



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERIA ZOOTECNICA

TEMA

“UTILIZACION DE *Pleurotus ostreatus* PARA MEJORAR EL APORTE NUTRICIONAL Y LA DEGRADABILIDAD *in vitro* DEL RAQUIS DE BANANO, CAMPUS FINCA LA MARIA, MOCACHE 2013.”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR:

CARLOS ALBERTO CEDEÑO ZAMBRANO

DIRECTOR DE TESIS:

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

QUEVEDO – ECUADOR

2013

UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERIA ZOOTECNICA

TEMA

“UTILIZACION DE *Pleurotus ostreatus* PARA MEJORAR EL APORTE NUTRICIONAL Y LA DEGRADABILIDAD *in vitro* DEL RAQUIS DE BANANO, CAMPUS FINCA LA MARIA, MOCACHE 2013.”

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ZOOTECNISTA

AUTOR:

CARLOS ALBERTO CEDEÑO ZAMBRANO

DIRECTOR DE TESIS:

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

QUEVEDO – ECUADOR

2013



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS

CARRERA DE INGENIERIA ZOOTECNICA

TEMA

“UTILIZACION DE *Pleurotus ostreatus* PARA MEJORAR EL APORTE NUTRICIONAL Y LA DEGRADABILIDAD *in vitro* DEL RAQUIS DE BANANO, CAMPUS FINCA LA MARIA, MOCACHE 2013.”

Ing. Wiston Morales
Miembro Tribunal de Tesis

Ing. Adolfo Sánchez Laiño
Miembro Tribunal de Tesis

Ing. Ítalo Espinoza Guerra
Presidente Tribunal de Tesis

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Carlos Alberto Cedeño Zambrano, 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.

**Carlos A. Cedeño Zambrano
AUTOR**

CERTIFICACIÓN

El suscrito Dr. Juan Avellaneda Cevallos, certifica:

Que el egresado Carlos Alberto Cedeño Zambrano, realizó la tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Zootecnista titulada “UTILIZACION DE *Pleurotus ostreatus* PARA MEJORAR EL APORTE NUTRICIONAL Y LA DEGRADABILIDAD *in vitro* DEL RAQUIS DE BANANO, CAMPUS FINCA LA MARIA, MOCACHE 2013.”, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Prof. Juan Avellaneda Cevallos; M.C., Dr. C.
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Dedico este de tesis a Dios y a mis padres. A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora.

Los amo con mi vida.

Carlos A. Cedeño Zambrano

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a mi familia que me ha sabido apoyar en todo momento; al Dr. Juan H. Avellaneda Cevallos, el cual en calidad de director de tesis me ha brindado su apoyo y guía, lo que ha sido muy importante para cumplir esta meta.

Deseo expresar mis sinceros agradecimientos a mis amigos Ronald Cedeño, Hugo Florencia, Robert Kaiser, Clever Villegas, Ing. Lourdes Ramos, Ing. Raisa Moreira y Wilson San Lucas que de una u otra manera me han apoyado durante en transcurso de mi carrera, también a la Ing. Mayra Peña, Ing. Alexandra Barrera y al Ing. Gustavo Quintana quienes colaboraron en esta investigación.

Y especialmente agradezco, a mi novia Mayra Zapata Velasco, quien me ha apoyado en todo momento y llena mi vida de alegrías, T.A.M.

Carlos A. Cedeño Zambrano

ÍNDICE

CONTENIDO

ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE CUADROS.....	X
ÍNDICE DE ANEXOS.....	XI
RESUMEN.....	XIII
SUMMARY.....	XIV
CAPITULO I.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. OBJETIVOS.....	4
1.2. HIPÓTESIS.....	4
CAPITULO II.....	5
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Hongos.....	6
2.2 Superficie bananera en el Ecuador.....	8
2.3. Estimación de la digestibilidad de alimentos.....	10
2.4. Tratamientos químicos y biológicos del forraje.....	11
CAPITULO III.....	13
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
3.1. MATERIALES.....	14
3.2. MÉTODOS.....	16
3.2.1. Ubicación.....	16
3.2.2. Ubicación política.....	16
3.2.3. Condiciones climáticas.....	16
3.3. Tratamientos.....	17
3.4. Diseño Experimental.....	17
3.4.1. Cuadro de Análisis de varianza.....	18
3.5. Características del experimento.....	18
3.6. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO.....	18
3.6.1. Descripción del proceso.....	18
3.6.2. Determinación de materia seca (MS), orgánica (MO) y degradabilidad.....	20
3.6.2.1. Determinación de materia seca (MS).....	20
3.6.2.2. Determinación de materia orgánica (MO).....	20

3.6.2.3. Determinación de la degradabilidad de la materia seca (MS) y materia orgánica (MO).....	21
CAPITULO IV	23
4. RESULTADOS Y DISCUCION.....	24
4.1. Composición química	24
4.2. Degradabilidad <i>in vitro</i> (%) de la materia seca (DIVMS)	25
4.3. Degradabilidad <i>in vitro</i> (%) de la materia orgánica (DIVMO).....	29
4.4. Biodisponibilidad de cenizas.....	32
CAPITULO V	35
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
5.1. Conclusiones.....	36
5.2. Recomendaciones.....	37
CAPITULO VI	38
6. LITERATURA CITADA	39
CAPITULO VII	42
7. ANEXOS	43

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		Pag.
1	PRODUCTORES Y ÁREAS INSCRITAS DE BANANO EN EL MAGAP POR PROVINCIAS	6
2	ANÁLISIS QUÍMICO-BROMATOLÓGICO DEL RAQUIS DE BANANO	7
3	CONDICIONES AGRO CLIMÁTICAS DE LA FINCA EXPERIMENTAL “LA MARÍA” UTEQ – UICYT MOCACHE 2012	14
4	ESQUEMA DE VARIANZA Y SUPERFICIE DE RESPUESTA	15
5	COMPOSICIÓN QUÍMICA (EN BASE SECA) DEL RAQUIS DE BANANO INOCULADO CON CEPA DE <i>PLEUROTUS OSTREATUS</i> .	23
6	DEGRADABILIDAD RUMINAL <i>IN VITRO</i> DE LA MATERIA SECA (MS) DEL RAQUIS DE BANANO INOCULADO CON LA CEPA DE <i>Pleurotus ostreatus</i> EN SIETE PERIODOS DE INCUBACIÓN (0; 3; 6; 12; 24; 48 Y 72 HORAS) UTEQ-2013.	26
7	DEGRADABILIDAD RUMINAL <i>in vitro</i> DE LA MATERIA ORGANICA (MO) EN EL RAQUIS DE BANANO INOCULADO CON LA CEPA DE <i>Pleurotus ostreatus</i> EN SIETE PERIODOS DE INCUBACIÓN (0; 3; 6; 12; 24; 48 Y 72 HORAS) UTEQ-2013.	29
8	BIODISPONIBILIDAD DE CENIZA DEL RAQUIS DEL BANANO INOCULADO CON LA CEPA DE <i>Pleurotus ostreatus</i> EN SIETE PERIODOS DE INCUBACIÓN (0; 3; 6; 12; 24; 48 Y 72 HORAS) UTEQ-2013.	32

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS		Pag.
ANEXO 1	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> (MS) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 0 HORAS	35
ANEXO 2	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> (MS) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 3 HORAS	35
ANEXO 3	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> (MS) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 6 HORAS	35
ANEXO 4	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> (MS) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 12 HORAS	36
ANEXO 5	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> (MS) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 24 HORAS	36
ANEXO 6	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> (MS) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 48 HORAS	36
ANEXO 7	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> (MS) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 72 HORAS	37
ANEXO 8	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> (MO) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 0 HORAS	37
ANEXO 9	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> (MO) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 3 HORAS	37
ANEXO 10	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> (MO) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 6 HORAS	38
ANEXO 11	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> (MO) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 12 HORAS	38

ANEXO 12	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> (MO) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 24 HORAS	38
ANEXO 13	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> (MO) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 48 HORAS	39
ANEXO 14	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD <i>IN VITRO</i> (MO) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 72 HORAS	39
ANEXO 15	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZA DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 0 HORAS	39
ANEXO 16	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZA DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 3 HORAS	40
ANEXO 17	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZA DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 6 HORAS	40
ANEXO 18	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZA DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 12 HORAS	40
ANEXO 19	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZA DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 24 HORAS	41
ANEXO 20	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZA DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 48 HORAS	41
ANEXO 21	ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZA DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 72 HORAS	41

