



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA.
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACION.**

Trabajo Monográfico para optar a título de ingeniero eléctrico.

Tema: Generación de energía eléctrica a partir de la cascarilla de arroz y la pulpa de café.

Tutor: Ing. Ramiro Antonio Arcia Lacayo.

Integrantes:

Br Saúl Abiel García Rivas.

Carnet: 2010-33584.

Br José Antonio Estrada Siria.

Carnet: 2010-32717.

Managua, Nicaragua abril de 2016.



GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA A PARTIR DE LA CASCARILLA DE ARROZ Y PULPA DE CAFÉ .



DEDICATORIA.

El presente trabajo monográfico es dedicado en primer lugar a Dios padre, omnipotente creador del cielo y de la tierra y del ser semejante a su persona que lo hizo tan perfecto con grandes metas, objetivos y proyectos de vida para enfrentarse satisfactoriamente a la vida social, laboral, educativa, política y religiosa como buenos cristianos amantes de la paz y del bien común como lo anhela nuestro padre celestial, a nuestros padres, quienes siempre nos brindaron tanto el apoyo moral como económico en la elaboración de este proyecto, puesto que siempre creyeron en nosotros y cuyo esfuerzo se ve reflejado junto al nuestro en la culminación de nuestros estudios para ser lo que somos actualmente.

A nuestros profesores quienes nos guiaron y nos apoyaron con sus conocimientos para poder alcanzar nuestras metas.

Y a todas aquellas personas, nuestros compañeros que desde el inicio de nuestra carrera siempre nos brindaron su apoyo y solidaridad, pues creyeron en nosotros y nunca los dieron la espalda para ser capaces de alcanzar nuestros sueños que son convertidos en realidad, contexto que nos insta a ser mejores ciudadanos, hijos, esposos y profesionales de corazón para entregar y poner en práctica lo aprendido en nuestro peregrinar de formación.

AGRADECIMIENTO.

Agradecemos inmensamente a Dios, puesto que gracias a Él tuvimos la fortaleza de seguir adelante en cada minuto de nuestras vidas, incluso en los momentos donde parecía no haber esperanza, Él nos mostró que siempre hay una salida, por consecuente Él también nos ha brindado la familia y amigos que nos han apoyado sin importar las circunstancias.

A nuestros padres, a quienes les agradecemos inmensamente por haber aceptado la tarea de ser nuestro apoyo y que con esmero y dedicación han cumplido amorosamente los roles, brindando su apoyo tanto moral como económico para poder alcanzar nuestra metas y sueños.

A nuestros amigos por haber estado de forma incondicional a nuestro lado durante cinco años, que no fueron nada fácil, siempre tuvimos malos y buenos momentos, sin embargo nunca nos desunimos, siempre estuvimos juntos como grupo.

A nuestro gran maestro y amigo Ing. Ramiro Antonio Arcia Lacayo, quien nos apoyó desde un inicio no solo como maestro sino como gran amigo, el que nos enseñó buenos hábitos, a ser lo que somos como futuro Ingenieros.

Br. José Antonio Estrada Siria.

Br. Saúl Abiel García Rivas.

RESUMEN DEL TEMA.

Nicaragua es un país privilegiado en recursos renovables, puesto que posee grandes riquezas naturales que gozan de la capacidad de utilizarse en diferentes formas de energías, entre las que se pueden mencionar la energía solar, eólica, hidráulica, geotérmica, biomasa, etc. De las cuales la biomasa es la que será objeto de estudio dentro de este documento.

Se presentaran los estudios realizados con anterioridad a una de las fuentes de energía que posee Nicaragua como es la biomasa, sin embargo hablar de éste tema es muy amplio, por lo que se enfocará en la biomasa a partir de la quema de la pulpa de café y cascarilla de arroz para la cogeneración de energía eléctrica.

Se mencionarán los posteriores estudios realizados a la pulpa de café y cascarilla de arroz, y luego se presentara de manera teórica-practica el proceso de la generación de energía eléctrica implementando dicha quema en conjunto, y el mejoramiento de la producción de energía a partir de la combinación de estos dos tipos de desechos que no son tan aprovechados en Nicaragua.

A continuación se demostrará de forma teórica-práctica la forma de generación de energía eléctrica a partir de la combinación de ambas pulpas y de tal forma ver que la cogeneración de energía a partir de la biomasa resulta muy aprovechable en nuestro país.

Ya una vez demostrado como se genera la energía eléctrica de la forma antes mencionada se mostrará el beneficio técnico-económico de la implementación de un generador que funcione a base de la quema de pulpa de café y cascarilla de arroz, que pretendemos utilizar en las haciendas arroceras y cafetaleras en el norte del país con el fin de mejorar la eficiencia energética en las instalaciones en donde estará ubicada acorde al consumo que éste pretenda tener.

ÍNDICE

I. Introducción.....	1
II. Objetivos.....	2
III. Justificación.....	3
IV. Antecedentes.....	4
V. Hipótesis.....	6
VI. Diseño metodológico.....	7
VII. Marco teórico	
A. El futuro: el arroz y el café.....	8
B. Producción de café.....	8
1. Época de siembra.....	8
2. Densidad de la siembra.....	9
3. Procesos productivos del café.....	9
3.1. Germinador.....	9
3.2. Almacigo.....	10
3.3. Preparación del terreno, tazado ahoyado y siembra.....	10
3.4. Fertilización.....	11
3.5. Control de plagas.....	11
3.6. Manejo de enfermedades.....	11
3.7. Beneficios ecológicos.....	11
4. Obtención de pulpa de café.....	12
5. Características de la cascarilla de café.....	13
6. Usos de la cascarilla de café.....	14
7. Necesidades de energía en la industria y cultivo de café.....	16
C. Producción de arroz.....	17
1. Requerimientos agrícolas para el cultivo de café.....	17
1.1. Temperatura y radiación solar.....	18
1.2. Precipitación pluvial.....	18
1.3. Suelos y topografías del terreno.....	18
2. Fisiología.....	19
3. Preparación de las tierras en el cultivo de café.....	20
3.1. Preparación de los suelos en condiciones de suelo seco.....	21
3.2. Preparación de las tierras bajo condiciones de inundación o fanguero.....	21
3.2.1 Equipos en la preparación de tierras por fanguero.....	22
4. Selección de semilla, fecha y densidad de siembra.....	23
5. Métodos de siembra.....	24
5.1. Métodos de siembra en suelos de fanguero.....	24
6. Cosecha de la granza de arroz.....	25
7. Características de la cascarilla de arroz.....	26

8. Usos de la cascarilla de arroz.....	27
9. Necesidades de energía en la industria y cultivo de arroz.....	29
10. Procesos para la obtención de cascarilla de arroz.....	29
11. Características comerciales del proyecto.....	30
D. Combustible potencial.....	31
E. Análisis financiero.....	32
1. Factibilidad económica.....	33
1.1. Censo de carga área operativa.....	35
1.2. Censo de carga área administrativa.....	36
1.3. Diseño del proyecto.....	36
1.3.1. Parámetros de diseño.....	36
1.3.2. Promedio de ahorro energético.....	39
1.3.3. Promedio de recuperación de capital.....	40
F. Diseño del generador.....	41
1. Construcción del prototipo de generador eléctrico a base de cascarilla de arroz y cascarilla de café.....	41
2. Procedimiento.....	43
3. Pruebas realizadas sobre el poder calorífico de la cascarilla del arroz y la cascarilla de café.....	45
G. Diagrama unifilar del trillo LOS TORRES.....	48
VIII. Conclusiones.....	51
IX. Bibliografía.....	53
X. Anexos.....	54

I. INTRODUCCION.

Hoy en día Nicaragua, es un país de gran dependencia del crudo, día a día se va incrementando el número de vehículos que por nuestras calles y carreteras circulan, lo que provoca el incremento del consumo del petróleo diariamente.

Existen también actualmente plantas generadoras de electricidad que tienen como materia prima, para poder realizar sus funciones, el barril de petróleo, ya sea el bunker o diésel. No podemos obviar que el alto costo que tiene en nuestra nación el barril del crudo, lo que hace una enorme alza en todo lo consumible para las personas nicaragüenses, incremento en los costos de la canasta básica y transporte etc.

La dependencia y el excesivo uso del petróleo trae consigo consecuencias bastantes negativas para cualquier país y a nivel mundial, debido a los altos índices de contaminantes que este producto produce, uno de los más importantes es el CO₂ (dióxido de carbono), que se emana de la combustión realizada en los motores de los vehículos, estos contaminante afectan de gran manera a nivel mundial nuestro ambiente y son la causa principal del calentamiento global.

Por tal razón el presente trabajo de investigación pretende informar una de las muchas maneras existentes para hacer uso racional del petróleo, la cual es la implementación de una nueva forma de generación de energía eléctrica, mediante la quema de la cascarilla del arroz y del café, recurso que actualmente en nuestro país se está desperdiciando en gran manera en distintos departamentos, los más sobre saliente son: Matagalpa y Jinotega también en los municipios de Sébaco, Chinandega, Malacatoya y Rivas.

La base económica del municipio de Sébaco, se desarrolla en el sector primario, donde la actividad agropecuaria ha sido, la principal fuente de ingreso y empleo, concentrando el 40.7% de la Población Económicamente Activa del municipio; siendo los principales rubros de producción el arroz, maíz, frijoles, sorgo y hortalizas que durante décadas han sido los rubros que generan más riquezas en el municipio.

Esta nueva forma de producción de energía trae en gran medida beneficios, tanto económicos, como ambientales para la población Nicaragüense y los mayores beneficiados serán los dueños de trillos de arroz, ya que con esta nueva idea, el producto desechado como es la cascarilla de arroz, será la principal fuente de alimentación para que dicho proyecto pueda funcionar.

II. OBJETIVOS.

Objetivo general:

- Caracterizar el potencial técnico y económico que posee la cascarilla de arroz y pulpa de café para la generación de energía eléctrica.

Objetivos específicos:

- Optimizar el uso de la cascarilla de arroz y café para la producción de energía eléctrica
- Calcular los beneficios económicos que se pueden alcanzar a través de la producción de energía eléctrica mediante la quema de cascara de arroz y café a los dueños de trillos de arroz.
- Mostrar de forma práctica la posibilidad de generar energía eléctrica, a través de la quema de la cascarilla de arroz y café.

III. JUSTIFICACIÓN.

El presente documento informativo, abarca tres grandes aspectos de suma importancia, uno de ellos con aportes demasiados negativos en la actualidad de nuestro país, y no sólo en nuestra nación sino también a nivel mundial, como es el petróleo, principal fuente de energía en muchas naciones, aportando daños irreversibles para nuestras vidas y medio ambiente; los siguientes aspectos a mencionar es el desperdicio de la cascarilla de arroz y café, la cual se produce dos veces al año la cascarilla de arroz, y una vez la cascarilla de café en abundantes cantidades, toneladas de granza es producida en ciudades importantes como Malacatoya, Rivas, Chinandega y una de las más importantes en la actualidad, es la ciudad de Sébaco, conocida como el candado del norte o ciudad del arroz y la cebolla, mientras que el café es anualmente producido.

El uso que se le da a la cascarilla del arroz y café es casi nulo, es más, se paga para que sea retirado de los trillos de arroz. Por tal razón, con la implementación de este proyecto se pretende dar a conocer el uso que se le puede dar a la cascarilla, sus beneficios más ventajosos como lo es la producción de energía eléctrica, a través de la quema del desperdicio que es expulsado del trillo de arroz, y beneficios cafetaleros como es su cascarilla. Otro aspecto importante en este documento es el beneficio que traerá para los dueños de trillos de arroz este proyecto, ya que; por lo que pagaban para ser desechado, ahora será la materia prima para que sus trillos puedan funcionar, con la implementación de una micro central térmica que suministre la energía necesaria para el descascarillado de este importante alimento.

En nuestro país no existe documentación seria sobre el buen uso que se le puede dar a la cascarilla como fuente de energía, sólo se formulan proyectos con fines parecidos a éste, pero sin ejecutar. De poder realizar este maravilloso ideal, se dará a conocer en Nicaragua, el uso que puede dársele a la cascarilla como fuente de energía, debido a que este tema no ha recibido la atención necesaria de las instituciones gubernamentales, ni privadas que poseen en abundancia esta materia valiosa.

Además de las razones antes expuestas por la cual queremos realizar este propósito, también está el uso que se le puede dar en los hogares, construyendo cocinas caseras que utilicen la cascarilla para la cocción de los alimentos, así se reduce en gran medida, el uso de leña en nuestros hogares y aportaremos de manera abundante y directa con nuestro medio ambiente.

IV. ANTECEDENTES.

En 1995, Powertec (commercial technological power) que es una empresa comercializadora de energía realizó un estudio de viabilidad para la utilización de esta cascarilla en una planta generadora o cogeneradora. Se recomendaba la realización del proyecto finalmente acometido y que se describirá a continuación, consistente en la realización de una planta de combustión de cascarilla de arroz y turbina de vapor de condensación de unos 2 MW eléctricos.

En el Año 2000 en España, se presentó el proyecto: Generación de electricidad a partir de cascarilla de arroz.

El objeto del artículo es la descripción general de una planta de generación de energía eléctrica quemando cascarilla de arroz, que se pondrá en marcha en este año 2015 (2016). Una característica fundamental de esta planta es el elevado valor de las cenizas por su alto contenido en sílice, para lo cual es precisa una combustión muy completa. De esta manera, pasamos de tener un residuo molesto (la cascarilla del arroz), por el que hay que pagar para desprenderse, a un subproducto muy valioso, puesto que permite producir electricidad y calor para la fábrica, electricidad para inyectar al sistema y al final unas cenizas también muy valiosas. En la actualidad se paga por retirar la cascarilla y se supone que se elimina quemándola en algún lugar.

