



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA  
AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**“EVALUACION DE TRES (03) TIPOS DE PRENSAS CON  
DIFERENTES DIÁMETROS EN LA ELABORACIÓN DE  
BRIQUETAS A BASE DE RESIDUOS SÓLIDOS  
DOMICILIARIOS COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA AL USO  
DE LA LEÑA - 2014”**

**T E S I S**

**Para optar el título profesional de**

**INGENIERO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**Presentado por**

**JORGE CARLOS TRUDEL DAVILA**

**Bachiller en Gestión Ambiental**

**IQUITOS – PERÚ**

**2015**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**

Tesis aprobada en sustentación pública el día 16 de Agosto del 2014, por el Jurado Ad-Hoc nombrado por la Escuela Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental, para optar el título de:

**INGENIERO EN GESTION AMBIENTAL**

**JURADO:**

---

**Ing° JULIO ABEL MANRIQUE DL AGUILA, M.Sc.  
Presidente**

---

**Ing° JULIO PINEDO JIMENEZ  
Miembro**

---

**Ing° MANUEL CALIXTO AVILA FUCOS  
Miembro**

---

**Ing° JORGE ENRIQUE BARDALES MANRIQUE, M.Sc.  
Asesor**

---

**Ing° JUAN IMERIO URRELO CORREA, M.Sc.  
Decano (e)**

## DEDICATORIA

A mis Padres **Richard Trudel** e **Ivonne Dávila**, por brindarme todo su apoyo incondicional, por su entendimiento y por el cariño infinito que me demuestran todos los días.

A mis hermanos, por su apoyo, disposición y colaboración para el desarrollo de un buen trabajo de Tesis.

A mi pequeña hija, porque es ella la razón principal para poder seguir adelante y que en el futuro se sienta muy orgulloso de su padre.

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a **Dios**, que me brindo salud, perseverancia, fortaleza y una maravillosa Familia.

Quiero agradecer a mis Padres y Familiares, que sin su apoyo y ayuda incondicional no pudiera haber logrado mis metas; a ellos un agradecimiento total.

Quiero agradecer a la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana y a cada uno de sus docentes por brindarme los conocimientos que me ayudan a desarrollar mi carrera profesional.

Quiero agradecer al **Ing. Jorge Bardales Manrique**, por su comprensión y paciencia; y por brindarme sus conocimientos para el adecuado desarrollo de este Proyecto de Tesis.

## INDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b> .....	03
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	04
<b>INDICE GENERAL</b> .....	05
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	08
<b>CAPITULO I. PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	09
1.1 PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLE.....	09
1.1.1 Problema.....	09
1.1.2 Hipótesis .....	10
Hipótesis general.....	10
1.1.3 Variables .....	10
Variable independiente.....	10
Variable dependiente .....	11
1.1.4 Operacionalización de las variables.....	11
1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	11
1.2.1 Objetivo general .....	11
1.2.2 Objetivos específicos .....	12
1.3 FINALIDAD E IMPORTANCIA .....	12
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	13
2.1 CARACTERIZACIÓN GENERALES DE LA ZONA .....	13
2.1.1 Localización .....	13
2.1.2 Clima.....	13
2.1.3 Clima y ecología de la zona .....	14
2.2 METODOS .....	14
2.2.1 Etapa de elaboración de las briquetas .....	14
2.2.2 Etapa de construcción.....	14
2.2.3 Etapa de fabricación de briquetas.....	14
2.2.4 Etapa de pre-evaluación .....	16
2.2.5 Etapa de evaluación.....	18
2.3 CARÁCTER DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
2.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
2.5 TÉCNICAS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO EMPLEADO .....	19
<b>CAPITULO III. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	20
3.1 MARCO TEÓRICO.....	20
3.1.1 Concepto de Briqueta.....	26
3.1.2 Composición de las Briquetas.....	27
3.1.3 Ventajas de las Briquetas.....	27
3.1.4 Elaboración de prensa manual.....	28

<b>CAPITULO IV. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS</b> .....	30
4.1 PESO INICIAL DE LAS BRIQUETAS.....	30
4.2 PESO FINAL DE LAS BRIQUETAS.....	32
4.3 ALTURA INICIAL DE LA BRIQUETA.....	33
4.4 ALTURA FINAL DE LA BRIQUETA.....	35
4.5 DIAMETRO INICIAL DE LA BRIQUETA.....	37
4.6 DIÁMETRO FINAL DE LA BRIQUETA.....	39
4.7 VOLUMEN INICIAL DE LA BRIQUETA.....	40
4.8 VOLUMEN FINAL DE LA BRIQUETA.....	42
4.9 DENSIDAD INICIAL DE LA BRIQUETA.....	44
4.10 DENSIDAD FINAL DE LA BRIQUETA.....	45
4.11 PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LA BRIQUETA.....	47
4.12 TIEMPO DE ENCENDIDO DE LA BRIQUETA.....	49
4.13 PRUEBA DE RESISTENCIA.....	50
4.14 PRUEBA DE EBULLICIÓN.....	51
<b>CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	53
5.1 CONCLUSIONES.....	53
5.2 RECOMENDACIONES.....	54
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	55
<b>ANEXOS</b> .....	57

## INDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro N°01. Análisis de Variancia del Peso Inicial de la Briqueta.....	30
Cuadro N°02. Prueba Duncan del Peso inicial de Briqueta.....	31
Cuadro N°03. Comparación de medias de peso inicial entre B1 y B2.....	31
Cuadro N°04. ANOVA del peso inicial.....	31
Cuadro N°05. Análisis de Variancia del Peso final de la Briqueta.....	32
Cuadro N°06. Prueba Duncan del Peso final de Briqueta.....	32
Cuadro N°07. Comparación de medias de peso final entre B1 y B2.....	33
Cuadro N°08. ANOVA del peso final.....	33
Cuadro N°09. Análisis de Variancia de la Altura inicial de la Briqueta.....	34
Cuadro N°10. Prueba Duncan de la Altura inicial de la Briqueta.....	34
Cuadro N°11. Comparación de medias de altura inicial entre B1 y B2.....	34
Cuadro N°12. ANOVA de la altura inicial.....	35
Cuadro N°13. Análisis de Variancia de la Altura Final de la Briqueta.....	35
Cuadro N°14. Prueba Duncan de la Altura Final de la Briqueta.....	36
Cuadro N°15. Comparación de medias de altura final entre B1 y B2.....	36

Cuadro N°16.	ANOVA de la altura final.....	37
Cuadro N°17.	Análisis de Variancia del Diámetro Inicial de la Briqueta.....	37
Cuadro N°18.	Prueba Duncan del Diámetro Inicial de la Briqueta.....	38
Cuadro N°19.	Comparación de medias del diámetro inicial entre B1 y B2.....	38
Cuadro N°20.	ANOVA del diámetro inicial.....	38
Cuadro N°21.	Análisis de Variancia del Diámetro Final de la Briqueta.....	39
Cuadro N°22.	Prueba Duncan del Diámetro Final de la Briqueta.....	39
Cuadro N°23.	Comparación de medias del diámetro final entre B1 y B2.....	40
Cuadro N°24.	ANOVA del diámetro final.....	40
Cuadro N°25.	Análisis de Variancia del Volumen Inicial de la Briqueta.....	41
Cuadro N°26.	Prueba Duncan del Volumen Inicial de la Briqueta.....	41
Cuadro N°27.	Comparación de medias del volumen inicial entre B1 y B2.....	41
Cuadro N°28.	ANOVA del volumen inicial.....	42
Cuadro N°29.	Análisis de Variancia del Volumen Final de la Briqueta.....	42
Cuadro N°30.	Prueba Duncan del Volumen Final de la Briqueta.....	43
Cuadro N°31.	Comparación de medias del volumen final entre B1 y B2.....	43
Cuadro N°32.	ANOVA del volumen final.....	43
Cuadro N°33.	Análisis de Variancia de la Densidad Inicial de la Briqueta.....	44
Cuadro N°34.	Prueba Duncan de la Densidad Inicial de la Briqueta.....	44
Cuadro N°35.	Comparación de medias de la densidad inicial entre B1 y B2.....	45
Cuadro N°36.	ANOVA de la densidad inicial.....	45
Cuadro N°37.	Análisis de Variancia del Densidad Final de la Briqueta.....	46
Cuadro N°38.	Prueba Duncan de la Densidad Final de la Briqueta.....	46
Cuadro N°39.	Comparación de medias de la densidad final entre B1 y B2.....	46
Cuadro N°40.	ANOVA de la densidad final.....	47
Cuadro N°41.	Análisis de Variancia del porcentaje de humedad de la Briqueta.....	47
Cuadro N°42.	Prueba Duncan del porcentaje de humedad de la Briqueta.....	48
Cuadro N°43.	Comparación de medias del porcentaje de humedad entre B1 y B2.....	48
Cuadro N°44.	ANOVA del porcentaje de humedad.....	48
Cuadro N°45.	Análisis de Variancia del Tiempo de encendido de la Briqueta.....	49
Cuadro N°46.	Prueba Duncan del tiempo de encendido de la Briqueta.....	49
Cuadro N°47.	Comparación de medias del tiempo de encendido entre B1 y B2.....	50
Cuadro N°48.	ANOVA del tiempo de encendido.....	50
Cuadro N°49.	Rango Evaluativo de la Resistencia Física de las Briquetas.....	51
Cuadro N°50.	Análisis de Variancia de la Prueba de Ebullición de la Briqueta.....	51
Cuadro N°51.	Prueba Duncan del tiempo de ebullición de la Briqueta.....	52

## INTRODUCCIÓN

La gran demanda de energía que se presenta principalmente en países en vía de desarrollo como el nuestro y a la escasez de los combustibles líquidos y gaseosos convencionales (Diesel 2, kerosene y GLP), obligan a buscar nuevas fuentes energéticas que posean viabilidad técnica y económica, con el menor impacto ambiental posible. Siendo una alternativa de reemplazo a los combustibles líquidos tradicionales (leña, gas licuado de petróleo). La elaboración de las briquetas tiene como materia prima todos los residuos generados por la actividad industrial orgánica entre ellas la industria maderera la cual genera grandes toneladas de desperdicios producto de su actividad, los cuales son utilizados como materia prima en la elaboración de diversos productos entre ellos las briquetas; otra fuente con alta potencialidad son los residuos sólidos orgánicos generados en grandes cantidades por las ciudades que mediante una selección previa y proceso se puede utilizar como materia prima para elaborar briquetas.

El estudio comprende la elaboración de briquetas a partir del acopio de los residuos sólidos domiciliarios provenientes del centro poblado de Zungaro Cocha, distrito de San Juan; es conocido, que los residuos no orgánicos (vidrio, plástico, metales, telas) son reciclados para obtener un valor económico de ellos y no fueron considerados para este estudio.

En tal sentido, el presente trabajo de investigación, mediante la generación de una tecnología adecuada pretende contribuir a generar una alternativa energética, con el fin de utilizar las Briquetas como una manera de minimizar los residuos orgánicos generados por las familias así como el costo que demanda su disposición final.



## CAPITULO I

### PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 PROBLEMA, HIPÓTESIS Y VARIABLE

##### 1.1.1 Problema

Los seres humanos han establecido un complejo sistema de producción y consumo, en el que los insumos o materiales y la energía utilizados, son consumidos sólo en forma parcial. La diferencia entre el total utilizado y lo efectivamente consumido se denomina *residuo*. (Ibañez J. 2002)

En el mundo un promedio de tres mil millones de personas utilizan leña como combustible para fines de cocina y calefacción, de los cuales dos mil millones de personas se encuentran en áreas rurales y suburbanas (SFLE, 2004). En América Latina y el Caribe cada año se consume 254 millones de m<sup>3</sup> de leña (FAO, 1999). De manera que los más afectados resultan ser las personas que habitan en zonas rurales principalmente las mujeres y niños que ahora tienen que recorrer mayor distancia para recolectar leña, generando problemas sociales y ambientales (FAO, 1981). La leña es el combustible más antiguo y barato del mundo. La gran demanda ha llevado que en algunos lugares haya escasez de leña. La tecnología aplicada por Legacy Foundation tiene la finalidad de usar residuos agrícolas para generar briquetas como alternativa al uso de leña; el fin práctico de esta tecnología es dar el máximo aprovechamiento a la biomasa como combustible existente en lugares donde no hay accesibilidad a leña y donde su costo es elevado. Esta tecnología pretende disminuir la presión sobre los bosques y aprovechar de mejor manera todos los residuos que se generan en las actividades agrícolas e industriales.

