. A temperatura ambiente se dejó enfriar la muestra.
6. Nuevamente se pesó la mezcla y se registraron los resultados del nuevo peso.

7. Finalmente se aplicaron los cálculos para la determinación de cenizas.

Ecuación 4. Calculo para los porcentajes de cenizas en las briquetas.

$$4. \text{ Contenido de cenizas } \% = \frac{\text{Peso de cenizas (g)}}{\text{Peso de la muestra (g)}} \times 100$$

6.3.7.3 Tiempo de quemado de las briquetas.

Para determinar este parámetro se utilizaron los siguientes materiales y procedimientos que se mencionan a continuación:

Materiales.

- ✓ Briquetas.
- ✓ Leña.
- ✓ Cerillos y Ocote.
- ✓ Estufa.
- ✓ Termómetro de aguja digital DPF 450W (-40C°/232C°) Marca Cooper Atking

Procedimientos:

1. Se colocaron las briquetas en la estufa.
2. Con ayuda del ocote y el cerillo se incineraron las briquetas.
3. Se midió el tiempo que permanecieron las briquetas encendidas.
4. Se realizaron el mismo procedimiento con la leña para comparar los tiempos de quemado.

El tiempo de quemado de las briquetas fue medido con un termómetro que nos indicó en cuanto tiempo se consumieron el cual se registró desde el momento cuando se inició la combustión de las briquetas hasta que se consumieron totalmente.

A continuación se presenta un cuadro detallado con las pruebas de quemado.

Prueba 1 Se quemaron en un horno artesanal la briqueta de la fórmula 1.

Prueba 2 Se quemaron en un horno artesanal la briqueta de la fórmula 2.

Prueba 3 Se quemaron en un horno artesanal la briqueta de la fórmula 3.

Prueba 4	Se quemaron en un horno artesanal la briqueta de la fórmula 4.
Prueba 5	Se quemaron en un horno artesanal solo la leña.

Tabla 4. Pruebas de quemado.

6.3.7.4 Pruebas de dióxido de carbono

Las pruebas de emisión de Co₂ se realizaron con el objetivo de determinar las ppm del gas que emana de las briquetas durante la combustión y luego se realizó la comparación con la cantidad que emana de la leña, para esto se utilizó un medidor de Co₂ de la marca P-Sense Plus modelo AZ7755 a una distancia alrededor de 50 cm del escape del horno en diferentes ángulos.

6.3.7.5 Poder calórico.

El poder calórico se determinó mediante la prueba del agua hirviendo conocida como The Water Boiling Test (WBT), esta es generalmente utilizada considerando que al aplicar mayor calor se reduce el tiempo en llevar el agua al punto de ebullición (se consideró el agua ya que se conoce el punto de ebullición 100° C) (Gutierrez, Castillo, & Rivera., 2012).

Materiales.

- ✓ Estufa.
- ✓ Ocote.
- ✓ Cerillo.
- ✓ Cronometro.
- ✓ Leña.
- ✓ Olla de 5 Litros de agua.

A continuación se mencionan los siguientes pasos para realizar esta prueba.

1. Se tomaron las mejores briquetas de cada formula y se colocaron en una estufa (Cocina artesanal).
2. Con cerillo y ocote se encendieron las briquetas de cada formula.
3. Se utilizó una olla con 5 litros de agua encima de la estufa
4. Se registró el tiempo en que fue colocada sobre la estufa.
5. Al momento de hervir el agua los datos fueron registrados y se retiró de la estufa
6. En cada fórmula fueron realizados los mismos procedimientos

7. Finalmente se registraron los resultados de cada experimento y se hicieron comparaciones.

6.3.8 Elaboración de las roquillas mediante el uso de las briquetas y la determinación de la vida útil.

Mediante este análisis se pretendió evaluar la utilidad de las briquetas, primeramente se fabricaron roquillas y se utilizaron solamente las briquetas como material combustible posteriormente se aplicó un análisis de vida útil en las roquillas, reflejando si la alternativa propuesta pudo ser utilizada en el proceso de cocción para la obtención del producto.

En la elaboración de las roquillas se utilizaron las siguientes materias.

- ✓ Harina,
- ✓ Cuajada,
- ✓ Bicarbonato de sodio,
- ✓ Tapa de dulce,
- ✓ Azúcar,
- ✓ Huevos,
- ✓ Manteca,
- ✓ Margarina,
- ✓ Royal.

En la evaluación de la calidad de los productos alimenticios existen cuatro tipos de análisis: físicos, químico, microbiológicos y sensorial, los tres primeros solo se puede realizar en laboratorios, en cuanto a la sensorial es a través de degustaciones mediante panelistas preparados, este último aspecto fue abordado en este documento el cual se reflejó mediante tres momentos y ocho pasos.

6.3.8.1 Pasos del análisis sensorial.

El procedimiento para identificar la vida útil en anaquel se dividió en tres momentos: almacenamiento, degustación y análisis de los resultados, dentro de estos tres momentos se ejecutaron ocho pasos.

Paso 1. Elección del lugar de almacenamiento.

Se seleccionó un lugar adecuado para el almacenamiento del producto, después del procesamiento de la rosquilla se procedió a tomar la decisión del lugar de almacenamiento para realizar las distintas degustaciones de los panelistas, tomando en cuenta las recomendaciones ofrecidas por la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense de almacenamiento de Productos alimenticios (NTON 03 041-03). Por lo cual se seleccionó la pulpería de la estudiante Sara Madrigal ubicada frente a la terminal de buses Contran Sur Estelí debido a que cumple con los requisitos mínimos de almacenamiento de la NTON.

Paso 2. Selección y convocatoria de los panelistas.

Los panelistas fueron personas que conocen el producto y presentaron interés de aprender en su participación, además mantuvieron el compromiso de acudir a todas las sesiones del proceso, se seleccionaron 5 personas debido a las unidades del producto que se obtuvieron.

Paso 3. Preparación de las condiciones.

Es el lugar destinado para la catación, a cada panelista se le asignó su propio espacio equipado con mesa, silla, hoja de evaluación, lápiz, las rosquillas, vaso de agua y un basurero.

Paso 4. Día y lugar.

Se recordó a los panelista siempre la importancia que tiene el cuidado y estricto cumplimiento de realizar las degustaciones en las fechas que se acordaron con suficiente tiempo de anticipación, pues esto es crucial para el análisis de su vida útil

Paso 5. Toma de las muestras

Las muestras se tomaron al azar de la producción del mismo día, por lo tanto se cumplieron con todos los requisitos y exigencias de materia prima y Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). Se determinaron el número de muestras según el número de catadores y las veces que se hicieron las pruebas de seguimiento, se codificaron las muestras, con fecha de elaboración y degustación que se efectuó.

Paso 6. Evaluación sensorial, degustación o catación

La degustación es para valorar el aroma, apariencia, textura y sabor del producto alimenticio, la primera degustación fue considerada como la prueba de control, posteriormente, hay pruebas para ir valorando las mismas cualidades.

En las rosquillas según lo recomendado por (Programa Pyme Rural, 2012) indico cronológicamente hacer la prueba de control y pruebas de seguimiento por tres meses, de la siguiente manera:

- El primer mes: el día que se toma la muestra se hace la prueba de control.
- La primera prueba de seguimiento se hizo a los 15 días de haber seleccionado la muestra.
- La segunda prueba se hizo nuevamente a los 15 días después de la prueba anterior. Es decir un mes después que se seleccionó la muestra.
- El segundo mes, a los 60 días de la prueba de control. Es decir a los 60 días que se tomó la muestra.
- El tercer mes, a los 30 días de prueba anterior.

Paso 7. Vida de anaquel

La vida de anaquel son las pruebas de seguimiento al producto hasta determinar su vida útil, de acuerdo a las experiencias que fueron realizadas por los panelistas estos registraron los datos obtenidos en la hoja de prueba de degustación o hoja de evaluación.

Paso 8. Registro y análisis de datos de la degustación.

Cada panelista, al terminar su valoración sobre el producto, entrego la herramienta (hoja de evaluación), que expresa su opinión sobre el producto, al momento de recibirla estas herramientas, se ordenaron y procesaron para posteriormente analizar los datos reflejados en dicha evaluación. (Programa Pyme Rural, 2012).

6.3.9 Evaluación de los costos de producción de las briquetas.

El objetivo para la determinación de las ventajas económicas es ordenar la información de carácter monetario que nos proporcionaron las etapas anteriores y así elaborar los cuadros analíticos que sirven para presentar que material combustible fue de menor inversión.

Para esto se inició con la determinación de los costos totales y de la inversión para elaborar las briquetas, cuya base son los distintos análisis que se lograron realizar ya que tanto los costos totales como la inversión dependen de dichos análisis.

La inversión comprende la adquisición de los activos fijos o tangibles y diferidos o intangibles necesario para el procesamiento de la cascarilla de arroz a briquetas, en este caso es el costo de la máquina briqueteadora.

A continuación, se presentan los siguientes costos que determinaron en que briqueta se dio la menor inversión:

- Costo de materia prima.
- Costo de agua.
- Costo de mano de obra.
- Costo de insumos

VII. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

Por medio de la aplicación de la metodología de investigación antes propuesta, se estableció la validez de la hipótesis, analizando cada uno de los aspectos metodológicos, obteniéndose los siguientes resultados:

7.1 Pruebas para determinar las propiedades de la cascarilla:

a) Contenido de humedad y materia seca de la cascarilla de arroz.

El objetivo principal de la realización de estas pruebas fue caracterizar la biomasa que se utilizara para elaborar las distintas briquetas.

Tomando en cuenta los datos obtenidos de las pruebas en la extracción de humedad (ver gráfico 1) por medio del secador (ver fig. 2). Se calculó un porcentaje promedio de 92.5 % de materia seca en base a 4 muestras de 5 gr cada una, las cuales se indican con más detalle en la Tabla 7.