En Nicaragua todavía no hay grandes proyectos en el sector de la biomasa. Pero existen dos proyectos de cogeneración con biomasa. En los dos ingenios azucareros, Ingenio San Antonio con (25 MW) e Ingenio Monte Rosa con (25 MW) la energía eléctrica es generada a través del bagazo de la caña de azúcar durante la fase no-zafra y también utilizan eucaliptos en estas plantas (**eléctricas**) para dicha generación.

La Comisión Nacional de Energía(CNE) con la asistencia de la Agencia Brasileña de Cooperación Internacional realizó durante el año 2002, una identificación preliminar del potencial de biomasa para generación de energía eléctrica. Hay también muchos estudios sobre el uso de rastrojos y la leña. La generación de electricidad en los ingenios de azúcar es una medida muy ingeniosa que ya se está implementado en Nicaragua. También la generación de electricidad de la basura de la ciudad Managua o de los empresas de café o cacao son inversiones productivas.

Nicaragua, en este momento, tiene potencial para que los ingenios azucareros amplíen la producción de electricidad y sea vendida a la red nacional.

Según Solórzano, el uso de biomasa podría reducir hasta en un 50 por ciento los costos para la generación de electricidad en Nicaragua. Según García Pinnatti²⁵ en el caso de Managua, se podría utilizar todo el tipo de basura que se produce. En regiones como Matagalpa, se pueden usar las cascarillas de arroz y café. En zonas boscosas como Las Segovias, se puede utilizar la madera complementándolo con efectivos programas de reforestación y en las zonas de los ingenios azucareros, la paja o bagazo de la caña de azúcar podría generar incluso más energía que lo se produce con bunker y a un precio más barato.

Como se puede apreciar en el párrafo anterior, se ha dado a conocer el potencial de la cascarilla del arroz, así como también la del café; pueden ser utilizadas para la cogeneración de energía eléctrica en Nicaragua, una energía limpia, sin tantos contaminantes, barata y productiva.

V. HIPOTESIS.

La cascarilla del arroz y café es un recurso que puede ser aprovechado en gran medida para la producción de energía eléctrica, provocando grandes beneficios económicos a quienes desechan este producto.

VI. DISEÑO METODOLOGICO.

El presente proyecto se pretende llevar acabo de forma experimental y demostrativa, puesto que ha sido abordado de forma bastante superficial en Nicaragua, raramente enfocándose en la generación de energía eléctrica.

Los estudios experimentales se llevarán a cabo en un trillo ubicado en Sébaco-Matagalpa donde se tomará las medidas y datos necesarios para considerar la energía generada a partir de la pulpa de café y la cascarilla de arroz.

Para llevar a cabo estos experimentos serán necesarios los materiales expuestos en la teoría para la construcción de la micro generadora, y todo lo necesario para demostrar lo requerido.

El proceso de investigación se ha realizado y desarrollado de forma paulatina, en primera instancia se recaudará la información teórica - práctica necesaria para entender y llevar el proceso de generación mixta en biomasa de la pulpa de café y cascarilla de arroz.

Posteriormente realizaremos experimentos a pequeña escala que nos permitirá tener una visión más clara de lo que se obtendrá al llevar el proceso a mayor escala.

VII. MARCO TEORICO.

A. EL FUTURO: EL ARROZ Y EL CAFÉ.

Se analizó como mejor opción, invertir en un proyecto de generación de energía eléctrica a partir de la biomasa de cascarilla de arroz y pulpa de café, ya que ambas producciones son en tiempos distintos.

Esta planta de generación estaría anexada como parte de la planta de procesamiento de arroz y café, es decir, se habla de una ampliación de la planta de arroz existente y así mismo la ampliación de despulpado del café y este proyecto se refiere a la expansión que procesaría el desecho que está generando la producción de arroz y café para utilizarlo como combustible, el cual produciría energía eléctrica que abastezca la planta arrocera y cafetalera existente.

La alternativa técnicamente viable es instalar una unidad generadora de electricidad, capaz de suplir las necesidades de gran parte de la planta. Esta unidad de generación de energía eléctrica consta de dos componentes de mucha importancia; el primero, es un conjunto turbina-generador (turbogenerador), que funciona a base de vapor de agua, a su vez, la turbina mueve el generador eléctrico para producir la energía eléctrica que se entrega al proceso productivo. Para lograr la mayor eficiencia, se utiliza una turbina con condensador. El otro componente importante en la planta de generación es una caldera que produce el vapor a partir de la cascarilla del arroz y de la pulpa de café como combustible principal. Previamente, esta cascarilla y pulpa pasa por un proceso de molienda para desintegrarla y hacer más fácil la combustión en la caldera.

Con toda la información recopilada, se analizó la viabilidad financiera de este proyecto para determinar cuál es el porcentaje de aporte a la reducción de costos de la empresa y su puesta en operación, y a su vez, establecer cuál es la mejor alternativa de financiamiento y el tiempo en el cual se logrará la recuperación de la inversión inicial de la planta.

B. PRODUCCION DE CAFÉ.

1. Época de siembra.

Considerando una oferta ambiental óptima para el cultivo se debe definir una época de siembra. Para ello hay que tener en cuenta las condiciones climatológicas de la región, ya que estas determinan la dinámica de desarrollo y

crecimiento de la planta de café, dentro de ellas la distribución de la lluvia define en gran medida el ciclo vegetativo y reproductivo de la planta de cafeto. Además, condiciona la secuencia de las labores agrícolas.

2. Densidad de siembra.

La capacidad de producción de la tierra cultivada en café depende en gran medida del número de árboles que en ella se siembran, y este, a su vez, está relacionado directamente con la distancia de siembra utilizada. Para determinarla se deben de tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La disposición del cultivo: en hileras sencillas o dobles a través de la pendiente, empleando una distancia entre surco mayor a la empleada entre árboles, en bloques o parcelas de 11 surcos, 1 metro entre surcos, y 40 árboles por surco a igual distancia, dispuestos en cuadros o triángulos, recomendado para terrenos con pendientes menores al 5% y en curvas a nivel.
- El sistema de producción según la luminosidad: sin sombra o media sombra.
- La variedad a sembrar:

3. Procesos productivos de café.

Las prácticas adecuadas del cultivo. Se considera recomendable en un cultivo de café lo siguiente:

1. La construcción del germinador.
2. La construcción del almácigo.
3. Preparación del terreno, tazado ahoyado y siembra.
4. La fertilización.
5. El control de plagas.
6. El manejo de enfermedades.
7. El beneficio ecológico.

3.1. Germinador:

Del cuidado que se tenga en este proceso depende el éxito del cultivo ya que en esta etapa se obtienen las plántulas en un período de 60 días y se realiza la selección de las mejores chapolas. La semilla debe estar lista 8 meses antes del trasplante definitivo al suelo, de este periodo dos meses corresponden al tiempo de germinador y 6 meses al almacigo.

3.2. Almácigo:

En este sitio se siembran las chapolas provenientes del germinador en bolsas expuestas parcialmente al sol. Reciben el nombre de colinos y permanecen allí hasta cuando están desarrolladas para transplantar al campo. Su finalidad es el desarrollo adecuado y la selección de las plántulas para el establecimiento definitivo del cultivo. En este proceso es indispensable asegurarse de la buena selección del material.

En su construcción se usan bolsas de polietileno negras, calibre 1.5 o 2, perforadas a los lados y al fondo, y de un tamaño de 7x23 cm. El mejor sustrato es el compuesto de tierra y pulpa de café descompuesta, en una proporción de 3 a 1.

3.3. Preparación del terreno, tazado ahoyado y siembra.

En la adecuación del terreno se determina un sistema de siembra y tazado para lo cual se utilizan herramientas y materiales sencillos como estacas de madera. Cuando el sistema de producción es bajo sombra, se necesitan semillas y colinos de guamo y plátano, principalmente. En las etapas de establecimiento, crecimiento y producción, son necesarios insumos y como: herramientas (palines, machetes), plaguicidas de baja toxicidad, sólo si, son necesarios, selección de arvenses para su manejo, fertilizantes químicos y abonos orgánicos.

Un hoyo de buen tamaño permite al árbol un buen desarrollo, especialmente en su sistema reticular, lo que asegura un buen anclaje y una mejor nutrición. Se recomienda hacerlos de 30cm de ancho x 40cm de profundidad, para suelos de condiciones físicas y fertilidad normales. Para alcanzar el éxito en la siembra de los cafetos en el sitio definitivo, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- **Tamaño de los árboles:** deben de ser llevados al campo antes de que el nabo llegue al fondo de la bolsa, con el fin de evitar su mal formación, lo cual incidiría en su nutrición posterior.
- **Calidad de los árboles:** se deben seleccionar los mejores por sanidad, vigor y buena formación.
- **Época de siembra:** la siembra debe coincidir con períodos de lluvia. En caso de presentarse una época de verano, se recomienda regar los almácigos antes de llevarlos al sitio definitivo.
- **Transporte cuidadoso:** se debe evitar pérdidas y daños en los árboles por un inadecuado transporte de los colinos al campo.

3.4. Fertilización:

El concepto de nutrición para el cultivo del café está enmarcado dentro de lo que se conoce como agricultura sostenible, que es la que optimiza la efectividad de los insumos sin deterioro del medio ambiente, procurando la conservación del suelo y fundamentalmente de su capa orgánica. Comprende las etapas de instalación, establecimiento, crecimiento y producción. Esta práctica se complementa con adiciones sucesivas de materia orgánica, principalmente por el manejo de subproductos del cultivo. La fertilización foliar no es utilizada en el cultivo del café.

3.5. Control de plagas:

Dentro de los controles utilizados para el manejo de plagas en café se encuentran el biológico, el cultural, el mecánico, el natural y el químico.

La plaga de más importancia económica en el café es la broca, apreciada en el país desde hace muchos años. Su control ha estado apoyado en el manejo integrado.

El control cultural conocido como RE-RE, que consiste en recoger todos los frutos maduros de la plantación y repasar para recoger aquellos que se hayan quedado; la recolección oportuna debe dirigirse a granos maduros, sobre maduros y secos en el árbol y en el suelo con el fin de romper su ciclo biológico.

3.6. Manejo de enfermedades:

El manejo de enfermedades en el café tiene su componente ambiental. La roya del cafeto es la principal enfermedad. Para su control, existe la alternativa del control químico mediante la determinación del porcentaje de infección por lote. Esto garantiza controles oportunos con una racionalización en la aplicación de fungicida de baja categoría toxicológica.

3.7. Beneficios ecológicos:

El beneficio ecológico del café por vía húmeda, es un conjunto de operaciones realizadas para transformar el café cereza en pergamino seco, minimizando las incidencias frente al medio ambiente, conservando la calidad exigida por las normas de comercialización, evitando pérdidas del producto y eliminando procesos innecesarios, como el consumo excesivo de agua, logrando así, el

aprovechamiento de sus subproductos. Lo anterior, en busca de un desarrollo sostenible de las regiones cafetaleras. Este proceso reduce la contaminación producida en más de un 90%.

➤ **Componentes:**

Cosecha: se debe recoger, en su totalidad, solo los frutos maduros. Esto se traduce en las siguientes ventajas: aumento de ingresos por venta de mayor cantidad de café, reducción de reinfección y eliminación de pérdidas hasta de un 10% debidas a frutos no recolectados o que caen al suelo.

Recibo: se hace en seco aprovechando la gravedad, mediante tolvas construidas en cemento, madera o recubiertas de aluminio.

Despulpado: se debe hacer en seco, aprovechando la gravedad. Estudios de Cenicafé, han comprobado que se puede despulpar el café en seco, sin afectar la capacidad del proceso y la calidad de los granos. Esta práctica evita la contaminación producida en 72%.

Clasificación: para su clasificación se deben usar zarandas clasificadoras eficientes que funcionan con agua.

Remoción de mucilago: tiene como fin hacer que el mucilago que cubre el pergamino se descomponga y una vez fermentado se disuelva en el agua, eliminándose por medio del lavado. Su duración oscila entre 18 a 30 horas según el clima.

4. Obtención de la cascarilla de café.

En Nicaragua el periodo de recolección del grano del café comienza en el mes de septiembre que es la primera fase del proceso, luego se recibe y dentro de la empresa recicladora pasa a los beneficios húmedos, lo que puede tardar dependiendo de la distancia del beneficio entre 1 y 3 horas de transporte. Seguidamente comienza el proceso de despulpado con agua donde da como resultado los desperdicios que se utilizaran como materia prima que es la pulpa para la generación de energía eléctrica.

Como podemos observar en la figura 1, existen dos procesos de despulpado que son el proceso vía seco y el proceso vía húmeda, en el caso de Nicaragua se hace de la manera convencional que es el proceso vía húmeda, siguiendo cada una de las fases hasta que es sacada la pulpa y luego pasa al proceso de secado para producir energía.

