



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERIA ZOOTECNICA**

**TEMA**

**“COMPOSICION QUIMICA Y DEGRADABILIDAD RUMINAL *in situ* DE LA  
CASCARILLA DE ARROZ INOCULADA CON CEPA DE *Pleurotus ostreatus*. FINCA  
EXPERIMENTAL LA MARIA, MOCACHE. 2013”**

**Previo a la obtención del título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR:**

**RONALD JAMIL CEDEÑO BUSTE**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**ING. JUAN H. AVELLANEDA CEVALLOS; M. C., Dr. C.**

**QUEVEDO – ECUADOR**

**2013**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS**

Yo, Ronald Jamil Cedeño Buste, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

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

---

Ronald Jamil Cedeño Buste

## CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

El suscrito, Ing. M.Sc. D. C. Juan Humberto Avellaneda Cevallos, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el Egresado Ronald Jamil Cedeño Buste, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Zootecnista, tesis intitulada **“COMPOSICION QUIMICA Y DEGRADABILIDAD RUMINAL *in situ* DE LA CASCARILLA DE ARROZ INOCULADA CON CEPA DE *Pleurotus ostreatus*. FINCA EXPERIMENTAL “LA MARIA”, MOCACHE. 2013**, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

---

Ing. Juan H. Avellaneda Cevallos; M. C., Dr. C.

**DIRECTOR DE TESIS**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO**  
**Facultad de Ciencias Pecuarias**  
**Carrera Ingeniería Zootécnica**

**Presentado al Consejo Directivo como requisito previo a la  
obtención del título de Ingeniero Zootecnista**

**Aprobado:**

---

**ING. ITALO ESPINOZA GUERRA**  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS**

---

**ING. CARLOS CALDERON**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

---

**ING. GEOVANNY MUÑOZ**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS**

Quevedo - Los Ríos - Ecuador

2013

## **AGRADECIMIENTOS**

Mis más sinceros agradecimientos:

A Dios por enseñarme el verdadero sentido de la vida.

A mis queridos padres Eloy y Sonia, a mi hermana Evelin, quienes me inculcaron constancia, convicción y responsabilidad en el transcurso de mi vida estudiantil, con su apoyo incondicional hicieron posible la culminación de mi carrera.

A las autoridades de esta prestigiosa Universidad, por contribuir con el inicio, ejecución y culminación de esta tesis.

Al Ing. Juan Avellaneda Cevallos. Ph.D., director de esta tesis por su apoyo técnico y guía permanente durante todo el proceso de investigación.

Mi novia Raisa Moreira, por su apoyo incondicional.

Mis amigos: Carlos Cedeño y Hugo Florencia, por su amistad y ayuda permanente.

De igual manera hago extensivo mis agradecimientos para aquellos profesionales que colaboraron con este trabajo:

Ing. Mayra Peña

Ing. Gustavo Quintana

Ing. Alexandra Barrera

## **DEDICATORIA**

Con todo mi afecto dedico este trabajo de investigación:

A Dios por haberme dado la vida y la oportunidad de haber cumplido con mi meta tan anhelada, por acompañarme en todo momento y lugar, más aun dándome valor en los momentos difíciles, llenándome de esperanza, fe y fortaleza.

A mis padres, Sonia y Eloy quienes son el motivo de mi inspiración, ya que son ejemplo de trabajo y honradez, gracias por su apoyo incondicional, por sus sabios consejos; enseñándome que el esfuerzo, la constancia y la perseverancia, son las claves esenciales para alcanzar el éxito.

A mí querida hermana Evelin por su apoyo constante, y cariño; a mis adoradas sobrinas Valentina y Ainhoa, quienes llenan de alegría mi vida con sus juegos y risas, ellas son mi fuerza en mi lucha diaria.

A mi compañera y novia Raisal, por su colaboración y paciencia; porque supo estar ahí cuando más lo necesitaba.

A mis compañeros quienes siempre estuvieron incondicionalmente; amigos de experiencias, aventuras, de alegrías compartidas y de tristezas pasajeras, con quien he crecido en el ámbito personal y profesional, con los cuales he compartido mis mejores momentos de vida estudiantil.

**RONALD CEDEÑO BUSTE.**

# INDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	V
<b>DEDICATORIA</b> .....	VI
<b>INDICE DE CONTENIDO</b> .....	VII
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	VIII
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b> .....	IX
<b>1.1. Introducción</b> .....	2
<b>1.2. OBJETIVOS</b> .....	3
<b>1.2.1. OBJETIVO GENERAL</b> .....	3
<b>1.3. HIPÓTESIS</b> .....	4
<b>2.1. El arroz (<i>Oriza sativa</i>)</b> .....	6
<b>3.1. Materiales y métodos</b> .....	17
<b>3.1.1. Localización y duración del experimento</b> .....	17
<b>3.3. TRATAMIENTOS</b> .....	18
<b>3.4.1. Determinación de materia seca (MS)</b> .....	22
<b>3.4.2. Determinación de materia orgánica (MO) y la materia mineral (cenizas)</b> ...	22
<b>4.1. Propiedades químicas de los tratamientos bajo estudio</b> .....	24
<b>4.2. Degradabilidad <i>in situ</i> (%) de la materia seca (DISMS)</b> .....	25
<b>4.3. Degradabilidad <i>in situ</i> (%) de la materia orgánica (DISMO)</b> .....	29
<b>5.1. Conclusiones</b> .....	35
<b>5.2. Recomendaciones</b> .....	36
<b>6.1. Literatura citada</b> .....	38
<b>7.1. Anexos</b> .....	43

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS	PÁGINA
1 Propiedades químicas de la cascarilla de arroz en el Ecuador.	7
2 Composición mineral de la ceniza de la cascarilla de arroz.	8
3 Composición química del <i>Pleurotus ostreatus</i> .	13
4 Condiciones agro meteorológicas UTEQ, 2013	17
5 Esquema de varianza y superficie de respuesta	20
6 Composición química de los tratamientos en estudio	24
7 Degradabilidad ruminal de la materia seca en la cascarilla de arroz inoculada con la cepa de <i>Pleurotus Ostreatus</i> en siete periodos de incubación (0,3,6,12,24,48 y 72 horas) UTEQ 2013	28
8 Degradabilidad ruminal de la materia orgánica en la cascarilla de arroz inoculada con la cepa de <i>Pleurotus Ostreatus</i> en siete periodos de incubación (0,3,6,12,24,48 y 72 horas) UTEQ 2013	31
9 Degradabilidad ruminal de la biodisponibilidad de cenizas en la cascarilla de arroz inoculada con la cepa de <i>Pleurotus Ostreatus</i> en siete periodos de incubación (0,3,6,12,24,48 y 72 horas) UTEQ 2013	33

## ÍNDICE DE ANEXOS

LISTA		PÁGINA
<b>ANEXO 1</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (DIMS) del T0, T1, T2 y T3 tiempo 0 horas.	43
<b>ANEXO 2</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (DIMS) del T0, T1, T2 y T3 tiempo 3 horas.	43
<b>ANEXO 3</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (DIMS) del T0, T1, T2 y T3 tiempo 6 horas.	43
<b>ANEXO 4</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (DIMS) del T0, T1, T2 y T3 tiempo 12 horas.	44
<b>ANEXO 5</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (DIMS) de subproductos agrícolas tiempo 24 horas.	44
<b>ANEXO 6</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (DIMS) del T0, T1, T2 y T3 tiempo 48 horas.	44
<b>ANEXO 7</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (DIMS) del T0, T1, T2 y T3 tiempo 72 horas.	45
<b>ANEXO 8</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (DIMO) del T0, T1, T2 y T3 tiempo 0 horas.	45
<b>ANEXO 9</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (DIMO) del T0, T1, T2 y T3 tiempo 3 horas.	45
<b>ANEXO 10</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (DIMO) del T0, T1, T2 y T3 tiempo 6 horas.	46
<b>ANEXO 11</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (DIMO) del T0, T1, T2 y T3 tiempo 12 horas.	46
<b>ANEXO 12</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (DIMO) del T0, T1, T2 y T3 tiempo 24 horas.	46
<b>ANEXO 13</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (DIMO) del T0, T1, T2 y T3 tiempo 48 horas.	47