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional, perteneciente a la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), teniendo como objetivo evaluar la composición química y degradabilidad *in vitro* del raquis de banano inoculado con una cepa del género *Pleurotus*. El raquis de banano fue inoculado con la cepa del género *Pleurotus (ostreatus)* y sometido a un periodo de 21; 28; 35 y 42 días de fermentación sólida. Se evaluó el efecto de los hongos sobre la degradabilidad de la materia seca (MS), orgánica (MO) y la biodisponibilidad de ceniza del raquis de banano. Se empleó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) donde el criterio de bloqueo fue cada uno de los cuatro biodigestores o animales empleados para la prueba de digestibilidad *in vitro*, los periodos de incubación ruminal fueron 0; 3; 6; 12; 24; 48 y 72 horas. Los animales donantes del líquido ruminal fueron de la raza brahmán con un peso promedio de 450 ± 20 kg, y cinco años de edad. Los resultados demostraron que existió una mayor degradabilidad de MS y MO de los residuos cuando fueron inoculados con *P. ostreatus* en todos los tiempos de degradabilidad, pero el que presentó mejores resultados fue el T4. Por lo contrario en la biodisponibilidad de Ceniza el T0 resultó ser el tratamiento con la mayor biodisponibilidad de ceniza en todos los periodos de incubación.

Palabras claves: Degradabilidad *in vitro*, *Pleurotus ostreatus*, fermentación sólida, MS, MO, Ceniza, Composición química.

SUMMARY

The present investigation was carried out at the Laboratory of metabolism and Nutritional Rumiologia, belonging to the Faculty of Sciences of the Livestock State Technical University Quevedo (UTEQ), taking as objective to evaluate the chemical composition and degradability of the rachis in vitro banana. The rachis of banana was inoculated with the strain of the genus *Pleurotus* (*ostreatus*) and subjected to a period of 21; 28; 35 and 42 solid days of fermentation. We evaluated the effect of fungi on the degradability of the dry matter (DM), organic (MO) and the bioavailability of ash from the rachis of banana. Employment is a design of complete block design (RCBD) where the criterion of blockade was each of the four digesters or animals used for testing in vitro digestibility, os ruminal incubation periods were 0; 3; 6; 12; 24; 48 and 72 hours. The donor animals were ruminal fluid of the brahman breed with an average weight of 450 ± 20 kg, and five years of age. The results showed that there was a higher degradability of MS and MO of the waste when they were inoculated with *P. ostreatus* in all times of degradability, but the best results were the T4. On the contrary in the bioavailability of ash the T0 proved to be the treatment with the highest bioavailability of ash in all periods of incubation.

Key words: in vitro degradation, *Pleurotus ostreatus*, solid fermentation, MS, MO, ash, chemical composition.

CAPITULO I

I. INTRODUCCIÓN

La ganadería representa una parte importante de la producción agropecuaria del país, en el cual se puede observar que los ganaderos en la región Costa y Amazonia se dedican principalmente a la cría de ganado de carne, mientras que el ganado lechero se encuentra sobre todo en la Sierra, utilizando principalmente para pastorear la tierra no apta para la agricultura, como las planicies fluviales estacionalmente inundadas o las partes semiáridas, teniendo como principal problema en la época seca la falta de pasto por lo cual suplementan la alimentación de los animales con la adición de subproductos de la actividad agrícola; uno de estos subproductos son los residuos agrícolas de la actividad bananera.

En el Ecuador una de las principales actividades productivas es el cultivo de banano, el total de hectáreas sembradas en el país está alrededor de 178.677.00 has y aproximadamente el 32% se encuentran en la provincia de Los Ríos, siendo esta la de mayor producción en relación con las 20 provincias que también se dedican a esta actividad (MAGAP, 2011).

En consecuencia de esta elevada producción se origina gran cantidad de residuos como es el raquis del banano (tallo de la fruta) que en muchas ocasiones se pudre sin obtener mayor beneficio, aunque gran parte es utilizada como alimento para ganado bovino, pero por su alto contenido lignoceluloso no es muy degradable para el animal, y no se asimilan todos los nutrientes que este subproducto posee.

Una opción para ayudar al desarrollo de la ganadería en el país pero sin ocasionar impactos ambientales es tratar de utilizar eficientemente los subproductos agrícolas; una buena opción es la biodegradación de subproductos lignocelulosos mediante la adición de basidiomicetos (Hongos que se alimentan de fibra vegetal) para ayudar a elevar sus propiedades nutricionales y mejorar su degradabilidad (Varnero, 2010).

La degradación de sustratos lignocelulíticos por procesos aeróbicos mejora su asimilación como en el caso de la fermentación en sustrato sólido, donde la adición de basidiomicetos puede transformarlos en productos potencialmente asimilables; es decir, que el sustrato en el que crecen estos hongos pueden ser utilizados para la alimentación de rumiantes, ya que se mejoran sus propiedades nutritivas.

1.1. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

1. Determinar el aporte nutricional y degradabilidad *in vitro* del raquis de banano inoculado con *Pleurotus ostreatus*.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Evaluar el aporte nutricional del raquis de banano luego de haber sido inoculado y fermentado durante 21; 28; 35 y 42 días con la cepa de *Pleurotus ostreatus*.
2. Determinar la degradabilidad *in vitro* del raquis de banano inoculado y fermentado con el *Pleurotus ostreatus* utilizando 0; 3; 6; 12; 24; 48 y 72 horas. de tiempos de degradabilidad

1.2. HIPÓTESIS

Ha₁: El aporte nutricional del raquis de banano inoculado con *Pleurotus ostreatus* y fermentada por 28 días será mejor en comparación con los demás tratamientos.

Ha₂: La degradabilidad *in vitro* del raquis de banano inoculado 28 días con *Pleurotus ostreatus* será mejor que los demás tratamientos en estudio.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Hongos

Todos los hongos pertenecen al reino Fungi, un grupo muy diferente al de las plantas y animales. Contrario de las plantas, los hongos no producen su propio alimento, sino que dependen de otros organismos y de su descomposición para alimentarse; estos pueden ser saprófitos, simbióticos o parásitos. Forman hifas las cuales son pequeños hilos que se originan de las esporas. Las hifas, al expandirse y desarrollarse, formarán una masa blanca y algodonosa llamada micelio, la cual dará lugar a las estructuras reproductivas (Arrúa y Quintanilla, 2013).

Los hongos pueden ser divididos en cuatro categorías:

1. Aquellos que poseen una estructura carnosa y comestible son catalogados como hongos comestibles ej. *Pleurotus ostreatus*.
2. Los hongos considerados de poseer alguna propiedad medicinal ingresan a la categoría de hongos medicinales ej. *Ganoderma lucidum*.
3. Aquellos que han sido probados o se sospecha que poseen propiedades tóxicas son llamados hongos no comestibles ej. *Amanita muscaria*.
4. Aquellos cuyas propiedades permanecen no definidas caen en la categoría de “otros hongos” (Mata *et al.*, 2003).

Algunos hongos comestibles, como los del género *Pleurotus*, tienen la habilidad de colonizar el rastrojo y degradar la lignina, además de la hemicelulosa y la celulosa. Estos tipos de hongos son considerados como agentes primarios de descomposición porque son capaces de utilizar los desechos de las plantas en su forma natural sin que hayan sido sujetas a algún proceso de degradación bioquímica o microbiológica. La utilización de los materiales lignocelulíticos como fuente para la producción de hongos comestibles representa una amplia posibilidad biotecnológica para la obtención de alimento humano partiendo por

lo general de materia prima de desecho de bajo costo (Sánchez y Royse, 2002).

2.1.1. Hongos del género *Pleurotus*

Pleurotus ostreatus es un hongo lignícola saprófito, conocido con el nombre común de hongo ostra. Pertenece a la clase Basidiomycetes, orden Agaricales, familia Agaricaceae. En condiciones silvestres crece en tocones y ramas de planifolios muertos o debilitados, en bosques de ribera, parques y jardines, su desarrollo ocurre durante la estación otoñal e inicio de primavera, aunque en sitios húmedos también es posible encontrarlo en otras estaciones del año. Esta especie presenta gran versatilidad y adaptabilidad, ya que tolera un rango amplio de temperaturas; además, presenta resistencia a plagas y enfermedades y se puede cultivar prácticamente sobre cualquier sustrato lignocelulósico como troncos, corteza o aserrín (Varnero, 2010).