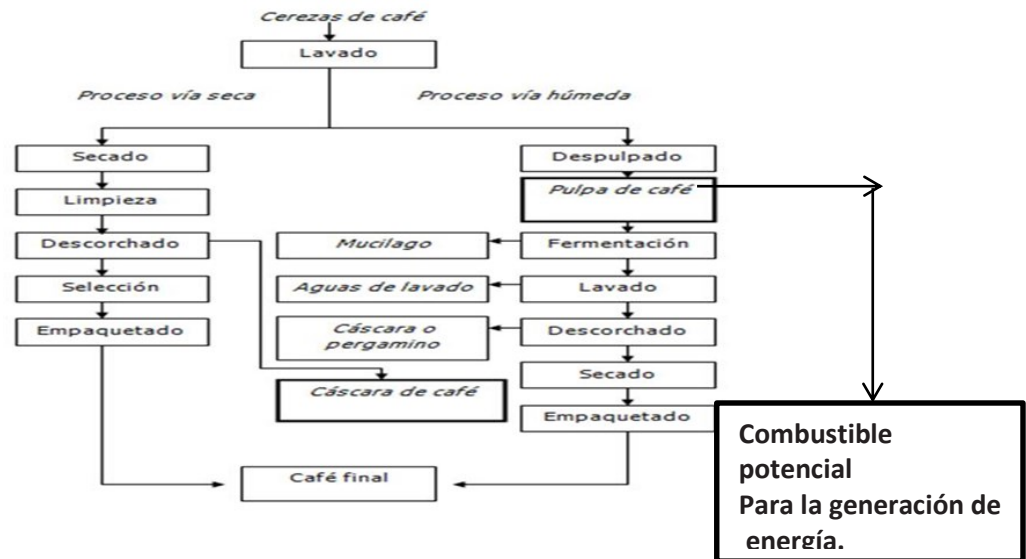


Figura 1 (procesos para obtener pulpa de café).

5. Características de la cascarilla de café.

El cisco o cascarilla del café presenta las siguientes propiedades:

- El poder calorífico es de aproximadamente 7,458 Kcal/Kg. Poder calórico: El contenido calórico por unidad de masa es el parámetro que determina la energía disponible en la biomasa. Su poder calórico está relacionado directamente con su contenido de humedad. Un elevado porcentaje de humedad reduce la eficiencia de la combustión debido a que una gran parte del calor liberado se usa para evaporar el agua y no se aprovecha en la reducción química del material.

- El porcentaje de cenizas es de aproximadamente 0.6%. Porcentaje de cenizas: El porcentaje de cenizas indica la cantidad de materia sólida no combustible por kilogramo de material. En los procesos que incluyen la combustión de la biomasa, es importante conocer el porcentaje de generación de ceniza y su composición, pues, en algunos casos, ésta puede ser utilizada.

- Su humedad promedio es de 5.4 %. Contenido de humedad (H.R.): El contenido de humedad de la biomasa es la relación de la masa de agua contenida por kilogramo de materia seca. Para la mayoría de los procesos de conversión energética es imprescindible que la biomasa tenga un contenido de humedad inferior al 30%.

- El Material volátil es de 87.7 %.

- Densidad aparente promedio 0.33 g / cm³. Densidad aparente: Esta se define como el peso por unidad de volumen del material en el estado físico que presenta, bajo condiciones dadas. Combustibles con alta densidad aparente favorecen la relación de energía por unidad de volumen, requiriéndose menores tamaños de los equipos y aumentando los períodos entre cargas.

6. Usos de la cascarilla de café.

Por lo general los productores del café se aplican a la recolección del grano y a su procesamiento, que incluye el despulpado. A partir de este último, se obtienen la cascarilla o espumilla, que literalmente es el desecho y aparentemente no tienen ningún uso.

Sin embargo, en los últimos años, la comercialización de tal residuo ha formado parte de los ingresos de los cosecheros.

Resulta muy atractiva la posibilidad de su utilización en los procesos de FES para la obtención de enriquecidos proteicos para la alimentación animal y para la producción de enzimas pectinolíticos de interés tecnológico en la industria de los

alimentos. En concentrados comerciales de alimentación para ganado lechero la pulpa de café puede reemplazar hasta unos 20% de la ración total de estos concentrados.

Como materia prima en la fabricación de papel, Debido a estar constituida en gran parte de celulosa, componente principal del papel, lo que hace a la cascarilla de café un material apropiado para su fabricación.

En muchos lugares se está utilizando para la preparación de abonos orgánicos fermentados, gracias a que se constituye en una excelente fuente de celulosa, lignina, sílice y cenizas, así como otros componentes de menor proporción. Permite su uso, una mejor homogenización y aireado del mantillo, lo que permite que pueda ser reutilizada nuevamente en los propios cultivos de café.

Como combustible directo o para la producción de biogás mediante digestión anaeróbica, estimándose una producción por tonelada de pulpa en torno a 131 m³ de biogás, lo que puede ser equivalente a 100 litros de petróleo.

Por otra parte, cuando la cascarilla del café se humedece con un poco de leche, levadura y melaza de caña o agua mieles, esta se constituye en un excelente medio de cultivo para la multiplicación diversificada de microorganismos en constantes sucesiones biológicas, que favorecen la rápida recuperación de suelos degradados.

También puede ser utilizada como un sustrato eficiente para producir productos químicos y productos de alto valor añadido como:

- Etanol.
- proteína unicelular.
- enzimas como: tanasa, pectinasa, cafeinasa entre otras.
- ácidos orgánicos como: ácido cítrico.
- Aminoácidos.
- compuestos aromáticos como son: acetaldehído, etil-acetato propil-acetato, etc.
- hongos comestibles: el cultivo de hongos comestibles resulta especialmente atractivo y es un ejemplo claro de las técnicas de biotransformación, supone una conversión directa de un material residual agrícola en un alimento para el hombre. En este proceso se utilizan hongos

comestibles como los pleurotus spp., evaluados por su actividad comercial e importante por su eficiencia biológica.

- metabolitos secundarios biológicamente activos.



Figura N° 3 (usos del café)

7. Necesidades de energía en la industria y cultivo del café.

- **En los sistemas de riego:** para poder llevar a cabo la producción del café, se necesita tener una fuente de agua en abundancia, ya sea un río que esté cerca de las terrazas de arroz o la construcción de un pozo que abastezca todo el terreno sembrado.

Para ello se necesita de una bomba que succione el agua desde el río o el pozo hasta los surcos, para que se pueda dar una excelente producción y calidad en el producto, por tal razón la energía es indispensable para la energización de estas bombas sumergibles, que por lo general son de 480VAC.

- **En el Proceso de industrialización:** es evidente que para la industrialización es sumamente necesario la energía, en el mundo en que vivimos nada se mueve si no es con la energía y con dispositivos, máquinas y robots que nos facilitan la elaboración de diversos componentes que hacen que el realizar nuestro trabajo se haga menos dificultoso, y todos estos componentes que nos facilitan la vida diaria no realizan sus trabajos sin la carencia de energía eléctrica.

- **Uso general en el trillado del café:** en este aspecto es donde más se utiliza la energía eléctrica, debido a que el trillo posee muchos motores eléctricos que desempeñan un importante trabajo en el descascarillado del café al ir siguiendo un proceso donde se descascara, se aparta la pulpa del café y el grano entero y facilitar la selección de estos productos ya que no se hace manualmente, sino que todo este trabajo es realizado por máquinas que realizan su trabajo gracias a la energía eléctrica, ya que si esta no se posee, todo el proceso antes mencionado se haría de una manera ancestral, sin trillada mecanizada sino manualmente.

C. PRODUCCION DE ARROZ.

1. Requerimientos agro-ecológicos para el cultivo de arroz.

Para una mayor productividad, el arroz requiere de temperaturas relativamente altas y de suficiente radiación solar así como de un suministro suficiente de agua, durante toda la temporada de desarrollo del cultivo que varía de 3 a 5 meses. La temperatura, la radiación solar y la precipitación pluvial afectan directamente los procesos fisiológicos de la planta de arroz, que de una u otra manera inciden en la producción de grano e indirectamente inciden en la presencia de plagas y enfermedades del cultivo. Aparte de lo anterior los suelos deben ser aptos para el cultivo, con características que permitan una adecuada retención de agua y disponibilidad de nutrientes.

1.1. Temperatura y radiación solar.

La temperatura no sólo afecta el crecimiento, sino que, también el desarrollo de la planta de arroz. Para el 11 cultivo del arroz, las temperaturas críticas están por debajo de los 20° C y por arriba de los 32° C. Se considera que la temperatura óptima para la germinación, el crecimiento del tallo, de las hojas y de las raíces, está entre los 23 y 27 o C. Con temperaturas superiores a éstas, la planta de arroz crece más rápidamente, pero los tejidos son demasiados blandos, siendo entonces más susceptibles a los ataques de enfermedades. Por otra parte, las temperaturas bajas influyen desfavorablemente en la diferenciación de las células reproductivas y por tanto causan una alta esterilidad de las espiguillas, esto es muy determinante en la etapa del “embuchamiento” a los 14-7 días antes de la emergencia de la panícula o de la floración del cultivo. Un tiempo lluvioso, con alta nubosidad y con bajas temperaturas perjudican la polinización y por tanto causan un alto porcentaje de esterilidad de las espiguillas, resultando en una baja producción de grano. Por otra parte, tanto en los trópicos como en las zonas templadas, la producción de grano es primariamente determinada por la incidencia de radiación solar.

Con la información anterior, se asume que el arroz en nuestro país, se puede cultivar desde 0, hasta los 800 metros sobre el nivel del mar, durante el ciclo de primera y sembrado en los meses de mayo, junio y la primera quincena de julio.

1.2. Precipitación pluvial.

Al igual que otros cultivos y partiendo del conocimiento que cada cultivo requiere de la suficiente humedad para obtener una mayor productividad, también el arroz requiere de un mínimo de humedad en el suelo, para obtener una producción aceptable. Cuando ocurren deficiencias de agua durante el desarrollo del cultivo, los rendimientos disminuyen significativamente. Por eso en las zonas donde la precipitación pluvial no es suficiente para sacar el cultivo y tampoco se dispone de agua para efectuar riegos de auxilio, se aconseja que el productor mejor no se siembre arroz pues los riesgos se incrementan significativamente. Se considera que una precipitación de unos 1,200 milímetros bien distribuidos durante el ciclo de cultivo es suficiente para la obtención de buen rendimiento productivo.

1.3. Suelos y topografía del terreno.

El cultivo de arroz como tal, requiere de suelos con alto contenido de arcilla, que son los suelos que retienen y conservan la humedad por más tiempo. Los suelos cuya proporción de arcilla está balanceada con el contenido de arena y limo (suelos francos) y que son aptos para otros cultivos, todavía garantizan buenas cosechas de arroz. Sin embargo, en estas condiciones se hace necesario contar

con abundante agua de lluvia, o con la infraestructura necesaria para suplir de riego al cultivo en períodos críticos de baja precipitación pluvial o sequía. En relación con la topografía del terreno es necesario disponer de suelos planos para producir arroz; ya que generalmente en el cultivo de arroz en su mayoría se utiliza maquinaria. Desde luego, que el manejo del cultivo y el manejo de agua (si se dispone de riego), será más fácil y menos costosa en aquellos suelos con menores pendientes. Cuando se construye infraestructura para riego, las melgas deben nivelarse bien.

2. Fisiología

En las plantas que producen semilla, se distinguen tres fases de desarrollo, las cuales tienen períodos de crecimiento definidas en cuanto a la diferenciación de la planta y los días de duración de estas tres fases. En el caso del arroz, estas fases son las siguientes:

- **La fase vegetativa:** por lo general dura de 55 a 60 días en las variedades de período intermedio. Y comprende desde la germinación de la semilla, emergencia, macollamiento (ahijamiento), hasta la diferenciación del primordio floral. Esta fase es la que diferencia unas variedades de otras, según sea la precocidad o tardanza de la misma en alcanzar su respectivo ciclo de cultivo. En la fase vegetativa es cuando se determina en gran parte, el número de espigas por planta o por unidad de superficie, debido principalmente al macollamiento de las plantas, lo cual es uno de los 3 componentes de rendimiento de una plantación de arroz.

- **La fase reproductiva:** incluye el período desde la formación del primordio floral, embuchamiento (14-7 días antes de la emergencia de la panícula), hasta la emergencia de la panícula (floración). Esta fase dura entre 35 y 40 días. Normalmente la duración de la fase reproductiva en las variedades cultivadas, varía muy poco. En esta fase se determina el número de granos por panícula, que es también otro de los 3 componentes de rendimiento en la producción de un cultivo de arroz.

- **La fase de madurez:** abarca desde la emergencia de la panícula (floración), el llenado y desarrollo de los granos (estado lechoso y pastoso) hasta la cosecha (madurez del grano) y dura de 30 a 40 días. Esta fase también varía muy poco de una variedad a otra. Y se considera que en esta fase se determina el peso del grano a la madurez, por lo que es el tercero de los 3 componentes de rendimiento en una plantación de arroz. En general el ciclo vegetativo y reproductivo de las variedades de arroz que se cultivan actualmente, varía de 120 a 140 días desde la germinación hasta a la cosecha del grano aunque actualmente se encuentran

variedades de arroz con 105 días a la cosecha con rendimientos aceptables. Cuando las temperaturas son bajas durante la fase vegetativa, el período de desarrollo del cultivo puede alargarse por unos días más hasta 5 meses (150 días).

3. Preparación de tierras en el cultivo del arroz.

El suelo además de ser el soporte físico de la planta de arroz, es el sustrato que provee los nutrientes durante su respectivo crecimiento y desarrollo del cultivo. Aunque también, es en el suelo donde se desarrollan otros factores adversos al cultivo, como las malezas, insectos, hongos, bacterias y otros. Teniendo esto en claro, entonces el objetivo principal de la preparación de tierras son entre otros; destruir las malezas presentes, incorporar la materia orgánica en el suelo (como residuos de la cosecha anterior y de las malezas) y contribuir a mejorar la estructura (mullir o reducir el tamaño de los terrones) en la capa arable, a fin de que la semilla sea colocada en un medio apropiado para la respectiva germinación en el suelo.