Figura 2. Secador Thermo Scientific.

A continuación se presentan los resultados de la determinación de humedad y materia seca.

Calculo para el contenido de humedad en las cascarillas.

Muestra 1

1. Contenido de Humedad:
$$\frac{\text{g H}_2\text{O evaporada}}{\text{Masa de muestra (g)}} \times 100 \%$$

Dónde:

g. de H₂O evaporada = P1 - P3: 5 – 4.6: **0.4 gr**

Contenido de Humedad:
$$\frac{0.4 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100 \%$$

Contenido de Humedad: 8 %

Muestra 2.

2. Contenido de Humedad:
$$\frac{\text{g H}_2\text{O evaporada}}{\text{Masa de muestra (g)}} \times 100 \%$$

Dónde:

g. de H₂O evaporada = P1 - P3: 5 – 4.7: **0.3 gr**

Contenido de Humedad:
$$\frac{0.3 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100 \%$$

Contenido de Humedad: 6 %

Muestra 3.

3. Contenido de Humedad:
$$\frac{\text{g H}_2\text{O evaporada}}{\text{Masa de muestra (g)}} \times 100 \%$$

Dónde:

g. de H₂O evaporada = P1 - P3: 5 – 4.7: **0.3 gr**

Contenido de Humedad:
$$\frac{0.3 \text{ gr}}{\text{-----}} \times 100 \%$$

5 gr

Contenido de Humedad: 6 %

Muestra 4.

$$4. \text{ Contenido de Humedad: } \frac{\text{g H}_2\text{O evaporada}}{\text{Masa de muestra (g)}} \times 100 \%$$

Dónde:

g. de H₂O evaporada = P1 - P3: 5 – 4.5: **0.5 gr**

$$\text{Contenido de Humedad: } \frac{0.5 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100 \%$$

Contenido de Humedad: 10 %

Muestra	Peso 1	Tiempo 1	Peso 2	Tiempo 2	Peso 3	Materia Seca	Humedad %
1	5 gr	01: 57	4.7 gr	03: 19	4.6 gr	92%	8
2	5 gr	Pm	4.7 gr	pm	4.7 gr	94 %	6
3	5 gr	02: 57	4.7 gr	04:19	4.7 gr	94 %	6
4	5 gr	pm	4.5 gr	pm	4.5 gr	90 %	10

Tabla 5. Porcentajes de humedad y materia seca en las cascarillas.

$$5. \text{ Porcentaje de humedad: } \frac{\text{Peso Inicial} - \text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}} \times 100$$

Peso Inicial

$$\text{Porcentaje de humedad: } \frac{5 \text{ gr} - 4.625 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100.$$

5 gr

Porcentaje de humedad: 7.5 %

Fuente: (Gutierrez, Castillo, & Rivera., 2012).

El resultado obtenido demuestra que el porcentaje promedio de humedad de la cascarilla es del 7.5 % haciendo una comparación con el dato establecido por (Villada & Gutierrez, 2010) indica que la humedad es menor ya que estos presentan una humedad residual de 8.88%

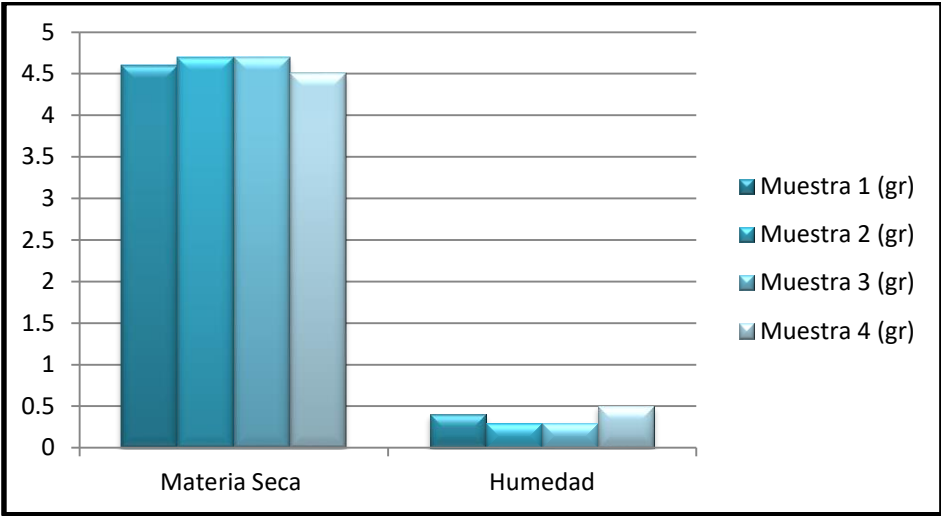


Grafico 1 Porcentaje de humedad y materia seca de la cascarilla de arroz.

El grafico 1 refleja la poca variabilidad del contenido de humedad en el cuerpo de la cascarilla de arroz, es notorio que no supera el 10% del peso en agua, puesto que las características físicas de la cascarilla no es capaz de retener un porcentaje elevado de humedad por lo que resulta tener siempre menor cantidad de agua ya que el porcentaje de materia seca favorece la combustión,

b) Determinación de cenizas.

Desde el punto de vista analítico, el conocer el valor del material inorgánico total es útil cuando se requiere información sobre la naturaleza de la muestra.

En el cálculo del porcentaje promedio de la extracción de cenizas fue realizado en base a 4 muestras de 5 gr cada una (ver fig. 3), en la tabla 8 se demuestra los resultados de esta prueba.



Figura 3. Cenizas en la mufla.

Calculo de Porcentaje de Cenizas en las cascarillas.

Prueba 1

Peso de cenizas (g)

6. Contenido de cenizas %= ----- x 100

Peso de la muestra (g)

1.1 gr

Contenido de cenizas = ----- x 100 %

5 gr

Contenido de cenizas = 22 %

Prueba 2.

Peso de cenizas (g)

7. Contenido de cenizas %= ----- x 100

Peso de la muestra (g)

1.2 gr

Contenido de cenizas = ----- x 100 %

5 gr

Contenido de cenizas = 24 %

Prueba 3.

Peso de cenizas (g)

$$8. \text{ Contenido de cenizas } \% = \frac{\text{-----}}{\text{-----}} \times 100$$

Peso de la muestra (g)

1.2 gr

$$\text{Contenido de cenizas} = \frac{\text{-----}}{\text{-----}} \times 100 \%$$

5 gr

$$\text{Contenido de cenizas} = 24 \%$$

Prueba 4.

Peso de cenizas (g)

$$9. \text{ Contenido de cenizas } \% = \frac{\text{-----}}{\text{-----}} \times 100$$

Peso de la muestra (g)

1.2 gr

$$\text{Contenido de cenizas} = \frac{\text{-----}}{\text{-----}} \times 100 \%$$

5 gr

$$\text{Contenido de cenizas} = 24 \%$$

No	Concepto.	Peso Inicial	Peso Final	% Cenizas
1	Muestra 1	5	1.1	22 %
2	Muestra 2	5	1.2	24 %
3	Muestra 3	5	1.2	24 %
4	Muestra 4	5	1.2	24 %

Tabla 6. Porcentajes de cenizas.

Fórmula para calcular el porcentaje promedio de cenizas en la cascarilla de arroz.

$$10. \text{ Contenido de cenizas } \% = \frac{\text{Peso de cenizas (g) \%}}{\text{-----}} \times 100$$

Peso de la muestra (g) %

Contenido de cenizas % = $\frac{1.175 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100 \%$

5 gr

Contenido de cenizas = 23.5 %

Fuente: (Gutierrez, Castillo, & Rivera., 2012)

La medición de las cenizas nos logró dar un porcentaje (ver fig. 4) de 23.5 % lo cual resulta muy alto (ver gráfico 2) cuando se hace una comparación según lo planteado por (Villada & Gutierrez, 2010) el cual enseño que es de 13.06 %



Figura 4. Medición de las cenizas.

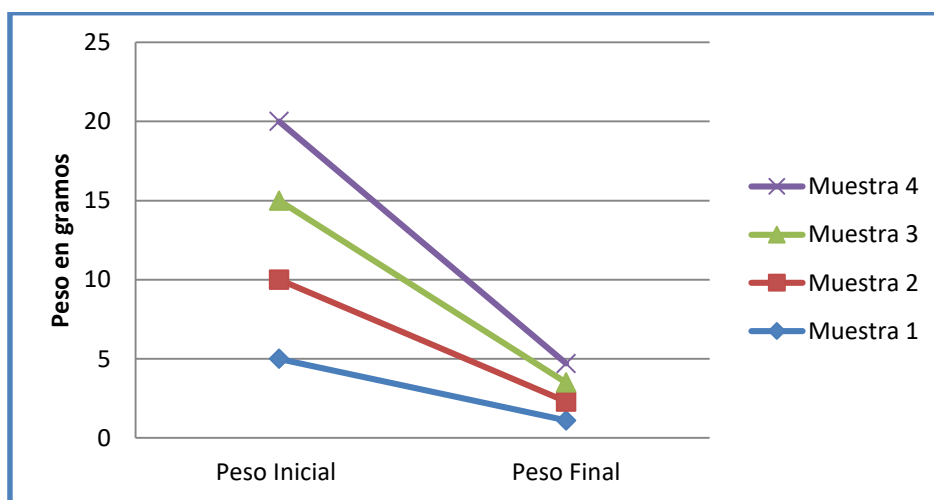


Gráfico 2. Determinación de cenizas.