Los carpóforos de *Pleurotus ostreatus* no presentan anillo ni volva. El píleo o sombrero es de 5-25 centímetros de expansión, en forma de ventilador, ampliamente convexo y algunas veces casi plano en la madurez; de margen lobulado u ondulado, especialmente cuando joven; la superficie es lisa, de color blanca a café grisáceo; la carnosidad es blanca y con olor a anís. La lamela está formada por agallas decurrentes de color blanco, amarillentas en estado avanzado de desarrollo, no pubescentes. El estípite constituye el pie, el cual es a menudo ausente, cuando se presenta es corto y grueso, de 0.5 a 3.0 centímetros de longitud, 0.5 a 2.0 centímetros de espesor, excéntrico o lateral con pelos blancos y densos en la base (Carvajal, 2010).

El cultivo del hongo de la ostra, *Pleurotus* spp., ha aumentado grandemente a lo largo del mundo durante las últimas décadas (Chang, 1999; Royse, 2002). Su popularidad ha sido la deuda creciente a su facilidad de cultivo, el alto potencial de rendimiento y el alto valor nutritivo (Banik y Nandi, 2004). Aunque normalmente crecido en trigo pasteurizado o la paja de arroz, puede cultivarse en una variedad ancha de sustratos lignocelulosicos (Gregori *et al.*, 2007).

Actualmente, las fermentaciones en estado sólido, es otra manera de fructificar la producción de *Pleurotus spp*, se usa en el transformación de residuos en alimento del animal o para la producción de enzima (Gregori *et al.*, 2007).

2.2 Superficie bananera en el Ecuador

Según datos oficiales del MAGAP (2011), las áreas sembradas inscritas en El Oro, Guayas y Los Ríos (las principales del país) y de otras provincias en dicha dependencia, ascienden a 207,193.36 hectáreas, desglosadas en el cuadro 1.

CUADRO 1. PRODUCTORES Y ÁREAS INSCRITAS DE BANANO EN EL MAGAP POR PROVINCIAS

PROVINCIA	AREA		PRODUCTORES	
	(Has.)	%	(Cantidad)	%
Los Ríos	67,406.50	32.53	1,545	14.21
Guayas	63,483.22	30.64	3,861	35.50
El Oro	57,257.68	27.63	4,374	40.22
Cañar	6,168.20	2.98	250	2.30
Bolívar	4,862.64	2.35	289	2.66
Esmeraldas	4,004.04	1.93	167	1.54
Cotopaxi	2,214.32	1.07	244	2.24
Azuay	670.08	0.32	114	1.05
Manabí	466.71	0.23	10	0.09
Pichincha	292.00	0.14	11	0.10
Sta. Elena	237.70	0.11	4	0.04
Sto. Domingo	130.27	0.06	5	0.05
Chimborazo	4.00	0.00	1	0.01
TOTAL	207,197.36	100.00	10,875	100.00

Fuente: MAGAP (2011).

Así mismo se expone el análisis proximal del raquis de banano (Cuadro 2).

CUADRO 2. ANÁLISIS QUÍMICO-BROMATOLÓGICO DEL RAQUIS DE BANANO

COMPONENTES	CONTENIDO (%)
Humedad (H)	87.80
Materia Seca (MS)	12.20
Cenizas (CEN)	35.45
Materia Orgánica (MO)	64.55
Proteína Bruta (PB)	3.30
Extracto Etéreo (EE)	1.03
Fibra Bruta (FB)	36.60
Extracto Libre de N (MELN)	18.94
Fibra Neutro Detergente (FND)	50.15
Fibra Ácido Detergente (FAD)	41.75
Nutrientes Digestibles Totales (NDT)	43.41
Fósforo (P)	0.55
Calcio (Ca)	0.37

(Paredes *et al.*, 2010) (Chinea *et al.*, 1999)

2.2.1. El uso de residuos agrícolas en la alimentación de rumiantes.

Los rumiantes poseen una microbiota ruminal 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 de 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 (Cajal, 1986). 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 (Hatfield, 1993).

2.3. Estimación de la digestibilidad de alimentos

La estimación de la degradabilidad efectiva (DE) de la fracción potencialmente degradable en el rumen (b) (DE b) es quizá el cálculo más importante en el estudio de la cinética ruminal de los alimentos dado que permite establecer la proporción de fracciones nutricionales que son degradadas y aquellas que escapan a la degradación ruminal, la estimación correcta de este parámetro es necesaria para un adecuado manejo nutricional de los rumiantes y, en consecuencia, para una mejor utilización de los nutrientes (Bach *et al.*, 2008). Ørskov y McDonald describieron un modelo exponencial no lineal para estimar la degradabilidad ruminal de los nutrientes en función del tiempo de permanencia en el rumen, con base en datos obtenidos por la técnica de degradación *in situ* de donde se obtiene que: $DR_{bt} = b \cdot (1 - e^{-kd \cdot t})$, donde DR_{bt} es la degradabilidad ruminal de la fracción b en el tiempo t , b es la fracción potencialmente degradable en el rumen, e es la base neperiana, kd es una constante y t es el tiempo de permanencia en el rumen cuyas características matemáticas son similares a las de la kd (Correa, 2008).

2.3.1. Digestibilidad *in vivo*

La digestibilidad *in vivo* de los alimentos se ve afectada por numerosos factores, entre los que destacan el tipo de ración, el nivel y pauta de ingestión de los alimentos, la especie animal y el estado fisiológico de los animales, además, es un proceso lento y de alto consumo de tiempo y recursos (grandes cantidades de alimento y dinero) (Arreaza *et al.*, 2005).

2.3.2. Digestibilidad *in situ*

Los métodos *in situ* se usan para estimar la cinética de digestión de proteína, materia seca o de las paredes celulares por ser los más apropiados para ello, ya que se pueden medir efectos combinados del alimento, del animal, siendo el objetivo fundamental medir la tasa intrínseca o inherente y el grado de digestión del alimento, en donde la digestibilidad es proporcional a la concentración de sustrato (Sangines, 2009).

2.3.3. Digestibilidad *in vitro*

Los procedimientos químicos de valoración de los alimentos suelen substituirse por métodos enzimáticos de laboratorio que simulan el proceso de la digestión. Los métodos enzimáticos no son tan laboriosos como las pruebas de digestibilidad. La digestibilidad de los alimentos para rumiantes puede determinarse con bastante exactitud por fermentación ruminal *in vitro*. En este procedimiento, es decir, la incubación de muestras de alimentos en líquido del rumen en condiciones anaerobias, simula lo que ocurre en el rumen y los procesos secuenciales del tracto digestivo de los rumiantes. El medio suele ser una solución que simula la saliva de los rumiantes. El tiempo de incubación de la muestra es de 48 horas. Los procesos finales incluyen la determinación de la materia seca residual, la desaparición de celulosa, producción de gases o producción de AGV (ácidos grasos volátiles) (Izquierdo, 2008).

El procedimiento *in vitro* consiste en una incubación de los alimentos con líquido ruminal durante 48 horas a 39°C, seguida del tratamiento del residuo obtenido con una solución neutro-detergente durante una hora a 100°C, y los valores obtenidos se consideran una estimación de la digestibilidad real de los alimentos, El inconveniente de la técnica *in vitro* reside en la variabilidad de sus resultados, debido a que la microflora ruminal está influenciada por el tipo y cantidad de dieta proporcionada al animal (Torres *et al.*, 2009).