En el cultivo de arroz, la preparación de tierras se realiza con tracción animal o con equipo automotor. Una preparación adecuada del suelo, favorece la reducción de las pérdidas de agua y de nutrientes por lixiviación, percolación o infiltración y también se logra un mejor control de las malezas y se reduce la incidencia de plagas y enfermedades, impidiendo así el desarrollo agresivo de estas plagas y por lo tanto, lograr que estos factores compitan menos con el cultivo de arroz y se obtengan mejores rendimientos.

Cuando se dispone de riego, los terrenos destinados para el cultivo de arroz deben ser preparados con criterio de una producción continua y hacer la adecuación del terreno de manera que el suelo se deteriore lo menos posible en cada ciclo de siembra. En esta situación la nivelación de los terrenos (aptos para el cultivo), es un paso importante al destinar un lote de terreno para la producción de arroz bajo riego.

3.1. Preparación de suelos en condiciones de suelo seco.

Arado: La utilización del arado en el cultivo de arroz, solo se recomienda para la preparación de tierras en terrenos que se cultivan por primera vez o en terrenos demasiado compactados que impidan un normal desarrollo radicular de la planta. Aunque también se recomienda el arado para volcar el suelo al final de la cosecha, para que este permanezca así durante toda la época seca en los cultivos de secano. No obstante, cuando se ha nivelado un terreno, no se recomienda la utilización del arado, ya que se corre el riesgo de destruir la nivelación y de dejar depresiones en el mismo, que ocasionan encharcamientos de agua y trastornos en la germinación, la cosecha con maquinaria y otros.

Rastra pesada (rome-plow): Este es el implemento más generalizado y utilizado para la preparación de tierras en el cultivo del arroz y se debe a la versatilidad de este implemento en la preparación de tierras. Generalmente son suficientes efectuar de dos a cuatro pases de rastra pesada para lograr una buena preparación de tierras para sembrar arroz. Sin embargo, debe de tenerse en cuenta que la humedad del suelo es determinante para obtener una buena preparación del suelo. Se aconseja que el último pase de rastra se efectúe inmediatamente antes de la siembra.

Emparejamiento del terreno: Es necesario nivelar o emparejar el terreno para realizar una buena distribución de la semilla y lograr una profundidad apropiada de siembra y tapado de la misma. El emparejamiento se puede realizar con un riel o un trozo de madera, que se coloca al final de la rastra al momento de dar la última pasada de rastra. O bien palas mecánicas de tiro o acopladas al tractor.

También se utilizan moto-niveladoras en el emparejamiento o nivelación de los terrenos. Aunque el costo por hora es alto comparado con los implementos acoplados al tractor, el trabajo resulta más eficiente y más rápido. Las motoniveladoras también se utilizan en la construcción y/o reparación de las bordas de las melgas para el cultivo de arroz en condiciones de inundación.

3.2. La preparación de tierras bajo condiciones de inundación o de fangueo.

Se recomienda cuando se cuenta con el equipo necesario de fangueo y se tiene un sistema de riego o infraestructura necesaria para mantener una lámina de agua permanente en el cultivo de arroz. O sea que, para la preparación de tierras por

este sistema se requiere que el terreno cuente con una infraestructura de melgas a cero el desnivel para el control y manejo del agua de riego.

El sistema de fanguero se recomienda para la 6 1 producción de semilla o bien para la producción de granza de buena calidad para consumo. Sin embargo, el fanguero es más costoso que las siembras en seco. Las siembras por transplante o al voleo con semilla pre germinada son favorables y recomendables con el sistema de preparación de tierras por fanguero.

3.2.1. Equipo utilizado en la preparación de tierras por fanguero.

Tractor: El tractor debe ser liviano, alrededor de 75 a 80 caballos de fuerza y de doble tracción. El sistema de frenos debe ser sellado, se le debe instalar un sistema de pesas en la parte frontal para mantener la estabilidad, las llantas traseras (convencionales) se deben usar sin agua y con una presión de 5 libras por pulgada cuadrada, para lograr una mayor sustentación del tractor en el terreno fangoso. En algunas situaciones se debe contar con ruedas fanguadoras de fácil montaje.

Rastra (rome-plow): Después de chapear las melgas (si ha sido necesario), los suelos se rastrean en seco con uno o dos pases de rome-plow o una rastra pesada.

Inundación del terreno y pases de rototiller: Luego de los pases de rastra, las melgas se llenan con una lámina mínima de agua de 20 cm de profundidad. Una vez que las melgas están llenas con agua se efectúa el fanguero con uno o dos pases de una rastra liviana o con rototiller. Teniendo en cuenta lo siguiente: 1 el suelo y el agua deben mezclarse muy bien mediante el “fanguero” y 2 se deben incorporar las malezas y el rastrojo del arroz u otros residuos de la cosecha anterior que se voltearon con el arado. Cuando no se dispone de rototiller el fanguero con una rastra liviana es recomendable.

Rototiller: Es un arado rotatorio que se engancha a los tres puntos del tractor y lo acciona la toma de fuerza del mismo. Consiste en una barra rotatoria protegida, con cuchillas para cortar y mullir el suelo, es preferible utilizar el rototiller diseñado para trabajar en campos fangosos con cojinetes y transmisión totalmente sellados.

Cuchilla o pala niveladora: Consiste en una hoja metálica montada en el enganche de tres puntos del tractor y cuya profundidad de corte se regula con el

levante hidráulico del tractor. Se utiliza para mover el suelo de las partes altas a las partes bajas del terreno, ya que aún en lotes nivelados en seco, los terrenos presentan partes (altas) que no se logran inundar completamente, para lo cual se utiliza la pala niveladora efectuando pequeños cortes y acarreando el suelo a las partes más bajas del terreno. Esto se debe de hacer inmediatamente después del fanguero antes, de que el lodo o las arcillas se asienten (sedimenten) y se vuelvan pegajosas.

Posteriormente se procede a la siembra, ya sea con semilla seca o semilla pre germinada, después se drena el terreno, evitando que queden charcos para evitar el recalentamiento de la semilla al germinar o por otra parte el daño de aves acuáticas.

Cuando no se ha podido sembrar después del fanguero y han vuelto a crecer malezas o se ha endurecido el suelo, es necesario inundar las melgas de nuevo y dar otro pase de rototiller antes de sembrar la semilla seca o pre-germinada.

4. Selección de semilla, fechas y densidades de siembra.

Selección de la semilla: De la selección de una buena variedad y de la utilización de una semilla de muy buena calidad, depende en gran medida el éxito de un proyecto arrocero. Con una buena semilla estamos garantizando un buen porcentaje de germinación, un buen vigor y un crecimiento uniforme de las plántulas, que después resulta en un cultivo con plantas sanas y mejor establecidas. También con la utilización de semilla de buena calidad evitamos contaminar el terreno con malezas nocivas como la caminadora y el arroz rojo.

Densidades de siembra: Una cobertura adecuada del cultivo de arroz, se logra con 150 a 300 plantas de arroz por metro cuadrado.

La cantidad de semilla a utilizar en un área determinada dependerá entonces de varios factores: como la variedad, el método de siembra, el sistema de cultivo, la calidad de la semilla, la fertilidad del suelo, etc. Las densidades de siembra se especifican cuando se expliquen en los métodos de siembra, más adelante, pero por lo general las recomendaciones varían entre 100 y 200 libras de semilla de buena calidad por manzana.

Fechas de siembra: La fecha de siembra apropiada para el cultivo de arroz, depende básicamente del sistema de cultivo que el productor utilice. En cultivos de

secano las siembras del cultivo de arroz, están determinadas por el inicio de la época lluviosa. Siendo así, se recomienda realizar la siembra con las primeras lluvias, en los meses de mayo y junio, aprovechando que la temperatura del suelo es favorable para lograr una germinación uniforme y un buen desarrollo del cultivo.

No obstante y según los resultados de estudios efectuados en la Estación Experimental Playitas, en Comayagua y como se muestra en el Cuadro adjunto, las mejores fechas de siembra para el cultivo del arroz son los meses de mayo, junio y la primera quincena de julio, que es cuando se obtienen los mejores rendimientos con las tres variedades estudiadas en los tres años que duro el estudio. Las siembras en otros meses siempre se tiene producción pero se obtienen bajas rendimientos, principalmente en las siembras efectuadas en los meses de octubre y noviembre. Esto último, se explica por la menor cantidad de horas luz y las bajas temperaturas que se observan en los meses de diciembre y enero cuando el cultivo de arroz está en la etapa de prefloración y floración que es la etapa cuando el arroz es muy sensible a estos factores, lo que se manifiesta en una baja fertilidad de las espiguillas y un bajo porcentaje de llenado de grano.

5. Métodos de siembra.

En el cultivo del arroz se utilizan varios métodos de siembra, cuya aplicación depende de las facilidades que tenga el productor y del área a sembrar. Se diferencian dos sistemas de siembra en el cultivo de arroz; siembra directa (con semilla seca en suelos secos o fangueados o pre-germinada en suelos fangueados) y siembra indirecta o por trasplante. Es muy importante que el 22 productor siempre se asegure de la germinación de la semilla, efectuando antes de la siembra una prueba de germinación de la semilla a utilizar, esto debe de observarse para evitar bajas densidades de siembra al sembrar semillas con bajo porcentaje de germinación.

5.1. Métodos de siembra en suelos fangueados.

En la siembra de arroz en suelos fangueados, se distinguen dos procedimientos: la siembra al voleo utilizando semilla seca y la siembra al voleo utilizando semilla pre germinada.

Siembra con semilla seca: Cuando las melgas se encuentran fangueadas y listas para la siembra, se pesa la semilla de acuerdo al área de la melga y a la densidad de siembra a utilizar, seguidamente la semilla seca se esparce al voleo. En la siembra al voleo, la distribución de la semilla debe de ser lo más uniforme posible, para lo cual se recomienda que la persona que riega o esparce la semilla pase de ida y vuelta por el mismo lugar. Una vez tirada la semilla se drenan las melgas, evitando dejar charcos.

Siembra al voleo con semilla pre-germinada. En este método la semilla pre-germinada, previamente pesada de acuerdo al área de las melgas, se riega al voleo dentro de las melgas ya sea a mano o con avión. Después de esparcir la semilla se saca el agua de la melga, supervisando que no queden charcos donde la semilla puede recalentarse o se propicie el daño el daño de aves acuáticas, principalmente “pichiches” que son aves nocturnas, para lo cual el productor debe de tomar las previsiones del caso.

6. Cosecha del arroz.

El mejor indicador para realizar la cosecha de la granza de arroz, es la humedad del mismo grano. Cuando se cosecha el grano a una humedad apropiada, se mantiene la calidad molinera de la variedad, reduciendo además, la pérdida de granos ya sea por desgrane de la panícula o por 53 acame (vuelco), daño de pájaros o ratas, etc. La humedad del grano considerada como apropiada para cosechar la granza de arroz es de 22-26 %, lo cual se determina con aparatos especiales para determinar la humedad de los granos.

En relación con la humedad del grano, el productor debe de tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Un contenido de humedad del grano mayor del 26 % resulta en un menor rendimiento de grano entero en el beneficiado del grano debido a un alto porcentaje de granos yesosos, además de que conlleva un mayor tiempo y costo de secado, ocasionando además de que se paga más por un mayor peso (del agua) en el transporte de la granza húmeda, etc.
- Una humedad del grano entre el 22 y el 26 % se considera como una humedad óptima para la cosecha de arroz, lo cual resulta en mayores rendimientos de campo, mayor rendimiento de grano entero en el beneficiado y una mejor calidad del grano, etc.

La cosecha del grano de arroz, se puede realizar de varias formas, de acuerdo a la disponibilidad de equipo y/o mano de obra en la zona. Pero siempre el productor debe de asegurarse que la cosecha no se efectuó cuando el grano tenga un contenido de humedad arriba del 26 % y que la granza no tenga porcentajes no permitidos de residuos de la cosecha, como tallos, hojas, casullas vanas, ya que estos contenidos bajan el precio de la granza húmeda de arroz.

- Cosecha mecanizada: El corte y la trilla se realiza con combinadas autopropulsadas, con rendimientos de 60 a 100 quintales por hora. La mayoría del arroz producido en el país, es cosechado con este tipo de combinadas.

La granza debe de enviarse al beneficio lo más pronto como sea posible, para iniciar el proceso de secado. El arroz es un grano muy perecedero y por lo tanto susceptible a daños cuando se almacena con un alto porcentaje de humedad, por lo cual es necesario someterlo a un secamiento escalonado, lo que puede realizarse con máquinas secadoras o en patios al sol hasta bajar su porcentaje de humedad al 12-14 por ciento, con esta humedad si se podrá almacenar el grano hasta que se decida comercializar la granza.

También el productor debe de evitar que la granza una vez cosechada, se moje o se exponga a la lluvia. La humedad fuera del grano, afecta en mayor medida la calidad del grano por recalentamiento, crecimiento de hongos, granos manchados, olores rancios o fermentados, etc. lo que también puede ser causal de rechazo.

7. Características de la cascarilla de arroz.

➤ Alto contenido de sílice (20%)

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 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, uno de los principales cereales de nuestra canasta familiar.

➤ Estructura cerrada que dificulta la combustión

Debido a la estructura cerrada, la combustión se dificulta, y, por el alto contenido de sílice (el 20 %), es de muy baja biodegradabilidad en condiciones del ambiente natural.

➤ **Material abrasivo**

La temperatura máxima que se obtiene al ser quemada varía de acuerdo con su condición: 970°C (seca), 650°C (con algún grado de humedad) y hasta los 1000°C (mezclada con combustible). La cascarilla de arroz al quemarse, genera 17.8% de ceniza rica en Sílice (94.5%).