Desde el año 1992 hasta el año 2003 Legacy Foundation y sus socios han realizado estudios sobre el uso de la tecnología de briquetas en países asiáticos, africanos y latinoamericanos

(Perú, Nicaragua y Haití) en ambientes rurales y suburbanos. Por la escasez y la poca accesibilidad la tecnología de las briquetas está orientada a sustituir el uso de la leña. En los lugares donde se desarrolló la tecnología de las briquetas se ha reducido el consumo de leña y se ha dado mayor aprovechamiento a los residuos que generan las actividades agrícolas y de la industria maderera.

En tal sentido en el presente trabajo de investigación se evaluó el uso de tres tipos de prensas de diversos diámetro en la elaboración de Briquetas a partir del uso de residuos sólidos domiciliarios previamente triturados y preparados con las condiciones de humedad necesaria, así mismo se usaron diámetros diversos para realizar la evaluación de la eficiencia energética de cada una de ellas.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente nos planteamos la siguiente pregunta de investigación ¿La utilización de diversos tipos de prensas con diferentes diámetros contribuirá a mejorar en la elaboración de briquetas a partir de RSD, constituyéndose como una alternativa a la generación de energía domiciliaria y minimizar la presión sobre los recursos del bosque local?

### 1.1.2 Hipótesis

#### Hipótesis general

La eficiencia calórica de las briquetas a base de residuos sólidos domiciliarios, mejora mediante la utilización de diversos tipos de prensas en su elaboración, la cual contribuye a reducir el impacto de la población sobre los recursos del bosque para el uso de leña.

### 1.1.3 Variables

- **Variables Independientes:**
  - i. Tipo de diseño de prensa
  - ii. Diámetro de cilindro

- **Variables Dependientes:**

Y1. Porcentaje de humedad de las briquetas

Y2. Densidad de las briquetas

Y3. Resistencia física

Y4. Facilidad de encendido

Y5. Tiempo de ebullición

#### 1.1.4 Operacionalización de las variables

VARIABLES INDEPENDIENTES		
TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	INDICE
TIPOS DE PRENSAS	MANUAL,	1
	DE TORNILLO	1
	CON GATA HIDRAULICA	1
DIAMETROS DE PRENSA	3 y 4	pulgadas
VARIABLES DEPENDIENTES		
TIPO DE VARIABLE	INDICADOR	INDICE
Y1. Humedad	Porcentaje de humedad	%
Y2. Densidad	Masa / volumen	gr/cm <sup>3</sup>
Y3. Resistencia Física	Consistencia y estructura	Rango Evaluativo (1 – 10)
	Excelente	
	Regular	
Y4. Encendido	Facilidad de combustión	Minutos
Y5. Ebullición	Punto de ebullición	Minutos

## 1.2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.2.1 Objetivo general

Evaluar 03 (tres) tipos de prensas con diferentes diámetros para la elaboración de briquetas a base de residuos sólidos domiciliarios como alternativa energética al uso de la leña.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Elaborar tres tipos de diseños de prensa con diferentes diámetros.
- Evaluar el porcentaje de humedad de las briquetas elaboradas con los tres tipos de prensas propuestas.
- Evaluar la densidad de las briquetas elaboradas con los tres tipos de prensas propuestas.
- Evaluar la resistencia física de las briquetas elaboradas con los tres tipos de prensas propuestas
- Evaluar la facilidad de encendido de las briquetas elaboradas con los tres tipos de prensas propuestas.
- Evaluar el tiempo de ebullición del agua usando como fuente energética las briquetas elaboradas con los tres tipos de prensas propuestas

### **1.3 FINALIDAD E IMPORTANCIA**

La finalidad del proyecto es generar tecnología apropiada para la elaboración de briquetas, ya que la información disponible para este fin es escasa y existente a realidades muy distintas la de amazonia baja del Perú, por lo que la información que se generara será de mucha importancia en el avance de estos trabajos.

La importancia del trabajo radica en que la información que se genere, nos permitirá promover a los empresarios a invertir en este campo, debido a la mayor información que se brinda de cómo elaborar de manera eficiente las briquetas. De esta forma se podría aprovechar los residuos sólidos y no simplemente botarlos como se hace ahora.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1 CARACTERIZACIÓN GENERALES DE LA ZONA

##### 2.1.1 Localización

El presente estudio de Investigación se desarrolla en la ciudad de Iquitos - Universidad Nacional de la Amazonia Peruana – Ciudad Universitaria de Zungaro Cocha, en el área del Centro de Investigación de animales Menores; Ubicado a 45 minutos de la ciudad de Iquitos; así mismo se tendrá como centro de acopio al centro poblado de Zungaro Cocha.

##### **Ubicación política:**

Distrito	:	San Juan Bautista
Provincia	:	Maynas
Región	:	Loreto.
Coordenadas UTM	:	704220.83 m E
	:	9557313.00 m N
Altitud	:	109, 00 m.s.n.m.

##### 2.1.2 Clima

El clima de la ciudad de Iquitos es tropical cálido, húmedo y lluvioso, con una temperatura alta y constante a lo largo del año presentando poca variedad térmica diaria.

- Temperatura media máxima : 33°C
- Temperatura media mínima : 22°C
- Temperatura media anual : 26.4°C
- Humedad relativa promedio : 87%
- Humedad relativa: 85%

- La evaporación media anual es de 1500 mm con una variación de 20%. De la frecuencia de las lluvias depende el caudal de los ríos y su expansión horizontal en la selva baja (época de creciente y vaciante).

### **2.1.3 Clima y ecología de la zona**

El clima de la zona de estudio se clasificó como húmedo y cálido, con una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedio anual de 2,600 mm. La estación invernal no es muy marcada y se caracteriza por un nivel de precipitación pluvial y temperatura ligeramente igual a la de las otras estaciones, además posee una elevada humedad relativa la cual fluctúa entre 80-88%. SENAMHI.

## **2.2 MÉTODOS**

### **2.2.1 Etapa de elaboración de las briquetas**

El proyecto consto de cuatro etapas: etapa de construcción, etapa de fabricación de briquetas, etapa de pre-evaluación y etapa de evaluación.

### **2.2.2 Etapa de construcción.**

En esta etapa se realizó la construcción de las distintas herramientas para la fabricación de las briquetas. Se utilizó el manual de construcción proporcionado por "Legacy Foundation", donde se detalla los pasos, medidas y sugerencias para la construcción de la prensa y los moldes que se requieren para la fabricación de las briquetas.

### **2.2.3 Etapa de fabricación de briquetas**

En esta etapa se fabricaron los distintos tipos de briquetas, a diferentes proporciones de residuos, para determinar su funcionalidad, ya que no hay recetas en la literatura que indiquen las proporciones óptimas de elaboración de las briquetas. Estos residuos son:

Restos de vegetales.

Restos de alimentos.

Restos de madera.

Papel periódico (función de aglutinante para las briquetas).

Se fabricaran briquetas con cada uno de los residuos de manera independiente y en diferentes proporciones de mezclas. Para la fabricación de briquetas se seguirán los siguientes pasos:

**Acumulación de residuos:** Para realizar el proceso de fabricación de briquetas se acumularon los residuos sólidos domiciliarios, que previamente se colectaran del Centro poblado de Zungaro Cocha, para lo cual de forma previa se realizara la sensibilización dentro del centro poblado y se determinara la muestra de personas en los cuales se acopiara los RSD, hasta obtener la cantidad necesaria para implementar el proyecto.

**Picado de materiales:** El picado es un proceso importante en la fabricación de briquetas. Es desarrollado de acuerdo Al residuo que se utilice en la mezcla. Algunos pueden ser más picados que otros, de acuerdo a la capacidad de amarre que tengan los materiales.

**Secado de residuos:** El secado de materiales se realizara al aire libre, en una tarima diseñada especialmente para acelerar este proceso.

**Descomposición parcial de residuos:** Es una técnica que se aplica a residuos vegetales esto se realiza con el fin de que las fibras presentes en los organismos vegetales se desprendan redistribuyéndose al azar para que actúen como uniones entre ellos y formar la masa sólida que se convertirá en una briketa (Legacy Foundation, 2003). En el proceso de fabricación se usara esta técnica para la descomposición parcial de los residuos vegetales.

**Dosificación para la mezcla:** Se hará una mezcla de residuos durante el proceso de fabricación.

La composición física de la mezcla de las briquetas que se elaboraran es la siguiente:

20% Residuos Vegetales + 50% Residuos de madera + 30% papel

Residuos vegetales: Tales como cascara de plátano, cascara de yuca, cascara de coco, hojas, cascara de toronja, etc. A excepción de los residuos vegetales que al descomponerse, entren en proceso de putrefacción por contener mucha humedad o no contener las fibras que se necesitan para la combustión (pulpas de frutos, arroz, frejol, cascara de huevo, etc.)

Residuos de Madera: Se utilizara para el proceso solo el aserrín de cualquier especie maderable.

Papel: Solo se utilizara papel periódico para el proceso.

**Mezclar con agua y aglutinante:** En este paso, cuando los materiales están en un proceso de descomposición parcial no es necesario usar aglutinante. Como se explicó, el proceso de descomposición ayudara a juntar los materiales. En los demás materiales el papel periódico reciclado se usara como aglutinante, lo cual ayudara en todas las mezclas.

**Vaciar en el molde:** Se realizara de una manera uniforme para que los materiales se distribuyan de una forma homogénea.

**Prensar la mezcla:** Esto se realizara con los tres tipos de prensa que se evaluaran en el proyecto, con el fin de demostrar cuál de estas tiene la mayor eficiencia para la elaboración de las briquetas.

**Secado de las briquetas:** Las primeras briquetas se secaran en un horno casero a aproximadamente unos 80°C, versus las demás que se secaran al aire libre después de fabricarlas. El secado bajo sombra y con circulación constante de aire se da entre tres semanas a cuatro semanas.

#### 2.2.4 Etapa de pre-evaluación

La etapa de pre-evaluación será parte de los resultados finales, aquí se llegara después de fabricar las diferentes tipos de briquetas. Para la investigación se realizara mezclas de 500gr para cilindros de 3 pulgadas y 800 gr para cilindros de 4 pulgadas por tipo, con el fin de tener varios tipos de briquetas para ser pre evaluado. Esta etapa es una evaluación rápida de las briquetas, para determinar dos aspectos importantes y para no desarrollar en vano la evaluación



final. Es una etapa donde se analizan las mezclas a diferentes porcentajes. Los dos aspectos importantes a medir son:

**Prueba física**, la prueba física consistió en que éstas se mantengan estructuralmente al ser manipulado durante la fabricación, el transporte y cuando estén secos. Se calificara de la siguiente manera:

Excelente. Cuando la estructura es lo suficientemente estable, es decir, manipulable al momento de ser fabricado y duro cuando está seco, y que no se rompa con facilidad.

Regular. Cuando la estructura tuvo una mediana estabilidad, es decir, regularmente manipulable al momento de ser fabricado, y que al momento de estar seco sea duro, se desmorone ligeramente, o se rompa con dificultad.

Malo. Cuando la estructura no fue estable, es decir, vuelve más de la tercera parte de su tamaño normal, y no es manipulable fácilmente al momento de ser fabricado, que cuando este seco se desmorone y se rompa con facilidad al manipularlo o transportarlo.

Para la prueba se determinó el siguiente rango a utilizar en base a la observación de cada una de las Briquetas elaboradas según diámetro utilizado:

EXCELENTE	REGULAR	MALO
8-10	5-7	1-4

Este rango de evaluación no cuenta con una unidad de medida ya que los números representan el grado de resistencia presente en las briquetas teniendo como “1” el valor con menos resistencia y “10” como el valor con mayor resistencia del rango.

**Prueba de encendido.** Esta prueba se realizó sin mucha ventilación en un ambiente casi controlado para que no cambie el efecto de las pruebas. Esta prueba consistirá en medir la facilidad que tienen las briquetas para su encendido. Se calificó de la siguiente manera:

Enciende. Cuando al quemarse las briquetas quedan encendidas hasta consumirse o durante un buen tiempo, juntando más de dos briquetas.

No enciende. Cuando al consumirse la cama no se enciendan las briquetas o se enciendan y se apaguen sin quemar completamente.