2.4. Tratamientos químicos y biológicos del forraje

Las investigaciones con tratamientos biológicos se orientan hacia la deslignificación de distintas pajas, utilizando hongos de la pudrición blanca, donde se obtienen sustratos para la alimentación animal, azúcares o etanol mediante el metabolismo enzimático. Los basidiomicetos ligninolíticos son capaces de causar cambios específicos en el contenido de lignina y su estructura. Dorado *et al.* (1999) utilizaron cuatro cepas de hongos de la pudrición blanca para estudiar el efecto en los cambios en la composición en paja de trigo. La mayor pérdida de peso fue para el hongo *Phanerochaete chrysosporium*, el cual

degradó el sustrato en 15 días de crecimiento, además encontraron que para las especies estudiadas el periodo óptimo de fermentación es de 15 a 30 días. Además en 30 días de incubación el *Pleurotus eryngii* mostró una degradación selectiva de lignina junto con *Ceriporiopsis subvermispora*. Pero en general la cantidad original de lignina contenida en la paja (19%) se redujo por los tratamientos fúngicos hasta valores entre 12% y 15% después de transcurrido el periodo de fermentación.

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

Cepa de Hongo Comestible

- *Pleurotus ostreatus*.

Sustrato

- Raquis de banano.
- Semilla de trigo.
- PDA (papa dextrosa agar)

Equipos

- Estufa Memmert
- Cabina de bioseguridad
- Autoclave
- Balanza
- Balanza analítica
- Baño María
- Calentador agitador
- Desecador
- Mufla
- Equipo Determinador de proteína
- Destilador de Agua
- Molino de cuchillas con cribas de 2 mm (Thomas Scientifics)

Materiales de laboratorio

- Fundas plásticas y de papel

- Cintas adhesivas para sellar las cajas petri
- Bolsas para digestibilidad *in vitro*.
- Desecadores
- Cápsulas de aluminio de 5 cm de diámetro codificadas
- Pinzas
- Soporte universal
- Agitador de vidrio
- Sacabocado de 4mm
- Barras de agitación magnética
- Matraz Kjeldahl de 500 u 800 mL
- Matraz Erlenmeyer de 500 mL
- Probetas de 25, 50,100 y 200 mL.
- Crisoles, Pinza para crisoles
- Alcohol 98°
- Mecheros
- Hojas y mango de bisturí estéril.

Materiales otros

- Papel de despacho
- Frascos de vidrio con capacidad de 400 g ó 260 g
- Papel aluminio
- Gasa, Algodón, Piola
- Marcador permanente
- Cuaderno de campo
- Papel de aluminio

Reactivos

Para solución 1:

- Na_2HPO_4 Fosfato Sodico

- NaHCO_3 Bicarbonato de sodio
- Agua destilada a 40° C

Para solución 2:

- NaCl Cloruro de sodio
- KCl Cloruro de potasio
- CaCl_2 Cloruro de calcio
- MgCl_2 Cloruro de magnesio

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Ubicación

La presente investigación se realizó en el Laboratorio de Rumiología y Metabolismo Nutricional “RUMEN” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

3.2.2. Ubicación política

Provincia: Los Ríos

Cantón: Quevedo

Lugar: Campus Finca Experimental “La María”, Km. 7 vía Quevedo-El Empalme

3.2.3. Condiciones climáticas

En el cuadro 3 se detallan las condiciones Climáticas de la Finca Experimental La María – Mocache

CUADRO 3. CONDICIONES AGRO CLIMÁTICAS DE LA FINCA EXPERIMENTAL “LA MARÍA” UTEQ – DICYT MOCACHE 2012

Parámetros	Promedio
Temperatura °C	25.47
Humedad relativa, %	85.84
Precipitación, anual. Mm	2223.85
Heliofanía, horas/ luz /año	898.66
Evaporación, promedio anual (%)	78.30
Zona ecológica	Bosque Semi Húmedo Tropical
Topografía	Ligeramente Ondulada

Fuente: Departamento Agro meteorológico del INIAP. Estación Experimental Tropical Pichilingue (2013)

3.3. Tratamientos

T0= Raquis de Banano sin inocular ni fermentar.

T1= Raquis de Banano + *Pleurotus ostreatus* fermentado por 21 días.

T2= Raquis de Banano + *Pleurotus ostreatus* fermentado por 28 días.

T3= Raquis de Banano + *Pleurotus ostreatus* fermentado por 35 días.

T4= Raquis de Banano + *Pleurotus ostreatus* fermentado por 42 días.

3.4. Diseño Experimental

Se empleó un diseño de bloques completamente al azar, con cinco tratamientos, cuatro repeticiones y siete tiempos de degradabilidad, con un total de 140 unidades experimentales (U.E). El análisis estadístico se realizó utilizando el programa estadístico SAS (2001).

- Análisis funcional de la varianza.

- Prueba de tukey para la comparación de las medias bajo los niveles de probabilidad de $P < 0.05$.

3.4.1. Cuadro de Análisis de varianza

En el cuadro 4 se representa el esquema de varianza del experimento.

CUADRO 4. ESQUEMA DE VARIANZA Y SUPERFICIE DE RESPUESTA

FACTOR DE VARIACIÓN	G.L	
Tratamientos	t-1	4
Bloques	r-1	3
Error experimental	(t-1) (r-1)	12
Total	rt-1	19

3.5. Características del experimento

Para llevar a cabo esta investigación se realizó lo siguiente:

Número de tratamientos:	5
Número de repeticiones:	4
Números de tiempo de incubación:	7
Número de bolsas por cada animal (repetición por animal):	1
Unidades experimentales:	140

3.6. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

3.6.1. Descripción del proceso

El experimento se inició con la multiplicación del hongo extrayendo con un sacabocado de 4 mm pequeños círculos del hongo y sembrándolo en PDA, para que crezca la cepa de *Pleurotus* hasta obtener el material suficiente para inocular la semilla de trigo, este proceso duro 8 días, una vez que la biomasa

cubrió totalmente el PDA fue sembrado en la semilla de trigo, para esto, previamente se seleccionó e hidrato.

Al día siguiente se escurrió el trigo húmedo y se lo colocó en los frascos de vidrio con capacidad de 400 y 260 g y se los tapó con papel despacho atado con piola de algodón, se colocó una lámina de papel aluminio como tapa, al terminar estos preparativos se procedió a esterilizar los frascos con el trigo en un autoclave a 121°C y 15 libras de presión durante 30 minutos, después de haber dejado enfriar se llevaron los frascos a la cámara de inoculación para colocar pequeños pedazos de la biomasa del hongo entre el trigo, se utilizó media caja Petri con biomasa del *Pleurotus ostreatus* para cada frasco con trigo; para que el hongo colonice totalmente el trigo, demoró aproximadamente 21 días a 29°C.

Luego se preparó el sustrato a investigar (raquis de banano) picándolo y pasteurizándolo durante una hora a 100°C en una solución con 10 g de cal por cada kg de sustrato o 2 g por cada litro de agua utilizados; ambas cantidades son igualmente efectivas; después de enfriar y escurrir el sustrato se colocó 1000 g de sustrato pasteurizado en fundas plásticas grande previamente desinfectadas con alcohol y amarrada su parte inferior para dar forma esférica, se le agrego 100 g de spawn (semilla e trigo colonizada por el hongo) colocado homogéneamente por todo el sustrato, luego estas fundas fueron llevadas a una incubadora a 29°C durante los tiempos de germinación especificados en los tratamientos.

Una vez terminada la fase de fermentación sólida (42 días) se realizaron los análisis de M.S, M.O, M.M y Proteína, el resto de la muestra se situó en una estufa de aire forzado a 65° C por 48 horas, para luego ser molido en un molino de laboratorio Thomas Willy con criba de 2 milímetros. De cada muestra se realizaron los análisis de (MS, MO y cenizas) luego se realizó el llenado y rotulado de cada bolsita con su respectiva muestra, en cada bolsita se colocó 0.5 gramos; la degradabilidad *in vitro* se la efectuó en los tiempos de 0; 3; 6;

12; 24; 48 y 72 horas, posterior, a los periodo de incubación se realizó el lavado de las bolsitas y se colocaron en una estufa a 65°C.

3.6.2. Determinación de materia seca (MS), orgánica (MO) y degradabilidad

3.6.2.1. Determinación de materia seca (MS).

El contenido de materia seca se determinó por método gravimétrico y se emplearon los siguientes materiales, con el procedimiento respectivo: Estufa bacteriológica; 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 15 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 15 minutos. Posteriormente 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.

3.6.2.2. Determinación de materia orgánica (MO).

Para determinar el contenido de materia orgánica (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 d 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 tres horas. Después de 30 minutos se retiraron los crisoles los mismos que fueron colocados en el desecador y a continuación fueron pesados.