➤ **Poder calorífico tres veces menor que el fuel oil**

Poder calorífico tres veces menor que el fuel oil, El poder calorífico de la cascarilla es de 3.281,6 Kcal/kg. El contenido de humedad, la composición química y el poder calorífico de la cascarilla son aspectos que hay que conocer para la construcción y el funcionamiento de hornos y hogares mecánicos que son los más adecuados para la quema e incineración de este subproducto agrícola.

8. Uso de la cascarilla de arroz.

A partir de la década de los años 80, gracias a diferentes estudios se encontró un valor agregado a lo que hasta entonces se consideraba un desecho. De manera que se originaron nuevas formas de adicionar las propiedades de la cascarilla en materiales usados en la industria y construcción como:

Complemento en la fabricación de ladrillos: la cascarilla de arroz se utiliza como complemento en la fabricación de ladrillos, debido a que mantiene altamente la humedad y así se construyen ladrillos mucho más fuertes. Mezclando el lodo con la cascarilla los ladrillos quedan contruidos con poros para la mejor absorción del agua, ya que después que se levantan las paredes de una casa se recomienda estar regando dichas paredes, para que el cemento y los ladrillos se adhieran mucho mejor.

En la fabricación de materiales aislantes: la cascarilla posee una muy buena capacidad aislante. La conductividad térmica (K), es comparable con la del corcho granulado y con la lana mineral, que es de 0.0360 W/mK, gracias a esta propiedad, la cascarilla de arroz puede ser tenida en cuenta para la elaboración de materiales aislantes.

En abono: la cascarilla de arroz ha sido usada tradicionalmente por los agricultores, para ser mezclado con algunos componentes y obtener un abono orgánico fermentado. Estos componentes junto con el abono de cascarilla de arroz, ocupan un lugar importante en la agricultura, ya que contribuye al

mejoramiento y fertilización del suelo a través de la incorporación de microorganismos por la descomposición de la cascarilla, además de que ayuda a la regulación del Ph del suelo, y a la aireación y absorción de la humedad gracias a la porosidad de la cascarillas.

La cascarilla de arroz es una fuente rica en sílice, lo que confiere a las plantas mayor resistencia contra el ataque de plagas y enfermedades. Este tipo de abono tiene la ventaja de poder ser utilizado inmediatamente después de la preparación y presenta un bajo costo de producción.

Además de la cascarilla, otros de los ingredientes utilizados en la conformación de los abonos orgánicos son:

- El estiércol de gallina, que aporta nitrógeno y mejora la fertilidad del suelo.
- Afrecho de arroz, ayuda a la fermentación del avino gracias a las calorías que aportan a los microorganismos y las vitaminas que contiene el afrecho.
- Carbón, el cual mejora las características de absorción de humedad, calor y características físicas del suelo.
- Mezcla de caña, es la principal fuente energética para la fermentación de abonos. El salvado de trigo, aumenta la fermentación debido a que es rica en almidón, además de aportar fosforo, potasio, calcio y magnesio.
- Suelo, el suelo es de los componentes más importantes en la conformación de abono orgánico, y es el que ocupa más volumen en el abono, y es donde se inicia la conformación microbiológica de abono.
- Cal agrícola, la función de la cal es reducir los niveles de acidez que se presenta durante la fermentación de abono orgánico.

Generación de energía: en nuestro trabajo monográfico presentamos un uso más de la cascarilla del arroz, bastante beneficioso para dueños de trillos; como es la generación de energía eléctrica utilizando como materia prima la cascarilla de arroz. Con la quema de esta cascarilla se genera vapor para poder generar dicha energía, y así poder sustituir a los derivados del petróleo como el bunker y diésel en la generación de energía.

9. Necesidades de energía en la industria y cultivo del arroz.

- **En los sistemas de riego:** para poder llevar a cabo la producción del arroz, se necesita tener una fuente de agua en abundancia, ya sea un río que este cerca de las terrazas de arroz o la construcción de un pozo que abastezca todo el terreno sembrado.

Para ello se necesita de una bomba que succione el agua desde el río o el pozo hasta las terrazas, para que se pueda dar una excelente producción y calidad en el producto, por tal razón la energía es indispensable para la energización de estas bombas sumergibles, que por lo general son de 480VAC.

- **En el Proceso de industrialización:** es evidente que para la industrialización es sumamente necesario la energía, en el mundo en que vivimos nada se mueve si no es con la energía y con dispositivos, máquinas y robots que nos facilitan la elaboración de diversos componentes que hacen que el realizar nuestro trabajo se haga menos dificultoso, y todos estos componentes que nos facilitan la vida diaria no realizan sus trabajos sin la carencia de energía eléctrica.
- **Uso general en el trillado del arroz:** en este aspecto es donde más se utiliza la energía eléctrica, debido a que el trillo posee muchos motores eléctricos que desempeñan un importante trabajo en el descascarillado del arroz al ir siguiendo un proceso donde se descascara, se aparta la semolina y el grano quebrado del grano entero y facilitar la selección de estos productos ya que no se hace manualmente, sino que todo este trabajo es realizado por máquinas que realizan su trabajo gracias a la energía eléctrica, ya que si esta no se posee, todo el proceso antes mencionado se haría de una manera ancestral, sin trillado mecanizado sino manualmente, aporreo de la espiga del arroz.

10. Proceso para la obtención de la cascarilla de arroz.

En Nicaragua el periodo de recolección de la cascarilla de arroz tiene dos etapas una comienza en el mes de mayo que es la primera y la segunda es en el mes de diciembre, luego se recibe y dentro de la empresa recicladora pasa por el proceso de trillado, donde seguidamente sale la cascarilla de arroz como un desperdicio

siendo de mucho provecho, que se utilizara como materia prima para la generación de energía eléctrica.

Como podemos observar en la figura 2, existe un único método para la obtención de la cascarilla de arroz que es la de trillado, luego se almacena en lugares de poca humedad para su respectivo uso que sería la generación de energía.

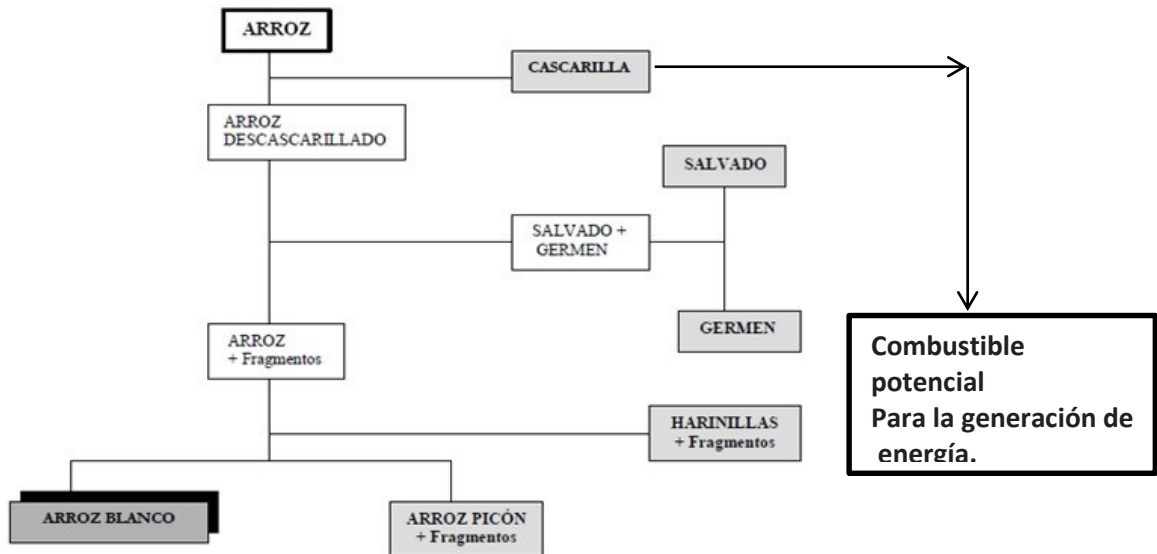


Figura 2 (Proceso para obtener cascarilla de arroz).

11. Características comerciales del proyecto.

- Venta de energía eléctrica: con la construcción de la maqueta, simulando la micro generadora de energía eléctrica, existe la posibilidad de llevar a cabo en un futuro, la construcción de una micro central en lugares donde sea más factible, como lo es en los trillos de arroz y café, donde la materia prima que utiliza esta micro central que se simulo mediante la maqueta expuesta, es desechado como inservible para los dueños de estos trillos como lo es la cascarilla de café y arroz. De esta manera se les estaría vendiendo energía eléctrica a un costo más bajo del que ellos pagan a la empresa distribuidora de energía.

- Venta de las cenizas: luego de haber utilizado la cascarilla con su quema y generar energía, se aprovecha también las cenizas para su venta, ya que esta ceniza ha demostrado ser un gran complemento para realizar mezclas de cenizas y cemento. La resistencia de este cemento varía de acuerdo con la proporción de la mezcla y la calidad que posea la ceniza, esta calidad depende de la temperatura y tiempo a la cual estuvo expuesta la cascarilla de arroz, estas condiciones impactan no solo los costos de producción sino, las propiedades mecánicas del cemento. Al adicionar ceniza de cascarilla de arroz en la producción del cemento se mejora notablemente la resistencia del cemento.

- Utilización de un desecho poco usado actualmente: cuando hablamos de material usado muy poco, nos referimos a la utilización que nosotros en este proyecto pretendemos darle, ya que anteriormente se describió los usos que se le da a la cascarilla de arroz en el sector agrícola, construcción etc. En la actualidad se está comprobando que con la quema de este producto se puede generar energía eléctrica para beneficiar a dueños de fincas, personas a las que no utilizan la cascarilla de arroz y en especial a los dueños de trillos.

D. COMBUSTIBLE POTENCIAL.

Del proceso de industrialización del arroz y del café en si se desprende un desecho: la cascarilla del arroz y la pulpa del café, que por sus características de baja humedad podría convertirse en un combustible potencial para la cogeneración de energía eléctrica, estos desechos que hasta el momento no se usaban en este proceso son un auge para la producción de energía eléctrica. La cascarilla de arroz y la pulpa de café que son sobrantes del proceso de industrialización de ambos, son un problema ambiental y sus manejos se traducen en costos adicionales.

Del total de producción de cascarilla de arroz y pulpa de café se transforma en calor por medio de la incineración en calderas, en donde ese calor calienta grandes cantidades de aguas que se transforman en vapor, dicho vapor mueve las aspas de una turbina, este movimiento hace la generación de energía eléctrica.

Se estudió entonces la posibilidad de encontrar posibles tecnologías que permitieran el desarrollo y ejecución de un proyecto para el uso de la cascarilla de arroz y la pulpa de café.

Para el estudio de la viabilidad financiera del proyecto, se calcularon los costos actuales por concepto de energía eléctrica que demanda la operación de la industrialización del arroz y café, además, fue preciso determinar el impacto de ahorro por concepto de la no compra de electricidad. Por otro lado, era indispensable calcular los nuevos costos asociados por la puesta en funcionamiento del proyecto.

Al mismo tiempo, se realizó el cálculo técnico de la cantidad de combustible disponible de acuerdo con los índices de producción de la arrocería y producción del café, para luego determinar la cantidad de combustibles (para la cascarilla de arroz y pulpa de café) que se requiere para cada demanda de energía, es decir, es necesario determinar la posible demanda de energía que será suplida con la cascarilla de arroz y la pulpa de café.

Además de la ventaja financiera, se encuentra la diferenciación de las operaciones por la autosuficiencia en cuanto a energía eléctrica para el proceso, esto da una ventaja en un mercado cada vez más competitivo, aunado a los compromisos con la naturaleza y con las energías renovables que benefician el ambiente.

E. ANALISIS FINANCIERO Y RESULTADOS.

Para determinar el desempeño, rentabilidad y capacidad de producción de energía eléctrica por medio de la biomasa, el análisis se basa en la producción de pulpa de café del beneficio seco y la producción de la cascarilla de arroz, se hizo con estos dos tipos de cascarilla, para aprovechar al máximo la generación de energía eléctrica ya que ambas se cosechan en tiempos distintos o mejor dicho en meses en los que se cosecha el arroz y no se cosecha café o viceversa, ya que la cosecha del café se inicia en octubre, una vez por año, y la del arroz se da en dos temporadas, Abril y Septiembre. al mismo tiempo podemos demostrar que la capacidad calorífica al combinar ambas cascarilla es mucho mayor que al usar solamente una sola esto hace que se genere más energía que lo constatado por una sola.

Las actividades que se realizan en este local son el trillado del arroz y al mismo tiempo el despulpado del café que se cosechan en el departamento de Matagalpa, municipio de Sébaco, en el trillo (LOS ESTEROS), éste trillo tiene la finalidad de ser a la vez un lugar mixto en donde se hace que dos diferentes tipos de productos salgan al comercio de la población, y al mismo tiempo con los

desperdicios que este produce, a como son la cascarilla de arroz y la pulpa de café sean aprovechados para la generación de energía eléctrica .

De igual manera el trillo Los Esteros con este proyecto generará más empleos de los que actualmente genera en diferentes áreas, a su vez tendrá la oportunidad de ser el primer trillo en Nicaragua con esta estrategia de generación de energía, con estos dos tipos de desperdicios que son la pulpa de café y la cascarilla de arroz.

Para la construcción de éste proyecto, se tiene una inversión inicial de 79,350 dólares. Ahora demostraremos la viabilidad de este proyecto, el ahorro económicamente que ésta obra tendrá al trillo, el retorno de inversión que estará dado en años y con una tasa de retorno anual equivalente a su inversión inicial.