Para que el tipo de briketa pase a la etapa de evaluación, éste tendrá que tener una calificación de prueba física excelente, y un encendido que se realice con facilidad.

### **2.2.5 Etapa de evaluación**

La etapa de evaluación. En esta etapa se evaluará la eficiencia y emisiones de las diferentes mezclas de briquetas. Esta evaluación se realizó en una cocina mejorada.

La evaluación de eficiencia se realizará mediante la aplicación de la metodología WBT modificado, es decir, sólo se utilizará la primera fase donde se arranca con la cocina totalmente en frío y termina la prueba cuando el agua llega al punto de ebullición. En esta prueba se determinarán las siguientes variables:

Tiempo de ebullición (minutos): Es el tiempo donde se llega al punto de ebullición, Consumo específico de combustible (g/litro): El consumo específico puede ser definido como una medida de la cantidad de combustible requerida para hacer hervir un litro de agua, empezando con la estufa fría

Densidad: Es la cantidad de masa en un determinado volumen de una sustancia, este será medido en  $\text{gr/cm}^3$

Porcentaje de Humedad: es la relación presentada en porcentaje entre el peso inicial de briketa y el peso final, tomando en cuenta la diferencia entre ellos es la cantidad de humedad que contenía la briketa.

## **2.3 CARÁCTER DE LA INVESTIGACIÓN**

El método a utilizarse será el evaluativo, ya que permitirá una evaluación simple, basado en la recolección sistemática de datos numéricos, que hará posible realizar el análisis mediante procedimientos estadísticos simples para sacar informaciones válidas.

## 2.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño será experimental. Por que estudiará una situación dada sin introducir ningún elemento que varíe el comportamiento de las variables en estudio.

## 2.5 TÉCNICAS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO EMPLEADO

Para el procedimiento estadística se empleará el diseño estadística completamente al azar con Arreglo factorial de 3 x 2, haciendo un total de 6 tratamientos con 3 repeticiones, generando 18 tratamientos en el experimento.

FACTOR A		
A1	A2	A3
Manual	Tornillo	Gata Hidráulica

FACTOR B	
B1	B2
3 PULGADAS	4 PULGADAS

TRATAMIENTOS					
T1	T2	T3	T4	T5	T6
A1 X B1	A1 X B2	A2 X B1	A2 X B2	A3 X B1	A3 X B2

### ANVA DEL DISEÑO A UTILIZAR

FV	GRADOS DE LIBERTAD	
TRATAMIENTO	$t - 1 = 6 - 1$	5
A	$a - 1 = 3 - 1$	2
B	$b - 1 = 2 - 1$	1
AB	$(a - 1)(b - 1) = 2 \times 1$	2
ERROR	$t(r - 1) = 6(3 - 1)$	12
TOTAL	$(rt) - 1 = (3 \times 6) - 1$	17

## CAPITULO III

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1 MARCO TEÓRICO

##### **Constitución Política del Estado Peruano**

##### **DECRETO SUPREMO**

##### **N° 016-2012-AG**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA CONSIDERANDO:

**Artículo 2º.** Toda persona tiene derecho:

**Inciso 22:** A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

##### **Ley General de Residuos Sólidos (Ley N° 27314) (21/07/2000).**

En ella se pretende establecer un concepto único de los "residuos sólidos", y una clasificación uniforme de los mismos, para facilitar el tratamiento legal de los distintos aspectos involucrados en la gestión de los residuos sólidos. En ella se trata de regular de alguna manera todo el ciclo de vida de los residuos. Sin embargo existen algunos vacíos importantes que introducen distorsiones para la puesta en operación de un sistema integrado de gestión.

#### **TÍTULO II**

##### **DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE ACTIVIDADES DE COMPETENCIA DEL SECTOR AGRARIO**

##### **Artículo 5º.- Residuos sólidos agropecuarios**

Los residuos agropecuarios son aquellos que provienen de las actividades agrícolas, forestales, ganaderas, avícolas y de centros de faenamiento de animales.

#### **Artículo 6º.- Residuos sólidos agroindustriales**

Los residuos agroindustriales, son aquellos generados en los establecimientos de procesamiento de productos agrícolas.

#### **Artículo 7º.- Residuos sólidos de otras actividades**

Los residuos sólidos de otras actividades como las de producción y transformación primaria forestal e irrigaciones.

### **TÍTULO III**

#### **Del manejo de residuos sólidos agropecuarios y agroindustriales**

##### **Capítulo I**

##### **Aspectos generales**

#### **Artículo 8º.- Manejo de residuos y modalidad de prestación de servicios**

El manejo de los residuos debe ser seguro, sanitario y ambientalmente adecuado, teniendo responsabilidad el generador y la Empresa Prestadora de Servicios de Residuos

Sólidos (EPS-RS) y/o la Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos (EC-RS), teniendo en cuenta la clasificación y el destino de los residuos, con la finalidad de prevenir los impactos negativos a la salud pública y al ambiente, respetando los principios de prevención y los lineamientos de la Ley General.

Las empresas operadoras de residuos sólidos, EPSRS o EC-RS, pueden realizar sus actividades en las instalaciones del generador. Las actividades a desarrollar por estas empresas operadoras de residuos sólidos dependerán del origen, composición y característica de los residuos sólidos.

## **Capítulo II**

### **De los Planes de Manejo, Declaraciones de Manejo y Planes de Contingencia de los Residuos Sólidos Agropecuarios y Agroindustriales**

#### **Artículo 9º.- Plan de manejo de residuos sólidos**

El Plan de Manejo de Residuos Sólidos, deberá formar parte del Plan de Manejo Ambiental contenido en el Instrumento de Gestión Ambiental que corresponda.

Para aquellos proyectos, actividades y/u obras que no les corresponden instrumentos de gestión ambiental, deben desarrollar su respectivo Plan de Manejo de Residuos, el cual debe ser presentado ante la autoridad ambiental competente del Sector Agrario para su respectiva aprobación.

El Plan de Manejo incluirá los procedimientos técnicos y administrativos necesarios para lograr una adecuada gestión de los residuos sólidos.

Conjuntamente con la Declaración de Manejo de Residuos Sólidos del año anterior, el generador debe presentar en formato digital e impreso ante la autoridad ambiental competente del Sector Agrario, el respectivo Plan de Manejo de Residuos Sólidos que va a ejecutar en el siguiente año, dicho plan deberá ser refrendado por la empresa operadora de residuos sólidos.

## **Capítulo III**

### **Del Almacenamiento y Prohibición de Abandono de Residuos Sólidos agropecuarios, agroindustriales y de otras actividades del Sector Agrario**

#### **Artículo 13º.- Almacenamiento de residuos**

El almacenamiento de los residuos, se efectuará en recipientes apropiados de acuerdo a la cantidad generada y las características del residuo separando obligatoriamente los peligrosos de los no peligrosos, además deben estar dotados de los medios de seguridad previstas en las normas técnicas correspondientes, de manera tal que se eviten pérdidas o fugas durante el almacenamiento, operaciones de carga, descarga y transporte.

#### **Artículo 14º.- Almacenamiento temporal de residuos**

El proceso de almacenamiento inicial de residuos sólidos, se realizará dentro de las instalaciones de la actividad, teniendo en cuenta el lugar o áreas donde los residuos sólidos se generan. Una vez acumulado, y de acuerdo a su Plan de Manejo, el generador podrá disponer el traslado según corresponda.

#### **Artículo 15°.- Almacenamiento central de residuos**

El proceso de almacenamiento central de residuos, se realizará dentro de las instalaciones de la actividad, debe estar cerrado, cercado y, en su interior se colocarán los contenedores necesarios para el acopio temporal de dichos residuos sólidos, en condiciones de higiene y seguridad, hasta su evacuación para el tratamiento o disposición final. Estas instalaciones deben reunir las condiciones establecidas en el artículo 40° del Reglamento.

#### **Artículo 16°.- Prohibición de abandono de residuos en lugares no autorizados**

Está prohibido el uso de los espacios públicos (vías, parques, entre otros), así como áreas arqueológicas, áreas naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento, playas, cuerpos de agua y fajas marginales de ríos, así como otros bienes de uso público, para el abandono de residuos. La transgresión será materia de sanción por parte de la autoridad ambiental del Sector Agrario.

### **Capítulo IV**

#### **Del recojo de residuos sólidos dentro de las instalaciones de la actividad**

##### **Artículo 17°.- Del recojo de residuos sólidos**

El recojo de los residuos sólidos se realizará mediante contenedores y vehículos debidamente acondicionados, teniéndose en consideración lo siguiente:

1. Los contenedores y vehículos se ubicarán, de preferencia, dentro de las instalaciones de la actividad o cerca de las áreas y actividades de generación de residuos y en zonas de fácil acceso y visibilidad.

2. El generador de los residuos deberá colocar el rotulado de los contenedores de acuerdo al código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos, en base a lo establecido en la Norma Técnica Peruana (NTP) N° 900.058.2005.
3. El área de almacenamiento temporal de los residuos, deberá contar con la delimitación, señalización, además de las medidas de seguridad y salud ocupacional para prevenir accidentes.

## **Capítulo V**

### **Del reaprovechamiento de residuos sólidos agropecuarios, agroindustriales y de otras actividades del Sector Agrario**

#### **Artículo 22°.- Comercialización de residuos**

La comercialización de residuos puede ser realizada por el generador o por una EC-RS registrada en la DIGESA, pudiendo los residuos ser adquiridos por personas naturales o jurídicas generadoras que los reutilicen en sus procesos.

## **Capítulo VI**

### **Del tratamiento de los residuos sólidos**

#### **Artículo 24°.- Tratamiento de residuos orgánicos**

Los residuos orgánicos, que se generen en las actividades del Sector Agrario, deben recibir tratamiento con la finalidad de reducir o neutralizar las sustancias peligrosas que contienen, recuperar materia o sustancias valorizables, facilitar su uso como fuente de energía, favorecer la disposición del rechazo y en general, mejorar la gestión del proceso de valorización.

El tratamiento de los residuos peligrosos puede ser realizado por el generador y de no contar con un sistema de tratamiento, deberá utilizar los servicios de una EPS-RS autorizada para tal fin.



## **Capítulo VII**

### **Pautas para la gestión de los residuos sólidos**

#### **Artículo 30°.- Gestión de los residuos agroindustriales de competencia del Sector Agrario**

Los residuos de frutas y hortalizas que se producen ya sea en el almacenaje, conservación y transformación, no elaborable o consumible, pueden ser comercializados, por empresas comercializadoras debidamente registradas ante la Autoridad de Salud, o a otro generador, donde el residuo sea directamente reaprovechado en su proceso productivo.

Las principales opciones de valorización, son de alimentación de animal o compostaje.

Las estructuras de madera deterioradas que sirvieron para transportar los grupos de caja de frutas o verduras, deben de ser reciclados como madera o en su defecto, debe disponerse mediante un gestor de residuos autorizados.

Los lodos de las depuradoras que sirven para tratar los efluentes de las agroindustrias pueden ser utilizados para el compostaje o realizar la deposición en un vertedero autorizado o tratarse vía la incineración.

#### **Artículo 31°.- Gestión de los residuos generados en la transformación primaria de los productos forestales y diferentes a la madera.**

Los residuos como el aserrín y virutas limpias, pueden ser reaprovechados como insumos para la industria de briquetas, tableros contrachapados, pellets de madera y celulosa.

En el caso de aserrín y virutas mezcladas con otras sustancias inocuas que no lo clasifique como material peligroso, pueden ser tratados mediante el proceso de compostaje. Los residuos de corteza, pueden ser reaprovechados como combustible, material de relleno en suelos rurales y para cercos rurales.

Los retazos de madera (pedazos de madera de pequeñas dimensiones, astillas, virutas, cotaneras), pueden ser utilizados para la producción de artesanía, como combustible para las industrias en su proceso de combustión o para la producción de carbón.

Los envases de biocidas, así como el aserrín y virutas con biocidas son considerados residuos peligrosos, y como tal, deben ser manejados y tratados, según lo establecido en el Título VI del presente reglamento.