El gráfico expresa que las 4 pruebas realizadas suman un total de 20 gramos resultando 4.7 gramos de ceniza en otras palabras indica que el 23.5 % de la materia seca resulta ser ceniza. Esta prueba es

útil para indicar cuanta energía calorífica se puede obtener de la cascarilla aunque esta refleja tener un 25% de ceniza su determinación facilita el conocer lo que realmente se quema, las cenizas son el resultado de la combustión esto determina el aprovechamiento energético de la materia entre más alto es el contenido de ceniza requiera mayor energía para incinerar la masa total

c) Análisis Granulométrico:

La granulometría (ver gráfico 3) tiene como fin medir el tamaño de las partículas que se utilizaron en la elaboración de briquetas (ver tabla No 9), al disminuir considerablemente el tamaño original del residuo se disminuye el volumen de espacio lo cual influye directamente en la resistencia mecánica y calidad de la briqueta.

No	No de Diámetro	Peso	Porcentajes %
1	20 Micrómetro	10 gr	2 %
2	30 Micrómetro	63.2 gr	12.64 %
3	40 Micrómetro	163.9 gr	32.78 %
4	50 Micrómetro	101.3 gr	20.26 %
5	100 Micrómetro	105.2 gr	21.04 %
6	200 Micrómetro	56.4 gr	11.28 %
Total	500 gr		100 %

Tabla 7. Registro del tamaño de las partículas y sus respectivos porcentajes.

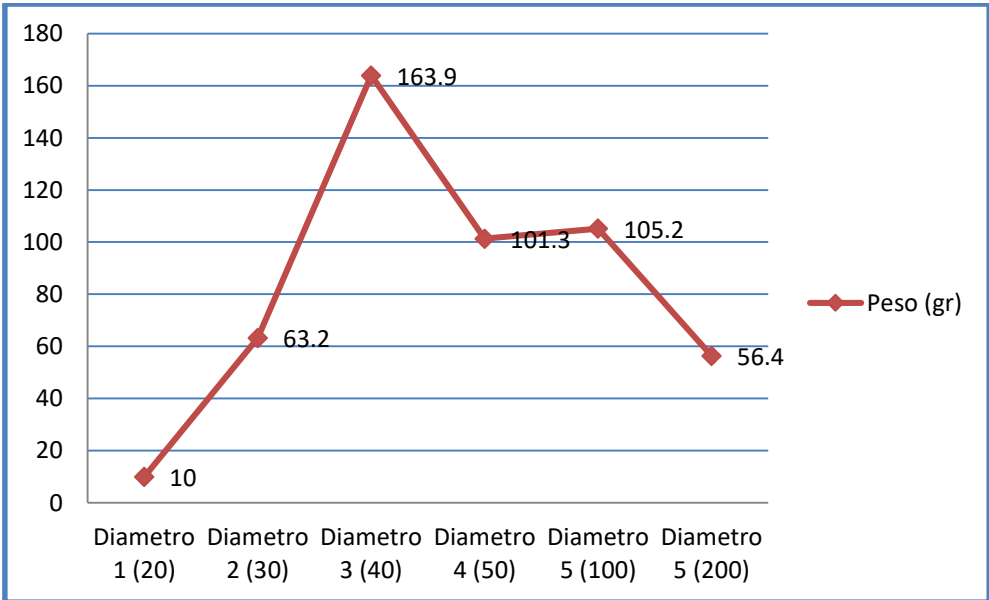


Grafico 3. Curva granulométrica.

Como lo demuestra el grafico se obtuvo el siguiente resultado, la cascarilla de arroz triturada la mayor porción estaba depositada en los tamices (ver fig. 5) números 40, 50 y 100 (micrómetros es la unidad de medida), El grafico # 3 muestra una imagen del tamaño de las partículas de la cascarilla triturada 32.78% pertenece Diámetro # 40 (Micrómetro) este resulta la mayor cantidad esto surgió debido al tipo de abrasión mecánica que se utilizó (molino de martillos) entre más pequeña resulte la partícula más facilita a la disminución de volumen de espacio en el cuerpo de la briqueta por lo tanto el objetivo de reducir al máximo el tamaño de la partículas para una mayor compactación en el prensado y por ende mejor calidad de la briquetas.



Figura 5. Juego de tamices.

Por medio de los análisis ejecutados en la cascarilla de arroz podemos establecer de que cuenta con las características físicas que favorecen la incineración puesto que su humedad no supera más del 10% reduciendo el nivel de energía utilizada para evaporar el agua contenida en la materia, además posee un 90% de materia seca, aunque tenga el 23.5% como ceniza este no limita la combustión, en cuanto a su densificación este se puede dar en un molino de disco o de martillo, tanto la cascarilla triturada como la cascarilla entera, pueden ser utilizadas en la obtención de briquetas siendo este último.

7.2 Caracterización de la máquina briqueteadora.

La máquina briqueteadora hidráulica (ver figuras 6, 7, 8), permite compactar residuos de café, cascarillas de arroz, madera, etc. Con el fin de elaborar briquetas que sean un sustituyente de la leña y a su vez puedan aprovecharse estos residuos para minimizar el impacto que estos generan al medio ambiente.

Por otro lado la presión requerida para compactar la mezcla, según el informe elaborado por (Gutierrez, Castillo, & Rivera., 2012) se concluye que la presión oscila entre 2.02 y 3.63 MPa, Por consiguiente se utilizó la maquina hidráulica ya que según los análisis hechos por (Lopez & Picado, 2015) indican que las toneladas de la gata hidráulica podía oscilar entre 2 y 4 toneladas para generar la presión comprendida entre 2.02 y 3.63 MPa, para la producción de una briqueta

A continuación se muestra el diseño y las dimensiones métricas de la maquina hidráulica, las medidas están en cm y el espesor del material de construcción en pulgadas.

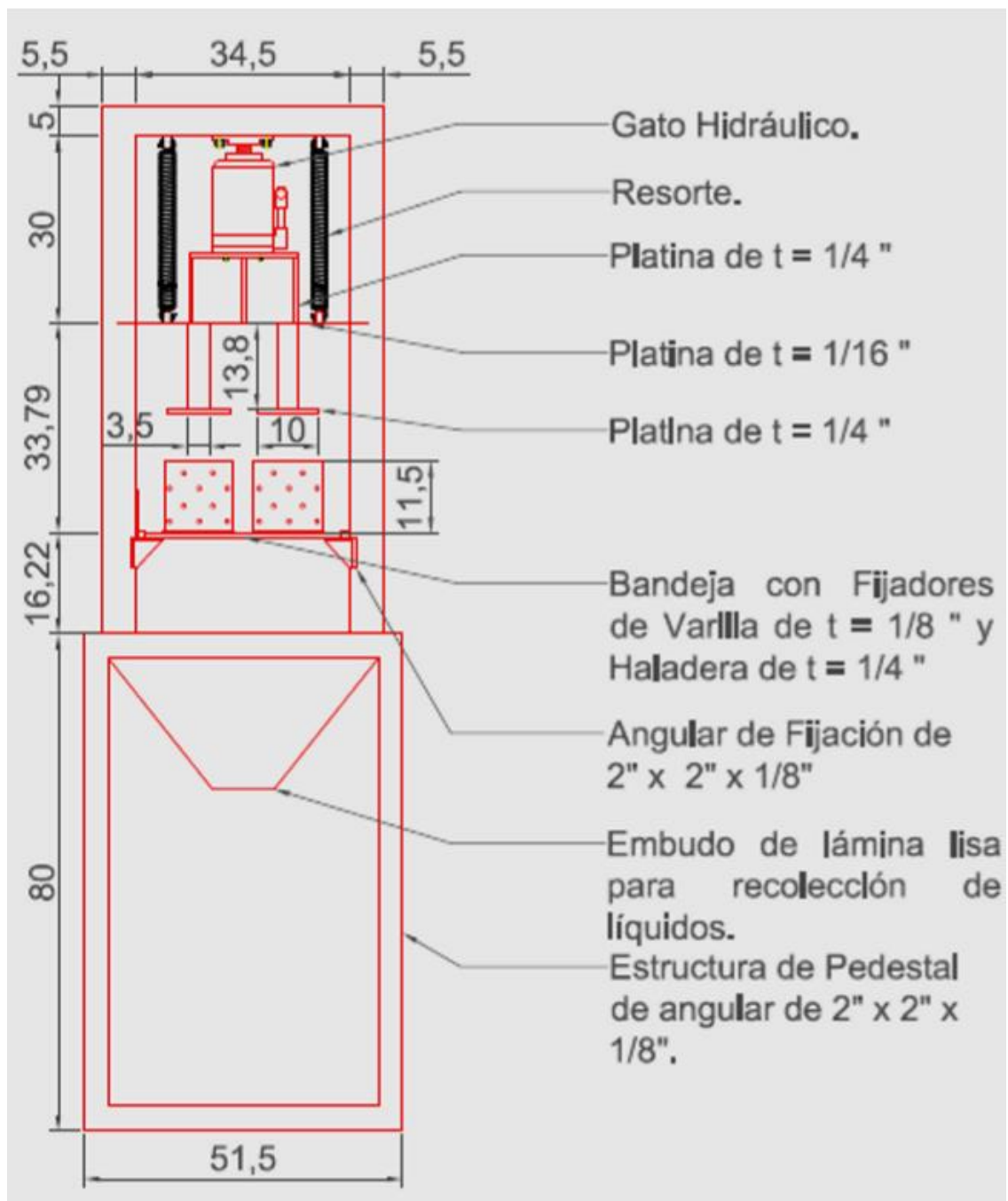


Figura 6. Diseño de la maquina hidráulica.