1. Factibilidad económica

Para la determinación de este proyecto se llevaron a cabo los estudios de factibilidad, tanto de generación de energía eléctrica como económicamente; por lo cual se tomaron en cuenta los flujos de cajas que constatan, tanto los ingresos como los egresos anualmente a lo que corresponde a la factibilidad económica.

FLUJO DE CAJA					
DETALLES DE INGRESOS	AÑO 1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5
Ingresos por ventas	\$ 120,000	\$125,000	\$128,000	\$127,850	\$40,000
Secado de arroz	\$ 40,000	\$48,000	\$49,000	\$52,000	\$25,000
Trillado de arroz	\$ 45,000	\$65,000	\$60,000	\$49,000	\$30,000
Selección de Payana	\$ 20,000	\$25,000	\$32,000	\$39,000	\$10,000
Trillado de café	\$ 64,000	\$54,000	\$68,000	\$67,200	\$11,000
Secado de café	\$ 10,000	\$12,000	\$11,500	\$19,000	\$6,000
TOTAL DE INGRESOS	\$ 299,000	\$329,000	\$348,500	\$354,050	\$122,000

Tabla N°1 (Fuente propia del trillo)

DETALLE DE EGRESOS	AÑO 1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5
Gastos de energía	\$ 46,188	\$ 48,000	\$ 48,222	\$ 49,000	\$ 40,000
Gastos de agua	\$ 2,490	\$ 2,700	\$ 3,100	\$ 2,950	\$ 930
Compra de repuestos	\$ 20,000	\$ 32,000	\$ 29,500	\$ 36,000	\$ -
Mantenimiento	\$ 40,000	\$ 45,000	\$ 31,800	\$ 50,000	\$ -
Salario	\$ 13,800	\$ 15,000	\$ 15,500	\$ 16,080	\$ 1,200
Impuestos	\$ 5,580	\$ 6,280	\$ 6,910	\$ 6,764	\$ 2,440
TOTAL EGRESOS	\$ 128,058	\$ 148,980	\$ 135,032	\$ 160,794	\$ 44,570

Tabla N°2 (Fuente propia del trillo)

DESCRIPCION	AÑO 1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5
Detalles de ingreso	\$ 299,000	\$ 329,000	\$ 348,500	\$ 354,050	\$ 122,000
Detalles de egreso	\$ 128,058	\$ 148,980	\$ 135,032	\$ 160,794	\$ 44,570
GANANCIAS POR AÑO	\$ 170,942	\$ 180,020	\$ 213,468	\$ 193,256	\$ 77,430

Tabla N°3 (Fuente propia del trillo)

En las tablas anteriores se reflejan las ganancias del trillo por año trabajado, lo que permite llevar a cabo la ejecución del proyecto que a continuación se muestra, por lo que no sería necesario la solicitud de un préstamo para la obtención de capital económico, ya que las ganancias del trillo suplen su propia inversión.

Para llevar a cabo éste proyecto fue necesario saber la capacidad del consumo de energía del trillo, en un periodo de un día laboral, correspondiente a 8 horas al día, que corresponde a un consumo de 94.9 kWh-día, para esto se dará a conocer el flujo de consumo en un periodo laboral del trillo.

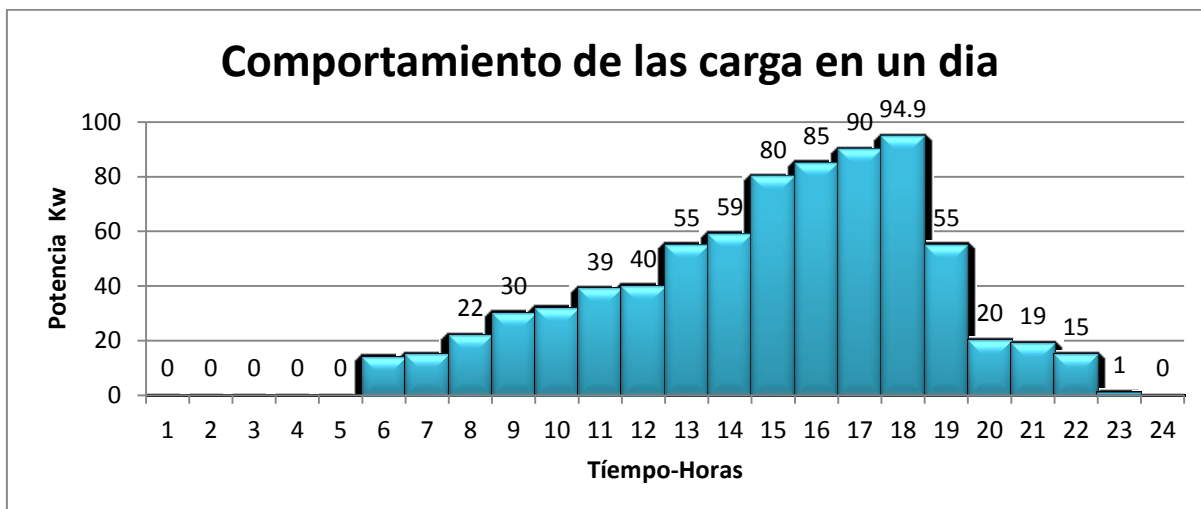


Tabla N°4 (Fuente propia)

Una vez visto el consumo de energía en un día laboral, se presentará el censo de carga por área del trillo, lo cual a su vez nos proporcionará el consumo facturado en un mes de trabajo.

Los datos para representar las gráficas fueron dadas por el gerente o dueño del trío.

En general la mayor carga que éste consume, está al entrar en operación la planta de trillado que está conformada por 18 motores de distintas cargas, con una potencia de: 11.25, 7.5, 6, 3.75, 2.25 y 1.125 kW, que en su totalidad forman la demanda total o demanda consumida que se muestran en las siguientes tablas.

1.1. Censo de carga área operacional.

N°	cantidad	Descripción (menor)	Voltaje (V)	Potencia/unidad (Kw)	P total (Kw)	Horas de uso kw/h	Consumo en el día Kw/h	Consumo al mes Kw/h-mes
1	3	15 Hp	480	11.25	33.75	8	270	8100
2	3	10 Hp	480	7.5	22.5	8	180	5400
3	1	8 Hp	480	6	6	8	48	1440
4	5	5Hp	480	3.75	18.75	8	150	4500
5	4	3Hp	480	2.25	9	8	72	2160
6	2	1.5 Hp	480	1.125	2.25	8	18	505

Tabla N°5 (Fuente propia)

1.2. Censo de carga área administrativa.

N°	Cantidad	Descripción	Voltaje (V)	Potencia/unidad (Kw)	P. total (Kw)	Horas de uso Kw/h	Consumo en el día Kw/h	Consumo al mes Kw/h-mes
1	28	Luminarias Tipo Hongo	120	0.175	4.9	12	58.8	1764
2	32	Lámparas 2x90	120	0.09	2.88	8	23.04	691.2
3	14	Lámparas 2x40	120	0.04	0.56	8	4.48	134.4
4	15	Bujías Ahorrativas de 20	120	0.02	0.16	8	2.4	74
5	1	Cocina Eléctrica de 1 Quemador	120	2.3	2.3	3.5	8	255
6	1	Cafetera	120	1	1	4	4	120
7	1	Computadoras de Escritorio	120	0.3	1	8	4.8	144
8	1	Impresora	120	0.013	0.013	8	0.104	3.12
9	1	Refrigeradora	120	0.265	0.265	16	4.24	127.2

Tabla N°6 (Fuente propia)

1.3. Diseño del proyecto.

1.3.1. Parámetros de Diseño

Para el diseño del sistema se tomaron en cuenta parámetros como la carga instalada y la cantidad de residuos de cascarilla de café y cascarilla de arroz que éste trillo genera por horas instaladas u horas de trabajo.

Los censos de cargas fueron proporcionados por fuentes propias del trillo y están en dos únicas áreas que existen, que son el área administrativa y el área operacional, las tablas reflejan el total de energía consumida por el trillo en un mes, correspondiente a 25,417.92 kWh-mes, lo que es un consumo muy elevado y para eso hemos implementado la cogeneración de energía a base de la cascarilla de arroz y pulpa de café, proyecto antes mencionado.

INVERSION PARA LA CONSTRUCCION DEL GENERADOR DE ENERGIA A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y PULPA DE CAFÉ.			
MATERIALES A UTILIZAR	COSTOS	IVA	GRAN TOTAL
Caldera para incinerar, Cap. 3600 Lb/Hrs.	11,000.00	1,650.00	12,650.00
Estación de generación de vapor CAP 500 PSI	14,000.00	2,100.00	16,100.00
Generador de energía para capacidad 150 kw	16,500.00	2,475.00	18,975.00
Volante	9,000.00	1,350.00	10,350.00
Turbina	6,500.00	975.00	7,475.00
Engranajes	4,500.00	675.00	5,175.00
Accesorios de instalación y mano de obra	7,500.00	1,125.00	8,625.00
			\$ 79,350

Tabla N°7 (Fuente propia)

Los resultados constatan que alimentando con una libra de cascarillas por segundo a la caldera del generador, se obtienen continuamente por una hora 43 kilovatios (kW). Calculando que su innovación podría generar un ahorro diario de ocho horas de energía en una vivienda que consuma un promedio de 100 kW por hora.

Pero si bien es cierto, el estudio que se realizará nos arrojará el ahorro promedio que se obtendrá al generar energía y al mismo tiempo, reinyectársela al consumo del sistema del trillo.

Si alimentamos con una libra de cascarillas la caldera del generador por segundo, en una hora se tendrá que alimentar con 3,600 libras, esto hace que genere en promedio de una hora 43 kW.

Generación de energía en un día de trabajo.				
Cantidad en libras	Horas	Generación Hora en kW	PRECIO POR kWh-mes	TOTAL EN CORDOBAS
3,600.00	1	43	4.1833	179.88
28,800.00	8	344	4.1833	1,439.06

Tabla N°8 (Fuente propia)

Si bien es cierto al trillo le saldría bien aprovechar los desperdicios en las ocho horas laborales a como se muestra en el cuadro, al trabajar el trillo ocho horas continuas éste genera un promedio de 300 quintales de desperdicio tanto de pulpa de café como cascarilla de arroz.

Los resultados constatan que alimentando al generador las ocho horas continuas esto nos dice que en las ocho horas se tendría que alimentar en promedio con 28,800 libras de cascarillas, que en promedio son 300 quintales lo suficientemente factible para generar un ahorro.

Al mismo tiempo, durante las ocho horas laborales el generador generará en promedio 344 kW, siempre y cuando el trillo éste trabajando a plena capacidad.

Generación de energía en un mes de trabajo					
Cantidad en libras	Días	Generación en h-día	Generación en kW h-mes	Precio por kW h-mes	Total en córdobas
892,800.00	31	344	10664	C\$ 4.18	C\$ 44,610.71

Tabla N°9 (Fuente propia)

Una vez visto los resultados, en ellos se aprecia que en un periodo de ocho horas de trabajo por día éste generará, 344 kWh-día, que en un mes son 31 días de trabajo, que labora el trillo. Dicho trillo podrá generar con 892,800 libras de cascarillas un promedio de 10,664 kWh-mes.

1.3.2. Promedio de ahorro energético.

Si bien es cierto los altos índices de pago en el servicio de facturación de la energía eléctrica en un trillo son elevados, por ende nosotros proponemos innovar y bajar la facturación de consumo de energía eléctrica, a través de dicho proyecto.

Energía facturada		
kWh-mes	COSTO POR kWh-mes	Total
25,430.00	C\$ 4.18	C\$ 106,388.95

Tabla N°10 (Fuente propia)

A como vemos la energía facturada en el trillo en un período de un mes de trabajo es de 25,430 kWh-mes, que corresponde al 100% de la energía consumida por toda la estructura o edificación.

Una vez visto la facturación de energía medida por la distribuidora, que en córdobas es de 106,388.95, esto representa el 100% del consumo. En cuanto a la energía producida por el mismo trillo es de 10,664 kWh-mes que en córdobas es de 44,610.70.

% Ahorro en energía en un mes.	
25,430	100%
10,664	41.93%

Tabla N°11 (Fuente propia)

Ahorro en energía en un mes en córdobas	
C\$ 106,388.95	100%
C\$ 44,610.71	41.93%

Tabla N°12 (Fuente propia)

Los resultados generan una visión, que en un mes de producción de energía eléctrica por el trillo hay un ahorro del 41.93 % del total de energía facturada por la distribuidora, por lo cual el ahorro generado es lo suficientemente favorable para el trillo.

1.3.3. Periodo de recuperación de capital.

Por los altos ingresos que tiene o genera un trillo, la empresa no decidió acudir a un financiamiento a una entidad bancaria ya que ellos poseen sus propios recursos.

RETORNO DE CAPITAL						
AÑOS	0	1	2	3	4	5
Pagos		\$ 18,916.20	\$ 18,916.20	\$ 18,916.20	\$ 18,916.20	\$ 18,916.20
Amortización		\$ 15,870.00	\$ 15,870.00	\$ 15,870.00	\$ 15,870.00	\$ 15,870.00
Saldo insoluto	\$ 79,350.00	\$ 63,480.00	\$ 47,610.00	\$ 31,740.00	\$ 15,870.00	\$ -

Tabla N°13 (Fuente propia)

Los resultados constatan que en cinco años el trillo recuperara su inversión inicial sin deudas bancarias, ya que asumieron su propio financiamiento y del 100% del capital anual de generación, el 80% es para el pago o la amortización y el 20% es una ganancia adicional por la generación de su propia energía, dejamos como propuesta que bien dicho trillo puede vender energía generada por ellos mismos.