### **3.1.1 Concepto de Briqueta**

El término briqueta un término claro por un lado y confuso por otro. Es un término claro ya que una vez vista una briqueta no se puede confundir con otro combustible. Pero es confuso por que la briqueta puede estar fabricada con muy diversos materiales compactados. Así, la materia prima de la briqueta puede ser biomasa forestal procedente de aprovechamientos selvícolas, biomasa forestal procedente de residuos de fábricas de la madera (aserraderos, fábricas de puertas, fábricas de muebles, fábricas de tableros de partículas), biomasa residual industrial, biomasa residual urbana, carbón vegetal o simplemente una mezcla de todas ellas. **(Barahona**

**Baldeon, Luis – 2009)**

Las briquetas o bloque sólido combustible son bio-combustibles para generar calor utilizados en estufas, chimeneas, salamandras, hornos y calderas.

Es un producto 100 % ecológico y renovable, catalogado como bio-energía sólida, que viene en forma cilíndrica o de ladrillo y sustituye a la leña con muchas ventajas.

**(Wikipedia – Última modificación 16 mar 2014)**

Su constitución compacta y uniforme hace que sean fáciles de transportar y limpias en su manipulación, utilizando un mínimo espacio para su almacenamiento. Además pueden seccionarse fácilmente sin necesidad de herramientas, para poder ser utilizada en chimeneas de menor tamaño o controlar la potencia de la combustión.

**(Tienda Biomasa – Última modificación 13 jul 2012)**

### **3.1.2 Composición de las Briquetas**

La briqueta más utilizada es la leña de aserrín compactado, también conocida como leñetas, que no utilizan ningún tipo de aglomerante ya que la humedad y la propia lignina de la madera funcionan como pegamento natural.

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

**(Wikipedia – Última modificación 16 mar 2014)**

Se pueden hacer a partir de biomasa renovable proveniente de residuos forestales y agrícolas.

**(Briquetas de Biomasa caseras – Última modificación 23 ene 2010)**

### **3.1.3 Ventajas de las Briquetas**

#### **Ventajas del producto**

- Mayor poder calorífico
- Fácil y rápido encendido
- Baja humedad
- Alta densidad
- Ocupa menos espacio
- Limpias
- Homogéneas
- Fácil manipulación
- Sin olores, humos ni chispas
- Sin aglutinantes ni aditivos
- Menor porcentaje de cenizas
- 100 % ecológicas y naturales

### **Ventajas ambientales**

- Fuente renovable.
- Energía limpia no contaminante.
- Fabricados con residuos forestales contribuye a la limpieza del medio ambiente.
- 100% reciclado evitando la tala de árboles.
- Natural, no tóxico.
- Sin conservantes, químicos ni aditivos.
- Menos ceniza.
- CO2 neutro.

**(Wikipedia – Última modificación 16 mar 2014)**

### **3.1.4 Elaboración de prensa manual**



La micro-prensa compuesta ha sido diseñada y mejorada para su uso en países en vías de desarrollo, donde la facilidad de construcción y la disponibilidad y bajo coste de los materiales es esencial. La madera cumple con estos requisitos y es más barata y fácil de trabajar que el metal. Esta prensa se puede construir con unos conocimientos mínimos, usando herramientas eléctricas o manuales.

La prensa es capaz de generar una fuerza mayor de la necesaria para hacer una briqueta de biomasa de alta calidad. Por ejemplo, haciendo 32 kg. de fuerza en la palanca, la fuerza sobre la briqueta situada a 100mm del eje será de 1.800 kg. Basándonos en los requerimientos normales de prensado de la biomasa (10,2 kg/cm<sup>2</sup> de presión, la fuerza requerida sobre una briqueta de 75mm de diámetro con un agujero central de 25mm, sería de 400 kg. Una briqueta cuadrada de 100mm de lado, sin agujeros, requeriría unos 1.040 kg. Una de 150 mm de diámetro sin agujero necesitaría 1.800 kg. Nuestra prensa excede con mucho cualquiera de estos requerimientos.

**Características:** la prensa se construye con listones de madera de 100 x 40 mm, de los que necesitaremos aproximadamente 7,5 metros. El tamaño final de la prensa es de 725 mm de alto, 760 mm de ancho y 360 mm de profundidad. El peso, de unos 12 kg. y el coste de material, dependiendo de cada lugar, de aproximadamente 18 dólares USA.

***(Lee Leland Hite de Engineers Without Borders USA - 2009).***

## CAPITULO IV

### ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Luego de concluido el trabajo de campo, con los datos obtenidos se procede a realizar el análisis respectivo de los mismos, los cuales se presentan a continuación

#### 4.1 PESO INICIAL DE LAS BRIQUETAS

En base a la mezcla utilizada para la elaboración de las briquetas se utilizó un peso constante para cada diámetro a utilizar, y en base al tipo de prensa, el peso final tiende a variar según la presión ejercida, en base a ello los datos obtenidos se sometieron al Análisis de Variancia respectivo obteniéndose los siguientes resultados.

**Cuadro N° 01. Análisis de Variancia del Peso Inicial de la Briqueta**

PESO INICIAL DE LA BRIQUETA	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
DIAMETRO	330755,556	1	330755,556	1190,720	0,000
TIPODEPRE	80211,111	2	40105,556	144,380	0,000
DIAMETRO * TIPODEPRE	13611,111	2	6805,556	24,500	0,000
Error	3333,333	12	277,778		
Total	427911,111	17			
C.V.	32,23 %				

En el cuadro N° 01, se observa la existencia de significancia estadística para el todos los factores en estudio ya que el valor de la Sig. 0.000 es inferior al alfa utilizado de 0.05, en ella se pueden observar la existencia de diferencias entre diámetros y tipos de prensa utilizados, así mismo una alta significancia en la interacción entre diámetro y tipo de prensa.

**Cuadro N° 02. Prueba Duncan del Peso inicial de Briqueta**

Prueba Estadística	Tipo de Prensa	N°	Subconjunto		
			1	2	3
Duncan	A2	6	408,33		
	A1	6		496,67	
	A3	6			571,67

Al aplicar la prueba de Duncan, se observa la presencia de tres grupos heterogéneos, donde el primer grupo muestra un menor peso inicial para el tratamiento tipo de prensa donde A2 de 408,33 gr, en el segundo grupo el tratamiento A1 posee un peso inicial de 496,67 gr y en el tercer grupo con el tratamiento A3 obtuvimos un mayor peso inicial con 571,67 gr.

**Cuadro N° 03. Comparación de medias de peso inicial entre B1 y B2**

PESO INICIAL	Media	N	Desv. típ.
B1	356,67	9	43,58
B2	627,78	9	101,22
Total	492,22	18	158,65

En el cuadro N° 03, se observa las medias de la variable diámetro de briquetas, en ella se observa que el tratamiento B1(3") posee una media de 356,67 gr de peso inicial y con respecto al tratamiento B2(4") con 627,78gr de peso inicial, con desviación típica de 43,58 y 121,22 respectivamente, siendo superior el tratamiento B2.

**Cuadro N° 04. ANOVA del peso inicial**

TABLA DE ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	330755,56	1	330755,56	54,47	0,000
Intra-grupos	97155,56	16	6072,22		
Total	427911,11	17			

En el cuadro N° 04 se muestra la existencia de alta significancia estadística entre grupos, ya que la significancia es inferior a la utilizada de 0,05, lo que nos muestra que existen diferencias entre ambos tratamientos, observándose que el tratamiento B2 es superior al de B1.

#### 4.2 PESO FINAL DE LAS BRIQUETAS

Luego de someter los cilindros al proceso de prensado se obtuvieron los siguientes, en base a ello los datos obtenidos se sometieron al Análisis de Variancia respectivo obteniéndose los siguientes resultados.

**Cuadro N° 05. Análisis de Variancia del Peso final de la Briqueta**

PESO FINAL DE BRIQUETA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIPO DE PRENSA	308,333	2	154,167	3,469	0,065
DIAMETRO	28401,389	1	28401,389	639,031	0,000
TIPODEPRE * DIAMETRO	919,444	2	459,722	10,344	0,002
Error	533,333	12	44,444		
Total	30162,500	17			
C.V.	25.39 %				

En el cuadro N° 05, se observa una alta significancia estadística para el factor diámetro cilindro y la interacción tipo de prensa y diámetro de cilindro ya que el valor de la Sig. 0.05 es superior a la significancia observada, sin embargo para el factor tipo de prensa no existe significancia estadística cuyo valor sig. 0.065 es superior al alfa 0.05.

**Cuadro N° 06. Prueba Duncan del Peso final de Briqueta**

Prueba Estadística	Tipo de Prensa	N°	Subconjunto	
			1	2
Duncan	A3	6	160,00	
	A1	6	168,33	168,33
	A2	6		169,17

Al aplicar la prueba de Duncan, se observa la presencia de dos grupos heterogéneos, donde el primer grupo muestra un menor peso final para el tratamiento A3 con 160,00 gr y en el segundo grupo el tratamiento A2 posee el mayor con 169 gr., es decir que el mejor prensado esta dado para el tratamiento A3 cuya fuerza de presión logra una mayor pérdida de agua en su composición lo que facilitara el secado posteriormente.



**Cuadro N° 07. Comparación de medias de peso final entre B1 y B2**

PESO FINAL	Media	N	Desv. típ.
B1	126,11	9	9,61
B2	205,56	9	11,30
Total	165,83	18	42,12

En el cuadro N°07, se observa las medias de la variable diámetro de briquetas, en ella se observa que el tratamiento B1(3") posee una media de 126,11 gr de peso final y con respecto al tratamiento B2(4") con 205,56 de peso final, con desviación típica de 9,61 y 11,30 respectivamente, siendo superior el tratamiento B2., en este caso el tratamiento B2 posee mayor peso ya que el cilindro posee mayor capacidad por ser de 4" en comparación a B1 cuyo cilindro es de 3 pulgadas por lo que su peso será menor en relación al tratamiento B2.

**Cuadro N° 08. ANOVA del peso final**

ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	28401,39	1	28401,39	258,03	0,000
Intra-grupos	1761,11	16	110,07		
Total	30162,50	17			

En el cuadro N° 08, se muestra la existencia de alta significancia estadística entre grupos, ya que la significancia es inferior a la utilizada de 0,05, lo que nos muestra que existen diferencias entre ambos tratamientos, observándose que el tratamiento B2 es superior al de B1., en relación al peso final.

#### 4.3 ALTURA INICIAL DE LA BRIQUETA

La altura inicial es obtenida después de el proceso de prensado de las Briquetas y fueron medidos con un "Vernier" o también llamado "Pie de Rey"; y en base al tipo de prensa, la altura inicial tiende a variar según la presión ejercida, en base a ello los datos obtenidos se sometieron al Análisis de Variancia respectivo obteniéndose los siguientes resultados.

**Cuadro N° 09. Análisis de Variancia de la Altura inicial de la Briqueta**

ALTURA INICIAL DE BRIQUETA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIPODEPRE	5,143	2	2,572	28,226	0,000
DIAMETRO	0,109	1	0,109	1,195	0,296
TIPODEPRE * DIAMETRO	0,194	2	0,097	1,067	0,375
Error	1,093	12	0,091		
Total	6,540	17			
C.V.	6,99 %				

En el cuadro N° 09, se observa la no existencia de significancia estadística para el factor diámetro y el factor tipo de prensa por diámetro ya que el valor de la Sig. 0.296 y 0.375 respectivamente es superior al alfa utilizado de 0.05, a diferencia para el factor tipo de prensa cuya Sig. Es de 0,000 presenta una alta significancia estadística.

**Cuadro N° 10. Prueba Duncan de la Altura inicial de la Briqueta**

Prueba Estadística	Tipo de Prensa	N°	Subconjunto		
			1	2	3
Duncan	A2	6	8,30		
	A1	6		8,72	
	A3	6			9,58
	Sig.		1,00	1,00	1,00

Al aplicar la prueba de Duncan, se observa la presencia de tres grupos heterogéneos entre si, donde el primer grupo muestra una menor altura inicial para el tratamiento A2 de 8,30 cm, en el segundo grupo el tratamiento A1 posee una altura inicial de 8,72 cm y en el tercer grupo con el tratamiento A3 obtuvimos una mayor altura inicial con 9,58 cm., esto va a estar dado por el tipo de prensa.

**Cuadro N° 11. Comparación de medias de altura inicial entre B1 y B2**

ALTURA INICIAL DE BRIQUETA	Media	N	Desv. típ.
B1	8,79	9	0,51
B2	8,94	9	0,74
Total	8,86	18	0,62

En el cuadro N° 11, se observa las medias de la variable altura inicial de briquetas, en ella se observa que el tratamiento B1(3") posee una media de 8,79 cm de altura inicial y con respecto al tratamiento B2(4") con 8,94 cm de altura inicial, con desviación típica de 0,51 y 0,74 respectivamente.