<b>ANEXO 14</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (DIMO) del T0, T1, T2 y T3 tiempo 72 horas.	47
<b>ANEXO 15</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (BDC) del T0, T1, T2 y T3 tiempo 0 horas.	47
<b>ANEXO 16</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (BDC) del T0, T1, T2 y T3 tiempo 3 horas.	48
<b>ANEXO 17</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (BDC) del T0, T1, T2 y T3 agrícolas tiempo 6 horas.	48
<b>ANEXO 18</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (BDC) del T0, T1, T2 y T3 agrícolas tiempo 12 horas.	48
<b>ANEXO 19</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (BDC) del T0, T1, T2 y T3 agrícolas tiempo 24 horas.	49
<b>ANEXO 20</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (BDC) del T0, T1, T2 y T3 agrícolas tiempo 48 horas.	49
<b>ANEXO 21</b>	Análisis de varianza de la degradabilidad <i>in situ</i> (BDC) del T0, T1, T2 y T3 agrícolas tiempo 72 horas.	49

## RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realizó en el Programa de Bovinos de Leche y Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional, de la Facultad de Ciencias Pecuarias, con el objetivo de medir la composición química y degradabilidad ruminal *In situ* de la cascarilla de arroz inoculada con la cepa de *Pleurotus ostreatus* para lo cual se midieron los parámetros de degradabilidad de la materia seca (MS), orgánica (MO) y biodisponibilidad de cenizas (BDC). Se establecieron cuatro tratamientos: T0 (Cascarilla de arroz); T1 (Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* 21 de incubación); T2 (Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* 28 de incubación); T3 (Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* 35 de incubación) Se aplicó la técnica de la bolsa de nylon para determinar las indicadas variables, se emplearon cuatro bovinos fistulados en el rumen. Los periodos de incubación ruminal fueron 0, 3, 6, 12, 24, 48 y 72 horas. Se empleó un diseño de bloques completo al azar (DBCA). En la degradabilidad *in situ* de la MS, el T3 y T2, reportaron ser superior en la mayoría de las horas en estudio. En la degradabilidad *in situ* de la MO, el mayor porcentaje se reportó en el T3. La biodisponibilidad de ceniza del T0 resultó ser el mayor en todos los periodos de incubación. Se concluye que el T3 es el tratamiento que en términos de degradabilidad *In situ* de MS y MO fue el mejor.

**Palabras claves:** cascarilla de arroz, *Pleurotus ostreatus*, degradabilidad *in situ*, bovinos fistulados.

## ABSTRAC

This research was carried out in the cattle program of milk and Laboratory of Rumiology and nutritional metabolism, in the Faculty of Sciences Livestock, in order to measure the chemical composition and rumen degradability *In situ* of the husk of rice inoculated with the strain of *Pleurotus ostreatus* to the which were measured the degradation of dry matter (DM), organic parameters (MO) and bioavailability of ashes (BDC). Four treatments were established: T0 (Rice husks); T1 (rice husk + *Pleurotus ostreatus* 21 of incubation); T2 (rice husk + *Pleurotus ostreatus* 28 of incubation); T3 (Rice husk + *Pleurotus ostreatus* 35 incubation) Applied technique of bag of nylon to determine the indicated variables, employed four cattle cannulaes in the rumen. The ruminal incubation periods were 0, 3, 6, 12, 24, 48 and 72 hours. A complete block design was used (DBCA) random. In degradability in situ DM, T3 and T2, reported to be higher in most study hours. In the degradability in situ the MO, the highest percentage reported on the T3. The bioavailability of the T0 ash turned out to be the largest in all incubation periods. It is concluded that the T3 is the treatment that in terms of degradability *In situ* of MS and MO was the best.

**Key words:** rice, *Pleurotus ostreatus*, degradability in situ husks  
Fistulated Cattle.



## 1.1. Introducción

En los últimos años, la ganadería en el Ecuador se ha visto afectada por el alto costo de los insumos y por la baja calidad de los pastos en especial en la región costa en la época seca. Este hecho obliga a profesionales y productores pecuarios a buscar fuentes alternativas de nutrición que permitan la utilización de elementos desechados en procesos agroindustriales para aprovechar su aporte nutricional y contribuir a la disminución del impacto ambiental que puedan generar por una inadecuada deposición.

Entre estos desechos agroindustriales está la cascarilla de arroz, que es un subproducto que se genera en grandes cantidades en el Litoral Ecuatoriano, aproximadamente 346,000 toneladas, lo que representa el 20% de la producción total de arroz 1.73 millones de toneladas (INEC, 2007).

Este subproducto del proceso de pilado del arroz actualmente no es utilizado en la alimentación animal por su alto contenido lignocelulósico (lignina, hemicelulosa, celulosa) que impide su degradabilidad. La producción de hongos comestibles como *Pleurotus ostreatus* se ha convertido en una alternativa importante para la nutrición, ya que dichos hongos son cultivados a partir de residuos lignocelulósicos que no se degradan con gran facilidad. Esta técnica ayuda a que los residuos agroindustriales como la cascarilla de arroz puedan ser aprovechados mediante el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* (Sánchez, 2001). Por este motivo se justifica el uso del hongo en subproductos agrícolas, lo cual permitirá resolver en gran medida los problemas de la alimentación animal.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar la composición química y degradabilidad ruminal *in situ* de la cascarilla de arroz inoculada con la cepa de *Pleurotus ostreatus*.

### 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar los cambios en la composición química de la cascarilla de arroz, adicionando la cepa de *Pleurotus ostreatus* a los 21, 28 y 35 días de fermentación.
- Valorar la degradabilidad ruminal *in situ* de la cascarilla de arroz inoculado con *Pleurotus ostreatus* a los 21, 28 y 35 días de fermentación.

### 1.3. HIPÓTESIS

- La composición química de la cascarilla de arroz inoculada y fermentada con *Pleurotus ostreatus* y fermentada 28 días será mejor en comparación con los demás tratamientos.
- La degradabilidad *in situ* de la cascarilla de arroz inoculada a 28 días con *Pleurotus ostreatus* será mejor en comparación con los demás tratamientos a estudiar.



## **2.1. El arroz (*Oriza sativa*)**

Es uno de los cereales que se encuentra con más frecuencia en el consumo de la población; después del trigo, el arroz es el cereal más producido en el mundo; una gran parte del contenido mundial, se encuentra en el continente asiático, ocupando en el mundo una superficie de 142,842,000 ha, el éxito de la producción de arroz a nivel mundial, se debe a que se adapta a muchos tipos de suelo y a diversas condiciones climáticas; incluso es la única planta que se puede desarrollar en terrenos inundados (Ramón, 2012).

### **2.1.1. Producción de arroz en el Ecuador**

El arroz es el cultivo que ocupa la mayor superficie del territorio Ecuatoriano, según los datos del censo Agropecuario realizado en el año 2002, se sembró sobre una superficie de 340,000 ha de 75,000 unidades de producción de los cuales el 80% son productores de hasta 20 ha (Delgado, 2011).

En el año 2007 la producción de arroz alcanzó una cifra de 1.73 millones de toneladas de las cuales el 20% de esa producción le corresponde a la cascarilla. La zona donde se concentra la producción de este grano en el Ecuador es la costera; la mayor concentración de este cultivo se presenta en la provincia del Guayas y de los Ríos con un 83% del total del territorio, en menor proporción se reparte estribaciones andinas y en la Amazonía (INEC, 2007)

### 2.1.2. Cascarilla de arroz

La cascarilla de arroz es un subproducto resultante del proceso de obtención del grano de la planta de arroz, este residuo se genera en grandes cantidades en las empresas arroceras, en nuestro caso se obtiene en mayor proporción en la zona del litoral costero. La cascarilla de arroz es un residuo, que no se degrada fácilmente, debido a su alta cantidad de fibra, por lo tanto se ha tratado de usar como combustible y como materia prima para formar materiales de construcción (Parson, 1993). Lo que concuerda con (Echeverría y López, 2010) en cuanto a su uso como combustible y alto contenido de fibra, como se indica en los siguientes cuadros.