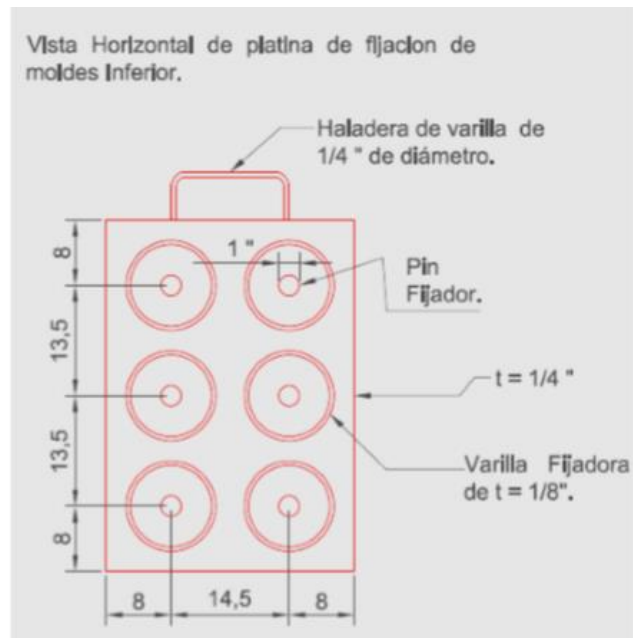


Figura 7. Diseño de la placa de fijación y refuerzo.

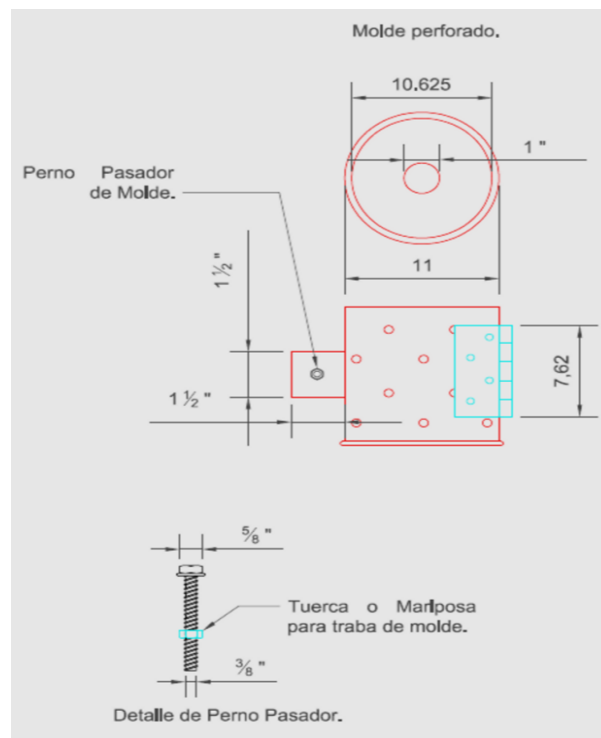


Figura 8. Diseño de los grilletes.

Fuente: (Gutierrez, Castillo, & Rivera., 2012).

Según lo mencionado por (Lopez & Picado, 2015) el tiempo promedio para elaborar 6 unidades de briquetas por un operario es de 6.33 min, cabe mencionar que este tiempo corresponde solo a la operación de briqueteado que es la que se lleva a cabo en la máquina hidráulica y a partir de este tiempo se realizó el cálculo de productividad del equipo. Dicho cálculo se efectuó en base al tiempo encontrado y se proyectó la producción en: 1 hora, en 8 horas (1 día laboral), semanal (6 días laborales), mensual (26 días laborales) y anual (312 días laborales), para determinar estos niveles de producción se utilizó una regla de tres simple directa obteniendo los siguientes resultados:

- En 8 horas se producen (1 día laboral) 455 briquetas.
- En 1 semana se producen (6 días laborales) 2,730 briquetas.
- En un mes se producen (26 días laborales) 11,830 briquetas.
- En un año se producen (312 días laborales) 141,960 briquetas.

En base a los cálculos efectuados se encontró que el nivel de producción de la máquina hidráulica anualmente es de 141,953 unidades.

7.3 Desarrollo del producto densificado.

En la elaboración del producto densificado se adicionaron dos tipos de aglutinantes con el fin de indicar cuál de estos presentaban las mejores características físicas para la elaboración de las briquetas, tomando la fórmula establecida por el estudio experimental de (Gutierrez, Castillo, & Rivera., 2012) se utilizó primeramente almidón cosido, ya que las briquetas elaboradas con aglutinante sin tratamiento térmico no presenta las características físicas favorables para la combustión.

Por otra parte el segundo aglutinante utilizado y como alternativa propuesta, analizando el flujo grama del proceso productivo del arroz, se logró observar que existe un subproducto llamado puntilla que no es más que el arroz que no cumple con la calidad para poder ser comercializado, por lo cual presenta características adhesivas al ser cosido, en la elaboración de las briquetas en cuanto a su formulación se utilizó más puntilla que almidón debido a que la puntilla al momento de mezclarlo no logra tener la misma uniformidad que el almidón debido a los pequeños grumos formados por el grano de arroz quebrado, por lo cual se procedió a la densificación en un molino de disco artesanal en el laboratorio de agroindustria de la UNI, (ver figura 9), no siendo así el almidón puesto que por sus características físicas al ser expuesto al tratamiento térmico este se transforma en gel de manera uniforme lo cual facilita el mezclado con la cascarilla.



Figura 9. Aglutinante de puntilla molida.



Figura 10. Aglutinante de almidón cocido

En cuanto a la eficiencia ambos aglutinantes cumplían con sus respectivas funciones adhesivas en las briquetas tanto de la cascarilla triturada y sin triturar, durante la elaboración de las briquetas es importante resaltar la adición del aglomerante y su respectiva mezcla, ya que en la cocción el almidón debe adicionarse gradualmente y agitarse constantemente ya que si se introduce todo a la vez este se generan grumos lo cual posteriormente impide mezclarse correctamente con la cascarilla.

Al momento de ubicar la mezcla de la cascarilla con el aglutinante y el agua en el molde de la prensa este se realizó de manera muy fácil se ejercía presión sobre la mezcla con el objetivo de reducir el volumen de espacio y que al momento de la compactación existiera uniformidad en las briquetas en peso y tamaño.

En cuanto se refiere al secado (tabla 10) las briquetas elaboradas a partir de cascarilla sin triturar dilataban de 1 a 2 días de secado solar no se dañaban al momento de girarlas solo había que realizarlo con cuidado puesto que aún son frágiles por su alto grado de humedad ambas fórmulas tanto puntilla como almidón se podía utilizar con este tipo de cascarilla, en la observación de las briquetas elaboradas con cascarilla triturada el secado solar dilata alrededor de 2 a 4 días sin moverlas de lugar, al momento de girarlas estas no perdieron su forma, se percibió que la briqueta elaborada con puntilla era más sólida que la elaborada con la de almidón, esto es causado por la formula ya que tiene mayor porción de puntilla que de almidón.

No	Fórmula 1		Fórmula 2		Fórmula 3		Fórmula 4	
	Peso 1	Peso 2	Peso 1	Peso 2	Peso 1	Peso 2	Peso 1	Peso 2
1	790 gr	390 gr	430 gr	220 gr	785 gr	410 gr	450 gr	240 gr

2	815 gr	390 gr	425 gr	210 gr	830 gr	430 gr	430 gr	230 gr
3	830 gr	410 gr	400 gr	180 gr	840 gr	410 gr	400 gr	210 gr
4	840 gr	480gr	425 gr	220 gr	820 gr	430 gr	445 gr	230 gr
5	820 gr	430 gr	430 gr	230 gr	815 gr	420 gr	410 gr	230 gr
6	820 gr	400 gr	430 gr	205 gr	820 gr	410 gr	430 gr	220 gr

Tabla 8. Registro del peso de las briquetas antes y después del secado

La briketa de cascarilla de arroz sin triturar presento menor compactación que la briketa de cascarilla triturada debido a que las partículas de mayor tamaño permiten que se formen vacíos entre las misma, por lo tanto entre mayor es el tamaño de la partícula mayor es el volumen de espacio y entre menor es el tamaño de la partícula menor es el volumen de espacio por lo cual en este último presenta mayor peso (ver figura 10) ya que la cascarilla triturada reduce considerablemente el volumen de espacio.



Figura 11. Peso de briketa sin triturar.



Figura 12. Pesa e briketa triturada.

En la elaboración de las briquetas (ver fig.11) se crearon 400 unidades de las cuatro fórmulas (100 de cada formula) con un porcentaje de 8.73 % de almidón y 11.31% de puntilla (tanto cascarilla triturada y sin triturar) en la mezcla de estos cuatros tratamiento la tecnología que se utilizo es muy simple, de fácil aplicación y limpieza, no requiere energía eléctrica lo cual reduce grandemente los riesgos de algún accidente laboral.



Figura 12. Briqueta con cascarilla triturada. Figura 13. Briqueta con cascarilla triturada

Según los datos obtenidos indicaron que las formulas elaboradas con cascarilla triturada tanto de almidón como de puntilla presentan las mejores características físicas debido a su estructura sólida.

7.4 Pruebas físicas de las briquetas.

Estas pruebas se realizaron con el producto elaborado, el fin de estas es determinar las características físicas de las briquetas y dar las respectivas recomendaciones.

a) Contenido de humedad y materia seca de las briquetas.

En esta prueba se continuó con la metodología antes mencionada y se sometieron 8 briquetas, 2 unidades de cada formula de las cuales se extrajeron 5 gramos de muestra de cada briqueta haciendo un total de 8 muestra (ver fig.12) las cuales se introdujeron al secador los resultados de esta prueba se reflejan en la siguiente tabla:

Muestra	Peso 1 (gr)	Tiempo 1	Peso 2 (gr)	Tiempo 2	Peso 3 (gr)	Materia Seca	Humedad %
1	5	01: 20 pm	4.5	02:40 pm	4.5	90 %	10
2	5		4.5		4.5	90 %	10
3	5		4.5		4.5	90 %	10
4	5		4.5		4.5	90 %	10
5	5	02: 20 pm	4.5	03:40 pm	4.5	90 %	10
6	5		4.2		4.2	84 %	16
7	5		4.6		4.6	92 %	8
8	5		4.6		4.6	92 %	8

Tabla 9. Contenido humedad y materia seca de las briquetas.