3.6.2.3. Determinación de la degradabilidad de la materia seca (MS) y materia orgánica (MO)

Los porcentajes de degradabilidad de la MS y MO, se calcularon mediante la siguiente expresión:

$$\% \textit{ degradabilidad} = \frac{Q_1(g) - Q_2(g)}{Q_1(g)} * 100$$

Dónde:

Q₁ = Cantidad inicial antes de la incubación ruminal

Q₂ = Cantidad residual después de incubación ruminal

Para la determinación de la degradabilidad de la MS, se procedió a llevar las bolsas a un horno a 65° C por un tiempo de 48 horas, luego se colocaron en un desecador y después se registró su peso. La pérdida de peso se consideró como el valor de degradabilidad.

La degradabilidad de materia orgánica, se calculó en un segundo análisis. Para el efecto se pesó seco de la bolsita degradada. Se colocaron en una estufa a 65°C durante 48 horas, después de este tiempo fueron extraídos y colocados en un desecador por 15 minutos.

$$DMO = \frac{W_1 - W_2}{W_1} * 100$$

Dónde:

DMO= degradabilidad de la MO.

W_1 = Peso de la muestra antes del secado

W_2 = Peso de la muestra despues del secado

Luego, los crisoles con las bolsitas seca, se colocaron en una mufla a 600° C por 3 horas. Extraídos los crisoles de la mufla se colocaron en un desecador por 10 minutos y se pesaron. En el cálculo del contenido de cenizas y materia orgánica se usaron las siguientes expresiones matemáticas:

$$\% \text{ Cenizas} = \frac{(\text{peso crisol} + \text{cenizas}) - (\text{peso crisol vacío})}{\text{Peso muestra seca}} * 100$$

$$\% \text{ Materia Orgánica} = 100 - \text{Cenizas totales}$$

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Composición química

La composición química en términos de la materia seca (MS), orgánica (MO) y mineral (MM) de los tratamientos estudiados se muestra en el cuadro 5. Se puede observar, que el T3 (Raquis de banano + *Pleurotus ostreatus* 35 días de incubación), obtuvo el mayor contenido de materia seca con 90.00%, seguido del T4 (Raquis de banano + *Pleurotus ostreatus* 42 días de incubación), con 89.92%, el T1 (Raquis de banano + *Pleurotus ostreatus* 21 días de incubación), obtuvo 88.38%, siendo menor que el anterior el T0 (Raquis de banano sin inocular ni fermentar), reportando 86.90%, y el T2 (Raquis de banano + *Pleurotus ostreatus* 28 días de incubación), obtuvo el menor contenido de MS en la presente investigación, con 85.03%; estos resultados son similares a los obtenidos por Godoy (2012), quien reporto promedios de 89.5% de materia seca para la harina de banano con cascara y pseudotallo.

En lo que corresponde al M.O, el mejor tratamiento, fue el T0, con 86.27%, seguido del T2, que reporto 85.20%, siendo menor al anterior el T0, que alcanzando un valor de 86.90%, mientras que el T1, reporto un valor de 84.50%, seguido del T3, el cual obtuvo 84.50%, y el de menor contenido de M.O fue el T4, quien alcanzo el 78.71%; valores que difieren con los reportados por Peña (2012), en el cual se observa, que el rastrojo de maíz inoculado con *P. ostreatus* fue mejor que el testigo, reportando un 89.57% de M.O.

Por su parte, Paredes *et al.*, (2010), reportan que el raquis de banano fermentado por 24 días e inoculado con *P. ostreatus* contiene 23.10% de MM, siendo mayor que los obtenidos en esta investigación, pero corroborando que el hongo aumenta las propiedades nutricionales del sustrato; ya que el T4, fue el que presento un mejor resultado, con 17.03%, seguido del T3, que alcanzó el 14.48%, mientras que el T1, reporto 12.40%, el T2 alcanzo el 11.84%, y el T0, con 10.98% reporto el menor contenido de MM.

En lo correspondiente a proteína, el mejor tratamiento fue el T4, el cual alcanzo el 6.19%, inferior al anterior el T2, alcanzo 5.08%, seguido del T3, con 4.40%, sin embargo el T1, reporto 4.34%, y con el menor contenido de proteína el T0, el cual reporto el 3.08%, datos que coinciden con Paredes *et. al* (2010) el cual reporta un valor de 3.30% de proteína para el raquis de banano tal como ofrecido, lo que prueba el aumento en el contenido de proteína del sustrato utilizado en el crecimiento del hongo.

En el cuadro 5 se detallan la composición química del raquis de banano inoculado con *Pleurotus ostreatus*.

CUADRO 5. COMPOSICIÓN QUÍMICA (EN BASE SECA) DEL RAQUIS DE BANANO INOCULADO CON CEPA DE *PLEUROTUS OSTREATUS*.

TRATAMIENTO	COMPOSICIÓN QUÍMICA			
	MS (%MS)	MO (%MO)	MM (%MM)	PROTEINA (%P)
<i>T0 (Raquis de banano**)</i>	86.90	86.27	10.98	3.08
<i>T1 (Pleurotus ostreatus + Raquis de banano 21 días*)</i>	88.38	84.50	12.40	5.08
<i>T2 (Pleurotus ostreatus + Raquis de banano 28 días*)</i>	85.03	85.20	11.84	4.34
<i>T3 (Pleurotus ostreatus + Raquis de banano 35 días*)</i>	90.00	81.90	14.48	4.40
<i>T4 (Pleurotus ostreatus + Raquis de banano 42 días*)</i>	89.92	78.71	17.03	6.19

MS: materia seca; MO: materia orgánica. *Material en base seca; MM: materia mineral o ceniza; P: Proteína **Material en base seca sin pasteurización ni fermentación.

4.2. Degradabilidad *in vitro* (%) de la materia seca (DIVMS)

La degradabilidad *in vitro* de la MS a las 0 horas de incubación, fue mayor ($p < 0.05$) para el T4 (Raquis de banano + *Pleurotus ostreatus* 42 días de incubación), reporto 25.69%, seguido del T2 (Raquis de banano + *Pleurotus*

ostreatus 28 días de incubación) con 21.73% y con menor porcentaje el T3, T1 y T0 (Raquis de banano + *Pleurotus ostreatus* 35 días de incubación), (Raquis de banano + *Pleurotus ostreatus* 21 días de incubación) y (Raquis de banano sin inocular ni fermentar), los cuales alcanzaron las cantidades de 19.53, 18.75 y 19.00%, respectivamente, y sin mostrar diferencia estadísticas ($p>0.05$) (cuadro 6).

A las 3 horas de incubación el T4, obtuvo la mayor degradabilidad alcanzando el 29.78% ($p<0.05$), seguido del T2 con 24.92%, inferior al anterior se ubicó el T3, reportando 22.96%; alcanzando la menor degradabilidad en este tiempo los tratamientos T0 y T1 con 21.84 y 21.90%, respectivamente, los mismos que fueron 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 T4, obteniendo un 34.07%, seguido del T3, T2, T1 y T0, que reportaron 25.62, 25.90, 24.28 y 26.38%, respectivamente, los mismos que resultaron ser iguales estadísticamente ($p>0.05$). El tratamiento con mejor respuesta ($p<0.05$) a las 12 horas, fue el T4, alcanzando un 37.41%, seguido del T3, T2, T1 y T0, que obtuvieron el 28.72, 30.85, 26.60 y 30.54%, respectivamente, sin diferencias estadísticas ($p>0.05$).

Al estudiar la degradabilidad a las 24 horas de incubación, el tratamiento T4 presento la mayor respuesta (39.98%, $p<0.05$), siendo igual al T2 (35.18%); sin embargo, los tratamientos T3, T2, T1 y T0 fueron estadísticamente iguales ($p>0.05$), con valores de 34.13, 32.78 y 34.72%, respectivamente. A las 48 horas de incubación, el T4 presento la mayor degradación (51.86%, $p<0.05$), pero este fue igual al T3 y T2, correspondientemente; sin embargo, el T3, T2, T1 y T0 con 42.55 y 44.77, 40.25 y 39.94%, respectivamente, reportaron ser igual ($p>0.05$).