**Cuadro N° 12. ANOVA de la altura inicial**

TABLA DE ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	0,11	1	0,11	0,27	0,610
Intra-grupos	6,43	16	0,40		
Total	6,54	17			

En el cuadro N°12, se muestra la existencia de no significancia estadística entre grupos, ya que la significancia es superior a la utilizada de 0,05, lo que nos muestra que no existen diferencias entre ambos tratamientos.

#### 4.4 ALTURA FINAL DE LA BRIQUETA

La altura final se obtiene después del proceso de secado de las Briquetas y fueron medidos con un "Vernier" o también llamado "Pie de Rey"; y en base al tipo de prensa, la altura final tiende a variar según la presión ejercida al grado de humedad que posee cada una de ellas, en base a ello los datos obtenidos se sometieron al Análisis de Variancia respectivo obteniéndose los siguientes resultados.

**Cuadro N° 13. Análisis de Variancia de la Altura Final de la Briqueta**

ALTURA FINAL DE BRIQUETA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIPODEPRE	5,583	2	2,792	42,585	0,000
DIAMETRO	0,109	1	0,109	1,661	0,222
TIPODEPRE * DIAMETRO	1,041	2	0,521	7,941	0,006
Error	0,787	12	0,066		
Total corregida	7,520	17			
C.V.	7,41 %				

En el cuadro N° 13, se observa la no existencia de significancia estadística para el factor diámetro ya que el valor de la Sig. 0.222 es superior al alfa utilizado de 0.05, a diferencia para los factores tipo de prensa y tipo de prensa por diámetro cuya Sig. Es de 0,000 y 0.006 respectivamente para la interacción presentan también una alta significancia estadística.

**Cuadro N° 14. Prueba Duncan de la Altura Final de la Briqueta**

Prueba Estadística	Tipo de Prensa	N°	Subconjunto		
			1	2	3
Duncan	A2	6	8,45		
	A1	6		8,87	
	A3	6			9,78

Al aplicar la prueba de Duncan, se observa la presencia de tres grupos heterogéneos, donde el primer grupo muestra una menor altura final para el tratamiento A2 de 8,45 cm, en el segundo grupo el tratamiento A1 posee una altura final de 8,87 cm y en el tercer grupo con el tratamiento A3 obtuvimos una mayor altura con 9,78 cm.

Comparando la altura inicial con la altura final de las briquetas nos podemos dar cuenta que en todos los casos las briquetas aumentaron su tamaño en promedio 1,8 % (0.16 cm).

**Cuadro N° 15. Comparación de medias de altura final entre B1 y B2**

ALTURA FINAL DE BRIQUETA	Media	N	Desv. típ.
B1	8,96	9	0,37
B2	9,11	9	0,89
Total	9,03	18	0,67

En el cuadro N° 15, se observa las medias de la variable altura final de briquetas, en ella se observa que el tratamiento B1(3") posee una media de 8,96 cm de altura final y con respecto al tratamiento B2(4") con 9,11 cm de altura final, con desviación típica de 0,37 y 0,89 respectivamente.

**Cuadro N° 16. ANOVA de la altura final**

TABLA DE ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	0,11	1	0,11	0,24	0,634
Intra-grupos	7,41	16	0,46		
Total	7,52	17			

En el cuadro N° 16, se muestra la existencia de no significancia estadística entre grupos, ya que la significancia es superior a la utilizada de 0,05, lo que nos muestra que no existen diferencias entre ambos tratamientos.

#### 4.5 DIÁMETRO INICIAL DE LA BRIQUETA

El diámetro inicial es obtenida después de el proceso de prensado de las Briquetas y fueron medidos con un “Vernier” o también llamado “Pie de Rey”; y en base al tipo de cilindro utilizado, el diámetro inicial está regulado, sea el caso del cilindro de 3 y 4 pulgadas, en base a ello los datos obtenidos se sometieron al Análisis de Variancia respectivo obteniéndose los siguientes resultados.

**Cuadro N° 17. Análisis de Variancia del Diámetro Inicial de la Briqueta**

DIAMETRO INICIAL DE BRIQUETA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIPODEPRE	0,088	2	0,044	2,548	0,120
DIAMETRO	23,576	1	23,576	1368,903	0,000
TIPODEPRE * DIAMETRO	0,188	2	0,094	5,452	0,021
Error	0,207	12	0,017		
Total	24,058	17			
C.V.	13,35 %				

En el cuadro N° 17, se observa la no existencia de significancia estadística para el factor tipo de prensa ya que el valor de la Sig. 0.120 es superior al alfa utilizado de 0.05, a diferencia para los factores diámetro y tipo de prensa por diámetro cuya Sig. Es de 0,000 y 0.021 respectivamente para la interacción presentan también una alta significancia estadística.

**Cuadro N° 18. Prueba Duncan del Diámetro Inicial de la Briqueta**

Prueba Estadística	Tipo de Prensa	N°	Subconjunto
			1
Duncan	A3	6	8,82
	A1	6	8,93
	A2	6	8,98

Al aplicar la prueba de Duncan, se observa la presencia de un solo grupo, donde el menor diámetro inicial para el tratamiento A3 es de 8,82 cm, en el tratamiento A1 posee una diámetro inicial de 8,93 cm y en el tratamiento A2 obtuvimos un mayor diámetro inicial con 9,98 cm.

**Cuadro N° 19. Comparación de medias del diámetro inicial entre B1 y B2**

DIAMETRO INICIAL DE BRIQUETA	Media	N	Desv. típ.
B1	7,76	9	0,11
B2	10,05	9	0,22
Total	8,91	18	1,19

En el cuadro N° 19, se observa las medias de la variable diámetro inicial de briquetas, en ella se observa que el tratamiento B1(3") posee una media de 7,76 cm de diámetro inicial y con respecto al tratamiento B2(4") con 10,05 cm de diámetro inicial, con desviación típica de 0,11 y 0,22 respectivamente.

**Cuadro N° 20. ANOVA del diámetro inicial**

TABLA DE ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	23,58	1	23,58	782,23	0,000
Intra-grupos	,48	16	0,03		
Total	24,06	17			

En el cuadro N° 20, se muestra la existencia de alta significancia estadística entre grupos, ya que la significancia es inferior a la utilizada de 0,05, lo que nos muestra que existen diferencias entre ambos tratamientos, observándose que el tratamiento B2 es superior al de B1.

#### 4.6 DIÁMETRO FINAL DE LA BRIQUETA

El diámetro Final es obtenida después de el proceso de secado de las Briquetas y fueron medidos con un “Vernier” o también llamado “Pie de Rey”; y en base al tipo de cilindro utilizado, el diámetro Final está regulado, sea el caso del cilindro de 3 y 4 pulgadas, en base a ello los datos obtenidos se sometieron al Análisis de Variancia respectivo obteniéndose los siguientes resultados.

**Cuadro N° 21. Análisis de Variancia del Diámetro Final de la Briqueta**

DIAMETRO FINAL DE BRIQUETA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIPODEPRE	0,101	2	0,051	2,220	0,151
DIAMETRO	23,805	1	23,805	1045,098	0,000
TIPODEPRE * DIAMETRO	0,043	2	0,022	0,951	0,414
Error	0,273	12	0,023		
Total	24,223	17			
C.V.	13,16 %				

En el cuadro N° 21, se observa la no existencia de significancia estadística para el factor tipo de prensa y el factor tipo de prensa por diámetro ya que el valor de la Sig. 0.151 y 0.414 respectivamente es superior al alfa utilizado de 0.05, a diferencia para el factor diámetro cuya Sig. Es de 0,000 para la interacción presenta también una alta significancia estadística.

**Cuadro N° 22. Prueba Duncan del Diámetro Final de la Briqueta**

Prueba Estadística	Tipo de Prensa	N°	Subconjunto
			1
Duncan	A3	6	8,93
	A1	6	9,08
	A2	6	9,10

Al aplicar la prueba de Duncan, se observa la presencia de un solo grupo, donde el menor diámetro final para el tratamiento A3 es de 8,93 cm, en el tratamiento A1 posee una diámetro final de 9,08 cm y en el tratamiento A2 obtuvimos un mayor diámetro final con 9,10 cm.

Comparando el diámetro inicial con el diámetro final de las briquetas nos podemos dar cuenta que en todos los casos las briquetas aumentaron su diámetro en promedio 1,4% (0.13 cm).

**Cuadro N° 23. Comparación de medias del diámetro final entre B1 y B2**

DIAMETRO FINAL DE BRIQUETA	Media	N	Desv. típ.
B1	7,89	9	0,14
B2	10,19	9	0,18
Total	9,04	18	1,19

En el cuadro N° 23, se observa las medias de la variable diámetro final de briquetas, en ella se observa que el tratamiento B1(3") posee una media de 7,89 cm de diámetro final y con respecto al tratamiento B2(4") con 10,19 cm de diámetro final, con desviación típica de 0,14 y 0,18 respectivamente.

**Cuadro N° 24. ANOVA del diámetro final**

TABLA DE ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	23,81	1	23,81	911,68	0,000
Intra-grupos	,42	16	0,03		
Total	24,22	17			

En el cuadro N° 24 se muestra la existencia de alta significancia estadística entre grupos, ya que la significancia es inferior a la utilizada de 0,05, lo que nos muestra que existen diferencias entre ambos tratamientos, observándose que el tratamiento B2 es superior al de B1.

#### 4.7 VOLUMEN INICIAL DE LA BRIQUETA

El Volumen inicial es obtenida gracias a la fórmula para hallar el volumen del cilindro ( $h \cdot r^2 \cdot \pi$ ) tomando en cuenta que los datos utilizados para dicha fórmula fueron tomados de la altura inicial y el radio inicial de las briquetas; el resultado se rige en base al tipo de cilindro utilizado, sea el caso del cilindro de 3 y 4 pulgadas, en base a ello los datos obtenidos se sometieron al Análisis de Variancia respectivo obteniéndose los siguientes resultados.



**Cuadro N° 25. Análisis de Variancia del Volumen Inicial de la Briqueta**

Volumen Inicial de la Briqueta	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIPODEPRE	11798,030	2	5899,015	7,875	0,007
DIAMETRO	386748,398	1	386748,398	516,275	0,000
TIPODEPRE * DIAMETRO	2149,377	2	1074,689	1,435	0,276
Error	8989,364	12	749,114		
Total	409685,170	17			
C.V.	27,59 %				

En el cuadro N° 25, se observa la no existencia de significancia estadística para el factor tipo de prensa por diámetro ya que el valor de la Sig. 0.276 es superior al alfa utilizado de 0.05, a diferencia para el factor tipo de diámetro y diámetro cuya Sig. Es de 0,007 y 0,000 para la interacción presenta también una alta significancia estadística.

**Cuadro N° 26. Prueba Duncan del Volumen Inicial de la Briqueta**

Prueba Estadística	Tipo de Prensa	N°	Subconjunto	
			1	2
Duncan	A2	6	534,22	
	A1	6	557,29	
	A3	6		596,26

Al aplicar la prueba de Duncan, se observa la presencia de dos grupos heterogéneos, donde el primer grupo muestra un menor volumen inicial para el tratamiento A2 con 534,22 cm<sup>3</sup> y en el segundo grupo el tratamiento A3 posee el mayor con 596,26 cm<sup>3</sup>

**Cuadro N° 27. Comparación de medias del volumen inicial entre B1 y B2.**

VOLUMEN INICIAL BRIQUETA	Media	N	Desv. típ.
B1	416,01	9	27,55
B2	709,17	9	45,92
Total	562,59	18	155,24

En el cuadro N° 27, se observa las medias de la variable volumen inicial de briquetas, en ella se observa que el tratamiento B1(3") posee una media de 416,01 cm<sup>3</sup> de volumen inicial y con

respecto al tratamiento B2(4") con 709,17 cm<sup>3</sup> de volumen inicial, con desviación típica de 27,55 y 45,92 respectivamente.