Figura 14. Extracción de la humedad en la briqueta.

A continuación se presenta el cálculo del promedio del contenido de humedad:

Sustituyendo la muestra 1.

$$\text{11. Porcentaje de humedad: } \frac{\text{Peso Inicial} - \text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de humedad: } \frac{5 \text{ gr} - 4.5 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100.$$

Porcentaje de humedad: 10 %.

Fuente: (Gutierrez, Castillo, & Rivera., 2012)

Es importante señalar que se debe obtener un porcentaje más bajo de humedad esto se puede lograr en el momento del secado solar girando las briquetas con más repeticiones, ya que esto favorece a la combustión.

b) Contenido de Ceniza.

Se hizo un promedio en el cálculo de la extracción de cenizas (ver fig. 13) dando como resultado 19.5 % en base a 4 muestras de 5 gr cada una. A continuación en la tabla 12 se muestra los valores obtenidos de las diferentes muestras representan las diferente formulas.

No	Concepto.	Peso Inicial	Peso Final	% Cenizas
1	Muestra 1 (CEP)	5 gr	1.0 gr	20 %
2	Muestra 2 (CMP)	5 gr	1.0 gr	20 %
3	Muestra 3 (CEA)	5 gr	1.0 gr	20 %
4	Muestra 4 (CMA)	5 gr	0.9 gr	18 %

Tabla 10. Porcentajes de cenizas de las briquetas.



Figura 15. Extracción de las cenizas en las briquetas

Fórmula para calcular el porcentaje de cenizas.

$$12. \text{ Contenido de cenizas \%} = \frac{\text{Peso de cenizas (g) \%}}{\text{Peso de la muestra (g) \%}} \times 100$$

$$\text{Contenido de cenizas \%} = \frac{0.975 \text{ gr}}{5 \text{ gr}} \times 100 \%$$

$$\text{Contenido de cenizas} = 19.5 \%$$

Fuente: (Gutierrez, Castillo, & Rivera., 2012).

c) Tiempo de quemado de las briquetas

En el experimento se eligieron las briquetas que presentaban las mejores características con respecto al secado, compactación y forma. El quemado de las briquetas (ver fig. 14) se ejecutó de manera individual en el horno artesanal haciéndose cuatro pruebas diferentes de las cuales nos dieron los siguientes resultados (Ver tabla N° 12).

No	Descripción	Tiempo de Encendido
1	Briqueta, Puntilla cascarilla sin triturar	07:50 Min.
2	Briqueta, Puntilla cascarilla triturada.	25:23 Min.
3	Briqueta, Almidón cascarilla sin triturar	07:01 Min.
4	Briqueta, Almidón cascarilla triturada	23:30 Min.

Tabla 11. Tiempo de encendido de las briquetas.

Con este experimento se determinó como influye la densificación de la cascarilla en el tiempo de la combustión, el producto procesado con cascarilla entera presentó un tiempo no menor de 7 minutos y no logró alcanzar los 8 minutos encendidas. En cuanto se refiere a la cascarilla triturada y la notable diferencia del tiempo encendido en comparación con la no triturada resultó porque se redujo el volumen de espacio por lo tanto ese volumen en la cascarilla triturada es abarcado por la materia densificada presentando hasta tres veces mayor duración de encendido al ser densificada.

Analizando la diferencia del tiempo de encendido entre la cascarilla sin triturar (49 seg) y la triturada (2:07 min), se concluye que las briquetas tienen un porcentaje de humedad variable de 8% a 10% y una diferencia de pesos de 10 gramos hasta 50 gramos por lo cual esto influye directamente en el tiempo de encendido de las mismas.



Figura 16. Tiempo de quemado de las briquetas.

d) Pruebas de Co₂.

En la medición (ver fig. 15) de la concentración generada de Co₂ se hicieron 4 lecturas (ver tabla 14) en intervalos de 10 minutos entre cada una, esto en base a cada formula (en total 16 lecturas), se tomó como referencia el registro mínimo y el registro máximo esto tomando en cuenta de que a medida de que la briqueta lograba su mayor combustión mayor fue su generación de Co₂.

Categoría	Concepto.	Co. Min	Co. Max	Temperatura	H. Relativa
Exp 1	Cascarilla entera, Almidón	2251 Ppm	3582 Ppm	60 °C	22%
Exp 2	Cascarilla triturada, Almidón.	2386 Ppm	3433 Ppm	58 °C	18 %
Exp 3	Cascarilla entera, Puntilla	2872 Ppm	3311 Ppm	43 °C	22 %
Exp 4	Cascarilla triturada, Puntilla	2348 Ppm	4211 Ppm	60 °C	21.2 %
Exp 5	Leña	3553 Ppm	6063 Ppm	63 °C	23 %

Tabla 12. Registro de medición del monóxido de carbono.

En el registro reflejado por el medidor de Co2 de manera automática nos indicaba la temperatura y el grado de humedad relativa que existía en el ambiente en cual se estaba generando la combustión y por ende la producción de Co2

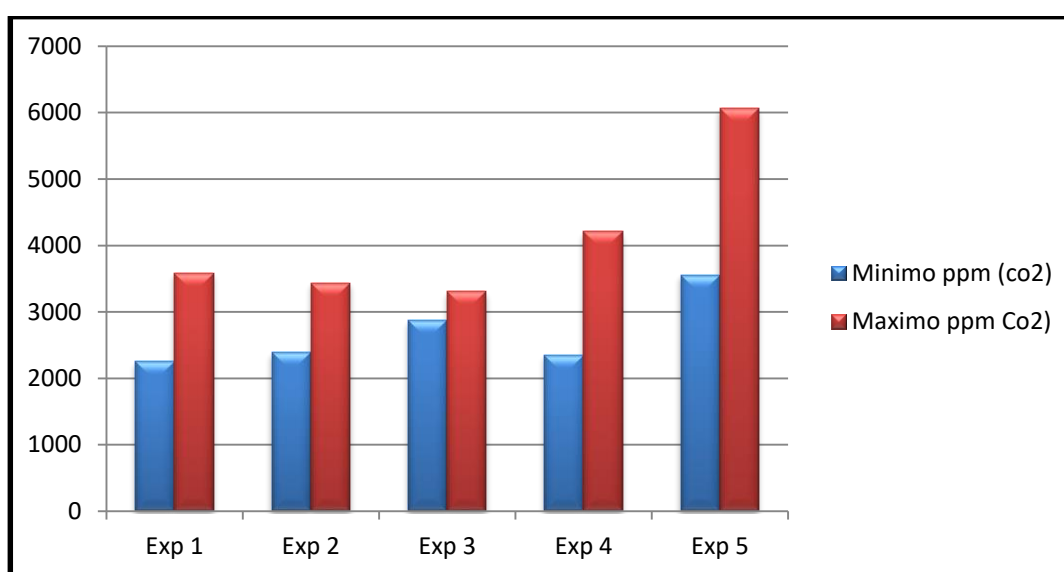


Gráfico 4. Generación de monóxido de carbono.

Por lo tanto, se puede observar en el gráfico 4 que la briqueta de cascarilla entera (Exp 1 y Exp 3) se mantiene entre 2,251 ppm y 3,582 ppm, esto indica la influencia de los espacios que existen en este tipo de briqueta y la afectación de las mismas en la producción de Co. La briqueta de cascarilla triturada genera más monóxido de carbono que la briqueta de cascarilla sin triturar, con una medición (Exp 2 y Exp 4) como mínimo de 2348 ppm y 4211 ppm, sin embargo, esta medición no logra superar el dato reflejado por la leña (Exp 5) logrando una producción mínima de 3553 ppm y como máximo 6063 ppm, esto significa que la leña genera mayor concentración de Co y por ende se deduce que contamina más que la briqueta.

Figura 17. Medición de monóxido de carbono.



e) Poder Calórico.

En esta prueba la briqueta se utilizó como combustible (ver fig. 16) de forma directa comparándola con la leña dando los siguientes resultados:

No	Descripción	Tiempo ebullición.	de	Temperatura Alcanzada	Agua evaporada.
1	Briqueta, Puntilla cascarilla sin triturar	12:30 Min		97.5 °C	100 ml
2	Briqueta, Puntilla cascarilla triturada.	14:00 Min		98.1 °C	110 ml
3	Briqueta, Almidón cascarilla sin triturar	12:01 Min		97.8 °C	100 ml
4	Briqueta, Almidón cascarilla triturada	13:30 Min		97.7 °C	105 ml
5	Leña húmeda	18:37 Min		97.4 °C	130 ml

Tabla 13. Resultados de la prueba del poder calórico.

Este experimento fue hecho en base a un litro de agua contenido en un recipiente metálico, en la cual estaba sobre la estufa, en donde se introdujo 4 briquetas con cascarilla triturada y 6 briquetas sin cascarilla triturada y leña húmeda, se realizaron 5 pruebas según lo demuestra la tabla, reflejando que la briqueta posee mayor capacidad calórica que la leña, por lo tanto entre más sea el contenido de agua el tiempo que tarda para hervir el agua aumenta y todo lo contrario sucede cuando hay menos contenido de agua el tiempo que tarda para hervir el agua disminuye.

Como lo demuestra la tabla se logró evaporar un promedio de 100 ml de agua de las briquetas a base cascarilla sin triturar alcanzando una temperatura 97.8 °C, lo mismo aconteció con las briquetas de

cascarilla triturada evaporando un promedio 107.5 ml de H₂O a una temperatura de 98.1 °C en comparación con la leña se refleja que el tiempo fue de 18:37 min para iniciar a hervir evaporando 130 ml de agua lo que indica que las briquetas tiene una combustión más acelerado de 12 min para las briquetas con cascarilla entera y 14 minutos para las briquetas con cascarilla densificada.