La respuesta de la degradabilidad ruminal del T4, fue la mayor a las 72 horas de incubación, con 63.22% ($p<0.05$), siendo esta igual al T3, que reporto 57.85%, siendo estadísticamente igual al anterior el T2, obteniendo el 49.88%,

y el T1 y T0, los que también fueron estadísticamente iguales ($p>0.05$), presentaron 45.48 y 44.57%, respectivamente.

La degradabilidad del T4 con un valor de 63.22%, a las 72 horas tiene relación a la indicada por Montañez *et al.*, (2004), quienes reportaron 67.37% de digestibilidad ruminal *in vivo*, de la paja de trigo inoculado con *Pleurotus ostreatus*, reafirmando que la inoculación de residuos agrícolas, con hongos lignocelulíticos, mejoran la degradabilidad de la MS.

Peña (2013), reporta que al tratar el residuo de cosecha de maíz con *Pleurotus*, la digestibilidad *in situ* de la materia seca, reportó valores de, 55.98%, siendo inferior este a la mejor respuesta reportada en esta investigación, para el T4 (63.22%), aunque los tiempos de fermentación sólida fueron diferentes, (21 vs 42 días, respectivamente).

En el cuadro 6 se evidencian los datos obtenidos en la degradabilidad *in vitro* de la M.S del raquis de banano inoculado con *Pleurotus ostreatus*

CUADRO 6. DEGRADABILIDAD RUMINAL *IN VITRO* DE LA MATERIA SECA (MS) DEL RAQUIS DE BANANO INOCULADO 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	T4		
PERIODO DE INCUBACIÓN(H)							
0	19.00 b	18.75 b	21.73 ab	19.53 b	25.69 a	0.89	0.0006
3	21.84 c	21.90 c	24.92 b	22.96 bc	29.78 a	0.66	0.0001
6	26.38 b	24.28 b	25.90 b	25.62 b	34.07 a	0.99	0.0001
12	30.54 b	26.60 b	30.85 b	28.72 b	37.41 a	1.22	0.0005
24	34.72 b	32.78 b	35.18 ab	34.13 b	39.98 a	1.16	0.0089
48	39.34 b	40.25 b	44.77 ab	42.55 ab	51.86 a	2.08	0.0078
72	44.57 c	45.48 c	49.88 bc	57.85 ab	63.22 a	2.00	0.0001

T0= Raquis de banano, **T1=** Raquis de banano+ *Pleurotus ostreatus* a 21 días de incubación, **T2=** Raquis de banano + *Pleurotus ostreatus* a 28 días de incubación, **T3=** Raquis de banano + *Pleurotus ostreatus* a 35 días de incubación; **T4=** Raquis de banano + *Pleurotus ostreatus* a 42 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 vitro* (%) de la materia orgánica (DIVMO)

En el Cuadro 7, se demuestra que la mejor respuesta a las 0 horas de incubación, fue para el T4, que obtuvo 21.30%, ($p < 0.05$) aunque este fue igual al T3 y T2, con 17.41 y 19.21%, respectivamente; siendo entonces, los que presentaron la menor respuesta el T1 y T0, con 14.84 y 15.93%, respectivamente y siendo estos iguales estadísticamente ($p > 0.05$).

En lo que respecta a las 3 horas de incubación, el tratamiento con una mayor degradación ($p > 0.05$), fue el T4 con 27.40%, seguido del T3 con 22.74%, pero este igual al T2 ($p > 0.05$); con menor degradabilidad pero estadísticamente iguales el T2, T1 y T0, presentaron valores de 20.20, 18.54 y 18.00%, respectivamente. A las 6 horas de incubación el T4 obtuvo la mayor degradabilidad, (31.44%) ($p < 0.05$), seguido del T3, T2, T1 y T0, los cuales reportaron el 23.73, 23.20, 21.19 y 21.09%, respectivamente, los mismos que resultaron ser iguales estadísticamente ($p > 0.05$).

El tratamiento T4 obtuvo la mayor degradación ($p < 0.05$) a las 12 horas, reportando 36.40%, seguido del T2, con 29.15%; y este tratamiento igual ($p > 0.05$) con el T3 y T0, con valores de 26.38 y 27.78%, respectivamente, mientras que, siendo iguales estadísticamente al T3 y el T0, pero con menor degradabilidad el T1, el cual reporto el 23.62%, ($p > 0.05$).

El T4 a las 24 horas de incubación, presento la mayor respuesta, con 39.05% de degradabilidad ($p < 0.05$), siendo este igual al T2, el cual presentó un resultado de 33.42%; por otra parte ($p < 0.05$) el T3, T1 y T0, representaron valores de 32.35, 29.90 y 32.31%, respectivamente, ($p > 0.05$).

Así mismo al determinar la DIVMO a las 48 horas de incubación, el T4 fue superior a los demás tratamientos en estudio, con 51.07%, seguido por el T2; que a su vez no presento diferencia estadística ($p > 0.05$), con T3, T1 y T0, con 44.22, 41.78, 38.11 y 36.63%, respectivamente.

Estudiando las respuestas ruminales a las 72 horas de incubación, se pudo observar que el tratamiento con mejor respuesta fue el T4, obteniendo el 63.93%, ($p < 0.05$), siendo igual que el T3, que reporto 59.48%, mientras que el T2, reporto el 49.39%, y el T1 y T0 presentaron la menor degradabilidad, obteniendo el 43.48 y 41.92%, respectivamente, y siendo estos iguales estadísticamente.

La degradabilidad de MO del T4, con un valor de 63.93%, fue la de mejor respuesta, la cual concuerda con la reportada 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%, siendo esta mayor a la obtenida en este trabajo, que fue de 63.93%, a pesar de ser inferior demuestra que la adición de *Pleurotus ostreatus* mejora las propiedades de los sustratos.

En una investigación similar, Peña (2013), indica que al evaluar la digestibilidad *in situ* de la materia orgánica de residuos de cosecha de maíz con *Pleurotus*, reportó valores, 56.02%, digestibilidad en el rastrojo de maíz, siendo inferior este porcentaje al reportado en esta investigación, el cual alcanzo el 63.93% (T4: Raquis de banano a los 42 días de incubación).

A continuación en el cuadro 7 se muestran los resultados de la degradabilidad *in vitro* de la M.O del raquis de banano inoculado con *Pleurotus ostreatus*.

CUADRO 7. DEGRADABILIDAD RUMINAL *in vitro* DE LA MATERIA ORGANICA (MO) EN EL RAQUIS DE BANANO INOCULADO 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	T4		
PERIODO DE INCUBACIÓN(H)							
0	15.93 b	14.84 b	19.21 ab	17.41 ab	21.30 a	1.06	0.0072
3	18.00 c	18.54 c	20.20 bc	22.74 b	27.40 a	0.73	0.0001
6	21.09 b	21.19 b	23.20 b	23.73 b	31.44 a	1.08	0.0001
12	27.78 bc	23.62 c	29.15 b	26.38 bc	36.40 a	1.02	0,0001
24	32.31 b	29,90 b	33.42 ab	32.35 b	39.05 a	1.38	0.0064
48	36.63 b	38.11 b	44.22 ab	41.78 b	51.07 a	2.02	0.0022
72	41.92 c	43.48 c	49.39 bc	59.48 ab	63.93 a	2.25	0.0001

T0= Raquis de banano, **T1=** Raquis de banano+ *Pleurotus ostreatus* a 21 días de incubación, **T2=** Raquis de banano + *Pleurotus ostreatus* a 28 días de incubación, **T3=** Raquis de banano + *Pleurotus ostreatus* a 35 días de incubación; **T4=** Raquis de banano + *Pleurotus ostreatus* a 42 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 el Cuadro 8, Se demuestra la biodisponibilidad de ceniza de acuerdo al tiempo de incubación ruminal; la mejor respuesta a las 3 y 6 horas de incubación ($p < 0.05$), fue para el T0, que presento el 31.05 y 31.86%, respectivamente, seguido del T1, con 25.28 y 26.36%, correspondientemente, mientras que el T2 y T3 que fueron iguales ($p > 0.05$), obtuvieron resultados de 21.88 y 22.99%; 19.34 y 20.72%, respectivamente, y el que obtuvo la menor biodisponibilidad fue el T4, con 16.42 y 17.67%, en relación a los tiempos mencionados ($p < 0.05$).