**Cuadro N° 28. ANOVA del volumen inicial**

TABLA DE ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	386748,39	1	386748,39	269,78	0,000
Intra-grupos	22936,77	16	1433,55		
Total	409685,17	17			

En el cuadro N° 28 se muestra la existencia de alta significancia estadística entre grupos, ya que la significancia es inferior a la utilizada de 0,05, lo que nos muestra que existen diferencias entre ambos tratamientos, observándose que el tratamiento B2 es superior al de B1.

#### 4.8 VOLUMEN FINAL DE LA BRIQUETA

El Volumen final es obtenida gracias a la fórmula para hallar el volumen del cilindro ( $h \cdot r^2 \cdot \pi$ ) tomando en cuenta que los datos utilizados para dicha fórmula fueron tomados de la altura final y el radio final de las briquetas; el resultado se rige en base al tipo de cilindro utilizado, sea el caso del cilindro de 3 y 4 pulgadas, en base a ello los datos obtenidos se sometieron al Análisis de Variancia respectivo obteniéndose los siguientes resultados.

**Cuadro N° 29. Análisis de Variancia del Volumen Final de la Briqueta**

VOLUMEN FINAL DE BRIQUETA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIPODEPRE	16869,444	2	8434,722	11,227	0,002
DIAMETRO	417698,000	1	417698,000	555,983	0,000
TIPODEPRE * DIAMETRO	9991,000	2	4995,500	6,649	0,011
Error	9015,333	12	751,278		
Total	453573,778	17			
C.V.	27.68 %				

En el cuadro N° 29, se observa la existencia de significancia estadística para los tres factores, tipo de prensa, diámetro y tipo de prensa por diámetro ya que el valor de la Sig. 0.002, 0.000 y 0.011 respectivamente es inferior al alfa utilizado de 0.05, para la interacción presentan también una alta significancia estadística.

**Cuadro N° 30. Prueba Duncan del Volumen Final de la Briqueta**

Prueba Estadística	Tipo de Prensa	N°	Subconjunto	
			1	2
Duncan	A2	6	556,00	
	A1	6	583,50	
	A3	6		630,17

Al aplicar la prueba de Duncan, se observa la presencia de dos grupos heterogéneos, donde el primer grupo muestra un menor volumen final para el tratamiento A2 con 556,00 cm<sup>3</sup> y en el segundo grupo el tratamiento A3 posee el mayor con 630,17 cm<sup>3</sup>

Comparando el volumen inicial con el volumen final de las briquetas nos podemos dar cuenta que en todos los casos las briquetas aumentaron su volumen en promedio 4,8% (27.3 cm<sup>3</sup>)

**Cuadro N° 31. Comparación de medias del volumen final entre B1 y B2**

VOLUMEN FINAL DE BRIQUETA	Media	N	Desv. típ.
B1	437,56	9	17,54
B2	742,22	9	64,63
Total	589,89	18	163,34

En el cuadro N° 31, se observa las medias de la variable volumen final de briquetas, en ella se observa que el tratamiento B1(3") posee una media de 437,56 cm<sup>3</sup> de volumen final y con respecto al tratamiento B2(4") con 742,22 cm<sup>3</sup> de volumen final, con desviación típica de 17,54 y 64,63 respectivamente.

**Cuadro N° 32. ANOVA del volumen final**

TABLA DE ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	417698,00	1	417698,00	186,29	0,000
Intra-grupos	35875,78	16	2242,24		
Total	453573,78	17			

En el cuadro N° 32 se muestra la existencia de alta significancia estadística entre grupos, ya que la significancia es inferior a la utilizada de 0,05, lo que nos muestra que existen diferencias entre ambos tratamientos, observándose que el tratamiento B2 es superior al de B1.

#### 4.9 DENSIDAD INICIAL DE LA BRIQUETA

La densidad Inicial es obtenida gracias a la fórmula para hallar la densidad (masa/volumen) tomando en cuenta que los datos utilizados para dicha fórmula fueron tomados de la masa inicial y el volumen inicial de las briquetas; el resultado se rige en base al peso de la briqueta y al tamaño de esta en base a ello los datos obtenidos se sometieron al Análisis de Variancia respectivo obteniéndose los siguientes resultados.

**Cuadro N° 33. Análisis de Variancia de la Densidad Inicial de la Briqueta**

DENSIDAD INICIAL	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIPODEPRE	0,108	2	0,054	48,991	0,000
DIAMETRO	0,003	1	0,003	3,132	0,102
TIPODEPRE * DIAMETRO	0,016	2	0,008	7,235	0,009
Error	0,013	12	0,001		
Total	0,140	17			
C.V.	10,34 %				

En el cuadro N° 33, se observa la no existencia de significancia estadística para el factor diámetro ya que el valor de la Sig. 0.102 es superior al alfa utilizado de 0.05, a diferencia para el factor tipo de prensa y tipo de prensa por diámetro cuya Sig. Es de 0,000 y 0,009 para la interacción presenta también una alta significancia estadística.

**Cuadro N° 34. Prueba Duncan de la Densidad Inicial de la Briqueta**

Prueba Estadística	Tipo de Prensa	N°	Subconjunto		
			1	2	3
Duncan	A2	6	0,76		
	A1	6		0,90	
	A3	6			0,95

Al aplicar la prueba de Duncan, se observa la presencia de tres grupos heterogéneos, donde el primer grupo muestra una menor densidad inicial para el tratamiento A2 de 0,76 gr/cm<sup>3</sup>, en el segundo grupo el tratamiento A1 posee una densidad inicial de 0,90 gr/cm<sup>3</sup> y en el tercer grupo el tratamiento A3 obtuvimos una mayor densidad inicial con 0,95 gr/cm<sup>3</sup>.

**Cuadro N° 35. Comparación de medias de la densidad inicial entre B1 y B2**

DENSIDAD INICIAL DE BRIQUETA	Media	N	Desv. típ.
B1	0,85	9	0,08
B2	0,88	9	0,11
Total	0,87	18	0,09

En el cuadro N° 35, se observa las medias de la variable densidad inicial de briquetas, en ella se observa que el tratamiento B1(3") posee una media de 0,85 gr/cm<sup>3</sup> de densidad inicial y con respecto al tratamiento B2(4") con 0,88 gr/cm<sup>3</sup> de densidad inicial, con desviación típica de 0,08 y 0,11 respectivamente.

**Cuadro N° 36. ANOVA de la densidad inicial**

TABLA DE ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	0,003	1	0,003	0,40	0,535
Intra-grupos	0,14	16	0,01		
Total	0,14	17			

En el cuadro N° 36 se muestra la existencia de no significancia estadística entre grupos, ya que la significancia es superior a la utilizada de 0,05, lo que nos muestra que no existen diferencias entre ambos tratamientos.

#### 4.10 DENSIDAD FINAL DE LA BRIQUETA

La densidad Final es obtenida gracias a la fórmula para hallar la densidad (masa/volumen) tomando en cuenta que los datos utilizados para dicha fórmula fueron tomados de la masa final y el volumen final de las briquetas; el resultado se rige en base al peso de la briqueta y al tamaño de esta en base a ello los datos obtenidos se sometieron al Análisis de Variancia respectivo obteniéndose los siguientes resultados.

**Cuadro N° 37. Análisis de Variancia del Densidad Final de la Briqueta.**

DENSIDAD FINAL	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIPODEPRE	0,008	2	0,004	36,441	0,000
DIAMETRO	0,001	1	0,001	4,620	0,053
TIPODEPRE * DIAMETRO	0,002	2	0,001	9,173	0,004
Error	0,001	12	0,000		
Total	0,012	17			
C.V.	9,31 %				

En el cuadro N° 37, se observa la no existencia de significancia estadística para el factor diámetro ya que el valor de la Sig. 0.053 es superior al alfa utilizado de 0.05, a diferencia para el factor tipo de prensa y tipo de prensa por diámetro cuya Sig. Es de 0,000 y 0,004 para la interacción presenta también una alta significancia estadística.

**Cuadro N° 38. Prueba Duncan de la Densidad Final de la Briqueta**

Prueba Estadística	Tipo de Prensa	N°	Subconjunto	
			1	2
Duncan	A3	6	0,26	
	A1	6	0,26	
	A2	6		0,31

Al aplicar la prueba de Duncan, se observa la presencia de dos grupos heterogéneos, donde el primer grupo muestra una menor densidad final para el tratamiento A3 con 0,26 gr/cm<sup>3</sup> y en el segundo grupo el tratamiento A2 posee el mayor con 0,31 gr/cm<sup>3</sup>.

Comparando la densidad inicial con la densidad final de las briquetas nos podemos dar cuenta que en todos los casos las briquetas disminuyeron su densidad en promedio 67,6% (0,59 gr/cm<sup>3</sup>)

**Cuadro N° 39. Comparación de medias de la densidad final entre B1 y B2**

DENSIDAD FINAL DE BRIQUETA	Media	N	Desv. típ.
B1	0,29	9	0,025
B2	0,28	9	0,028
Total	0,29	18	0,027

En el cuadro N° 39, se observa las medias de la variable densidad final de briquetas, en ella se observa que el tratamiento B1(3<sup>ra</sup>) posee una media de 0,29 gr/cm<sup>3</sup> de densidad final y con

respecto al tratamiento B2 (4") con 0,28 gr/cm<sup>3</sup> de densidad final, con desviación típica de 0,025 y 0,028 respectivamente.

**Cuadro N° 40. ANOVA de la densidad final**

TABLA DE ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	0,001	1	0,001	0,716	0,410
Intra-grupos	0,011	16	0,001		
Total	0,012	17			

En el cuadro N° 40 se muestra la existencia de significancia estadística entre grupos, ya que la significancia es inferior a la utilizada de 0,05, lo que nos muestra que existen diferencias entre ambos tratamientos, observándose que el tratamiento B1 es superior al de B2.

#### 4.11 PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LA BRIQUETA

El porcentaje de humedad es obtenido gracias a la fórmula para hallar la humedad  $(m_0 - m_f) * 100 / m_0$  tomando en cuenta que los datos utilizados para dicha fórmula fueron tomados de la masa inicial y la masa final de las briquetas; el resultado se rige en base al peso de la briqueta y a la humedad que contiene; en base a ello los datos obtenidos se sometieron al Análisis de Variancia respectivo obteniéndose los siguientes resultados.

**Cuadro N° 41. Análisis de Variancia del porcentaje de humedad de la Briqueta**

PORCENTAJE DE HUMEDAD	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIPODEPRE	597,064	2	298,532	212,657	0,000
DIAMETRO	32,832	1	32,832	23,388	0,000
TIPODEPRE * DIAMETRO	54,432	2	27,216	19,387	0,000
Error	16,846	12	1,404		
Total	701,174	17			
C.V.	9,84 %				

En el cuadro N° 41, se observa la existencia de significancia estadística para los tres factores, tipo de prensa, diámetro y tipo de prensa por diámetro ya que el valor de la Sig. 0.000 para los

tres factores es inferior al alfa utilizado de 0.05, para la interacción presentan también una alta significancia estadística.

**Cuadro N° 42. Prueba Duncan del porcentaje de humedad de la Briqueta**

Prueba Estadística	Tipo de Prensa	N°	Subconjunto		
			1	2	3
Duncan	A2	6	57,69		
	A1	6		66,34	
	A3	6			71,67

Al aplicar la prueba de Duncan, se observa la presencia de tres grupos heterogéneos, donde el primer grupo muestra un menor porcentaje de humedad para el tratamiento A2 de 57,69%, en el segundo grupo el tratamiento A1 posee un porcentaje de humedad de 66,34% y en el tercer grupo el tratamiento A3 obtuvimos un porcentaje de humedad con 71,67%.

**Cuadro N° 43. Comparación de medias del porcentaje de humedad entre B1 y B2**

PORCENTAJE DE HUMEDAD DE LA BRIQUETA	Media	N	Desv. típ.
B1	63,88	9	7,25
B2	66,58	9	5,56
Total	65,23	18	6,42

En el cuadro N° 43, se observa las medias de la variable porcentaje de humedad de las briquetas, en ella se observa que el tratamiento B1(3") posee una media de 63,88% de porcentaje de humedad y con respecto al tratamiento B2(4") con 66,58% de porcentaje de humedad, con desviación típica de 7,25 y 5,56 respectivamente.

**Cuadro N° 44. ANOVA del porcentaje de humedad**

ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	32,83	1	32,83	0,79	0,388
Intra-grupos	668,34	16	41,77		
Total	701,17	17			



En el cuadro N° 44 se muestra la existencia de significancia estadística entre grupos, ya que la significancia es inferior a la utilizada de 0,05, lo que nos muestra que existen diferencias entre ambos tratamientos, observándose que el tratamiento B2 es superior al de B1.