La estadística nos refleja de que por cada minuto que permaneció el agua en la estufa se evaporo 7 ml de agua esto es en el caso de la leña, por otra parte en la briqueta de cascarilla de arroz sin triturar expresa la siguiente relación por un minuto expuesta se evaporo 8 ml de agua y en cuanto a la briqueta de cascarilla triturada muestra 7.85 ml de agua por un minuto expuesto al calor.



Figura 18. Prueba de encendidos de las briquetas.

7.5 Análisis de vida útil rosquilla.

Este estudio se hizo con el objetivo de observar la manera en que influye la briqueta en la cocción de la rosquilla, por lo que se evaluó sensorialmente las características organolépticas de las rosquillas, primeramente se procedió a adquirir la fórmula para la evaluación de la rosquilla lo cual se hizo una visita a la **"Panadería Ruiz"** ubicada en el barrio Sandino y se logró conversar con el propietario Kenneth Ruiz el cual con amabilidad nos atendió y nos facilitó los ingredientes a utilizar (ver tabla 16).

No	Descripción	Precio / Uní	Cantidad	Total
1	Maíz.	9 C\$ / Libra	25.00	C\$ 225.00
2	Cuajada	40 C\$ / Libra	10.00	C\$ 400.00
3	Mantequilla	45 C\$ / Libra	2.00	C\$ 90.00
4	Bicarbonato de sodio	2 C\$ / Uní	2.00	C\$ 4.00
5	Huevos	5 C\$ / Uní	12.00	C\$ 60.00
6	Manteca	18 C\$ / Libra	6.00	C\$ 108.00
7	Margarina	14 C\$	2.00	C\$ 28.00
8	Tapa de dulce	20 C\$ / Uní	4.00	C\$ 80.00
Total de insumos				C\$ 995.00

Nota: Con esta fórmula se logró producir 450 rosquillas

Tabla 14. Materiales e insumos para la elaboración de rosquillas.

Total de inversión en la elaboración de las rosquillas.

Molienda de Maíz 60 córdobas más 300 córdobas de mano de obra por la elaboración.

Teniendo así un total de mano de obra e insumos: $360 + 995$: **1355 córdobas netos.**



Figura 19. Elaboración de briquetas.



Figura 20. Rosquillas elaboradas con briquetas.

Para determinar la vida útil se ha tomado como referencia las características organolépticas (sensación olfativa, sabor, color, textura, apariencia y rancidez) con el panel de 5 personas en 5 tiempos (1-15-30-60-90 días)

7.5.1 Valoración de la sensación olfativa

Para evaluar esta característica física se presentó una muestra del producto a cada panelista en cada tiempo de vida útil. Existieron resultados similares a los 15 y 30 días ya que las respuestas están entre un rango muy buena y buena a los 15 días la mayoría lo considera como muy buena y solo un panelista lo valora como buena, a los 30 días lo cual refleja que se puede consumir.

Cabe señalar que al parecer los días transcurridos no influyeron en la valoración aceptable de la sensación olfativa. Por lo tanto a los 60 días aplicados para la evaluación se logró visualizar un olor rancio afectando de manera negativa la característica olfativa.



Figura 21. Panelista en valoración olfativa.

7.5.2 Valoración sabor de la muestra

Este análisis permitió conocer la aceptabilidad del sabor de la rosquilla a la valoración del mismo, lo cual nos indicó que si la rosquilla degustada por los panelista lo consideran de calidad, por tanto se obtuvo los siguientes resultados: a los 1,15 y 30 se encuentran valoraciones entre un rango muy bueno-bueno. Es por ello que se deduce que el producto no ha sido afectado por gran cantidad de microorganismos indeseables, y por ende al haber pasado 30 días todavía conserva el sabor que desea los consumidores, mas no así en el lapso de los 60 días cuando se obtuvo u sabor indeseable característico por la rancidez.



Figura 22. Panelista en valoración del sabor.

7.5.3 Valoración apariencia de la muestra.

La evaluación de la apariencia nos permite conocer la afectación o no de la características (color) y por ende a la vida útil de producto durante los 3 tiempos de vida útil, obteniendo los siguientes

resultados: Después de 15 días la roquilla elaborada la mayoría de los panelistas lo considera entre bueno-muy bueno, 30 días lo valoran muy bueno, por lo cual se considera apta en las valoración de la apariencia.



Figura 23. Panelista en valoración de la apariencia.

7.5.4 Valoración de la rancidez

Es notorio que se realizó un análisis de la percepción de la rancidez de las rosquillas tal como lo indica el estudio de (Programa Pyme Rural, 2012) debido a que contiene ingredientes grasos según los panelistas indicaron que en los primeros 3 tiempos 1, 15, 30 días no se logra percibir rancidez en el producto por lo cual se sometió al cuarto tiempo (60 días) en donde los panelistas percibieron la rancidez de la rosquilla dándole un valor de vida en anaquel de 30 días.



Figura 24 . Panelista en valoración de la rancidez.

Se ha evaluado tomando en cuenta que la temperatura es ambiente, para tratar de describir el escenario real que las rosquillas pueden estar si se deseara comercializar, cabe señalar que en este experimento duro aproximadamente 60 días según las observaciones que hicieron los panelistas, por tanto se recomienda que al elaborar las rosquillas se utilice menos ingredientes grasos tales como

manteca, margarina y royal ya que al estar en contacto con el oxígeno atmosférico favorece a la oxidación de los ácidos grasos, apareciendo lo que comúnmente se conoce como rancidez, lo que permite 30 días de vida en anaquel.

Para evaluar estas características físicas se presentó una muestra del producto a cada panelista en cada tiempo de vida útil, los resultados son similares a los 1, 15 y 30 días ya que las respuestas están en un rango de muy bueno y bueno en lo que se refiere a los 15 días las personas la consideran e igualmente en un lapso de treinta días después de haber sido tomada la muestra.

Cabe señalar que en este tiempo las sensaciones degustativas se mantiene bien por lo cual se decidió dar seguimiento y analizar su vida útil al cabo de 60 días, los panelistas indican que se puede percibir rancidez en las rosquillas afectando de esta manera el sabor y olor principalmente dejándolo en rango de malo según el llenado de la hoja de evaluación de las rosquillas (Ver anexo). Para poder reconocer la aceptabilidad del sabor se recurrió a la valoración del mismo, por lo tanto se establece que las briquetas no afectan negativamente en la operación de combustión en el proceso para la obtención de las rosquillas, lo cual es aconsejable utilizarla debido a sus múltiples beneficios los cuales fueron anteriormente analizados, para remplazar parcial o totalmente el uso de la leña en los hornos rosquilleros.

7.6 Evaluación de los costos de producción de las briquetas.

Para la determinación de los costos de elaboración de cada unidad respecto de la formula, se tomó en cuenta el costo de la materia prima, insumos y mano de obra.

Formula 1	Precio Unit.	Total
-----------	--------------	-------

Cascarilla molida 38.5 Libras	C\$ 0.80	C\$ 30.80
Almidón 7.89 libras	C\$ 30.00	C\$ 236.70
Agua 20 litros Equivalentes A 44 libras(0.02metros cúbicos)	C\$ 28.60	C\$ 0.57
Mano de obra	C\$ 0.40	C\$ 0.40
Total		C\$ 268.47

Tabla 15. Evaluación de costos Formula 1

Formula 2	Precio Unit	Total
Cascarilla entera 19.25 Libras	C\$ 0.60	C\$ 11.55
Almidón 3.94 libras	C\$ 30.00	C\$ 118.20
Agua 10 litros Equivalentes (0.01metros cúbicos)	C\$ 28.60	C\$ 0.29
Mano de obra	C\$ 0.40	C\$ 0.40
Total		C\$ 130.44

Tabla 16. Evaluación de costos Formula 2

Formula 3	Precio Unit	Total
Cascarilla molida 38.5 Libras	C\$ 0.80	C\$ 30.80
Puntilla 10.52 libras	C\$ 2.50	C\$ 26.30

Agua 20 litros Equivalentes (0.02 metros cúbicos)	C\$ 28.60	C\$ 0.57
Mano de obra	C\$ 0.40	C\$ 0.40
Total		C\$ 58.07

Tabla 17. Evaluación de costos Formula 3

Formula 4	Precio Unit	Total
Cascarilla entera 19.25 Libras	C\$ 0.60	C\$ 11.55
Puntilla 5.26 libras	C\$ 2.50	C\$ 13.15
Agua 10 litros Equivalentes (0.01 metros cúbicos)	C\$ 28.60	C\$ 0.29
Mano de obra	C\$ 0.40	C\$ 0.40
Total		C\$ 25.39

Tabla 18. Evaluación de costos Formula 4.

Respecto a la Formula 1, la principal materia prima es la cascarilla molida y el almidón, cuyos costos se reflejan por libra. Además, el costo del agua según la tarifa de la Empresa Enacal de Nicaragua. El costo de la mano de obra, se dedujo asumiendo que un operario puede fabricar 455 briquetas en la máquina por día trabajado. El día de trabajo C\$ 180.00/455 unidades de briquetas para un resultado de C\$ 0.40 por elaborar una unidad.

En la Formula 2, una de las materias primas difiere de la Formula 1, que es la cascarilla entera, al igual que el costo por libra que es un poco menor que la cascarilla molida. Respecto a la fórmula 3 y 4, la variante es que la puntilla se utiliza con la cascarilla molida (formula 3) y puntilla con cascarilla entera (formula 4). Los costos de mano de obra y agua no varían.