En lo referente a las 12 horas de incubación, el mejor tratamiento fue el T0 ($p < 0.05$), presentando un 33.75%, repetitivo del T1, con 28.55%, siendo igual al T2 y T3, con 25.80 y 24.17%, respectivamente y con menor biodisponibilidad el T4, alcanzando el 21.41%, ($p > 0.05$).

En lo que respecta a las 24 y 48 horas de incubación, la mejor respuesta ($p < 0.05$), fue para el T0, que obtuvo el 40.82 y 45.44%, respectivamente, mientras que el T1, presento 35.62 y 39.89%, correspondientemente; con menor respuesta el T2, con 31.69 y 34.96%, respectivamente; y con la menor degradabilidad el T3 y T4, que alcanzaron el 27.72 y 32.60 para las 48 horas, y 25.12 y 30.13%, para las 24 horas, ($p > 0.05$).

Estudiando las respuestas ruminales a las 72 horas de incubación el T0, obtuvo la mayor biodisponibilidad, presentando el 51.48%, ($p < 0.05$), seguido del T1, con 45.50%, mientras que el T2, reporto 40.88%, sin embargo el T3, siendo igual al T2 y T4, alcanzo el 38.04%; y la menor respuesta la obtuvo el T4, llegando al 35.54% ($p > 0.05$).

La mayor biodisponibilidad de cenizas en esta investigación, se reportó en el T0; esta respuesta coincide con la reportadas por Montañez *et al.*, (2004), el cual estudio el efecto de la alimentación con paja de trigo tratada con *Pleurotus florida* en la flora ruminal de ovinos. Para este autor la disponibilidad de cenizas fue superior en la paja de trigo sin tratar.

En el cuadro 8 tenemos los resultados de la Biodisponibilidad de ceniza del raquis de banano inoculado con *Pleurotus ostreatus*.

CUADRO 8. BIODISPONIBILIDAD DE CENIZA DEL RAQUIS DEL BANANO INOCULADO 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	T4		
PERIODO DE INCUBACIÓN(H)							
0	30.32 a	25.03 b	20.29 c	18.70 c	15.86 d	0.62	0.0001
3	31.05 a	25.28 b	21.88 bc	19.34 cd	16.42 d	0.79	0.0001
6	31.86 a	26.36 b	22.99 bc	20.72 cd	17.67 d	0.84	0.0001
12	33.75 a	28.55 b	25.80 bc	24.17 bc	21.41 c	1.13	0.0001
24	40.82 a	35.62 ab	31.69 bc	27.72 c	25.12 c	1.50	0.0001
48	45.44 a	39.89 ab	34.96 bc	32.60 c	30.13 c	1.26	0.0001
72	51.48 a	45.50 b	40.88 c	38.04 cd	35.54 d	0.80	0.0001

T0= Raquis de banano, **T1=** Raquis de banano+ *Pleurotus ostreatus* a 21 días de incubación, **T2=** Raquis de banano + *Pleurotus ostreatus* a 28 días de incubación, **T3=** Raquis de banano + *Pleurotus ostreatus* a 35 días de incubación; **T4=** Raquis de banano + *Pleurotus ostreatus* a 42 días de incubación **EEM=** Error estándar de la media.

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

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- En la evaluación de las propiedades nutritivas el mejor tratamiento fue el T3, que reporto 90,00% de M.S; el T0 presento mayor contenido de M.O con 87,27%; mientras que en M.M y Proteína el mejor tratamiento fue el T4 que alcanzo el 17.03% y 8.87%, respectivamente, con estos resultado damos por rechazada la Hipótesis uno que dice “El aporte nutricional del raquis de banano inoculado con *Pleurotus ostreatus* y fermentada por 28 días será mejor en comparación con los demás tratamientos”.
- El tratamiento que obtuvo la mayor degradación tanto en M.S y M.O fue el T4, por lo cual se rechaza la hipótesis dos que dice “La degradabilidad *in vitro* del raquis de banano inoculado 28 días con *Pleurotus ostreatus* será mejor que los demás tratamientos en estudio”.
- La Biodisponibilidad de cenizas fue mayor para el T0 (Raquis de banano sin inocular), que obtuvo un 51.48%.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda el uso del hongo *Pleurotus ostreatus* en otros subproductos agroindustriales, los cuales podrían ser utilizados en la alimentación de rumiantes.
- Medir los efectos de otras cepas del género *Pleurotus* en el raquis de banano y otros residuos agroindustriales para contribuir al mejoramiento de la alimentación de rumiantes.

CAPITULO VI

6. LITERATURA CITADA

- Arreaza, L., D. Sanchez y B. Abadía. 2005. Degradabilidad ruminal de fracciones de carbohidratos en pasturas tropicales determinada por métodos *in vitro* e *in situ*. Revista Corpoica, 6(1):51-57
- Arrúa J; J. Quintanilla 2013. Producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) a partir de las malezas *Paspalum fasciculatum* y *Rottboellia ochinchinensis*. Tesis de grado Universidad EARTH, Costa Rica.
- Bach, A., M. Stern, N. Merchen y J. Drackley. 1998. Evaluation of selected mathematical approaches to the kinetics of protein degradation *in situ*. Journal of Animal Science; 76:2885- 2893.
- Banik, S. and R. Nandi. 2004. Effect of supplementation of rice straw with biogas residual slurry manure on the yield, protein and mineral contents of oyster mushroom. Industrial Crops and Products. 20(3):311-319.
- Cajal, B. C. 1986. Pre tratamientos alcalinos de residuos fibrosos y su valor nutritivo para rumiantes, AMENA, México, p 61-70.
- Carvajal G. 2010. Evaluación de la producción del hongo (*Pleurotus ostreatus*) sobre cinco tipos de sustratos enriquecidos con tuza molida, afrecho de trigo y carbonato de calcio. Tesis de Grado de Ingeniería Agropecuaria. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 100 p.
- Correa, H. 2008. Estimación de la degradabilidad efectiva en el rumen mediante métodos numéricos, Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 22(1):19-24.
- Chang, S.T. 1999. World production of cultivated and medicinal mushrooms in 1997 with emphasis on *Lentinus edodes* (Berk.). International Journal Medical of Mushroom. 1: 291–300.

- Dorado, J., G. Almendros, S. Camarero, A. Martínez, T. Vares, and A. Hatakka. 1999. Transformation of wheat straw in the course of solid state fermentation by four lignin lytic basidiomycetes. *Enzyme and Microbial Technology* 25:605-612.
- Grabber, J. 2005. How do lignin composition, structures, and cross-linking affect degradability? A review of cell wall model studies. *Crop Science*. 45:820-831.
- Gregori, A., M. Švagelj y J. Pohleven. 2007. Cultivation of *Pleurotus* spp. *Food Technol. Biotechnol.* 45(3):238–249.
- Hatfield, R. D. 2006. A comparison of the insoluble residues produced by the klason lignin and acid detergent lignin procedures. *Journal of Food and Agricultural*. 65(1):51-58.
- Hogan, J., R. Weston and J. Lindsay. 1969. The digestion the pasture plants by sheep. IV. The digestion de *Phalaris tuberosa* at the different stage of maturity. *Australian Journal of Agricultural Research*. 20:925-931.
- INIAP, 2013. Departamento Agro meteorológico del INIAP. Estación Experimental Tropical Pichilingue. Disponible en línea. <http://www.iniap.gob.ec/estaciones/>
- Izquierdo, N. 2008. Análisi de la digestión *in vitro*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco division academica de ciencias agropecuarias. 6 p.
- MAGAP. (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca). 2011. Informe anual de la AEBA (Asociación ecuatoriana de bananeros) la Industria bananera ecuatoriana. (En línea). Consultado 08 Mar. 2013. Disponible en: http://www.aebe.com.ec/data/files/noticias/Noticias2012/AEBE/INDUSTRIA_BANANERA_2011_3_%20jul18.pdf