Los resultados anteriores nos constataron, que si bien es cierto construyendo la planta cogeneradora esta es factible, ya que se pudo observar un ahorro, pero a la misma vez se realizaron los estudios ya trayendo una planta cogeneradora desde otro país con las mismas características pero con la salvedad de solo ensamblarla.

INVERSION PARA LA COMPRA DEL GENERADOR ELECTRICO			
DESCRIPCION	COSTO	IVA	GRAN TOTAL
GENERADOR ELECTRICO DE BIOMASA, GENERANDO 150 KW POR HORA, A 3000 RPM, VOLTAJES DESDE 120, 240, 480 VOLTIOS A 50 HZ MARCA HITEPOWERS.	\$ 85,000.00	\$ 12,750.00	\$ 97,750.00

Tabla 14(Fuente propia)

Una vez visto el ahorro que al construir un cogenerador eléctrico a base de cascarilla de arroz y pulpa de café, se puso en marcha ver la viabilidad de ahorro que nos proporcionara comprar un cogenerador con las mismas características de similares ya sea en consumo de materia prima a como lo es la pulpa de café y cascarilla de arroz, o generación de energía eléctrica.

El costo de la inversión es de 97,750 dólares ya puesto en las instalaciones en donde se pondrá en marcha.

Generación de energía en un día de trabajo.				
Cantidad en libras	Horas	Generación por horas en kw	PRECIO POR kW h M	TOTAL EN CORDOBAS
5,000.00	1	50	4.1833	209.17
40,000.00	8	400	4.1833	1,673.32

Tabla 15(Fuente propia)

La siguiente tabla nos constata que alimentando el cogenerador con 5,000 libras de cascarillas tanto de arroz como de café, este generara 50 kW por hora aproximadamente, esto se realizó en una hora de trabajo, ya en día normal de trabajo alimentándola por ocho horas que es lo que trabaja un trillo esta se debe de alimentar con 40,000 libras y con esta cantidad el cogenerador los generara 400 kW por día de trabajo.

Generación de energía en un mes de trabajo					
Cantidad en libras	Días	Generación en H/día	Generación en Kw h/mes	PRECIO POR kW h/M	TOTAL EN CORDOBAS
1240,000.00	31	400	12400	C\$ 4.18	C\$ 51,872.92

Tabla 16(Fuente propia)

La siguiente tabla nos muestra la energía producida en un mes de trabajo que son 31 días de trabajo.

% Ahorro en energía en un mes.	
25,430	100%
12,400	48.76%

Tabla 17(Fuente propia)

Ahorro en energía en un mes en córdobas		
C\$	106,388.95	100%
C\$	51,872.92	48.76%

Tabla 18(Fuente propia)

Una vez generada la energía en un mes laboral por la cogeneradora, podemos ver que el ahorro promedio que este nos genera es del 48.76%, este a la misma vez que su valor es mucho mayor al construido, su ahorro es mayor esto se debe a la eficiencia con la que trabaja y produce la energía.

Periodo de recuperación de la inversión.

El periodo de recuperación depende de la generación de energía que se produzca en los meses laborales que el trillo haga, a como vimos en la tabla anterior el % de ahorro es del 48.76, que monetariamente seria de 51,872.92 córdobas.

RETORNO DE CAPITAL						
AÑOS	0	1	2	3	4	5
PAGOS		\$ 19,550.00	\$ 19,550.00	\$ 19,550.00	\$ 19,550.00	\$ 19,550.00
AMORTIZACION		\$ 19,550.00	\$ 19,550.00	\$ 19,550.00	\$ 19,550.00	\$ 19,550.00
SALDO INSOLUTO	\$ 97,750.00	\$ 78,200.00	\$ 58,650.00	\$ 39,100.00	\$ 19,550.00	\$ -

Tabla 19(Fuente propia)

El retorno de la inversión será por cinco años, a como vemos ambas opciones son factibles ya que nos proporcionan un % de ahorro que va de la mano al tiempo que entra en marcha laboral el trillo.

F. DISEÑO DEL GENERADOR.

1. CONSTRUCCIÓN DE PROTOTIPO DEL GENERADOR ELÉCTRICO A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y CAFÉ.

Generador eléctrico a base de cascarilla de arroz y café.

Éste prototipo fue construido con materiales reciclables que ya no se utilizaban en su mayoría, a excepción de las chumaceras y del medidor de presión.

- **Estructura de soporte:** la estructura que soporta a los diferentes elementos que conforman esta micro generadora térmica, está hecha a base de angulares metálicos en forma de pirámide, por defecto de planeación de la forma en que iban a ir posicionados cada uno de los elementos como son las chumaceras que soportan al eje, la ubicación de la turbina, que es la que hace girar y los engranajes. (Figura N°1).
- **Caldera:** la caldera esta simulada con una cocina ecológica, fue hecha de un recipiente que contenía refrigerante R22 para aires acondicionados, es un chimbo que se cortó en la parte superior, se hizo un orificio en la parte inferior dando lugar a una entrada de aire para mantener la llama y el fuego no cese, se le soldó 3 varillas para soporte y para alcanzar la altura necesaria hasta el recipiente que contiene el agua para la generación de vapor. Todas estas modificaciones se realizaron para que pudiera ser utilizada como cocina para simular la caldera del prototipo. (figura N° 2).
- **Estación de generación de vapor:** el lugar donde se genera el vapor, está construido con un recipiente que contenía gas freón para aires acondicionados, se realizaron varias modificaciones, como los cortes realizados en la parte superior para la instalación de una llave de pase para la salida del vapor, una llave $\frac{3}{4}$ para poder introducirle agua al recipiente y la instalación de un manómetro de alta presión para estar pendiente de la medición de los psi que contiene el recipiente al momento de calentar el agua contenida en él. (figura N°3).

- **Eje:** el eje está construido de hierro sólido, se hizo en el taller de torno de don Medardo Gonzales, está hecho con dos medidas diferentes en los extremos para la ubicación de la volante y del engranaje superior y con la medida estándar en el centro de $\frac{3}{4}$ donde se ubica la turbina y donde es sostenido por 2 chumaceras de la misma medida $\frac{3}{4}$. (figura N° 4).
- **Chumaceras:** las chumaceras fueron compradas en la ferretería Galerón de ciudad Sébaco, sus medidas son de $\frac{3}{4}$, están posicionadas en la estructura de soporte una en cada extremo, su función es hacer que el giro del eje se facilite más, estas esta fijas con dos pernos de 2. (figura N° 5).
- **Volante de inercia:** esta pieza tiene como objetivo, mantener la velocidad por un lapso más grande de tiempo de lo normal del eje, una vez q ya fue impulsada por el vapor generado por el agua almacenada en la estación de generación de vapor. Está construida de una lámina de hierro solido de $\frac{1}{2}$ pulgada de ancho, con un radio de 3 pulgadas, por lo que se da a conocer que su forma es de un círculo. Tiene en su centro un orificio donde calza en el eje, y una cuña para evitar que se caiga o vaya a girar de una manera asimétrica con respecto al eje. (figura N° 6).
- **Turbina:** la turbina fue hecha en el taller de torno antes mencionado, de don Medardo, fue hecha con lámina de hierro, con dos radios diferentes, un radio superior de 8 pulgadas y uno inferior de 6 pulgadas; con una entrada de vapor de una pulgada, con hélices onduladas y sin salida de vapor en el fondo, para que el vapor genere mayor empuje, esta parte es la encargada de recibir toda la presión del vapor y así generar el torque, está adherida al eje mediante tres prisioneros (tornillos que aprietan al eje). (figura N° 7).
- **Engranaje mayor de acople:** Este engranaje está ubicado en el extremo opuesto a la volante, junto a la turbina, es el encargado de recibir toda la torsión (energía mecánica), producida por el vapor que recibe la turbina. Esta parte se tomó de la cadena de tiempo de un vehículo, se le hizo la modificación en el taller de torno "LA BENDICION", se le relleno el centro del engranaje para adaptarlo al eje y fijarlo con un perno de 1 pulgada para evitar su desacople. (figura N° 8).
- **Engranaje menor de acople y cadena:** el engranaje menor es el encargado de recibir toda la torsión que se produce mediante el vapor generado, este es transportado por el eje, hacia el engranaje superior y transmitido al engranaje inferior mediante una cadena, aquí aun es energía

mecánica la que recibe el engranaje inferior, y al igual que al superior se le relleno el centro de este para poder adaptarlo al dinamo y ser fijado a éste mediante una tuerca pequeñita de 8mm. Todo este sistema fue tomado de la cadena de tiempo de un vehículo, como anteriormente fue mencionado.

- **Dinamo:** el dinamo es el encargado de la transformación de energía mecánica en energía eléctrica, se le realizó una modificación en la parte del rodo, este fue sustituido por el engranaje inferior para poder realizar la función de giro y así producir energía eléctrica, ya que como es sabido un dinamo funciona, de manera que tiene que hacerse girar el rodo que originalmente poseen para así poder generar 12V y una potencia de 6W; posee dos terminales de salidas donde ahí es donde se conecta un bombillo de la capacidad del dinamo antes mencionada. (figura N° 9).

2. PROCEDIMIENTO.

Aquí se va a explicar detalladamente el funcionamiento del prototipo que se presenta en la figura, como es el generador de energía eléctrica utilizando como materia prima la cascarilla de arroz y café.

Se inicia con poner un tubo en el centro de la caldera y llenarlo con la cascarilla de café y arroz, a medida que se va llenando la caldera, se va presionando, para evitar que se derrumbe la cascarilla al momento de retirar el tubo que se ubicó en el centro de la caldera. Este tubo que se ubica en el centro, es para formar un agujero en el centro, que es donde se forma el camino de la llama de fuego que se genera en la parte inferior de la caldera, y que tiene su salida en la parte superior, con una distancia de flama de unos 20 cm después de la cascarilla, en la parte superior de esta. Luego de llenada la caldera, se excava la cascarilla por el orificio ubicado en la parte inferior de la caldera, para poder introducir unos trocitos de leña y proceder a encender la cascarilla con un cerillo por la parte superior de la caldera; donde quedo el orificio debido al tubo que anteriormente se había puesto.

Luego una vez ya encendida la cascarilla de ambos productos, se traslada hacia la parte inferior de la estación de vapor, que es simulada con un recipiente (chimbo) que contenía gas para aires acondicionados (freón), este recipiente se modificó instalándole dos llaves de pase, una para el ingreso del agua a él, la otra para dar salida al vapor que se genere. También se instaló un presostato, que sirve para medir la presión que tenga el recipiente una vez que se vaya a generar el vapor.

En la estación de generación de vapor se ubica $\frac{1}{4}$ de agua, que es ingresada por la llave de pase azul, el agua será calentada por la caldera una vez que este con la llama firme y un fuego intenso, y así poder generar el vapor que nos dará el impulso necesario para hacer mover la turbina. Cuando el medidor de presión o presostato indique una presión de 80 PSI o más, se puede dar apertura a la llave de pase amarilla para liberar el vapor, claro está que el tiempo que hay que darle a la caldera para que pueda llevar la presión a los 80 PSI en la estación de generación de vapor, va a estar en dependencia del porcentaje de cascarilla de arroz y café que se ubique en la caldera, ya que la cascarilla de café posee un poder calorífico mucho más alto que el de la cascarilla del arroz.

Una vez lista la estación de vapor con 80 PSI de presión, se da apertura para hacer girar la turbina, con la turbina en movimiento también el eje lo estará, debido al acople que poseen, mediante unos prisioneros con respecto al eje. Con el eje en movimiento, este alcanza cierta velocidad que mediante la volante de inercia, mantiene una velocidad constante durante cierto tiempo, es decir, el volante de inercia actúa una vez que la estación de generación de vapor hace girar a la turbina, para que no se le dificulte a la estación de vapor seguir impulsándola.

La turbina es la encargada de transportar el torque al eje de la microcentral por el acople existente entre ellos. El eje de la microcentral, juega un papel de suma importancia en el proceso de generación de la energía eléctrica, debido a que a este dispositivo están acoplados la volante de inercia y el engranaje mayor, es decir, que es quien se encarga de llevar el torque generado por la turbina y que es mantenido por la volante, hacia el sistema de engranaje mayor, que este a su vez transporta dicho torque, a través de una cadena al engranaje inferior; Este engranaje inferior está acoplado al dinamo en su parte móvil, en la rueda giratoria, se removi6 esta parte y se le acoplo el engranaje inferior, para poder realizar el proceso de excitaci6n del dinamo, y poder generar a partir de la energa mecánica creada por la turbina, energa eléctrica, a través del dinamo y así tener la capacidad de energizar un bombillo de 12V/6W, con este proyecto de microcentral.

3. PRUEBAS REALIZADAS SOBRE EL PODER CALORIFICO DE LA ASCARILLA DE ARROZ Y CASCARILLA DE CAFÉ.

En esta tabla se da a conocer las pruebas experimentales que se realizaron con la maqueta de la micro generadora, las pruebas realizadas fueron para determinar mediante la práctica, cuál de las dos cascarillas posee mejores características y condiciones para la generación de energía eléctrica, se da a conocer el poder calorífico y la eficiencia que tienen cada una ellas, ya que la cascarilla de arroz es menos eficiente, que la cascarilla de café.

CASCARILLA DE CAFÉ %	CASCARILLA DE ARROZ %	TIEMPO DE EBULLICIÓN MIN.	PRESION (PSI)	CALIDAD DE LA LLAMA
10 %	90 %	43 “	80	Baja
20 %	80 %	40 “	80	Baja
30 %	70 %	38 “	80	Baja
40 %	60 %	36 “	80	Media
50 %	50 %	35 “	80	Media
60 %	40 %	34 “	80	Moderada
70 %	30 %	33 “	80	Moderada
80 %	20 %	32 “	80	Alta
90 %	10 %	30 “	80	Alta

En la primera prueba que se realizó, se utilizó el 90% de la cascarilla de arroz y el 10% de cascarilla de café, en esta prueba se pudo apreciar que la llama que emanaba de la caldera era de calidad baja, y el tiempo que tomaba la estación de vapor para poseer los 80 PSI era de 43 minutos. Cabe destacar que anteriormente se explicó que se necesita de 80 PSI para que pueda funcionar correctamente la micro generadora.