#### 4.12 TIEMPO DE ENCENDIDO DE LA BRIQUETA

El tiempo de encendido es obtenido controlando los minutos que nos toma encender una briqueta, para esto se requirió de un cronómetro como instrumento principal; en base a ello los datos obtenidos se sometieron al Análisis de Variancia respectivo obteniéndose los siguientes resultados.

**Cuadro N° 45. Análisis de Variancia del Tiempo de encendido de la Briqueta**

TIEMPO DE ENCENDIDO	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIPODEPRE	0,057	2	0,029	4,740	0,030
DIAMETRO	1,973	1	1,973	327,388	0,000
TIPODEPRE * DIAMETRO	0,008	2	0,004	,665	0,532
Error	0,072	12	0,006		
Total	2,111	17			
C.V.	8,66 %				

En el cuadro N° 45, se observa la no existencia de significancia estadística para el factor tipo de prensa por diámetro ya que el valor de la Sig. 0.532 es superior al alfa utilizado de 0.05, a diferencia para el factor tipo de prensa y el factor diámetro cuya Sig. Es de 0,030 y 0,000 respectivamente; para la interacción presenta también una alta significancia estadística.

**Cuadro N° 46. Prueba Duncan del tiempo de encendido de la Briqueta**

Prueba Estadística	Tipo de Prensa	N°	Subconjunto	
			1	2
Duncan	A1	6	3,99	
	A2	6	4,07	4,07
	A3	6		4,13

Al aplicar la prueba de Duncan con una significancia del 0.05, se observa la presencia de dos grupos heterogéneos, donde el primer grupo muestra un menor tiempo de encendido para el tratamiento A1 con 3,99 minutos ( 3 min. y 59,4 seg.) y en el segundo grupo el tratamiento A3 posee el mayor con 4,13 minutos (4 min. 7,8 seg.).

**Cuadro N° 47. Comparación de medias del tiempo de encendido entre B1 y B2**

TIEMPO DE ENCENDIDO DE LA BRIQUETA	Media	N	Desv. típ.
B1	3,73	9	0,078
B2	4,39	9	0,105
Total	4,06	18	0,352

En el cuadro N°47, se observa las medias de variable tiempo de encendido de las briquetas, en ella se observa que el tratamiento B1 (3") posee una media de 3,73 min. de tiempo de encendido y con respecto al tratamiento B2(4") con 4,39 min. de tiempo de encendido, con desviación típica de 0,078 y 0,105 respectivamente.

**Cuadro N° 48. ANOVA del tiempo de encendido**

TABLA DE ANOVA	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	1,973	1	1,973	229,65	0,000
Intra-grupos	0,137	16	0,009		
Total	2,111	17			

En el cuadro N° 48 se muestra la existencia de alta significancia estadística entre grupos, ya que la significancia es inferior a la utilizada de 0,05, lo que nos muestra que existen diferencias entre ambos tratamientos, observándose que el tratamiento B1 es superior al de B2.

#### 4.13 PRUEBA DE RESISTENCIA

La prueba de resistencia física es obtenida tomando en cuenta el rango de evaluación que en la teoría se especificó, para esta prueba no se necesitó de ningún instrumento ya que la evaluación se hizo de forma personal.

**Cuadro N° 49. Rango Evaluativo de la Resistencia Física de las Briquetas**

Malo	Regular	Excelente
1 al 5	6 al 8	9 al 10

Prueba de Resistencia Física							
Repetición	Prensa Manual		Prensa de Tornillo		Prensa Hidráulica		Total
	3"	4"	3"	4"	3"	4"	
1	9	8	10	9	10	10	56
2	9	8	10	9	10	10	56
3	9	8	10	9	10	10	56
AxB	27	24	30	27	30	30	168
A	51		57		60		168
B	87			81			168
Promedio	9	8	10	9	10	10	56

En el cuadro N° 49 se puede observar que todas las briquetas se encuentran en el rango de evaluación "excelente" debido a que la estructura de las briquetas es lo suficientemente estable, es decir, manipulable al momento de ser fabricado y duro cuando está seco, y no se rompe con facilidad.

#### 4.14 PRUEBA DE EBULLICIÓN

La datos obtenidos en la prueba de ebullición son resultado de el tiempo en que un litro de agua llega al punto de ebullición y este se logra cuando el agua se encuentra a una temperatura de 100°C que en la teoría se especificó, para esta prueba se necesitó de un termómetro, un cronometro y una cocina.

**Cuadro N° 50. Análisis de Variancia de la Prueba de Ebullición de la Briqueta**

PRUEBA DE EBULLICION	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
TIPODEPRE	1,985	2	,993	,232	,797
DIAMETRO	,025	1	,025	,006	,940
TIPODEPRE * DIAMETRO	6,404	2	3,202	,747	,495
Error	51,434	12	4,286		
Total corregida	59,848	17			

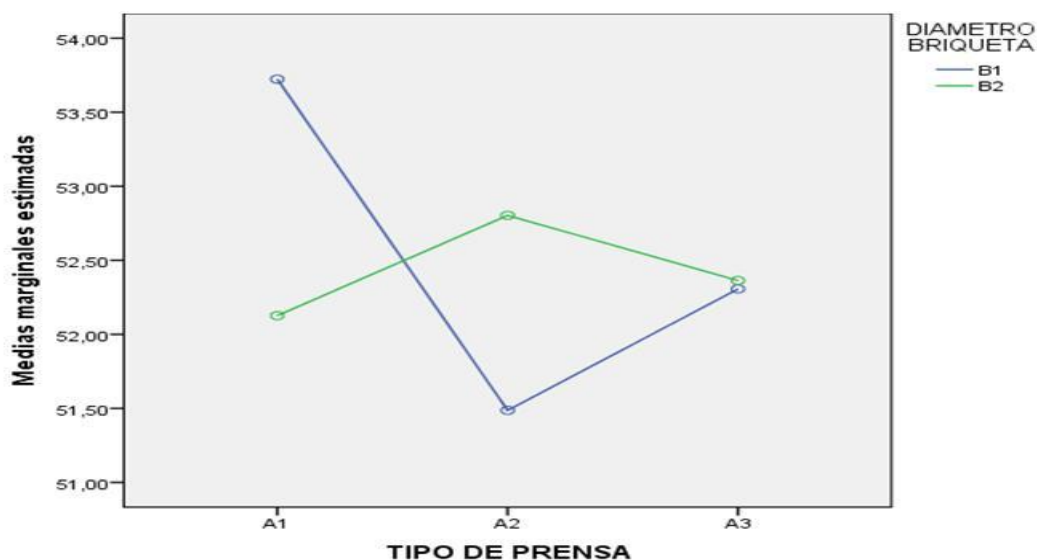
En el cuadro N° 50, se observa la no existencia de significancia estadística para todos los factores ya que los valores de la Sig. 0.797, 0.940 y 0,495 son superiores al alfa utilizado de 0.05.

**Cuadro N° 51. Prueba Duncan del tiempo de ebullición de la Briqueta**

Prueba Estadística	Tipo de Prensa	N°	Subconjunto
			1
Duncan	A2	6	52,1450
	A3	6	52,3350
	A1	6	52,9250

Al aplicar la prueba de Duncan con una significancia del 0.05, se observa la presencia de 1 solo grupo estadístico, donde podemos observar que no existe diferencia significativa entre ellos.

**Grafico N° 01. Medias del Tiempo de Ebullición de las Briquetas**



En el grafico N° 01 se observa que el menor tiempo fue obtenido por la briqueta de la prensa tipo Tornillo (A2), de 3 pulgadas de diámetro (B1); y el mayor tiempo por la briqueta de la prensa tipo Palanca (A1), de 3 pulgadas de diámetro (B1).

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

Al realizar todas las pruebas en los tres tipos de prensa, se llegó a las siguientes conclusiones:

- La prensa que presentó mayor efectividad fue la de tipo tornillo, ya que al introducir la mezcla en los cilindros fue la que extrajo mucho más agua de esta que los otros tipos de prensa.
- El diámetro con mayor rendimiento en la elaboración de briquetas es el de 4 pulgadas ya que tiene un mayor volumen y duración de consumo de la briqueta con respecto a la de 3 pulgadas. Tomando en cuenta que el “rendimiento” se define como la obtención del menor tiempo de ebullición del agua, utilizando como fuente calórica las briquetas; y el mayor tiempo de duración de las briquetas encendidas.
- En base a la evaluación de la densidad de las briquetas el mejor comportamiento se obtuvo en la prensa de tipo tornillo, tanto en la de 3 y 4 pulgadas, lo que refleja la duración al proceso de uso.
- En la evaluación de resistencia física, los resultados obtenidos no son significativos ya que muestran un rango de diferencia mínimo, y en todos los casos el grado de evaluación es excelente.
- En la evaluación de encendido de briquetas la media obtenida para tres pulgadas es de 3,73 min (3' 44") y para 4 pulgadas fue de 4,39 min (4' 23").
- En la evaluación del tiempo de Ebullición del agua no se encontró ninguna diferencia significativa entre los tratamientos, dado que los resultados eran muy próximos uno con el otro.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar otros trabajos con las briquetas de 3 pulgadas ya que tienen una mejor maniobrabilidad que las de 4 pulgadas y aparte de esto no existe mucha diferencia entre los resultados obtenidos entre ambos.
- Usar otros tipos de aglutinantes como estiércol de animales de granja, ceniza, entre otras, en conjunto con otro tipo de materia prima orgánica para obtener nuevos resultados de la investigación.
- Evaluar los costos de producción en la elaboración de briquetas para obtener la relación beneficio – costo.

## BIBLIOGRAFÍA

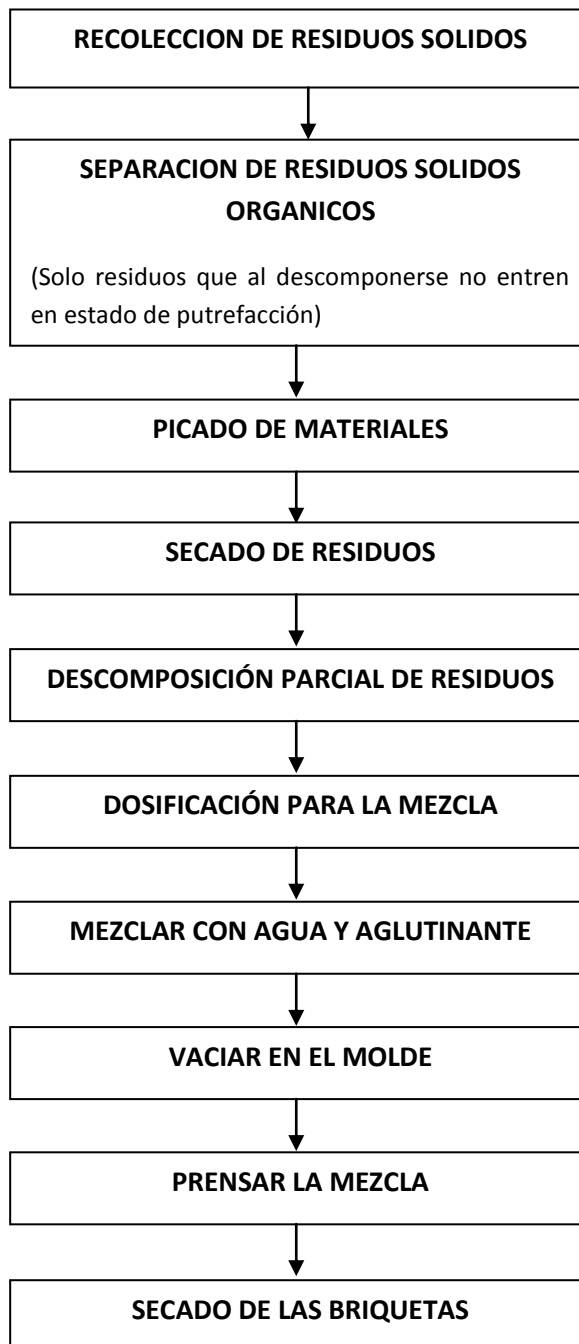
1. **ACUERDO NACIONAL (2002)**, Alejandro Toledo Manrique, Presidente Constitucional de la República, el 22 de Julio del 2002. Impreso en los talleres de Biblos S.A. Jesús María, Lima – Perú.
2. **ACURIO ET AL (1998)**. Manejo de residuos sólidos en la ciudad. Empresas de tratamiento de residuos sólidos. Costa Rica.
3. **BUENROSTRO et al (2004)**. La gestión de los residuos sólidos municipales en México. Retos y perspectivas. Instituto de Investigaciones sobre los Recursos Naturales, UMSNH. Departamento de Ecología de los Recursos Naturales, Instituto de Ecología, UNAM Campus Morelia. México.
4. **CASTRO M. (2006)**. Evaluación de la Gestión Ambiental de los Residuos Sólidos en el Perú. Conferencia en el marco de la VI Reunión Anual de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos. Huarmey, 29 de set. – Perú.
5. **CLIMENT, M.D., ABAD, M. Y ARAGÓN, P. 1996**. El Compost de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Sus Características y Aprovechamiento en Agricultura. Ediciones y Promociones LAV S.L., Valencia.
6. **FUENTES et al (2008)**. Gestión de Residuos Sólidos Municipales. Gerencia para el desarrollo. ESAN EDICIONES. Primera Edición. Lima –Perú
7. **HUANSI A. (2013)**. Caracterización de Residuos Sólidos del Distrito de Punchana. Municipalidad Distrital de Punchana. 94 p.
8. **LEY GENERAL DEL AMBIENTE (28611)**.
9. **LEY GENERAL DE RESIDUOS SOLIDOS. (27314)**.
10. **NERY, R. (1990)**. Clasificación de los residuos sólidos. Lima. Perú.
11. **PORTAL AMBIENTAL (2002)**. Newtonberg Publicaciones Digitales LTD. Chile.