- Mata, L., R. Halling, G. Mueller. 2003. Macro hongos de Costa Rica. 1ª ed. Heredia (CR): Editorial INBIO, 240 p.
- Montañez O., M. Ortega, M. Cobos, A. Larqué, J. García. 2004. Efecto de la alimentación con paja de trigo tratada con *Pleurotus florida* en la flora ruminal de ovino. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 38(3):1-10.
- Paredes, D; M. Álvarez, M. Ordoñez. 2010. Obtención de Enzimas Celulasas por Fermentación Sólida de Hongos para ser Utilizadas en el Proceso de Obtención de Bioalcohol de Residuos del Cultivo de Banano, Revista Tecnológica ESPOL – RTE. 23(1):81-88.
- Peña M. 2013. Composición química y degradabilidad *in situ* de residuos agrícolas de maíz inoculados con dos cepas del genero *Pleurotus*. Finca la maría. 2012. Tesis de Grado de Ingeniería Agroindustrial. 88 p.
- Sánchez, J. D. Royse. 2002. La biología y el cultivo de *Pleurotus* spp. México, D. F., MX, Noriega Editores. 290 p.
- Sangines, L. 2009. Potencial nutricional del follaje de *Buddleia skutchii*; hojas y pecíolos en la alimentación de ovinos y análisis de las variables ruminales. Universidad de Colima México, Tesis de Postgrado previo a la obtención del título de Doctora en Ciencias Pecuarias. 52 p.
- Torres, G., T. Arbaiza, F. Carcelén y O. Lucas. 2009. Comparación de las técnicas *in situ*, *in vitro* y enzimática (Celulasa) para estimar la digestibilidad de forrajes en ovinos. Revista de Investigación Veterinaria, Perú. 20 (1):5-9.
- Varnero, M., S. Madelaine y H. Cristian. 2010. Utilización de residuos forestales lignocelulósicos para producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*). Revista Información Tecnológica. 21(2):13-20.

CAPITULO VII

7. ANEXOS

ANEXO 1. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN VITRO* (MS) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 0 HORAS

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	134.93	33.73	10.75	0.0006
Bloques (r-1)	3	22.09	7.36	2.35	0.1242
Error (t-1)(r-1)	12	37.65	3.13		
Total	t.r-1	194.67			

C.V: 8.46

ANEXO 2. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN VITRO* (MS) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 3 HORAS

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	176.10	44.02	25.37	<.0001
Bloques (r-1)	3	17.41	5.80	3.34	0.0558
Error (t-1)(r-1)	12	20.82	1.73		
Total	t.r-1	214.33			

C.V: 5.42

ANEXO 3. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN VITRO* (MS) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 6 HORAS

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	242.41	60.60	15.49	<.0001
Bloques (r-1)	3	1.58	0.52	0.14	0.9371
Error (t-1)(r-1)	12	46.94	3.91		
Total	t.r-1	290.93	C.V: 7.25		

ANEXO 4. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN VITRO* (MS) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 12 HORAS

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	262.81	65.70	11.13	0.0005
Bloques (r-1)	3	2.68	0.89	0.15	0.9267
Error (t-1)(r-1)	12	70.87	5.90		
Total	t.r-1	336.36			

C.V: 7.88

ANEXO 5. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN VITRO* (MS) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 24 HORAS

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	119.59	29.89	5.60	0.0089
Bloques (r-1)	3	11.81	3.93	0.74	0.5500
Error (t-1)(r-1)	12	64.12	5.34		
Total	t.r-1	195.52			

C.V: 6.53

ANEXO 6. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN VITRO* (MS) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 48 HORAS

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	399.88	99.97	5.79	0.0078
Bloques (r-1)	3	102.57	34.19	1.98	0.1707
Error (t-1)(r-1)	12	207.13	17.26		
Total	t.r-1	709.58			

C.V: 9.49

ANEXO 7. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN VITRO* (MS) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 72 HORAS

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	1048.56	262.14	16.44	<.0001
Bloques (r-1)	3	116.27	38.75	2.43	0.1157
Error (t-1)(r-1)	12	191.34	15.94		
Total	t.r-1	1356.17			

C.V: 7.65

ANEXO 8. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN VITRO* (MO) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 0 HORAS

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	106.15	26.53	5.92	0.0072
Bloques (r-1)	3	1.77	0.59	0.13	0.9392
Error (t-1)(r-1)	12	53.78	4.48		
Total	t.r-1	161.70			

C.V: 11.93

ANEXO 9. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN VITRO* (MO) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 3 HORAS

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	235.64	58.91	27.97	<.0001
Bloques (r-1)	3	44.05	14.68	6.97	0.0057
Error (t-1)(r-1)	12	25.27	2.10		
Total	t.r-1	304.96			

C.V: 6.78

**ANEXO 10. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN VITRO*
(MO) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 6 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	289.47	72.36	15.37	<.0001
Bloques (r-1)	3	15.07	5.02	1.07	0.3994
Error (t-1)(r-1)	12	56.49	4.70		
Total	t.r-1	361.03			

C.V: 8.99

**ANEXO 11. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN VITRO*
(MO) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 12 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	366.23	91.55	22.17	<.0001
Bloques (r-1)	3	24.51	8.17	1.98	0.1711
Error (t-1)(r-1)	12	49.55	4.12		
Total	t.r-1	440.29			

C.V: 7.08

**ANEXO 12. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN VITRO*
(MO) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 24 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	185.87	46.46	6.11	0.0064
Bloques (r-1)	3	15.36	5.12	0.67	0.5845
Error (t-1)(r-1)	12	91.23	7.60		
Total	t.r-1	292.46			

C.V: 8.25

**ANEXO 13. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN VITRO*
(MO) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 48 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	521.81	130.45	8.03	0.0022
Bloques (r-1)	3	96.63	32.21	1.98	0.1705
Error (t-1)(r-1)	12	194.98	16.24		
Total	t.r-1	813.42			

C.V: 9.51

**ANEXO 14. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA DEGRADABILIDAD *IN VITRO*
(MO) DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 72 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	1515.20	378.80	18.70	<.0001
Bloques (r-1)	3	158.65	52.88	2.61	0.0996
Error (t-1)(r-1)	12	243.12	0.26		
Total	t.r-1	19			

C.V: 8.71

**ANEXO 15. ANÁLISIS DE VARIANZA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZA DEL
RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 0 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	519.79	129.94	84.88	<.0001
Bloques (r-1)	3	67.67	22.55	14.73	0.0003
Error (t-1)(r-1)	12	18.37	1.53		
Total	t.r-1	605.83			

C.V: 5.61

**ANEXO 16. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZA
DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 3 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	510.89	127.72	51.24	<.0001
Bloques (r-1)	3	74.21	24.73	9.92	0.0014
Error (t-1)(r-1)	12	29.91	2.49		
Total	t.r-1	615.01			

C.V: 6.92

**ANEXO 17. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZA
DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 6 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	477.06	119.26	42.06	<.0001
Bloques (r-1)	3	80.11	26.70	9.42	0.0018
Error (t-1)(r-1)	12	34.02	2.83		
Total	t.r-1	591.19			

C.V: 7.03

**ANEXO 18. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZA
DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 12 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	353.43	88.35	17.19	<.0001
Bloques (r-1)	3	70.18	23.39	4.55	0.0237
Error (t-1)(r-1)	12	61.66	5.13		
Total	t.r-1	485.27			

C.V: 8.47

**ANEXO 19. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZA
DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 24 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	625.66	156.41	17.37	<.0001
Bloques (r-1)	3	31.25	10.41	1.16	0.3664
Error (t-1)(r-1)	12	108.07	9.00		
Total	t.r-1	764.98			

C.V: 9.32

**ANEXO 20. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZA
DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 48 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	598.01	149.50	23.48	<.0001
Bloques (r-1)	3	24.75	8.25	1.30	0.3207
Error (t-1)(r-1)	12	76.40	6.36		
Total	t.r-1	699.16			

C.V: 6.89

**ANEXO 21. ANÁLISIS DE VARIANZA DE LA BIODISPONIBILIDAD DE CENIZA
DEL RAQUIS DE BANANO, TIEMPO 48 HORAS**

F de V	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Fisher Calculada	Probabilidad
Tratamientos (t-1)	4	641.84	160.46	63.38	<.0001
Bloques (r-1)	3	15.02	5.00	1.98	0.1710
Error (t-1)(r-1)	12	30.38	2.53		
Total	t.r-1	687.24			

C.V: 3.76

FOTOS TRABAJO DE CAMPO