Como resultado de la estructura de costos, la fórmula 4 es la menos costosa siendo de C\$ 25.39, que es cascarilla entera con puntilla. La cascarilla molida con puntilla es un poco más costosa siendo el costo de C\$ 58.07 por unidad elaborada (formula 3). Las formulas 1 y 2 son las más costosas, principalmente porque se componen de almidón como segunda materia prima y es de un costo más alto que la puntilla.

VIII. Conclusiones.

Con la realización de las diferentes pruebas tanto para la cascarilla como para las briquetas se concluye lo siguiente:

1. La materia prima utilizada se considera apta para la producción de briquetas, esto por medio de los análisis ejecutados en la cascarilla de arroz se puede establecer de que cuenta con las características físicas que favorecen la incineración puesto que su humedad no supera más del 10% reduciendo el nivel de energía utilizada para evaporar el agua contenida en la materia, además posee un 90% de materia seca, aunque tenga el 23.5% como ceniza este no limita la combustión.
2. El 32.78% pertenece a la materia prima triturada con un Diámetro # 40 (Micrómetro) lo que indica que entre más pequeña resulte la partícula más facilita a la disminución de volumen de espacio en el cuerpo de la briketa a medida que la materia prima con partículas más finas es empleada en la producción de briquetas esta presenta mayor capacidad calorífica con respecto a la cascarilla sin triturar.
3. En la utilización de los aglutinantes sensorialmente se identificó mayor solidez en la briketa con puntilla de arroz en comparación con la briketa de almidón esto refleja que al momento de procesar las briquetas es recomendable utilizar la puntilla de arroz como aglutinante por dos razones; disponibilidad en el mercado y los precios bajos.
4. El tiempo de combustión de la briketa procesado con cascarilla entera presentó un tiempo no menor de 7 minutos y no logró alcanzar los 8 minutos encendidas. En cuanto se refiere a la cascarilla triturada alcanzo hasta 25.23 min esta notable diferencia indica que es recomendable procesar las briquetas con materia prima triturada puesto que eleva el tiempo de combustión en las briquetas
5. En el experimento de generación de Co_2 la leña al momento que se midió genero entre 3553 ppm y 6063 ppm, en comparación con la briketa de cascarilla entera que se mantuvo entre 2,251 ppm y 3,582 ppm y la briketa de cascarilla triturada genera más dióxido de carbono que

la briqueta de cascarilla sin triturar, con entre 2348 ppm y 4211 ppm, sin embargo, esta medición no logra superar el dato reflejado por la leña genero mayor concentración de CO₂.

6. En el experimento del poder calorífico en base a un litro de agua contenido en un recipiente metálico, indico de que por cada minuto que permaneció el agua en la estufa se evaporo 7 ml de agua esto es en el caso de la leña, por otra parte en la briqueta de cascarilla de arroz sin triturar expresa la siguiente relación por un minuto expuesta se evaporo 8 ml de agua y en cuanto a la briqueta de cascarilla triturada muestra 7.85 ml de agua por un minuto expuesto al calor mostrando que la briqueta tiene mayor poder calorífico.
7. Cabe señalar que en este tiempo las sensaciones degustativas se mantiene bien por lo cual se decidió dar seguimiento y analizar su vida útil al cabo de 60 días, los panelistas indican que se puede percibir rancidez en las rosquillas afectando de esta manera el sabor y olor principalmente dejándolo en rango de malo según el llenado de la hoja de evaluación de las rosquillas (Ver anexo). Para poder reconocer la aceptabilidad del sabor se recurrió a la valoración del mismo, por lo tanto se establece que las briquetas no afectan negativamente en la operación de combustión en el proceso para la obtención de las rosquillas, lo cual es aconsejable utilizarla debido a ventajas antes mencionadas los cuales fueron anteriormente analizados, para remplazar parcial o totalmente el uso de la leña en los hornos rosquilleros.
8. Dado que se realizaron distintos experimentos analizando las características físicas tanto de las de la cascarillas, las briquetas y de la leña revelo que la afirmación de la hipótesis, elaboradas con cascarilla de arroz tienen mayor poder calorífico que la leña tradicional por lo tanto resulta de beneficio procesar briquetas a partir de cascarilla de arroz para utilizarlo como combustible en los hornos para la obtención de rosquillas.

IX. Recomendaciones.

En base a los análisis de los estados de los resultados obtenidos en la investigación se recomienda los siguientes aspectos.

1. Se sugiere realizar una investigación sobre la elaboración de briqueta enfocada en la granulometría de la cascarilla de arroz y en la combustión de dicho producto.
2. Se propone realizar una innovación tecnológica en el proceso productivo en donde se pueda utilizar una máquina de pistón para reemplazar la maquina briqueteadora manual para ejercer presión en las briquetas y descartar la utilización de aglutinante con el fin de disminuir los costos y hacer más rentable la briqueta.
3. Se plantea hacer un estudio de pre factibilidad de una planta procesadora de briquetas en la ciudad de Sebaco, aprovechando la ubicación estratégica en cuanto a la producción de arroz se refiere
4. Se propone un estudio de pre factibilidad para determinar la rentabilidad y mercado de las briquetas así como también hacer un estudio de impacto ambiental que generan en el medio ambiente.
5. Validar las briquetas con el propósito de disminuir el uso de la leña, en todas las industrias PYMES que utilizan este tipo de comburente.

X. Bibliografía.

- (ANAR), A. N. (8 de Febrero de 1985). *ANAR*. Recuperado el 18 de Abril de 2014, de <http://www.anar.com.ni/arroz/ques-el-arroz>
- ANAR. (22 de Abril de 2014). *www.anar.com.ni*. Recuperado el 27 de Abril de 2014, de www.anar.com.ni: <http://www.anar.com.ni/noticias/653-la-produccion-global-de-arroz-elaborado-podria-superar-los-500-millones-de-toneladas>
- Asociacion Cultivadores de Arroz ACA. (18 de Abril de 2014). *ACA*. Recuperado el 18 de Abril de 2014, de http://www.aca.com.uy/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=16&Itemid=19
- Camps, M. M., & Marcos, M. F. (2008). *Los Biocombustibles*. Madrid: Mundiprensa.
- Gutierrez, A. M., Castillo, F. J., & Rivera., J. A. (2012). *Validación de Máquina briquetadora de tornillo helicoidal para el aprovechamiento de la cascarilla de café como combustible*. Esteli: Uni - Ruacs.
- INTA. (Mayo de 2009). *Guía Tecnológica para la Producción del Arroz*. Recuperado el 25 de Julio de 2013, de <http://www.magfor.gob.ni/programas/pea/salva/Gu%C3%ADa%20T%C3%A9cnica%20de%20ARROZ%20FINAL.pdf>
- Macias, V. P., & Salazar, J. B. (2012). *Producción Agroindustrial del Arroz*. Recuperado el 25 de Julio de 2013, de <http://www.slideshare.net/vivianapintopl/produccion-agroindustrial-del-arroz>
- Moran, E. A. (2010). *Tesis de grado*. Guayaquil: Universidad Salesiana.
- Moreno, L. L. (2003). *Diseño y construcción de un prototipo de máquina briquetadora para carbón vegetal, apropiada para pequeños y medianos productores*. Champico, Mexico: Universidad de Autonoma de Champico, División de Ciencias Forestales.
- Pasca, T. (1989). *FAO.org*. Recuperado el 25 de Julio de 2013, de Unasylyva - No. 131 - Madera fuente de energía - Edición especial 1: <http://www.fao.org/docrep/p2070s/p2070s00.htm>
- Programa Pyme Rural. (2012). *Guia para determina la vida util en anaquel*. Managua: Pyme Ruaral Org.
- UNIVERSIDAD AUTONOMA DE OCCIDENTE UAO. (13 de agosto de 2012). *ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA EL USO DE LA CASCARILLA DE ARROZ COMO COMBUSTIBLE*. Recuperado el 18 de abril de 2014, de <http://bdigital.uao.edu.co/bitstream/10614/1327/1/TME00462.pdf>
- Universidad Tecnológica de Pereira. (Diciembre de 2007). *Cascarilla de Arroz*. Recuperado el 25 de Julio de 2013, de <http://www.slideshare.net/segundocorreamoran/cascarilla-de-arroz>
- Valderrama, A., Curo, H., Quispe, C., Llantoy, V., & Gallo, J. (s.f.). *Briquetas de residuos sólidos orgánicos como fuentes de energía calorífica en cocinas no convencionales*. Lima-Perú: Centro de Desarrollo e Investigación en Termofluidos CEDIT.
- Vasquez, V. (30 de Agosto de 2013). Leña consume vidas. *La Prensa*, pág. 5A.
- Villada, D. Q., & Gutierrez, M. Y. (23 de Abril de 2010). *Alternativas Tecnológicas para el uso de la Cascarilla de Arroz como combustible*. Recuperado el 15 de Junio de 2014, de <http://bdigital.uao.edu.co/bitstream/10614/1327/1/TME00462.pdf>

XI. Anexos

8.1 Prueba de control.

Panelista 1.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Sandra del Carmen Castellón Martínez

Fecha: 18/03/2018 Hora: 8:20 am.