**CUADRO 1. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA CASCARILLA DE ARROZ EN EL ECUADOR**

<b>Características</b>	<b>Detalle</b>
Humedad, %	7.41
Cenizas, %	19.39
Materia volátil, %	57.09
Carbono fijo, %	16.11
pH a 25 °C	7.1
Fibra (Celulosa), %	45.38
Proteínas, %	3.59
Extracto con éter (Grasa), %	0.4
Carbohidratos totales, %	69.23

**Fuente:**Echeverría y López, 2010.

## CUADRO 2. COMPOSICIÓN MINERAL DE LA CENIZA DE LA CASCARILLA DE ARROZ

Composición	Fracción en peso (%)
Sílice (SiO)	90 – 97
Óxido de Calcio (CaO)	0.2 – 1.5
Óxido de Magnesio (MgO)	0.1 – 2.0
Óxido de Potasio (K <sub>2</sub> O)	0.6 – 1.6
Óxido de Sodio (Na <sub>2</sub> O)	1.75
Óxido de Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.3
Sulfatos (SO <sub>3</sub> )	0.10 – 1.13
Cloro (Cl)	0.15 - 0.40
Óxido de Hierro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.40
Óxido de Manganeso (MnO <sub>2</sub> )	Trazas

Fuente: Echeverría y López, 2010

### 2.2. Generalidades de los hongos

Los hongos son seres microscópicos o macroscópicos que viven sobre diversos materiales orgánicos, a los cuales descomponen para así alimentarse. Estos organismos, generalmente están formados por masas blancas y algodonosas, de las cuales brotan pequeños o grandes botones, que son las estructuras que producirán infinidad de simientes (o esporas), a través de las cuales se reproducirán. Las estructuras macroscópicas de reproducción de los hongos, constituyen lo que comúnmente se conoce como “hongo”.

Los hongos pertenecen al reino Fungi, un grupo grande y diverso con más de 60.000 especies conocidas, la mayor parte de las cuales son terrestres. Aunque su tamaño y forma son muy variables, todos los hongos son eucariotes; sus células contienen mitocondrias y núcleo rodeado por membrana (Ramos, 2007).

Los hongos son organismos unicelulares, pluricelulares o dimórficos; carecen de clorofila, por lo tanto son heterótrofos, es decir, obtienen sus alimentos por absorción; el componente principal de sus paredes celulares es la quitina. El talo (cuerpo vegetativo) en la mayoría de los hongos es filamentoso, está constituido por filamentos delgados llamados hifas, las que presentan crecimiento apical y en conjunto integran el micelio. En el caso de los hongos macroscópicos, el micelio está representado por la masa de apariencia algodonosa y por lo regular blanquecino que se localiza por debajo del mantillo en los bosques (Ramos, 1999).

Su reproducción puede ser asexual y sexual pero, generalmente, hay producción de esporas; son de distribución cosmopolita, se desarrollan en cualquier tipo de clima, siempre que la temperatura no sea menor de cero grados Celsius (4-6 °C), desde el nivel del mar hasta por encima de los 4,000 msnm. Los hongos son un componente vital en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, ya que desempeñan diversas funciones de tipo ecológico y fisiológico; además, pueden ser mediadores e integradores que contribuyen al desarrollo de las poblaciones vegetales, particularmente al de las especies arbóreas (Ramos, 1999). Entre sus principales funciones destacan las siguientes: intervienen en los ciclos y transferencia de nutrimentos, al participar de manera activa en la regulación de la tasa fotosintética; a través del crecimiento de sus hifas modifican la permeabilidad y estructura del suelo.

Los hongos representan una fuente de alimento para algunos vertebrados (incluyendo mamíferos) e invertebrados, algas y otros hongos; participan en creación y alteración de nichos, sobre todo para invertebrados; establecen asociaciones mutualistas con plantas, termitas, hormigas y con algunas especies de algas (Ramos, 1999).

Los hongos también tienen usos ornamentales, medicinales, ceremoniales, insecticidas y combustibles. En este sentido se han registrado más de 100 especies de hongos macroscópicos con uso medicinal, entre los géneros enunciados están los siguientes: *Fomitopsis*, *Laetiporus*, *Inonotus*, *Phellinus*, *Calvatia*, *Langermannia*, *Lycoperdon*, *Armillaria*, *Bovista*, *Pycnoporus*, *Calocybe*, *Lentinus*, *Lepista* y *Pleurotus*; que han sido empleados para el tratamiento en alrededor de 100 padecimientos. A especies como *Pleurotus* spp., *Lentinusedodes* y *Ganodermalucidum* se les atribuyen propiedades anticancerígenas, revitalizantes y útiles para reducir el colesterol en la sangre. Ramos (1999).

### **2.2.1. Clasificación**

Los hongos son omnipresentes y cosmopolitas, pueden aparecer prácticamente en cualquier sitio, y alimentarse de lo más insospechado. Se conocen más de 200,000 especies diferentes de hongos, aunque probablemente existen muchas más no descritas ni estudiadas.

Esto ha obligado a clasificarlos de una forma sencilla y práctica; ésta consiste en dividir a estos organismos en micromicetos y macromicetos. Otra forma de clasificar el Reino Fungí, es por dos grandes grupos o divisiones; los Myxomycota y los Eumycota. El primero se refiere a ciertos hongos gelatinosos (de ahí su nombre de *mysos* = gelatina y *mycota* = hongo) y con propiedades de desplazarse e ingerir alimentos (como los animales) en sus primeras fases y ser muy polvorientos y delicados en sus fases adultas, en las que se reproducen por esporas (Chang, 1997).

## **2.2.2. Variedades del *Pleurotus* spp.**

*Pleurotus* es el nombre genérico de toda una gama de hongos saprófitos comestibles en los que se ha logrado limitar sus hábitos ecológicos naturales (truncos de árboles secos, generalmente pobres en nutrientes, ramas muertas, hojarasca, etc.) para cultivarlos en sustratos lignocelulósicos diversos, habiendo sido objeto de una preparación simple y rápida. Los *Pleurotus* spp., constituyen un gran grupo de especies muy diversas, tanto por sus colores (amarillo, blanco, gris pizarra, marrón oscuro e inclusive rosado) como por sus formas, sabor o por sus exigencias técnicas (Mera, 2005).

Las especies *Pleurotus* se pueden definir como el conjunto de hongos que presentan las siguientes características (Mera, 2005):

- a)** Poseen sombrilla o varias sombrillas agrupadas en manojos en forma de embudo, generalmente de simetría bilateral pero no axial, que tiene la forma de concha de ostra unida a un tallo excéntrico (de ahí su nombre popular “hongo ostra”).
- b)** No posee anillo ni volva.
- c)** Sus esporas son blancas y posee laminillas decurrentes (se prolongan en forma de alas sobre el tallo, bajo su punto de unión)
- d)** Son lignícolas y parasitan diversas especies de umbelíferas.
- e)** Poseen un pie más o menos desarrollado, frecuentemente excéntrico.

En general los *Pleurotus* son cosmopolitas encontrándose presente en todos los continentes, sin embargo desde el punto de vista de exigencias climáticas, se los puede clasificar en (Mera, 2005):

- a)** *Pleurotus* de clima templado de época invernal (10 a 20 °C): *P. ostreatus* y *P. colombinus*.

- b)** *Pleurotus* de clima templado de época de verano (15 a 25 °C): *P. pulmonarius*, *P. sajor-cafu*, *P. florida*, *P. cornucoplae* y *P. eryngil*.
- c)** *Pleurotus* de zonas tropicales, particularmente de Asia: *P. cystidiosus*, *P. abalonus* y *P. salmoneo* (*P. stramineus*)

Tiene una alta capacidad saprofítica y puede lo mismo colonizar sustratos esterilizados, pasteurizados y fermentados, e incluso en ocasiones, sin esterilizar. El *Pleurotus* tiene su origen en especies silvestres y tiene una ecología muy diferente al *Agaricus* (champiñón) (Manterola, 1999).