Lo mismo sucede con la calidad de la llama cuando se tiene 80 y 70% de la cascarilla de arroz, con la excepción que la estación de vapor llega en menos tiempo a los 80 PSI, con 40 y 38 minutos respectivamente.

En la calidad de llama media, ésta se realiza con 60-40% de cascarilla (arroz y café), y 50-50 % de ambas cascarillas, es decir, se utilizó partes iguales en ambas cascarillas tanto de arroz y café. La llama es de calidad más alta que la anterior, y el tiempo de ebullición en la estación de vapor es menor, de 36 y 35 minutos.

En esta siguiente prueba, es donde se puede empezar a apreciar que la cascarilla de café, es más eficiente que la de arroz debido a su poder calorífico, y mejor capacidad de combustión. Se utilizó 60 y 70% de la cascarilla de café, y la ebullición en la estación de vapor, se presentó mucho más temprano en comparación con la primer prueba que se realizó, ya que en esta prueba el tiempo fue de 34 y 33 minutos, con una diferencia de 10 minutos con respecto a la primer prueba.

Con respecto a la calidad de llama alta, se procedió a realizar la prueba con 80 y 90% de la cascarilla de café, lo que arroja un resultado efectivo comprobado mediante esta última prueba que la cascarilla de café, es mejor en la combustión debido a su poder calorífico, y a su características físicas que posee. Se pudo observar que la calidad de la llama fue excelente, y el tiempo que transcurrió para que en la estación de vapor se diera la ebullición y llegara a los 80 PSI, fue de 32 y 30 minutos respectivamente. Con esto se concluye, que para generar energía utilizando como materia prima ambas cascarillas, la más efectiva y eficiente es la cascarilla de café.

También se darán a conocer ventajas y desventajas que poseen la materia prima, como es la cascarilla de arroz y café, de este importante y llamativo proyecto.

➤ **Ventaja de la cascarilla del arroz**

Es más fácil de encontrar; la cascarilla de arroz es mucho más fácil de conseguir que la de café. En el trillo de los Torres en ciudad Sébaco, se puede ingresar y hablar con los propietarios y no piensan dos veces en decir, que pase adelante y se lleve toda la cascarilla que quieran, debido que a ellos la cascarilla les genera gastos cuando no llega la rastra a retirar decenas de quintales de cascarilla. Sucede lo mismo con los otros trillos existentes en la región, ya que todos estos propietarios toman la cascarilla como un desecho que no vale nada y que más bien genera gastos.

➤ **Desventajas de la cascarilla del arroz**

Una de las desventajas más importantes que posee la cascarilla de arroz es que su poder calorífico es menor que la que posee la cascarilla de café, la cascarilla de arroz posee 13800 kJ/kg es decir que es nuestro proyecto es mucho más eficiente la cascarilla de café por el alto poder calorífico posee.

Otra desventaja que posee esta cascarilla es su combustión, la combustión se dificulta debido a la característica física que posee la cascarilla de arroz, ya que su forma es cerrada, y al momento de iniciar el proceso de combustión dilata más tiempo en realizar este proceso.

➤ **Ventajas de la cascarilla de café**

La ventaja más importante de esta cascarilla es que posee un poder calorífico de 16700 kJ/kg, un valor por encima de las características del poder calorífico que posee la cascarilla de arroz. Este poder calorífico que presenta la cascarilla de café, hace que la producción de energía eléctrica a partir de la cascarilla de café resulta más eficiente que la cascarilla del arroz, porque lo que se necesita en nuestro proyecto esencialmente es el vapor; que se producirá con la quema de ambas cascarillas.

Otra de las ventajas que posee la cascarilla de café, está relacionada con la combustión. Ésta cascarilla tiene excelente combustión en comparación con la cascarilla de arroz, debido a las características físicas que posee, a lo contrario de la cascarilla del arroz que su forma es cerrada, en la cascarilla de café es lo contrario, del grano se forman unas capas delgaditas, que cuando esta pierde toda su humedad, solo es necesario poner un cerillo en ella e inicia su proceso de combustión en su totalidad.

➤ **Desventaja de la cascarilla de café**

Una de las ventajas más importantes que posee la cascarilla de café, es lo difícil que se hace para una persona común y corriente conseguirla.

En la puesta en marcha de la micro-generadora para ver su funcionamiento se tuvo que proceder a obtener la cascarilla de arroz y café. Y una de las respuestas de un guarda de seguridad de un beneficio de café, fue que, por el alto costo del quintal de café no a cualquier persona se deja ingresar al beneficio, si no es con la autorización de los asociados del beneficio, ya que el quintal oscila en los \$170 y \$180 dólares, por esta razón es que se torna desconfianza en los accesos a los beneficios y por lo cual se hace bastante difícil obtener esta cascarilla; sin embargo existen personas que tienen contactos cercano a los beneficios de café, y se dedican a la venta de este producto, así como otros en más alto nivel, tienen sus transportes pesados que la trasladan hacia los hornos de la cementera para ser utilizados en el calentamiento de los hornos.

G. Diagrama unifilar del trillo "los Torres".

Ahora se va a explicar el diagrama unifilar que presentan los trillos de arroz, en su mayoría presentan el mismo diagrama, debido a que presentan el mismo objetivo de trabajo. En algunos trillos cambia el número de motores, la potencia, la marca de relés, las protecciones térmicas, main breakers etc. Pero la lógica a seguir, sobre el funcionamiento de un trillo para el descascarillado de arroz es la misma, ya que en el diagrama unifilar no se refleja la marca de los mecanismos de protección.

El diagrama unifilar que se explicará a continuación, es el del trillo llamado "LOS TORRES", ubicado en la ciudad de Sébaco en el kilómetro 100 carretera Managua-Sébaco.

Este trillo requirió de los servicios de la empresa distribuidora de energía Unión Fenosa para realizar los contratos de energía eléctrica, sin embargo quien realizó el montaje de postes, herrajes, cableado, banco de transformadores y fue una empresa privada ubicada en la misma ciudad de Sébaco llamada COELNOR (constructora eléctrica del norte), con su propietario Marcos Díaz.

La empresa privada COELNOR, además de ser la encargada de llevar la energía eléctrica hasta el trillo, fue la encargada de realizar el sistema eléctrico interior del trillo, desde el panel que incluye el breaker principal y todas las protecciones necesarias para los motores eléctricos, como los contactores y relés térmicos. Y no solo del trillo sino también del área administrativa de éste.

En el diagrama unifilar se indica la línea aérea de media tensión existente, de 24.9 kV, este voltaje es debido a la relación de transformación 138 kV/24.9 kV del transformador reductor, ubicado en la subestación de Sébaco.

De la troncal de media tensión existente, se deriva hacía el banco de transformadores trifásico de 100 KVA. La empresa distribuidora DISNORTE-DISSUR, instalo transformadores de corriente (TC), para vigilar la corriente en dicho trillo, estos se ubican antes del banco de transformadores trifásicos.

En el diagrama se aprecia el pararrayo y la cuchilla porta fusible, ambas son protecciones para el banco de transformadores trifásicos.

Del banco de transformadores nace la acometida, que es la alimentación del trillo, ésta acometida llega al panel principal; considerado éste el punto más importante, ya que de aquí parte la alimentación, hacia todos los motores eléctricos del trillo y las oficinas administrativas.

El panel consta con un main breacker o breacker principal de 40 A, éste es quien se encarga de distribuir toda la energía, hacia los diferentes contactores de diferentes modelos dependiendo de la capacidad del motor, así como hacia los diferentes relés térmicos calculados, dependiendo del voltaje del motor y de la potencia.

El diagrama unifilar es algo sencillo, ya que solamente se requiere del cálculo de las protecciones de los motores eléctricos, como son los contactores, relés térmicos y breacker. Esto debido a que el corazón de un trillo es el buen funcionamiento de los motores, además de la materia prima que es la granza de arroz.

VIII. CONCLUSIONES.

Como futuros profesionales de la Nicaragua siempre bendita y convencidos de nuestro trabajo de investigación hemos logrado demostrar que si es posible generar energía eléctrica a partir de la pulpa de café y cascarilla de arroz, no solo a través del experimento sino que también en base a estudios realizados posteriormente.

Se ha demostrado que el uso de la cascarilla de café y arroz se utiliza de muchas maneras tanto en la industria, en la elaboración de aislantes y cementos, así como en la agricultura como un excelente abono orgánico para las plantas, pero queda demostrado que estos productos se les puede optimizar su uso, permitiéndoles ser una fuente principal para la generación de energía eléctrica, a partir de la incineración de ambas cascarillas y así poder tener los trillos tanto de café y arroz y así como también las fincas cafetaleras pequeñas o grandes su propia micro generadora de energía eléctrica para su propio consumo.

En el análisis financiero se concluyó que considerando el 100% de la demanda total del trillo podemos ver que el proyecto es rentable dado el análisis el VAN y de la TIR que dio como resultado \$643,800.15 y 33.52% respectivamente, a pesar de requerir una inversión alta para su desarrollo. La TMAR del proyecto es de 18,33%, que es menor que la TIR, lo que indica que el proyecto está dentro de las expectativas del inversionista y por sus altos ingresos anuales es rentable.

También se determinó que el periodo de recuperación de la inversión es de aproximadamente 5 años con el 6.6 % mensual y el 80% anual, en el análisis beneficios se concluyó que del total de la energía consumida por el trillo que es de aproximadamente de 106,389.47 córdobas mensuales, por ser viable el proyecto esto nos generara un ahorro del 41.93% mensual del costo total de facturación de energía eléctrica que en córdobas es de 44609.10.

Por ultimo en los estudios realizados se constató que al generar energía eléctrica con materia prima, que es con la quema de la cascarilla de arroz y café, esto genera en promedio anual casi el 50% del costo total de la energía consumida por el trillo.

Las cascarillas de arroz y café desde mucho tiempo atrás se ha venido observando en los trillos, que este producto se desecha de manera que los propietarios de estas empresas y cooperativas solamente se enfocan en el

producto meramente que les satisface sus necesidades como lo es el café y el arroz, sin embargo no se dan cuenta que lo que ellos desechan les puede traer muchísimo ahorro en el factor energético durante el proceso de separación de la cascarillas del arroz y del café, ya que se ha demostrado de manera práctica que si se puede generar energía eléctrica utilizando estas dos cascarillas como materia prima en el proceso de generación

IX. BIBLIOGRAFIA.

El mercado de energías renovables en Nicaragua. (Fabián Jochem y García Pinnatti, Junio de 2005) <http://www.bio-nica.info/biblioteca/Jochem2005.pdf>

Generación-de-electricidad-a partir-de la cascarilla de arroz y pulpa de café.(nov-2010) <http://www.ingquimicaumat.blogspot.com>

Asociación de municipios productores del norte (amupnor Abril 2012) <http://www.amupnor.com/sintesissebaco>

Generación de energía eléctrica con residuos de arroz (cascarilla de arroz) de 1.2MW, en Chinandega, con financiamiento de FCP/BM (Mayo/02-Dic/02) <http://www.anar.com.ni/Biomasa>

Estudio e identificación de iniciativas en Costa Rica para la generación de energía en biomasa (mayo, 2011) <http://www.energiasrenovables.ciemat.es>

Producción de energía a partir de la pulpa del café/biomasa Nica (nov, 2009) <http://www.energiasrenovables.ciemat.es>

Validación de maquina briqueteadora para el aprovechamiento de la cascarilla de café como combustible (Karla Dávila 2013) Revista de productores de arroz y café capacidad calorífica <http://revistas.uni.edu.ni/index.php>

Potencial de la cascarilla de café como fuente de energía, combustible (Dr. Justinus A. Satrio Mayo 25, 2012) [http:// Uni-presentation-j-satrio-utilization-of-coffee](http://Uni-presentation-j-satrio-utilization-of-coffee)

Estudio del uso de residuos de arroz y café forestales y Evaluación de la disponibilidad de residuos o subproductos de biomasa a nivel nacional (Ing. Agr. Carlos Faroppa – Energy Consulting Services SA, Sep, 2010) <http://www.dne.gub.uy/documents>.



X. ANEXOS.



Figura N° 1 (Generador de energía eléctrica a base de cascarilla de arroz y cascarilla de café).



Figura N°2 (Caldera).



Figura N°3 (Estación de generación de vapor).



Figura N° 4 (Eje).



Figura N° 5 (Chumaceras).



Figura N° 6 (Volante de inercia).



Figura N° 7 (Turbina).



Figura N° 8 (Engranaje mayor de acople y engranaje menor).



Figura N °9 (Dinamo).

VISITA AL TRILLO



Figura N° 10 (secadora).



Figura N° 11 (pila de trillo).



Figura N° 12 (estiva de arroz).



Figura N° 13 (transporte de pila a zaranda).



Figura N° 14 (selección de payana)



Figura N°15 (Tolva).



Figura N° 16 (zaranda)



Figura N° 17 (Trillo de Fam. Torrez)



Figura N°18 (Pacios de secado).

CONSTRUCCION DEL GENERADOR ELECTRICO A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y CAFÉ.



Figura N° 19 (elementos usados en la construcción del generador).



Figura N°20 (caldera y cascarilla de café).



Figura N° 21 (medidor de presión, "presostato")