12. **PLEGADIS (2006)**. Análisis y diagnóstico sobre el manejo de residuos sólidos urbanos en el ámbito de influencia del espacio natural Doñana. Sevilla. España.
13. **OPS/OMS (2006)**. Manejo de residuos sólidos en municipios saludables. Organización Panamericana de la Salud, 2006. Cuadernos de Promoción de la Salud. Lima –Perú.
14. **RODRIGUEZ M. (2006)**. Manual de Compostaje Municipal. Instituto Nacional de Ecología. México. 102 p.
15. **SENAHMI (2005 – 2007)**. Datos Meteorológicos de la ciudad de Iquitos. Estación de Iquitos.
16. **TCHOBANOGLIOUS G. (1993)**. Desechos Sólidos: Principios de Ingeniería y Administración.
17. **TINOCO M. (2011)**. Estudio de Caracterización de Residuos Domiciliarios del Distrito de Ate. Municipalidad Distrital de Ate. Perú. 84 p.



# ANEXOS

**DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA ELABORACION DE BRIQUETAS**



### RECOLECCION DE RESIDUOS SOLIDOS



### SEPARACION DE RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS



### SECADO DE RESIDUOS



### DOSIFICACIÓN PARA LA MEZCLA



### MEZCLADO DE LOS COMPUESTOS CON AGUA Y AGLUTINANTE



**VACIADO EN EL MOLDE**



**PRENSADO DE LA MEZCLA**





### SECADO DE LAS BRIQUETAS



## DATOS ORIGINALES

Peso de la mezcla introducida en el cilindro (gr)							
Repetición	Prensa Manual		Prensa de Tornillo		Prensa Hidráulica		Total
	3"	4"	3"	4"	3"	4"	
1	960	1470	960	1560	940	1600	7490
2	1000	1620	890	1620	940	1630	7700
3	1040	1560	895	1620	920	1720	7755
AxB	3000	4650	2745	4800	2800	4950	22945
A	7650		7545		7750		22945
B	8545			14400			22945
Promedio	1000	1550	915	1600	933.3	1650	7648

Peso Inicial de la Briqueta (gr)							
Repetición	Prensa Manual		Prensa de Tornillo		Prensa Hidráulica		Total
	3"	4"	3"	4"	3"	4"	
1	360	630	320	490	400	730	2930
2	380	650	300	520	400	740	2990
3	360	600	290	530	400	760	2940
AxB	1100	1880	910	1540	1200	2230	8860
A	2980		2450		3430		8860
B	3210			5650			8860
Promedio	613.3	1043.3	500.0	863.3	667	1243.3	2953

Peso Final de la Briqueta (gr)							
Repetición	Prensa Manual		Prensa de Tornillo		Prensa Hidráulica		Total
	3"	4"	3"	4"	3"	4"	
1	120	205	145	200	120	195	985
2	120	230	135	200	120	190	995
3	120	215	135	200	120	210	1000
AxB	360	650	415	600	360	595	2980
A	1010		1015		955		2980
B	1135			1845			2980
Promedio	120	216.7	138.3	200	120	198.3	993

Altura Inicial de la Briqueta (cm)							
Repetición	Prensa Manual		Prensa de Tornillo		Prensa Hidráulica		Total
	3"	4"	3"	4"	3"	4"	
1	8.5	9.0	8.5	8.0	9.2	9.5	52.7
2	9.0	9.0	8.0	8.5	9.5	9.7	53.7
3	8.5	8.3	8.5	8.3	9.4	10.2	53.2
AxB	26.0	26.3	25.0	24.8	28.1	29.4	159.6
A	52.3		49.8		57.5		159.6
B	79.1			80.5			159.6
Promedio	8.67	8.77	8.33	8.27	9.37	9.80	53.2

Altura Final de la Briqueta (cm)							
Repetición	Prensa Manual		Prensa de Tornillo		Prensa Hidráulica		Total
	3"	4"	3"	4"	3"	4"	
1	8.9	9.0	8.8	8.0	9.2	10.0	53.9
2	9.0	9.1	8.4	8.6	9.5	10.2	54.8
3	8.9	8.3	8.5	8.4	9.4	10.4	53.9
AxB	26.8	26.4	25.7	25.0	28.1	30.6	162.6
A	53.2		50.7		58.7		162.6
B	80.6			82.0			162.6
Promedio	8.93	8.80	8.57	8.33	9.37	10.20	54.2

Diámetro Inicial de la Briqueta (cm)							
Repetición	Prensa Manual		Prensa de Tornillo		Prensa Hidráulica		Total
	3"	4"	3"	4"	3"	4"	
1	7.6	10.3	8.0	10.3	7.8	9.7	53.7
2	7.7	10.0	7.8	10.1	7.8	9.8	53.2
3	7.7	10.3	7.7	10.0	7.8	10.0	53.5
AxB	23.0	30.6	23.5	30.4	23.4	29.5	160.4
A	53.6		53.9		52.9		160.4
B	69.9			90.5			160.4
Promedio	7.67	10.20	7.83	10.13	7.80	9.83	53.5

Diámetro Final de la Briqueta (cm)							
Repetición	Prensa Manual		Prensa de Tornillo		Prensa Hidráulica		Total
	3"	4"	3"	4"	3"	4"	
1	7.9	10.3	8.2	10.4	7.8	9.9	54.5
2	7.8	10.2	8.0	10.2	7.8	10.0	54.0
3	7.9	10.4	7.8	10.0	7.8	10.3	54.2
AxB	23.6	30.9	24.0	30.6	23.4	30.2	162.7
A	54.5		54.6		53.6		162.7
B	71.0			91.7			162.7
Promedio	7.87	10.30	8.00	10.20	7.80	10.07	54.2

Volumen Inicial de la Briqueta (cm3)							
Repetición	Prensa Manual		Prensa de Tornillo		Prensa Hidráulica		Total
	3"	4"	3"	4"	3"	4"	
1	385.60	749.91	427.26	666.58	439.61	702.03	3370.99
2	419.10	706.86	382.27	681.01	453.94	731.67	3374.84
3	395.81	691.58	395.81	651.88	449.17	801.11	3385.36
AxB	1200.51	2148.34	1205.34	1999.47	1342.72	2234.81	10131.19
A	3348.85		3204.81		3577.52		10131.19
B	3748.57			6382.62			10131.19
Promedio	400.17	716.11	401.78	666.49	447.57	744.94	3377.06



Volumen Final de la Briqueta (cm3)							
Repetición	Prensa Manual		Prensa de Tornillo		Prensa Hidráulica		Total
	3"	4"	3"	4"	3"	4"	
1	436	750	465	680	440	770	3539.9
2	430	744	422	703	454	801	3553.6
3	436	705	406	660	449	867	3522.9
AxB	1303	2199	1293	2042	1343	2437	10616.4
A	3501.12		3335.17		3780.15		10616.4
B	3938.39			6678.05			10616.4
Promedio	434.2	732.9	431.0	680.7	447.6	812.5	3538.8

Densidad Inicial de la Briqueta (gr/cm3)							
Repetición	Prensa Manual		Prensa de Tornillo		Prensa Hidráulica		Total
	3"	4"	3"	4"	3"	4"	
1	0.934	0.840	0.749	0.735	0.910	1.040	5.208
2	0.907	0.920	0.785	0.764	0.881	1.011	5.267
3	0.910	0.868	0.733	0.813	0.891	0.949	5.162
AxB	2.750	2.627	2.266	2.312	2.682	3.000	15.637
A	5.38		4.58		5.68		15.637
B	7.70			7.94			15.637
Promedio	0.917	0.876	0.755	0.771	0.894	1.000	5.212

Densidad Final de la Briqueta (gr/cm3)							
Repetición	Prensa Manual		Prensa de Tornillo		Prensa Hidráulica		Total
	3"	4"	3"	4"	3"	4"	
1	0.275	0.273	0.312	0.294	0.273	0.253	1.681
2	0.279	0.309	0.320	0.285	0.264	0.237	1.694
3	0.275	0.305	0.332	0.303	0.267	0.242	1.725
AxB	0.829	0.888	0.964	0.882	0.804	0.733	5.1
A	1.717		1.846		1.537		5.1
B	2.598			2.502			5.1
Promedio	0.276	0.296	0.321	0.294	0.268	0.244	1.7

Humedad de la Briqueta (%)							
Repetición	Prensa Manual		Prensa de Tornillo		Prensa Hidráulica		Total
	3"	4"	3"	4"	3"	4"	
1	66.67	67.46	54.69	59.18	70.00	73.29	391.286
2	68.42	64.62	55.00	61.54	70.00	74.32	393.899
3	66.67	64.17	53.45	62.26	70.00	72.37	388.914
AxB	201.75	196.24	163.14	182.99	210.00	219.98	1174.099
A	398.00		346.12		429.98		1174.099
B	574.89			599.21			1174.099
Promedio	67.25	65.41	54.38	61.00	70.00	73.33	391.366

Tiempo de Encendido (minutos)							
Repetición	Prensa Manual		Prensa de Tornillo		Prensa Hidráulica		Total
	3"	4"	3"	4"	3"	4"	
1	3.70	4.22	3.72	4.52	3.82	4.45	24.43
2	3.58	4.35	3.80	4.33	3.78	4.55	24.39
3	3.78	4.30	3.65	4.42	3.75	4.40	24.30
AxB	11.06	12.87	11.17	13.27	11.35	13.40	73.12
A	23.93		24.44		24.75		73.12
B	33.58			39.54			73.12
Promedio	3.69	4.29	3.72	4.42	3.78	4.47	24.37

Prueba de Resistencia Física							
Repetición	Prensa Manual		Prensa de Tornillo		Prensa Hidráulica		Total
	3"	4"	3"	4"	3"	4"	
1	9	8	10	9	10	10	56
2	9	8	10	9	10	10	56
3	9	8	10	9	10	10	56
AxB	27	24	30	27	30	30	168
A	51		57		60		168
B	87			81			168
Promedio	9	8	10	9	10	10	56

Tiempo de Ebullición (minutos)							
Repetición	Prensa Manual		Prensa de Tornillo		Prensa Hidráulica		Total
	3"	4"	3"	4"	3"	4"	
1	65.53	60.88	67.73	60.37	68.93	62.45	385.89
2	67.28	64.20	69.22	63.18	66.28	61.70	391.86
3	62.42	62.70	65.57	62.75	69.20	59.40	382.04
AxB	195.23	187.78	202.52	186.30	204.41	183.55	1159.79
A	383.01		388.82		387.96		1159.79
B	602.16			557.63			1159.79
Promedio	65.08	62.59	67.51	62.10	68.14	61.18	386.60