### **2.2.3. Tipos de sustratos para el cultivo de *Pleurotus ostreatus***

El sustrato debe contener todos los nutrientes necesarios para el crecimiento del hongo. Entre ellos deben estar la celulosa, las hemicelulosas y la lignina, que funcionarán como fuentes principales de carbono y nitrógeno. Es recomendable además que el sustrato esté libre de sustancias antifisiológicas que afectan, el crecimiento del micelio, como son los taninos, fenoles, ácidos, resinas, y compuestos aromáticos, provenientes de fumigaciones o de malos manejos (Ramos, 2007).

### **2.2.4. Características del *Pleurotus ostreatus***

Hongos con sombrero liso, a veces algo escamoso hacia el centro o base, de 5–10 cm de ancho, grisáceo o café grisáceo con tonos o reflejos metálicos. Sus láminas son blancas o rosa amarillento en seco, poco o nada unidos entre sí en la base; o más o menos delgadas y con bordes lisos. De carne blanca, carnosa menos correosa, con olor y sabor agradables (Ramos, 2007).

### **CUADRO 3. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL *PLEUTORUS OSTREATUS*.**

<b>SUSTANCIA</b>	<b>%</b>
Agua	92.20
Materia seca	7.80
Ceniza	9.50
Grasa	1.00
Proteína bruta	39.00
Fibra	7.50
Nitrógeno	2.40
Calcio	33 mg/100g
Fosforo	1.34 mg/100g
Potasio	37.93 mg/100g
Hierro	15.20 mg/100g

**Fuente: Romero *et. al*, 2000.**

### **2.3. Digestibilidad *in situ***

Según Orskov *et al.*, (1980) propone para evaluar digestión ruminal de materias primas, utilización bolsas de material sintético, no degradable en el rumen para incubar muestras, asumiendo que la porción que desaparece de éstas es la fracción degradable de ese alimento, mientras que la que permanece en las bolsas es la fracción no degradable.

### **2.3.1. Degradabilidad de los nutrientes**

Una vez degradados los nutrientes de los forrajes, la digestibilidad hace referencia a la cantidad de alimento que desaparece en el tracto digestivo o en un procedimiento de laboratorio debido a su solubilización o ataque por los microorganismos anaerobios ruminales. La digestibilidad de los forrajes permite estimar la proporción de nutrientes presentes en el alimento, que tienen potencial de ser absorbidos por el tracto digestivo.

El conocimiento de la degradabilidad, la digestibilidad de los alimentos son fundamentales para establecer su valor nutritivo y por tanto, para la formulación de raciones para rumiantes (Giraldo *et al.*, 2007).

Aunque las determinaciones de la digestibilidad *in vivo* total, incluyendo la degradabilidad *in situ* o *in vivo* parcial, o de la bolsa de nylon son consideradas las más exactas, este es un proceso laborioso y costoso que requiere el empleo de alta mano de obra y disposición de instalaciones para su cuidado (Nocek, 1988).

### **2.3.2. Biodisponibilidad de cenizas.**

La biodisponibilidad de un nutriente se rige por factores externos e internos. Entre los factores externos se incluye la matriz alimentaria y la forma química del nutriente en cuestión, mientras que por otro lado el sexo, la edad, el estado nutricional y la etapa de la vida (Ej. embarazo) son algunos de los factores internos. Dado que algunos aspectos, como el estado nutricional, también determinan la cantidad de un nutriente que el cuerpo utiliza, almacena o excreta, algunas definiciones de biodisponibilidad se limitan a la fracción del nutriente que es absorbida. La biodisponibilidad de los macronutrientes (carbohidratos, proteínas y grasas) suele ser muy elevada, llegando a superar el 90% de la cantidad consumida. Sin embargo, en el caso de los micronutrientes, es decir, las vitaminas, los minerales y los fitoquímicos activos (Ej. flavonoides o carotenoides) hay grandes diferencias en la proporción en que se absorben y se utilizan. (Heaney, 2001).

### **2.3.3. Uso de los residuos agrícolas para la alimentación de rumiantes**

Los rumiantes poseen microorganismos que les permite aprovechar componentes de la pared celular vegetal, como la celulosa o el nitrógeno no proteico, pero tiene limitaciones que se pueden minimizar con el uso tratamientos químicos, físicos o biológicos. Los residuos agrícolas se obtienen de la producción de leguminosas y cereales, resultando en mayor porcentaje tallos y hojas tras de un proceso de secado (Castañeda, 2010). La característica compartida es que debido al proceso de maduración el contenido de lignina aumenta, siendo esto uno de los factores de mayor importancia de la merma en la digestibilidad de estos forrajes; además de la disminución en la proporción tallo hoja (Hogan *et al.*, 1969; Hatfield, 1993).



## 3.1. Materiales y métodos

### 3.1.1. Localización y duración del experimento

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional “RUMEN” y en el Programa de Bovinos de Leche de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Finca Experimental “La María”. Está ubicado en el kilómetro 71/2 de la vía Quevedo - El Empalme, provincia de los ríos, cuya situación geográfica es de 01° 06´ de latitud sur y 79°29´ de longitud oeste a una altura de 75 msnm.

**CUADRO 4. Condiciones agro meteorológicas. FCP, UTEQ, 2012**

<b>Datos agrometeorológicos y otros</b>	<b>Valores</b>
Temperatura °C	25.47
Humedad relativa	85.84
Precipitación mm	2223.766
Heliofanía horas-luz-mes	898.766
Evaporación Promedio/mes	78.30
Zona ecológica	Bh-T
Topografía	Irregular

**Fuente:** Datos meteorológicos del INHAMI. Estación Experimental Tropical Pichilingue (INIAP)

## 3.2. Materiales y Equipos

### 3.2.1. De laboratorio

- Fundas plásticas y de papel, ligas, piola.
- Bolsas de nylon.
- Balanza analítica
- Estufa de aire forzado.
- Equipo mufla, Desecadores
- Estufa para determinación de materia seca (MS)
- Espátula, Pinzas
- Matraz Erlenmeyer de 500 mL
- Probetas de 25, 50, 100 y 200 mL
- Bureta de 50 mL, con su respectiva pinza
- Crisoles de filtro de vidrio con capacidad de 50 mL, Pinza para crisoles
- Molino de cuchillas con cribas de 2 mm.

### 3.2.2. De oficina

- Computador
- Impresora
- Resma de papel
- Calculadora.

## 3.3. TRATAMIENTOS

Los tratamientos que se utilizaron en esta investigación son:

**T0** = Cascarilla de arroz

**T1** = Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* 21 días de fermentación.

**T2** = Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* 28 días de fermentación.

**T3** = Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* 35 días de fermentación.

### 3.3.1. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 4 tratamientos, 4 repeticiones y 7 tiempos de degradación, con un total de 112 unidades experimentales. El criterio de bloqueo fue el comportamiento animal, en términos de las variaciones ruminales existentes entre semovientes. El análisis estadístico se realizó utilizando el programa estadístico SAS (2001).

Para la diferencia entre las medias de los tratamientos se empleó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidad. El modelo estadístico, bajo el cual se analizaron las variables de respuesta, fue el siguiente:

Se consideró el siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$$

**Dónde:**

$Y_{ijk}$  = El total de una sola observación

$\mu$  = Media de la población

$\tau_i$  = Efecto "i-ésimo" de los tratamientos

$\beta_j$  = Efecto "j-ésimo" de los bloques

$\varepsilon_{ijk}$  = Efecto aleatorio (Error Experimental)

**Cuadro 5. ESQUEMA DE VARIANZA Y SUPERFICIE DE RESPUESTA**

<b>Fuente de variación</b>		<b>Grados de libertad</b>
Tratamientos	$t - 1$	3
Bloque	$(r-1)$	3
Error experimental	$(t - 1) (r-1)$	9
Total	$rt - 1$	15

### **3.3.2. Mediciones experimentales**

Se tomaron las siguientes mediciones experimentales

- Degradabilidad *In situ* de la Materia seca y orgánica.
- Biodisponibilidad de ceniza.

### 3.4. MANEJO ESPECIFICO DEL EXPERIMENTO

La presente investigación tuvo una duración de 60 días. Previo al inicio de trabajo de campo la cepa de *Pleurotus ostreatus* se mantuvo en un medio de cultivo compuesto de papa dextrosa agar (PDA) en cajas Petri por siete días a temperatura ambiente, para luego sembrarlas en semilla de trigo (*Triticum aestivum* L.) en frascos con capacidad de 250 y 300 g de capacidad previamente esterilizado por un lapso de 30 minutos a 121°C y 15 psi. Una vez sembrada la cepa de *Pleurotus ostreatus* en el trigo, esta se incubó a 28° C hasta que el hongo haya cubierto todo el trigo aproximadamente durante 21 días.

Para la siembra, el sustrato cascarilla de arroz (*Oriza sativa*) fue pasteurizado en agua a 90°C por 1 hora, transcurrido este tiempo, el sustrato cascarilla de arroz se transportó al área de siembra para permitir su enfriamiento y escurrimiento por 30 min aproximadamente, para posteriormente proceder a la siembra.

Se prepararon fundas de polietileno, y se pesó 1 kg (peso húmedo) del sustrato cascarilla de arroz y 100 g de trigo inoculado con el hongo *Pleurotus ostreatus*. Las muestras sembradas se incubaron a temperatura ambiente (26±2°C), por 21, 28 y 35 días, luego de haber sido inoculado por la cepa se procedió a retirar las fundas de la incubadora y posteriormente se secaron en la estufa de aire forzado para luego molerlas con el fin de obtener la harina, la cual fue colocada en bolsas de nylon de 5 x 10 cm seguidamente, fueron introducidas en el rumen del bovino en 7 tiempos de degradabilidad (72 – 48 – 24 – 12 – 6 – 3 y 0 horas), mediante el método inverso; las cuales se retiraron llegada las 0 horas para lavarlas y continuar con los respectivos análisis y toma de datos.

### **3.4.1. Determinación de materia seca (MS)**

El contenido de materia seca se determinó por el método gravimétrico y se emplearon los siguientes materiales, con el procedimiento respectivo: Estufa de aire forzado, balanza analítica (precisión 0.0001 g), crisoles de porcelana, desecador con silicagel, espátula y pinzas. Se introdujeron los crisoles en la estufa a 135 °C durante 2 horas, transcurrido este tiempo se sacaron y fueron colocados en el desecador durante 10 minutos. Posteriormente fueron pesados y con una espátula se colocó un gramo de muestra en el crisol. Se registró el peso del crisol con la muestra y a continuación se colocó en la estufa a 65 °C durante 48 horas. Transcurrido este tiempo los crisoles se sacaron de la estufa y fueron colocados en el desecador durante 10 minutos; Luego se registró el peso del crisol con el contenido de la muestra y por diferencias de pesos se determinó la humedad, la misma que proporcionó el valor del contenido de materia seca.

### **3.4.2. Determinación de materia orgánica (MO) y la materia mineral (cenizas)**

Para determinar el contenido de materia orgánica e inorgánica (por diferencia), se empleó el método gravimétrico; la finalidad de este análisis fue conocer la porción mineral o inorgánica de los subproductos, siendo esta la parte que queda después de la eliminación del agua y de los componentes orgánicos por combustión. Se emplearon los siguientes materiales y el método respectivo: una mufla (hasta 600 °C); balanza analítica; crisoles de porcelana; desecador. Los crisoles con la muestra seca (es decir después de la desecación a 65 °C durante 48 horas) se colocaron en la mufla a 600 °C durante 3 horas. Luego de 1:30 minutos se retiraron los crisoles los mismos que fueron colocados en el desecador para su posterior toma de peso.



#### 4.1. Propiedades químicas de los tratamientos bajo estudio

La composición química en términos de proteína, materia seca, materia orgánica y materia mineral de los tratamientos estudiados que se muestra en el (cuadro 6). Se puede observar que el porcentaje de proteína aumenta a medida que se incrementa el tiempo de incubación, sin embargo podemos notar que en el T3 disminuye, esto pudo deberse a que el hongo ha utilizado los nutrientes presentes en el sustrato para su crecimiento, lo que coincide con Gurrolla *et al.*, 2001 quién estudió la inoculación de *Pleurotus ostreatus* sobre rastrojo de maíz, donde encontró un incremento en el contenido de proteína al inicio de la fructificación, pero disminuyendo a medida que el proceso continuaba. Así mismo Montañez, 2004 utilizó paja de trigo tratada con *Pleurotus florida* encontrando que el crecimiento del hongo incrementa el contenido de materia orgánica y proteína. También se puede observar que la materia seca disminuye a medida que aumenta el tiempo de incubación del hongo sobre el sustrato, coincidiendo con Jung, 1992 quien observó pérdidas en el contenido de materia seca en la paja de avena y alfalfa conforme se incrementaba el tiempo de incubación.

**Cuadro 6. Propiedades químicas de los tratamientos bajo estudio**

Tratamiento	Propiedades Química			
	P (%)	MS (%)	MO (%)	MM (%)
<b>T0 (Cascarilla de arroz)</b>	1.25	92.13	70.13	29.87
<b>T1 ( C.A + P.O 21 días incubación)</b>	3.50	49.74	76.11	23.89
<b>T2 (C.A + P.O 28 días incubación)</b>	3.77	37.05	78.16	21.84
<b>T3 (C.A + P.O 35 días de incubación)</b>	2.50	36.00	75.03	24.97

Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus*

## 4.2. Degradabilidad *in situ* (%) de la materia seca (DISMS)

Se puede observar que la degradabilidad *in situ* de la MS de acuerdo al tiempo de incubación ruminal; la mayor respuesta a las 0 horas, fue para el T3 (Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* de 35 días de incubación) con 11.66%, seguidos del T2 y T1 (Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* de 28 y 21 días de incubación), con 11.02 y 10.46%, respectivamente; y los anteriores superando al T0 (Cascarilla de arroz) con 10.07% ( $p < 0.05$ ) (Cuadro 6).

A las 3 horas de incubación el T3 (Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* de 35 días de incubación), obtuvo la mayor degradabilidad con 12.56% ( $p < 0.05$ ), alcanzando la menor degradabilidad en este tiempo los tratamientos T0, (Cascarilla de arroz), T1 y T2 (Cascarilla de arroz+ *Pleurotus ostreatus* de 21 y 28 días de incubación), con 10.71, 11.10 y 11.38%, respectivamente, los mismos que resultaron ser iguales ( $p > 0.05$ ).

En lo que respecta a las 6 horas de incubación, el tratamiento con una mayor degradación ( $p < 0.05$ ), fue el T3 (Cascarilla de arroz+ *Pleurotus ostreatus* de 35 días de incubación) con 13.42%, seguido del T2 (Cascarilla de arroz+ *Pleurotus ostreatus* de 28 días de incubación) con 13.22%, posteriormente el T1 (Cascarilla de arroz+ *Pleurotus ostreatus* de 21 días de incubación) con 11.59%, y por último, el T0 (Cascarilla de arroz) presentando la menor degradabilidad 11.29% ( $p > 0.05$ ).

A las 12 horas, fueron iguales estadísticamente ( $p > 0.05$ ) el T3 y T2 (Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* de 35 y 28 días de incubación), reportando la mayor degradación con 14.32 y 14.08% respectivamente, con relación al T1 (Cascarilla de arroz+ *Pleurotus ostreatus* de 21 días de incubación) y T0 (Cascarilla de arroz) que resultaron ser iguales, presentando el menor valor de degradabilidad 12.32 y 11.70%, respectivamente.

A las 24 horas de incubación ruminal, presentaron la misma degradabilidad ( $p>0.05$ ) el T3 y T2 (Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* de 35 y 28 días de incubación) con 16.37 y 15.60%, respectivamente, seguidos del T1 (Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* de 21 días de incubación) con 13.52% y T0 (Cascarilla de arroz) con 13.18%, reportando ser iguales con una menor degradabilidad ( $p>0.05$ ).

Al determinar la DISMS a las 48 horas de incubación, el tratamiento que resultó con una mayor degradación ( $p<0.05$ ) fue el T3 (Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* de 35 días de incubación) con 18.46%; seguida del T2 (Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* de 28 días de incubación) 16.89%, posteriormente el T1 (Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* 21 días de incubación) con 14.22%, el cual reportó ser igual ( $p>0.05$ ) al T0 (Cascarilla de arroz) con 13.51%, presentando la degradabilidad más baja para este tiempo.

Al estudiar las 72 horas de incubación ruminal, se pudo observar que el T3 (Cascarilla de arroz+ *Pleurotus ostreatus* de 35 días de incubación) con 19.60% y el T2 (Cascarilla de arroz+ *Pleurotus ostreatus* de 28 días de incubación) con 19.00%, fueron iguales ( $p<0.05$ ), obteniendo la mayor degradabilidad; al contrario del T1 (Cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* de 21 días de incubación) con 15.79% y el T0 (Cascarilla de arroz) con 15.24%, los cuales no presentaron diferencia estadística ( $p>0.05$ ), reportando la más baja degradabilidad (Cuadro 6). La degradabilidad del T3 (cascarilla de arroz a los 35 días de incubación) con un valor de 19.60% en esta investigación obtuvo la mayor respuesta, conforme aumentó el periodo de incubación ruminal, esta respuesta es menor a la reportada por Rodríguez (2007), quien evaluó la actividad lignocelulósica del hongo *Pleurotus ostreatus* sobre el rastrojo de cebada, para esta autora la degradabilidad *in vitro* de la MS del rastrojo de cebada fue 42.36% a las 24 horas, reportando mayor digestibilidad debido a su baja proporción lignocelulósica.

En investigaciones similares, Montañez *et al.* (2004) indica que la digestibilidad *in vivo* de la materia seca de la paja de trigo tratada con *Pleurotus*, reportó valores, 67.37%; siendo superior este porcentaje al reportado en esta investigación 19.60%, para T3 (cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* 35 días de incubación).

Los resultados de la cascarilla de arroz de esta investigación fue 15.24% de la degradabilidad de la MS a las 72 h, el mismo que difiere con Barragán (2013), quien estudió la degradabilidad ruminal *In situ* de seis subproductos agrícolas usados en la alimentación de rumiantes, reportando una degradabilidad de 84.49% MS de cascarilla de soya a las 72 horas. Pudiéndose asociar este valor, al alto contenido de carbohidratos solubles en mencionado subproducto.

**CUADRO 7. DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA MATERIA SECA (MS) EN LA CASCARILLA DE ARROZ INOCULADA CON LA CEPA DE *Pleurotus ostreatus* EN SIETE PERIODOS DE INCUBACIÓN (0, 3, 6, 12, 24, 48 Y 72 HORAS) UTEQ-2013**

Variables	TRATAMIENTOS				EEM	P< TRATAMIENTO
	T0	T1	T2	T3		
<b>Periodo de incubación(h)</b>						
<b>0</b>	10.07 c	10.46 bc	11.02 ab	11.66 a	0.10	0.0028
<b>3</b>	10.71 b	11.10 b	11.38 b	12.56 a	0.09	0.0005
<b>6</b>	11.29 c	11.59 bc	13.22 ab	13.42 a	0.19	0.0064
<b>12</b>	11.70 b	12.32 b	14.08 a	14.32 a	0.13	0.0001
<b>24</b>	13.18 b	13.52 b	15.60 a	16.37 a	0.23	0.0021
<b>48</b>	13.51 c	14.22 c	16.89 b	18.46 a	0.13	<.0001
<b>72</b>	15.24 b	15.79 b	19.00 a	19.60 a	0.20	<.0001

**T0=** Cascarilla de arroz, **T1=** Cascarilla de arroz+ *Pleurotus ostreatus* 21 días de incubación, **T2=** Cascarilla de arroz+ *Pleurotus ostreatus* 28 días de incubación, **T3=** Cascarilla de arroz+ *Pleurotus ostreatus* 35 días de incubación; **EEM=** Error estándar de la media.

Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

### **4.3. Degradabilidad *in situ* (%) de la materia orgánica (DISMO)**

En los resultados para la degradabilidad *in situ* de la materia orgánica (DISMO) a las 0, 3 y 6 horas de incubación, los tratamientos que resultaron ser iguales ( $p > 0.05$ ) con una mayor degradación, fueron el T3 con valores de 10.52, 11.56 y 12.85%, respectivamente, y el T2 con 10.40, 11.40 y 12.17%, respectivamente, seguidos del T1 con 9.41, 9.76, 10.31 %, el cual reportó ser diferente ( $p < 0.05$ ) a los demás tratamientos en las diferentes horas, junto con el T0 que obtuvo la menor degradabilidad 6.32, 6.93 y 7.86% (Cuadro 8).

Al determinar la DISMO, se observó que el tratamiento que alcanzó la mayor degradabilidad ( $p < 0.05$ ) a las 12, 24 y 48 horas de incubación fue el T3 con 14.68, 16.12 y 17.50%, respectivamente, seguidos del T2 con 12.52, 14.39 y 15.38% en las diferentes horas, posteriormente el T1 con valores de 11.02, 12.45 y 13.53%, respectivamente, y por último el tratamiento que reportó la menor degradabilidad fue el T0 con 9.36, 10.95 y 12.33% a las 12, 24 y 48 horas, indicando tener las más bajas degradabilidades.

Al degradarse la materia orgánica a las 72 horas de incubación, se pudo concluir que la mejor degradabilidad la presentó el T3 con 19.39%, seguido del T2 con 16.70% ( $p < 0.05$ ), por último los tratamientos que reportaron la menor degradabilidad fue el T1 con 14.63% y el T0 con 14.62% indicando ser iguales ( $p > 0.05$ ).

La mayor degradabilidad MO en esta investigación, se reportó en el T3 a medida que se incrementó el periodo de incubación ruminal. Estas respuestas son menores a las reportadas por Montañez *et. al*, (2004), los cuales estudiaron el efecto de la alimentación con paja de trigo tratada con *Pleurotus florida* en la flora ruminal de ovinos, para estos autores la degradabilidad *in vivo* de la MO de paja de trigo tratada con *Pleurotus florida* fue 90.78%, reportando ser de mayor digestibilidad en comparación a los resultados de esta investigación; posiblemente esto se deba a que hubo una mayor propagación del hongo *Pleurotus florida* sobre el sustrato empleado en mencionada investigación.

**CUADRO 8. DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA MATERIA ORGANICA (MO) EN LA CASCARILLA DE ARROZ INOCULADA CON LA CEPA DE *Pleurotus ostreatus* EN SIETE PERIODOS DE INCUBACIÓN (0, 3, 6, 12, 24, 48 Y 72 HORAS) UTEQ-2013**

Variables	TRATAMIENTOS				EEM	P< TRATAMIENTO
	T0	T1	T2	T3		
<b>Periodo de Incubación (h)</b>						
<b>0</b>	6.32 c	9.41 b	10.40 a	10.52 a	0.22	<.0001
<b>3</b>	6.93 c	9.76 b	11.40 a	11.56 a	0.23	<.0001
<b>6</b>	7.86 c	10.31 b	12.17 a	12.85 a	0.09	<.0001
<b>12</b>	9.36 d	11.02 c	12.52 b	14.68 a	0.11	0.0009
<b>24</b>	10.95 d	12.45 c	14.39 b	16.12 a	0.37	0.0110
<b>48</b>	12.33 d	13.53 c	15.38 b	17.50 a	0.49	0.0029
<b>72</b>	14.62 c	14.63 c	16.70 b	19.39 a	0.40	0.0128

**T0=** Cascarilla de arroz, **T1=** Cascarilla de arroz+ *Pleurotus ostreatus* 21 días de incubación, **T2=** Cascarilla de arroz+ *Pleurotus ostreatus* 28 días de incubación, **T3=** Cascarilla de arroz+ *Pleurotus ostreatus* 35 días de incubación; **EEM=** Error estándar de la media. Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

#### 4.4. BIODISPONIBILIDAD DE CENIZAS

En lo que respecta a las horas de incubación 0 y 3, el tratamiento T0 reportó la mayor biodisponibilidad de cenizas ( $p < 0.05$ ) con 21.85 y 22.12%, respectivamente; seguido del T1 con 12.92 y 14.50%. Por último los que alcanzaron la menor biodisponibilidad en estos tiempos fue el T2 con valores de 12.33 y 13.51% y el T3 con 12.31 y 13.66% respectivamente, los cuales reportaron ser iguales estadísticamente ( $p > 0.05$ ) (Cuadro 8).

Al determinar la biodisponibilidad de cenizas a las 6, 12, 24 y 48 horas, el tratamiento con la mayor biodisponibilidad ( $p < 0.05$ ) fue el T0 con 24.50, 25.54, 26.96 y 28.28%, respectivamente, seguidos por el T2 con 15.40, 16.96, 19.50 y 21.48%, respectivamente y el T3 con valores de 15.51, 16.75, 19.39 y 21.45% en las diferentes horas, indicando ser iguales ( $p > 0.05$ ) estadísticamente. Por último el tratamientos que reportó la menor biodisponibilidad fueron el T1 con 14.52, 15.21, 16.61 y 18.40% respectivamente.

A las 72 horas de incubación, la mayor respuesta en biodisponibilidad de cenizas lo obtuvo el T0 con 29.14% ( $p < 0.05$ ); superando a los tratamientos T1, T2 y T3 los cuales resultaron ser iguales estadísticamente ( $p > 0.05$ ) con valores 22.45, 21.96 y 22.53% respectivamente.

La mayor biodisponibilidad de cenizas en esta investigación, se reportó en el T0, esta respuesta coincide con la reportadas por Montañez *et. al*, (2004), los cuales estudiaron el efecto de la alimentación con paja de trigo tratada con *Pleurotus florida* en la flora ruminal de ovinos, para estos autores la disponibilidad de cenizas fue superior en la paja de trigo sin tratar.

**CUADRO 9. BIODISPONIBILIDAD DE CENIZAS (BDC) EN LA CASCARILLA DE ARROZ INOCULADA CON LA CEPA DE *Pleurotus ostreatus* EN SIETE PERIODOS DE INCUBACIÓN (0, 3, 6, 12, 24, 48 Y 72 HORAS) UTEQ-2013**

Variables	TRATAMIENTOS				EEM	P< TRATAMIENTO
	T0	T1	T2	T3		
<b>Periodo de incubación(h)</b>						
<b>0</b>	21.85 a	12.92 b	12.33 c	12.31 c	0.18	<.0001
<b>3</b>	22.12 a	14.50b	13.51 c	13.66 c	0.17	<.0001
<b>6</b>	24.50 a	14.52 c	15.40 b	15.51 b	0.22	<.0001
<b>12</b>	25.54 a	15.21 c	16.96 b	16.75 b	0.24	<.0001
<b>24</b>	26.96 a	16.61 c	19.50 b	19.39 b	0.13	<.0001
<b>48</b>	28.28 a	18.40 c	21.48 b	21.45 b	0.17	<.0001
<b>72</b>	29.14 a	22.45 b	21.96 b	22.53 b	0.18	<.0001

**T0=** Cascarilla de arroz, **T1=** Cascarilla de arroz+ *Pleurotus ostreatus* 21 días de incubación, **T2=** Cascarilla de arroz+ *Pleurotus ostreatus* 28 días de incubación, **T3=** Cascarilla de arroz+ *Pleurotus ostreatus* 35 días de incubación; **EEM=** Error estándar de la media. Promedios con letras iguales no difieren estadísticamente, según Tukey ( $p \leq 0.05$ ).



## 5.1. Conclusiones

- Los tratamientos con mayor porcentaje de degradabilidad *In situ* de materia seca (DIMS) a las 72 horas fueron el T3 (cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* 35 días de incubación) y el T2 (cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* 28 días de incubación).
- El tratamiento T3 (cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* 35 días de incubación), reportó la mejor tasa de degradabilidad de la materia orgánica (MO) en todas las horas de incubación.
- La Biodisponibilidad de cenizas resultó mayor en T0 (cascarilla de arroz).
- El subproducto agrícola cascarilla de arroz, reportó tener una mayor cantidad de componentes insolubles, por este motivo este tratamiento presentó una baja degradabilidad ruminal.
- Con los datos obtenidos se cumple con la hipótesis que indica que la composición química de la cascarilla de arroz inoculada y fermentada con *Pleurotus ostreatus* y fermentada 28 días será mejor en comparación con los demás tratamientos.

## 5.2. Recomendaciones

- Se recomienda el uso del tratamiento T3 (cascarilla de arroz + *Pleurotus ostreatus* 35 días de incubación), ya que fue el tratamiento que obtuvo mayor degradabilidad de la materia seca y materia orgánica.
- La gran disponibilidad de residuos agrícolas en nuestro medio, es un recurso vegetal que amerita continuar con trabajos de investigación, promoviendo la utilización de hongos comestibles y contribuyendo al mejoramiento de la alimentación, sobre todo en la época seca cuando existe un déficit de alimento para los rumiantes.



## 6.1. Literatura citada

- Barragán, V. K. 2013. Evaluación cinética de degradabilidad ruminal de seis subproductos agrícolas empleados en la nutrición de rumiantes, finca Experimental La María. Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo 28-29 p.
- Castañeda, V. M. 2010. Estudio del cultivo sólido de paja de sorgo en la producción de enzimas de enzimas fibrolíticas y digestibilidad ruminal *in vitro* con *Fomes fomentarius* EUM1 y *Pleurotus sapidus*. Revista Agrociencia 44 (8): 917-929.
- Chang S. T. 1997. World production of cultivated edible and medicinal mushrooms in 1997 with emphasis on *Lentinus edodes* (Berk). Sing in China. Inter. J. Med. Mush. 1: 291-300.
- Delgado, F. 2011. Arroz del Ecuador, Manual agrícola de los principales cultivos del Ecuador, (en línea). Consultado el 28 de Febrero. 2013. Disponible:[www.ecuaquimica.com/info\\_tecnica\\_arroz.pdf](http://www.ecuaquimica.com/info_tecnica_arroz.pdf).
- Echeverría, M., López, O. 2010. Caracterización Energética de la Cascarilla de Arroz para su Aplicación en la Generación de Energía Termoeléctrica. Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional; Facultad de Ingeniería Mecánica. Quito.
- Giraldo, L., L. Gutiérrez., C. Rúa. 2007. Comparación de dos técnicas *in vitro* e *in situ* para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias, 20 (3): 269-279.

- Gurrolla, M. R. 2001. Comportamiento y solubilidad de la proteína cruda de rastrojo de maíz inoculado con *Pleurotus ostreatus* a diferentes tiempos de comportamiento. Resumen IX Congreso nacional de biotecnología y bioingeniería 10-14 de septiembre, Veracruz, México.
- Hatfield, R. D. 1993. A comparison of the insoluble residues produced by Klason lignin and acid detergent lignin procedures. *Journal of Science Agricultural*. 65: 51-58.
- Heaney, R. P. 2001. Factors influencing the measurement of bioavailability, taking calcium as a model. *Journal of Nutrition* 131(suppl):1344S-1348S.
- Hogan, J. P., Weston R. H., and Lindsay, J. R., 1969. The digestion the pasture plants by sheep. IV. The digestion the *Phalaris tuberosa* at the different stage of maturity. *Australian Journal. of Agricultural Research*. 20: 925-931.
- INEC. 2007. Cultivo y producción de arroz Ecuador. (en línea). Consultado el 28 de Febrero. 2013. Disponible:[www.ecuaquimica.com/info\\_tecnica\\_arroz.pdf](http://www.ecuaquimica.com/info_tecnica_arroz.pdf).
- Jung, H. G., F. R. Valdez, A. R. Abad, R. A. Blanchette and R. D. Hatfield. 1992. effect of white rot basidiomycetes on chemical composition and in vitro digestibility of oat straw and alfalfa stems. *Journal of Animal Science*, 70 (6): 1928-1935.
- Manterola, H. 1999. Los Residuos Agrícolas y su uso en la Alimentación de Rumiantes. Santiago: Ministerio de Agricultura de Chile 222 p.

- Mera, J. 2005. Dosificación de Ergosterol de *Pleurotus ostreatus* Irradiado con Luz Ultravioleta. Tesis de Dr. en Bioquímica y Farmacia.- Riobamba; Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ciencias Químicas. 25-28 p.
- Montañez, O. D; Ortega, M. E; Cobos, M. A; Larque, A.; García, J. E. 2004. Efecto de la alimentación con paja de trigo tratada con *Pleurotus florida* en la flora ruminal de ovinos; Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 3: 251-252.
- Nocek, J. E. 1988. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: A Review. Journal. Dairy Science. 71: 2051-2069.
- Ørskov, E. R., F. D. Deb Hovell., F. Mould. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. Producción Animal Tropical. 5: 213-233.
- Parson, B. 1993. Arroz: Manuales para la educación agropecuaria: producción vegetal, número 11 Editorial Trillas, México., p .62.ilus.
- Ramón, P. A., D. A. Ramón. 2012. Análisis de la capacidad degradativa de residuos lignocelulósicos utilizando el hongo *Pleurotus ostreatus* variedad florida. Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana. 16-19 p.
- Ramos, S. I. 1999. Producción de *Pleurotus ostreatus* var, florida sobre Residuales de Cacao. Tesis de Magíster en Biotecnología. Riobamba; Escuela Superior Politécnica Chimborazo: Escuela de Posgrados y Educación Continúa. 95-98 p.

- Ramos, G. 2007. *Pleurotus ostreatus* cultivado en residuos de palma aceitera como importante fuente proteica para la dieta humana. Tesis de grado, Riobamba; Escuela Superior Politécnica Chimborazo. 42-47 p.
- Rodríguez, L. L. 2007. Estudio de la actividad lignocelulósica del hongo *Pleurotus ostreatus* sobre el rastrojo de cebada. Tesis de Magíster en Ciencias, Colegio de Postgraduados de México. 35-37 p.
- Romero, J., M, Rodríguez., R, Pérez. 2000. *Pleurotus ostreatus*. Importancia y tecnología de cultivo. Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”. 155 p.
- Sánchez, J. E. 2001. La biología y el cultivo de *Pleurotus ostreatus* spp. Revista Mexicana Micología. 30: 61-78.
- SAS 2001. Statistical Analysis System. SAS/ STAT User's Guide (4th ed.). SAS Institute, Inc., Cary, NC.



## 7.1. Anexos

### ANEXO 1. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* (MS) DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 0 HORAS

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	5.71	1.90	10.40	0.0028
Bloques (r-1)	3	0.99	0.33	1.82	0.2140
Error (t-1)(r-1)	9	1.64	0.18		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>8.35</b>			

**C.V% 3.95**

### ANEXO 2. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* (MS) DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 3 HORAS

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	7.61	2.53	17.09	0.0005
Bloques (r-1)	3	0.89	0.29	2.01	0.1836
Error (t-1)(r-1)	9	1.33	0.14		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>9.85</b>			

**C.V% 3.36**

### ANEXO 3. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* (MS) DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 6 HORAS

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	14.46	4.82	8.07	0.0064
Bloques (r-1)	3	3.11	1.03	1.74	0.2281
Error (t-1)(r-1)	9	5.37	0.14		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>22.95</b>			

**C.V% 6.24**

**ANEXO 4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* (MS)  
DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 12 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	20.17	6.72	23.09	0.0001
Bloques (r-1)	3	1.19	0.39	1.37	0.3142
Error (t-1)(r-1)	9	2.62	0.29		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>23.99</b>			

**C.V% 4.11**

**ANEXO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* (MS)  
DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 24 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	29.03	9.67	11.25	0.0021
Bloques (r-1)	3	1.81	0.60	0.70	0.5737
Error (t-1)(r-1)	9	7.74	0.86		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>38.58</b>			

**C.V% 6.32**

**ANEXO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* (MS)  
DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 48 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	64.10	21.36	76.26	0.0001
Bloques (r-1)	3	0.10	0.03	0.13	0.9404
Error (t-1)(r-1)	9	2,52	0.28		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>66.73</b>			

**C.V% 3.35**

**ANEXO 7. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* (MS)  
DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 72 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	58.50	19.50	28.03	0.0001
Bloques (r-1)	3	5.91	1.97	2.83	0.986
Error (t-1)(r-1)	9	6.26	0.69		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>70.67</b>			

**C.V% 4.79**

**ANEXO 8. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* (MO)  
DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 0 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	46.14	15.38	347.26	0.0001
Bloques (r-1)	3	0.08	0.02	0.65	0.6028
Error (t-1)(r-1)	9	0.39	0.04		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>46.62</b>			

**C.V% 2.29**

**ANEXO 9. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* (MO)  
DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 3 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	55.44	18.48	225.39	0.0001
Bloques (r-1)	3	0.13	0.04	0.57	0.6495
Error (t-1)(r-1)	9	0.73	0.08		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>56.31</b>			

**C.V% 2.88**

**ANEXO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* (MO)  
DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 6 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	59.82	19.94	123.76	0.0001
Bloques (r-1)	3	0.75	0.25	1.55	0.2670
Error (t-1)(r-1)	9	1.45	0.16		
<b>Total</b>	t.r-1	62.02			

**C.V% 3.71**

**ANEXO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* (MO)  
DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 12 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	56.01	18.67	233.24	0.0001
Bloques (r-1)	3	0.66	0.22	2.76	0.1041
Error (t-1)(r-1)	9	0.72	0.08		
<b>Total</b>	t.r-1	57.39			

**C.V% 2.3**

**ANEXO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* (MO)  
DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 24 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	61.09	20.36	231.26	0.0001
Bloques (r-1)	3	0.37	0.12	1.43	0.2965
Error (t-1)(r-1)	9	0.79	0.08		
<b>Total</b>	t.r-1	62.26			

**C.V% 2.20**

**ANEXO 13. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* (MO)  
DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 48 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	61.24	20.41	134.15	0.0001
Bloques (r-1)	3	0.13	0.04	0.30	0.8278
Error (t-1)(r-1)	9	1.36	0.15		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>62.75</b>			

**C.V% 2.65**

**ANEXO 14. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN SITU* (MO)  
DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 72 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	61.28	20.42	101.75	0.0001
Bloques (r-1)	3	0.80	0.26	1.34	0.3227
Error (t-1)(r-1)	9	1.80	0.20		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>63.89</b>			

**C.V% 2.74**

**ANEXO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE  
CENIZAS (BDC) DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 0 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	262.01	87.33	1655.99	0.0001
Bloques (r-1)	3	0.06	0.02	0.39	0.7641
Error (t-1)(r-1)	9	0.47	0.05		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>262.55</b>			

**C.V% 1.54**

**ANEXO 16. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZAS (BDC) DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 3 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	205.34	68.44	1408.07	0.0001
Bloques (r-1)	3	0.70	0.23	4.85	0.0283
Error (t-1)(r-1)	9	0.43	0.04		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>206.48</b>			

**C.V% 1.38**

**ANEXO 17. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZAS (BDC) DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 6 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	264.89	88.29	818.58	0.0001
Bloques (r-1)	3	0.02	0.01	0.09	0.9661
Error (t-1)(r-1)	9	0.97	0.10		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>265.89</b>			

**C.V% 1.87**

**ANEXO 18. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZAS (BDC) DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 12 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	263.03	87.67	451.60	0.0001
Bloques (r-1)	3	0.94	0.31	1.63	0.2503
Error (t-1)(r-1)	9	1.74	0.19		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>265.73</b>			

**C.V% 2.36**

**ANEXO 19. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZAS (BDC) DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 24 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	236.14	78.71	2635.02	0.0001
Bloques (r-1)	3	0.14	0.04	1.61	0.2543
Error (t-1)(r-1)	9	0.26	0.02		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>15</b>	<b>236.56</b>		

**C.V% 0.83**

**ANEXO 20. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZAS (BDC) DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 48 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	209.09	69.69	146.45	0.0001
Bloques (r-1)	3	2.47	0.82	1.74	0.2290
Error (t-1)(r-1)	9	4.28	0.47		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>15</b>	<b>215.85</b>		

**C.V% 3.07**

**ANEXO 21. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZAS (BDC) DEL T0, T1, T2 Y T3, TIEMPO 72 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	3	140.57	46.85	87.88	0.0001
Bloques (r-1)	3	0.39	0.13	0.25	0.8618
Error (t-1)(r-1)	9	4.79	0.53		
<b>Total</b>	<b>t.r-1</b>	<b>15</b>	<b>145.76</b>		

**C.V% 3.03**