Prueba de Control: X

Prueba de Seguimiento. 15 días 30 días 60 días 90 días

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: Muy bueno:

2. Apariencia

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: Muy bueno:

3. Textura.

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: Muy bueno:

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: Muy bueno:

5. Color de la muestra

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: Muy bueno:

6. Rancidez.

Se percibe mucho: Se percibe poco: No se percibe:

Observaciones:

Panelista 2.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Carmen Elizabeth Lechado

Fecha: 18/03/2018 Hora: 8:30 am

Prueba de Control: X

Prueba de Seguimiento. 15 días 30 días 60 días 90 días

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: X Muy bueno:

2. Apariencia

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: X Muy bueno:

3. Textura.

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: Muy bueno: X

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: Muy bueno: X

5. Color de la muestra

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: Muy bueno: X

6. Rancidez.

Se percibe mucho: Se percibe poco: No se percibe: X

Observaciones:

Panelista 3.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Margarita de los Ángeles Zeledón

Fecha: 18/03/2018 Hora: 8:50 am

Prueba de Control: X

Prueba de Seguimiento. 15 días 30 días 60 días 90 días

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: Muy bueno: X

2. Apariencia

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: Muy bueno: X

3. Textura.

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: X Muy bueno:

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: Muy bueno: X

5. Color de la muestra

Muy malo: Malo: Normal: X Bueno: Muy bueno:

6. Rancidez.

Se percibe mucho: Se percibe poco: No se percibe: X

Observaciones:

Panelista 4.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Rodolfo José Gurdian.

Fecha: 18/03/2018 Hora: 9.10 am

Prueba de Control: X

Prueba de Seguimiento. 15 días 30 días 60 días 90 días

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: Muy bueno: X

2. Apariencia

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: Muy bueno: X

3. Textura.

Muy malo: Malo: Normal: X Bueno: Muy bueno:

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: X Muy bueno:

5. Color de la muestra

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: Muy bueno: X

6. Rancidez.

Se percibe mucho: Se percibe poco: No se percibe: X

Observaciones:

Panelista 5.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Ana Karina Castillo Herrera.

Fecha: 18/03/2018 Hora: 9:10 am

Prueba de Control: X

Prueba de Seguimiento. 15 días 30 días 60 días 90 días

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: X Muy bueno:

2. Apariencia

Muy malo: Malo: Normal: X Bueno: Muy bueno:

3. Textura.

Muy malo: Malo: Normal: X Bueno: Muy bueno:

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: Muy bueno: X

5. Color de la muestra

Muy malo: Malo: Normal: Bueno: Muy bueno: X

6. Rancidez.

Se percibe mucho: Se percibe poco: No se percibe: X

Observaciones:

8.2 Prueba de Seguimiento – 15 Días.

Panelista 1.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Sandra del Carmen Castellón Martínez

Fecha: 02/04/2018 Hora: 10:10 am.

Prueba de Control: _____

Prueba de Seguimiento. 15 días X 30 días _____ 60 días _____ 90 días _____

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

2. Apariencia

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

3. Textura.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: X

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

5. Color de la muestra

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

6. Rancidez.

Se percibe mucho: _____ Se percibe poco: _____ No se percibe: X

Observaciones:

Panelista 2.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Carmen Elizabeth Lechado

Fecha: 02/04/2018 Hora: 10:150 am

Prueba de Control: _____

Prueba de Seguimiento. 15 días X 30 días _____ 60 días _____ 90 días _____

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

2. Apariencia

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

3. Textura.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

5. Color de la muestra

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: X

6. Rancidez.

Se percibe mucho: _____ Se percibe poco: _____ No se percibe: X

Observaciones:

Panelista 3.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

III. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Margarita de los Ángeles Zeledón

Fecha: 02/04/2018 Hora: 10:30 am

Prueba de Control: _____

Prueba de Seguimiento. 15 días X 30 días _____ 60 días _____ 90 días _____

IV. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

7. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

8. Apariencia

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

9. Textura.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

10. Sabor de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: X

11. Color de la muestra

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

12. Rancidez.

Se percibe mucho: _____ Se percibe poco: _____ No se percibe: X

Observaciones:

Panelista 4.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Rodolfo José Gurdian.

Fecha: 02/04/2018 Hora: 10.50 am

Prueba de Control: _____

Prueba de Seguimiento. 15 días X 30 días _____ 60 días _____ 90 días _____

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: X

2. Apariencia

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

3. Textura.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

5. Color de la muestra

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: X

6. Rancidez.

Se percibe mucho: _____ Se percibe poco: _____ No se percibe: X

Observaciones:

Panelista 5.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Ana Karina Castillo Herrera.

Fecha: 02/04/2018 Hora: 10:50 am

Prueba de Control: _____

Prueba de Seguimiento. 15 días X 30 días _____ 60 días _____ 90 días _____

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

2. Apariencia

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

3. Textura.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

5. Color de la muestra

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

6. Rancidez.

Se percibe mucho: _____ Se percibe poco: _____ No se percibe: X

Observaciones:

8.3 Prueba de Seguimiento – 30 Días.

Panelista 1.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Sandra del Carmen Castellón Martínez

Fecha: 17/04/2018 Hora: 8:05 am.

Prueba de Control: _____

Prueba de Seguimiento. 15 días _____ 30 días X 60 días _____ 90 días _____

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

2. Apariencia

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

3. Textura.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

5. Color de la muestra

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

6. Rancidez.

Se percibe mucho: _____ Se percibe poco: _____ No se percibe: X

Observaciones:

Panelista 2.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Carmen Elizabeth Lechado

Fecha: 17/04/2018 Hora: 8:40 am

Prueba de Control: _____

Prueba de Seguimiento. 15 días _____ 30 días X 60 días _____ 90 días _____

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

2. Apariencia

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

3. Textura.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

5. Color de la muestra

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: X

6. Rancidez.

Se percibe mucho: _____ Se percibe poco: _____ No se percibe: X

Observaciones:

Panelista 3.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Margarita de los Ángeles Zeledón

Fecha: 17/04/2018 Hora: 08:40 am

Prueba de Control: _____

Prueba de Seguimiento. 15 días _____ 30 días X 60 días _____ 90 días _____

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

2. Apariencia

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

13. Textura.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

14. Sabor de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

15. Color de la muestra

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

16. Rancidez.

Se percibe mucho: _____ Se percibe poco: _____ No se percibe: X

Observaciones:

Panelista 4.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

III. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Rodolfo José Gurdian.

Fecha: 17/04/2018 Hora: 09.15 am

Prueba de Control: _____

Prueba de Seguimiento. 15 días _____ 30 días X 60 días _____ 90 días _____

IV. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

7. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

8. Apariencia

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

9. Textura.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

10. Sabor de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

11. Color de la muestra

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

12. Rancidez.

Se percibe mucho: _____ Se percibe poco: _____ No se percibe: X

Observaciones:

Panelista 5.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Ana Karina Castillo Herrera.

Fecha: 17/04/2018 Hora: 09:30 am

Prueba de Control: _____

Prueba de Seguimiento. 15 días _____ 30 días X 60 días _____ 90 días _____

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

2. Apariencia

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

3. Textura.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

5. Color de la muestra

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: _____ Bueno: X Muy bueno: _____

6. Rancidez.

Se percibe mucho: _____ Se percibe poco: _____ No se percibe: X

Observaciones:

8.4 Prueba de Seguimiento – 60 Días.

Panelista 1.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Sandra del Carmen Castellón Martínez

Fecha: 17/05/2018 Hora: 2:10 pm.

Prueba de Control: _____

Prueba de Seguimiento. 15 días _____ 30 días _____ 60 días X 90 días _____

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: X Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: _____

2. Apariencia

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

3. Textura.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: X Malo: _____ Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: _____

5. Color de la muestra

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

6. Rancidez.

Se percibe mucho: X Se percibe poco: _____ No se percibe: _____

Observaciones:

Panelista 2.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Carmen Elizabeth Lechado

Fecha: 17/05/2018 Hora: 2:15 pm

Prueba de Control: _____

Prueba de Seguimiento. 15 días _____ 30 días _____ 60 días X 90 días _____

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: X Malo: _____ Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: _____

2. Apariencia

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

3. Textura.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: X Malo: _____ Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: _____

5. Color de la muestra

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

6. Rancidez.

Se percibe mucho: X Se percibe poco: _____ No se percibe: _____

Observaciones:

Panelista 3.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Margarita de los Ángeles Zeledón

Fecha: 17/05/2018 Hora: 02:43 pm

Prueba de Control: _____

Prueba de Seguimiento. 15 días _____ 30 días _____ 60 días X 90 días _____

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: X Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: _____

2. Apariencia

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

3. Textura.

Muy malo: _____ Malo: X Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: _____

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: X Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: _____

5. Color de la muestra

Muy malo: _____ Malo: X Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: _____

6. Rancidez.

Se percibe mucho: X Se percibe poco: _____ No se percibe: _____

Observaciones:

Panelista 4.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Rodolfo José Gurdian.

Fecha: 17/05/2018 Hora: 03.07 pm

Prueba de Control: _____

Prueba de Seguimiento. 15 días _____ 30 días _____ 60 días X 90 días _____

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: X Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: _____

2. Apariencia

Muy malo: _____ Malo: X Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: _____

3. Textura.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: X Malo: _____ Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: _____

5. Color de la muestra

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

6. Rancidez.

Se percibe mucho: X Se percibe poco: _____ No se percibe: _____

Observaciones:

Panelista 5.

Análisis de la vida útil de la Rosquilla.

I. Datos Demográficos

Nombres y apellidos del evaluador: Ana Karina Castillo Herrera.

Fecha: 17/05/2018 Hora: 03:15 am

Prueba de Control: _____

Prueba de Seguimiento. 15 días _____ 30 días _____ 60 días X 90 días _____

II. Valoración de la Rosquilla.

“Marque con una X la valoración que crea Conveniente”

1. Sensación olfativa (aroma) de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: X Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: _____

2. Apariencia

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

3. Textura.

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

4. Sabor de la muestra.

Muy malo: _____ Malo: X Normal: _____ Bueno: _____ Muy bueno: _____

5. Color de la muestra

Muy malo: _____ Malo: _____ Normal: X Bueno: _____ Muy bueno: _____

6. Rancidez.

Se percibe mucho: _____ Se percibe poco: X No se percibe: _____

Observaciones:
