

01673 8
25



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO E INVESTIGACION
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

ALIMENTACION DE CONEJOS EN ENGORDA CON PAJA
DE CEBADA TRATADA Y SIN TRATAR CON *Pleurotus*
ostreatus Y DIFERENTES NIVELES DE ENERGIA

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN PRODUCCION ANIMAL: NUTRICION

PRESENTA:
JOSE LUIS VALLE Cerdán

PhD. MA. ESTHER ORTEGA CERRILLA
MC. FRANCISCO CASTREJÓN PINEDA
DR. PEDRO OCHOA GALVÁN
MC. ANTONIO DÍAZ CRUZ
MC. LUCAS MELGAREJO VELAZQUEZ

DIRECTOR DE TESIS
ASESOR
ASESOR
ASESOR
ASESOR



MEXICO, D.F.

FEBRERO DE 1999.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

270677



Universidad Nacional
Autónoma de México



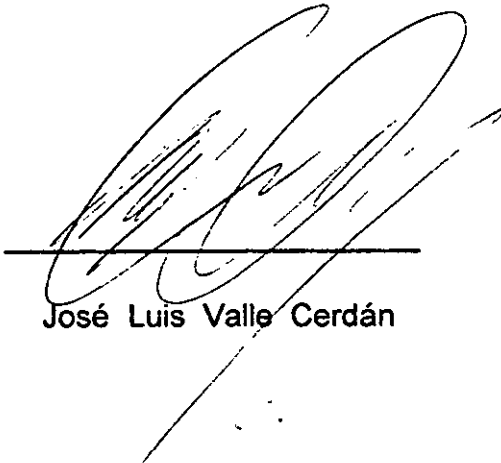
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

El autor da consentimiento a la División de Estudios de Posgrado e investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, para que la tesis esté disponible para cualquier tipo de reproducción e intercambio bibliotecario.



Handwritten signature of José Luis Valle Cerdán, consisting of stylized, overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

José Luis Valle Cerdán

INDICE

	Pagina
DEDICATORIAS	i
AGRADECIMIENTOS	ii
Resumen	iii
Summary	iv
1.0. INTRODUCCION	1
Justificación	3
Hipótesis	4
Objetivos	4
1.1 REVISIÓN DE LITERATURA	5
1.1.1.Utilización de pajas en la alimentación animal	5
1.1.2. Tratamientos de esquilmos agrícolas	6
1.1.2.1. Tratamientos físicos de las pajas	6
1.1.2.2. Tratamientos químicos de las pajas	7
1.1.2.3 Tratamientos biológicos de las pajas	9
1.1.2.3.1. Utilización de hongos en el tratamiento de pajas	9
1.1.2.3.2. Digestibilidad <i>in vitro</i> de las pajas tratadas con hongos.	12
1.1.3. Uso de pajas tratadas en alimentación animal	13
1.1.4. Particularidades anatómicas y fisiológicas de los conejos.	16
1.1.4.1. Fisiología digestiva del conejo	17
1.1.4.2. Microbiología del tracto digestivo del conejo	18
1.1.5. La fibra en la alimentación del conejo	19
1.1.5.1. Importancia de la fibra en la alimentación del	21

conejo.	
1.1.6. Fermentación cecal.	23
1.1.7. La energía en la alimentación del conejo	24
1.1.7.1. Requerimientos de energía en conejos	26
1.1.7.2. Uso de carbohidratos solubles en la alimentación del conejo.	27
1.1.7.3. Uso de almidón como fuente de energía	27
1.1.7.4. Digestión de carbohidratos	31
1.1.7.5. Utilización de grasas en la alimentación de conejos	32
1.1.8. Regulación del consumo de alimento de conejos en crecimiento.	34
2.0. MATERIAL Y METODOS	36
3.0 RESULTADOS	49
3.1. Efecto de los factores tipo de paja, nivel de paja y energía.	49
3.2. Efecto de las Interacciones.	53
3.3. Comportamiento productivo.	59
3.4. Digestibilidad.	66
3.5. Peso del ciego, hígado y canal.	75
4.0 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	80
5.0 REFERENCIAS	94
6.0 APENDICE	106

DEDICATORIAS

A MIS PADRES CON AMOR Y AGRADECIMIENTO, POR LOS BUENOS
PRINCIPIOS QUE ME INCULCARON

A MI ESPOSA CON TODO MI AMOR Y CARIÑO POR EL APOYO Y PACIENCIA
PARA LA REALIZACION DE ESTOS ESTUDIOS

A MIS HIJOS: HOSARSIPH, GISEH AELOHIM Y BERTHA MARISOL POR
QUIENES HA SIDO MI LUCHA, PARA ENSEÑARLES QUE LA EDUCACION ES
Y SERA SIEMPRE EL PORVENIR DE UN PUEBLO

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO POR DARME LA PREPARACION QUE REQUIERE NUESTRO PAIS.

A LA DIRECCION GENERAL DE EDUCACION TECNOLOGICA AGROPECUARIA POR DARME LA OPORTUNIDAD DE PREPARARME Y COAYUVAR AL MEJORAMIENTO DE LA ENSEÑANZA TECNOLOGICA AGROPECUARIA.

A LA DRA. Ma. ESTHER ORTEGA CERRILLA POR DAR LA MEJOR ORIENTACION PARA LA REALIZACION DEL PRESENTE TRABAJO.

AL DR. FRANCISCO CASTREJON PINEDA POR SU APOYO Y COMPRENSION PARA LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

AL DR. ANTONIO DIAZ CRUZ, JEFE DEL DEPTO. DE NUTRICION POR TODAS LAS FACILIDADES PRESTADAS.

A TONY, LUPITA, CARMEN Y FER. POR SU APOYO EN LOS ANALISIS DE LABORATORIO QUE HICIERON POSIBLE LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

A TODOS LOS QUE HICIERON POSIBLE LA REALIZACION DE ESTOS ESTUDIOS.

GRACIAS

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar el comportamiento productivo de conejos en crecimiento cuando se incluye en su dieta paja de cebada (PST) y paja de cebada tratada con el hongo *Pleurotus ostreatus* (PT). Se tuvieron 19 tratamientos conteniendo PST o PT en la dieta, en diferentes proporciones (15,20, 30%); con 2500, 2600 o 2700 kcal kg⁻¹ de energía bruta y un testigo (alimento comercial). Las diferentes dietas fueron proporcionadas a 114 conejos machos de la raza Nueva Zelanda de 50 días de edad y peso promedio de 1.3 kg, durante 49 días. Se evaluó la digestibilidad *in vivo* de la materia seca (MS), proteína cruda (PC), energía bruta (EB), fibra detergente ácido (FAD) y fibra neutro detergente (FND). También se determinó la ganancia de peso (GP), consumo de alimento (CA), conversión alimenticia (CoA), peso del ciego (Pci), peso del hígado (PH) y de la canal (Pca) así como evaluar el costo por kilogramo de peso ganado. La digestibilidad de la FAD y FND disminuyeron ($P < 0.05$) en los animales alimentados con 15% de PT cuando se aumentó el nivel de energía en la dieta. Sin embargo, cuando se aumentó el nivel de PT a 30% y la energía a 2700 kcal kg⁻¹, la digestibilidad de estas aumentó en un 50%. El efecto contrario se observó cuando se agregó 30% de PST. La digestibilidad de la MS, PC y EB, no se vió afectada por el tipo de paja, nivel de paja o nivel de energía en la dieta, a excepción del tratamiento con 30% de PT y 2500 kcal kg⁻¹, en donde la digestibilidad de éstas disminuyó. La GP fue mayor ($P < 0.05$) en los tratamientos con PST que con PT. El CA no fué similar para todos los tratamientos excepto en el tratamiento con 15% de PST con 2700 kcal kg⁻¹ además con 30% de PT y 2500 kcal kg⁻¹ el cual mostró el menor ($P < 0.05$) CA. La CoA fue mayor ($P < 0.05$) en los tratamientos con PST que en los de PT. El Pci fue diferente ($P < 0.05$) solamente en los tratamientos con 30% de PST con 2500 y 2700 kcal kg⁻¹. En tanto que el menor PH se observó en el tratamiento con 30% de PT y 2500 kcal kg⁻¹, y el menor PCa en los que contenían 15 y 30% de PT, con 2500 y 2700 kcal kg⁻¹ respectivamente. El tratamiento testigo mostró los mejores resultados para todas las variables, comparado con los que se incluyó PST y PT. Sin embargo, el menor costo por kilogramo de peso ganado fue para los tratamientos con PST, reduciéndose el costo de un 40 a 50% en comparación con el testigo.

Palabras claves: Conejos, paja de cebada, *Pleurotus ostreatus*

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the productive performance of growing rabbits when barley straw (BS) and barley straw upgraded by *Pleurotus ostreatus* (TBS) are included in diets. Nineteen treatments containing BS and TBS at different levels (15, 20, 30%) with 2500, 2600 or 2700 kcal kg⁻¹ of gross energy (E) and a control (commercial feed), were fed to 114 male New Zealand rabbits of 50 days of age and 1.3 kg mean body weight during 49 days. In vivo dry matter digestibility (DM), crude protein digestibility (CP), gross energy digestibility (GE), acid detergent fiber digestibility (ADF) and neutral detergent fiber digestibility (NDF) were evaluated. As well as body weight gain (BWG), feed intake (FI), feed conversion (FC), caecum weight (CW), liver weight (LW), carcass weight (CaW) and cost of diet related to kilogram of weight gain. ADF and NDF digestibilities decreased ($P < 0.05$) in animals fed 15% of TBS when E was increased. However when TBS was increased to 30% and E to 2700 kcal kg⁻¹ ADF and NDF digestibilities increased to 50%. The opposite effect was observed when 30% of BS was included in the diet. DM, CP and GE digestibilities were not affected by type of straw, level of straw or energy content of the diet, except for treatment containing 30% of TBS and 2500 kcal kg⁻¹ in which DM, CP and GE digestibilities were reduced. BWG was higher ($P < 0.05$) for treatments containing BS than TBS. FI was similar for all treatments, except for treatments with 15% of BS and 2700 kcal kg⁻¹ and 30% of TBS and 2500 kcal kg⁻¹ which showed the lowest ($P < 0.05$) FI. FC was higher ($P < 0.05$) for treatments containing BS than those with TBS. CW was different ($P < 0.05$) just for treatments with 30% of BS with 2500 and 2700 kcal kg⁻¹. The lowest LW was observed for treatment with 30% of TBS and 2500 kcal kg⁻¹, whilst the lowest CW was for treatments with 15 and 30% of TBS with 2500 and 2700 kcal kg⁻¹, respectively. Control treatment showed the highest values for all variables, compared to treatments with BS and TBS. However the lowest cost of diet related to kilogram of weight gain was for treatments with BS, with a reduction of 40 to 50% compared to control.

Key words: Rabbits, barley straw, *Pleurotus ostreatus*.

I. INTRODUCCION

La celulosa es el compuesto orgánico más abundante en la naturaleza y constituye un recurso natural renovable que no ha sido aprovechado adecuadamente. Estudios realizados en todo el mundo sobre los aspectos básicos de la biodegradación de la celulosa, han dado origen al desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento de residuos agrícolas e industriales constituidos principalmente por celulosa, hemicelulosa y lignina, por lo cual estos materiales son considerados como recursos renovables, con múltiples posibilidades para su transformación en alimentos energéticos; ya que hasta ahora, son quemados o incorporados al suelo nuevamente, utilizándose una cantidad muy pequeña de estos en la alimentación animal, particularmente para animales dedicados al trabajo, sin representar un ingreso adicional para el agricultor (De la Torre, 1985).

En México se producen alrededor de 74 millones de toneladas de diferentes especies agrícolas como: maíz, sorgo, frijol, trigo, cebada etc., quedando 14 millones de toneladas de subproductos agroindustriales como el bagazo de caña y el orujo de uva entre otros (Valdés y Nuñez 1984).

Terry *et al.* (1991) mencionan que en el oeste del cinturón del maíz (en los estados de Iowa, Kansas, Minesota, Missouri, Nebraska y el sur de Dakota, en los Estados Unidos), se producen aproximadamente 195 millones de toneladas de rastrojo de maíz que representan un 44% del total de la producción en este país. Dyer *et al.* (1975) indican que si sólo el 5% de los materiales lignocelulósicos que se producen en el mundo pudieran ser recolectados y procesados, podrían proveer la energía suficiente a los rumiantes y con esto cubrir las necesidades de proteína animal que demanda la población humana.

Desafortunadamente el aprovechamiento de los esquilmos por los animales, está limitado debido a su bajo valor nutritivo, ya que las plantas presentan mecanismos de protección contra enfermedades y ataque de depredadores como son la lignificación, cutinización, silicificación y formación de substancias secundarias como alcaloides, terpenoides y fenoles que interfieren con

el metabolismo animal; es decir, estas estructuras son factores importantes que limitan la digestibilidad y aprovechamiento de los forrajes, por los animales (Van Soest, 1994); aunque se han realizado numerosos estudios para mejorar el valor nutritivo de las pajas, mediante procedimientos biológicos, como el caso de algunos hongos del genero *Pleurotus* capaces de degradar la lignina, por lo que puede mejorar su digestibilidad según Hayes, (1968).

Por lo tanto, la importancia de los esquilmos agrícolas radica en primer lugar en su disponibilidad, debido a la superficie destinada a la agricultura, y en segundo, porque el forraje producido no es suficiente para satisfacer la demanda del ganado existente; por lo que los esquilmos constituyen un recurso potencial para satisfacer este déficit (Valdés y Nuñez, 1984).

JUSTIFICACION

Tomando en consideración la escasez de alimentos a nivel mundial debida al crecimiento de la población humana, la cunicultura puede ser una alternativa de producción, ya que en algunos países de Europa como Francia, España, Bélgica e Italia representa una importante fuente de divisas para los cunicultores; considerando además la prolificidad y rusticidad, la carne de conejo es un recurso que puede proporcionar proteína en la dieta de las grandes y pequeñas comunidades del mundo. El conejo presenta características anatómicas y fisiológicas adecuadas para consumir grandes cantidades de fibra, por ser un animal herbívoro, con parte del tracto digestivo (ciego y colon) adaptados para utilizarla. Por otra parte, estos animales no compiten con el hombre por el mismo tipo de alimento (Lebas 1975), con lo cual pueden también disminuirse los costos de alimentación, que representan aproximadamente el 75% del costo total de producción.

No obstante, ya que en el mundo existen forrajes y esquilmos agrícolas subutilizados, aunque con muy baja digestibilidad, lo cual puede mejorarse con la utilización de hongos del género *Pleurotus* por lo que pueden usarse para alimentar conejos, produciendo en esta forma mayor cantidad de alimentos para la alimentación humana.

Considerando lo anterior, se plantean la siguiente hipótesis y objetivos :

HIPOTESIS

La digestibilidad de las dietas, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso de la canal, peso del hígado y peso del ciego, no se verán afectados al usar paja de cebada tratada y sin tratar con *P. ostreatus* en la alimentación de conejos.

El costo por kilogramo de peso ganado se verá favorecido en las dietas conteniendo paja de cebada, tratada y sin tratar con *P. ostreatus*.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento productivo de conejos en engorda, alimentados con dietas con paja de cebada tratada y sin tratar con *Pleurotus ostreatus* y diferentes niveles de energía.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar la digestibilidad aparente *in vivo* de la materia seca, proteína cruda, energía bruta, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido.

Evaluar la ganancia de peso, el consumo de alimento, la conversión alimenticia, el peso de la canal, hígado y del ciego, en conejos alimentados con paja de cebada tratada y sin tratar con *P. ostreatus*.

Evaluar el costo por kilogramo de peso ganado, de las dietas con paja de cebada tratada y sin tratar con *P. ostreatus*.

HIPOTESIS

La digestibilidad de las dietas, ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso de la canal, peso del hígado y peso del ciego, no se verán afectados al usar paja de cebada tratada y sin tratar con *P. ostreatus* en la alimentación de conejos.

El costo por kilogramo de peso ganado se verá favorecido en las dietas conteniendo paja de cebada, tratada y sin tratar con *P. ostreatus*.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento productivo de conejos en engorda, alimentados con dietas con paja de cebada tratada y sin tratar con *Pleurotus ostreatus* y diferentes niveles de energía.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar la digestibilidad aparente *in vivo* de la materia seca, proteína cruda, energía bruta, fibra detergente neutro y fibra detergente ácido.

Evaluar la ganancia de peso, el consumo de alimento, la conversión alimenticia, el peso de la canal, hígado y del ciego, en conejos alimentados con paja de cebada tratada y sin tratar con *P. ostreatus*.

Evaluar el costo por kilogramo de peso ganado, de las dietas con paja de cebada tratada y sin tratar con *P. ostreatus*.

1.1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1.1. UTILIZACION DE PAJAS EN LA ALIMENTACION ANIMAL

Las pajas fueron consideradas durante muchos siglos como un subproducto sumamente útil para la alimentación y cama del ganado, así como para embarcar, para cestería y fabricación de sombreros, etc., las cuales han sido sustituidas principalmente por derivados de la industria petroquímica. Sin embargo, es necesario reconsiderar la utilización de fibras útiles contenidas en la paja para la producción de papel, ya que la demanda mundial de este y materiales de embalaje va en aumento y hasta el momento se obtienen a partir de la madera, por lo que van disminuyendo las selvas vírgenes de las que se ha obtenido la mayoría de la materia prima para la fabricación de papel durante los últimos 100 años (Staniforth, 1986).

No obstante, el uso de esquilmos agrícolas para alimentación animal se ve limitado por su baja calidad nutritiva para sostener una producción adecuada, debido a su bajo consumo y digestibilidad (Valdés y Nuñez, 1984); además de su alta voluminosidad, los materiales lignocelulósicos se caracterizan por tener un bajo contenido de nitrógeno.

La baja digestibilidad se ha atribuido a la asociación química o física de la celulosa con otros componentes estructurales de la pared celular, como lignina y silicatos que impiden el acceso a las celulasas, en el caso de la flora microbiana del rumen (Riquelme, 1984).

La lignina produce un complejo con la celulosa, carbohidratos y proteínas, por lo que la degradación de este complejo, mejora el valor nutritivo de las pajas y aumenta el consumo voluntario de alimento en los animales.

1.1.2. TRATAMIENTO DE ESQUILMOS AGRICOLAS

Con la finalidad de mejorar la calidad nutritiva de los esquilmos agrícolas para ser usados en la alimentación animal se han empleado varios métodos:

a) FISICOS:

- Picado de la paja
- Peletizado
- Cocción a presión
- Irradiación

b) QUIMICOS:

- Tratamiento con ácidos y álcalis

c) BIOLÓGICOS:

- Tratamiento con hongos
- Tratamiento con bacterias

1.1.2.1. TRATAMIENTOS FISICOS

Los principales métodos físicos son: la molienda, la cocción a presión, la irradiación y el peletizado. Sin embargo, la molienda muy fina en trituradora y la irradiación son tan caras que probablemente nunca llegarán a tener una gran importancia comercial.

Greenhalgh y Wainman (1972) indican que la molienda de los forrajes toscos, en una ración integral, produce un aumento en el consumo y la ganancia de peso; aunque el poco contenido de nitrógeno en éstos, puede ser un factor limitante para mejorar mediante la molienda forrajes muy pobres como la paja. La molienda suele disminuir la digestibilidad, debido a la mayor velocidad de paso; es

decir, las partículas pequeñas finamente molidas, pasan rápidamente por el orificio reticulo-omasal en los rumiantes, evitando con esto cualquier tipo de fermentación, aunque al mismo tiempo aumenta ligeramente el valor energético neto, porque los nutrientes digeridos son utilizados mas eficazmente por el animal.

Blaxter *et al.* (1956), reportan que los tiempos de retención de forraje entero, picado a 0.6 cm y finamente picado a 0.16 cm, son de 103.7 y 53 hr respectivamente, en rumiantes.

Robinson *et al.* (1986) estudiaron en conejos, el tamaño de la partícula de salvado de trigo (1.0, 1.0-0.50, 0.50-0.25, 0.25-0.125, 0.125-0.1060 mm), en relación a su digestibilidad, observando que al reducir ligeramente el tamaño de la partícula se incrementó la digestibilidad de la materia seca (MS) y energía; sin embargo, cuando se permitió la coprofagia, al agregar a la ración heno de pasto, se mejoró el consumo de alimento y la ganancia de peso; sugiriendo que las partículas grandes de heno tienen un efecto benéfico en la función del tracto digestivo de los conejos.

1.1.2.2. TRATAMIENTOS QUIMICOS

Dentro de los tratamientos químicos más comunes están los tratamientos alcalinos, utilizando hidróxido de sodio (NaOH), hidróxido de calcio (CaOH₂), hidróxido de amonio (NH₄OH), hidróxido de potasio (KOH) y amoníaco anhidro (NH₃).

El tratamiento alcalino causa el rompimiento de enlaces álcali lábiles, entre la hemicelulosa y la lignina, lo que aumenta la disponibilidad de las fracciones de fibra, además produce un aumento de tamaño o hinchazón de la celulosa de la pared celular, facilitando la acción de las celulasas bacterianas, al reducir la cristalización de la celulosa (Castañeda y Monroy, 1984).

Saxena *et al.* (1971) proporcionaron a ovejas en crecimiento, una ración que contenía 78% de paja tratada con álcali y 22% de concentrado proteico;

observaron que fueron más eficientes en ganar peso y presentaron una mejor conversión alimenticia sobre los animales que consumieron paja sin tratar.

Stuart y Monteagudo (1987), realizaron un experimento con corderos alimentados con paja de caña tratada con NH_3 al 3%, los tratamientos fueron raciones que contenían 30, 45, 60 y 75% de paja molida y tratada; las ganancias de peso fueron de 156, 116, 81 y 53 g d^{-1} para los cuatro niveles de paja, respectivamente.

Bielanski *et al.* (1996), estudiaron el comportamiento productivo de conejos Nueva Zelanda blancos en engorda, utilizando paja de trigo tratada y no tratada con NaOH y NH_3 en niveles de, 12% de paja tratada con NaOH y 12% de paja tratada con NH_3 . Además, al testigo se le proporcionó 30% de forraje seco. Los resultados indicaron que el uso de pajas tratadas con NaOH y NH_3 en mezclas completas, mejoraron la tasa de crecimiento, disminuyeron el consumo de alimento en aproximadamente 0.2 kg y la mortalidad de gazapos en un 9%. No se encontraron diferencias estadísticas en ganancia de peso, peso de la canal, peso del hígado y tracto digestivo. Tampoco se observaron diferencias en conversión alimenticia, sin embargo tuvo una tendencia a mejorar con las pajas tratadas.

Además, estos autores indican que se mejora el comportamiento reproductivo de conejas alimentadas con paja tratada con NaOH y NH_3 , especialmente en el peso de la camada a los 21 días y en el porcentaje de crías por camada.

Por su parte, Aderibigbe *et al.* (1992) estudiaron los efectos de la suplementación de paja de rygrass anual (*Lolium multiflorum*) sin tratar y tratada con NH_3 en conejos, sugiriendo que la adición de un 20% de paja tratada con NH_3 , o sin tratar, no afecta el comportamiento productivo de estos.

1.1.2.3. TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS

Durante los últimos años, se han realizado numerosos intentos para mejorar el valor nutritivo de las pajas, mediante procedimientos biológicos. Este puede aumentarse consiguiendo que organismos unicelulares se desarrollen sobre ella. Otra posibilidad, es el empleo de agentes como los hongos de la pudrición blanca, capaces de degradar la lignina para mejorar la digestibilidad de las pajas (Hayes 1968).

1.1.2.3.1. UTILIZACION DE HONGOS EN EL TRATAMIENTO DE PAJAS

Los hongos, son organismos muy comunes en la naturaleza puesto que viven prácticamente en todos los medios y entre ellos, las especies comestibles gozan de especial importancia desde tiempos remotos.

El cultivo de hongos comestibles en residuos agroindustriales o esquilmos, ha demostrado sus bondades tanto en países altamente industrializados como en los países en vías de desarrollo (Mata y Martínez Carrera, 1988).

Los hongos están clasificados en el reino Fungi, el cual se integra por dos grandes grupos: los *Myxomyceta* y los *Eumycota*. Estos últimos, que son los hongos verdaderos y de ahí su nombre, se dividen en cuatro subdivisiones: *Ficomycetos*, *Ascomycetos*, *Deuteromicetos* y *Basidiomicetos*. Los *Basidiomicetos* presentan cuatro órdenes, entre los que se encuentra la orden *Agaricales*, en el cual está el género *Pleurotus*, el que representa diferentes especies como son: *ostreatus*, *djamour*, *cystidiosus*, *smithii*, *ostreatoroseus*, *levis*, *cornucopiordes*, *ereingii*, *opuntiae*, *pulmonarius* y *sajor-caju*, entre otros (Fig 1) (Guzmán et al., 1993).

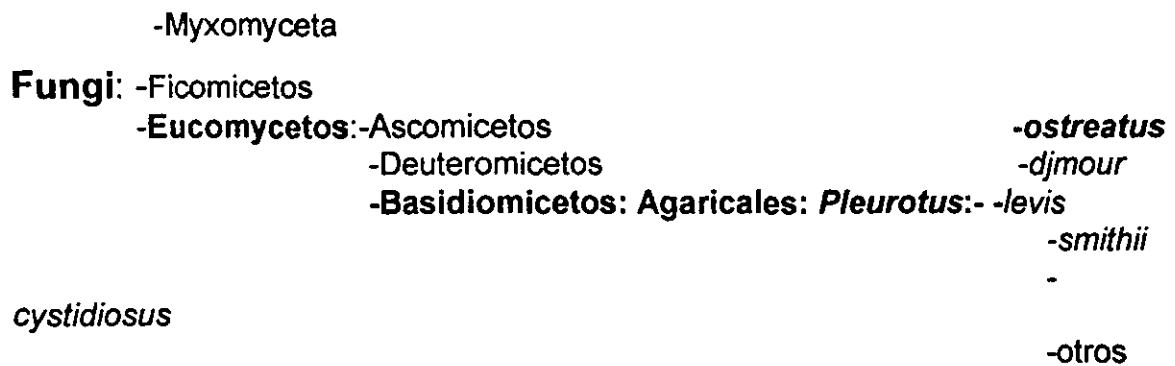


Fig. 1. Clasificación de los hongos, en el reino fungi

Los trabajos sobre el cultivo del hongo *Pleurotus ostreatus* sobre madera, se iniciaron en la década de los años sesenta en Hungría, Checoslovaquia y otros países como Dinamarca e Italia. Este es un hongo *basidiomiceto* conocido vulgarmente como orejón, orejeta u orejuela; de la familia de las Agaricaceas, con cuerpo de fructificación en forma clásica de seta. En su ambiente natural, crece sobre árboles, arbustos y otras plantas leñosas, alimentándose de madera y destruyéndola. El sombrerillo o parte superior de la seta, es redondeado con la superficie lisa, abombada y convexa cuando es joven, aplanándose luego poco a poco. El tamaño depende de la edad, oscilando de 5 a 15 cm de diámetro, aunque pueden encontrarse ejemplares mucho más grandes. El color es muy variable, desde gris claro hasta pardo. En la parte inferior del sombrero hay una laminilla dispuesta radialmente como las varillas de un paraguas, que van desde el pie o tallo que lo sostiene hasta el borde. Son anchas, espaciadas unas de otras, blancas o cremas, a veces bifurcadas y en ellas se producen las esporas destinadas a su reproducción. Estas esporas son de tamaño microscópico (7.5 a 11.5 por 3.0 a 5.6 μ), oblongas, casi cilíndricas (García, 1979).

Su carne es blanca, de olor fuerte, tierna al principio y después correosa. Se puede encontrar en los bosques, sobre todo en la base de árboles de hoja

ancha (frondosas), en otoños e inviernos templados. En sitios húmedos pueden encontrarse también en otras épocas (García, 1982).

Según Griffin (1994), los hongos son los únicos organismos que han demostrado claramente que transforman la lignina hasta en un 20% a CO₂. Kaneshiro (1977), indica que el crecimiento de *P. ostreatus* Fr. en paja de trigo, disminuye el contenido de lignina entre 12 y 17%, debido a que algunas especies de hongos del género de los *basidiomicetos*, pueden producir enzimas polifeniloxidasas que degradan el complejo lignocelulósico (Ishakawa, et al 1963).

Con respecto al hongo *P. ostreatus*, este requiere una temperatura de 25°C para el desarrollo del micelio. Además, durante su incubación debe existir un intenso movimiento de aire, para evitar las diferencias de temperatura en el sustrato (Vedder, 1991). Raman y Naik (1992), estudiaron el efecto del cultivo del hongo *P. ostreatus* en paja de arroz y trigo sobre su digestibilidad *in vitro*, al tener diferentes porcentajes de humedad (50, 80 y 100), con una temperatura y período de incubación de 27-28°C y 30 días respectivamente; encontrando que el máximo incremento en la digestibilidad *in vitro* de la proteína cruda (PC) y materia seca (MS), se tuvo con 100% de humedad en ambas pajas.

Por otra parte, algunos minerales como el manganeso, parecen tener un papel importante en la oxidación biológica o bien en la biodegradación de la lignina, ya que Kerem y Hadar (1993), estudiaron el efecto del manganeso en la degradación de la lignina por *P. ostreatus* durante la fermentación sólida del sustrato; indicando que el crecimiento del hongo no fue visiblemente afectado por la ausencia de manganeso, solamente cuando se manejaron concentraciones de 4.5mM, se observó una inhibición en su crecimiento. Pérez y Jeffries (1992), indican que solamente los iones de manganeso soluble pueden estimular la producción de manganeso peroxidasa, enzima que interviene en la degradación de la lignina.

Raman y Naik (1990), estudiaron dos niveles de nitrógeno y azufre en el crecimiento de *P. ostreatus* utilizando paja de arroz y trigo como sustrato. Este fue inoculado por un período de 30 días con una temperatura y humedad de 27-28°C y 50% respectivamente; con 25 g de paja picada de arroz y trigo además de 438 mg de nitrógeno y 47 mg de azufre (grupo A) o 876 mg de nitrógeno y 94 mg de azufre que conformaron el grupo B; observándose que cuando se incrementó el contenido de nitrógeno y azufre, se incrementó el de PC ($P < 0.05$), en la paja de trigo y arroz (168.85 y 114.30%), respectivamente, además de que la digestibilidad *in vitro* de la MS (DIVMS), también se incrementó ($p < 0.05$) en 17.43 y 10.17% respectivamente. Kirk, and Chang (1976) observaron una disminución en la degradación de la lignina en medios ricos en nitrógeno, debido quizá a que un alto contenido de nitrógeno favorece una disminución de la energía y un incremento en la formación de biomasa. Igualmente, Zadrazil y Brunner, (1982) reportan que el nitrato de amonio, inhibe la degradación de la lignina por los hongos *Pleurotus eryngii* y *Lentinus edodes*, en la paja de trigo.

1.1.2.3.2. DIGESTIBILIDAD *in vitro* DE LA PAJA TRATADA CON HONGOS

La capacidad para digerir la lignina por los hongos, está influenciada por la producción de enzimas liberadas por estos, ya que las oxigenasas extracelulares, juegan un papel importante en su degradación (Kirk y Chang, 1976).

Sin embargo, en ocasiones la digestibilidad ruminal de las pajas tratadas con hongos disminuye, como lo indican Han *et al.* (1975), quienes observaron que el tratamiento con hongos de las especies *Polyporus* reduce la DIVMS de la paja de ryegrass, atribuyéndose esta disminución a la presencia de productos que se forman al degradarse la lignina, y que inhiben la digestión ruminal.

Por otra parte, se han reportado incrementos de 12 unidades porcentuales en la DIVMS de la paja de trigo con *P. florida* (Zadrazil, 1977); sin embargo

Streeter y Horn (1980), indican que al incubar *P. ostreatus* por 28 días en paja de trigo, se mejoró la digestibilidad *in vitro* en sólo 6 unidades porcentuales.

Jalc *et al.* (1996), al tratar paja de trigo con *P. ostreatus* (po), un mutante de Po (po-m) y *Trametes gibosa* (tg), los cuales fueron incubados por 30 días a 28°C, encontraron que la digestibilidad *in vitro* de la MS, PC y cenizas se incrementaron; además se redujo el contenido de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA). La hemicelulosa disminuyó en mayor proporción y la lignina en menor proporción en la paja tratada con los tres hongos.

Ortega *et al.*, (1986), determinaron si el periodo de incubación (45 y 60 días) del hongo *P. ostreatus* aumenta el valor nutritivo y digestibilidad de la paja de cebada, para la alimentación de rumiantes. Los resultados mostraron que el porcentaje de proteína se mantuvo constante ($P > 0.05$) en todos los tratamientos (aproximadamente 2.67%), aumentando el contenido de cenizas en la paja incubada con el hongo por 60 días. El porcentaje de hemicelulosa y celulosa disminuyó significativamente ($P < 0.05$) en la paja incubada por 45 ó 60 días, con relación a la paja testigo, mientras que el de lignina aumentó aunque no en forma significativa en la paja incubada por 45 ó 60 días con relación a la paja testigo. Asimismo, los valores de energía fueron menores en las pajas incubadas que en la paja testigo; no habiendo diferencias en la DIVMS en todos los tratamientos.

Yamakawa *et al.* (1992) también observaron que la incubación de paja de arroz con *P. ostreatus* disminuyó el contenido de hemicelulosa e incrementó el consumo voluntario de la MS de 12-23 g/kg a 20 g/kg; aunque la digestibilidad *in vivo* disminuyó.

Streeter *et al.* (1982) reportan que la paja de trigo incubada con *P. ostratus* no mejoró la DIVMS, pero al incubarla con la bacteria *Erwinia carotovora*, se mejoró ($P < 0.05$) su digestibilidad de 32.7 a 47.7%, debido posiblemente a que esta última evitó la colonización de otros hongos o microorganismos indeseables, causando una mejora en el crecimiento micelial.

1.1.3. USO DE PAJAS TRATADAS EN ALIMENTACION ANIMAL

En una serie de experimentos realizados por Okamoto *et al.* (1992), usando cuatro cepas diferentes de *P. ostreatus* (Hi80-2, Hi76-3, lpb No. 53 y TMI 30026), observaron que después de 60 días de fermentación (hi80-2) en paja de arroz, disminuyó el contenido de lignina ácido detergente y la digestibilidad de la MS por las celulasas se incrementó de 31 a 52%; lo mismo se observó al tratar paja de trigo y paja de soya con lpb No. 53. Después de 135 días de incubación en paja de arroz (Hi 76-3 y TMI 30026) y 140 días para lpb No. 53, el consumo de materia orgánica (MO) digestible en borregos fue mayor que en borregos alimentados con paja no tratada; observándose además que TMI 30026 incrementó la digestibilidad de la materia orgánica (DMO) en 58%.

Aceves (1997), evaluó la calidad nutricional de la paja de trigo, tratada con el hongo *P. ostreatus*, encontrando que el contenido de MS, PC, FDN, FDA, lignina y sílice fueron similares ($P > 0.05$) en la paja tratada (PT) (89.54, 1.63, 83.78, 63.09, 13.27, 4.96%) y paja sin tratar (PS) (93.68, 1.19, 85.17, 59.54, 13.36 y 4.78%), observándose que el porcentaje de cenizas fue mayor ($P < 0.05$) en la PT (12.04) que en la PS (7.72), además la DIVMS fue mayor ($P < 0.05$) en la PS (41.78%) que en la PT (32.78%). Al proporcionar 70% de la dieta con PT o PS a ovinos, no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en la ganancia diaria de peso y consumo de alimento; siendo mayor la ganancia total de peso en la PS (6.06 kg) que en la PT (4.75 kg), teniendo también una mejor conversión alimenticia en la PS (16.91 kg) que en la PT (22.18 kg). La DVMS, balance de nitrógeno (BN) y valores de pH ruminal, a diferentes tiempos de muestreo, fueron similares ($P > 0.05$) en los dos tratamientos. Tampoco se encontraron diferencias en la digestibilidad *in situ* de la MS, FDN y FDA, indicando este autor que la paja tratada con *P. ostreatus* tuvo un menor valor nutritivo que la paja de trigo sin tratar, lo cual se vio reflejado en el poco aprovechamiento por los animales que la consumieron.

Yamakawa *et al.*, (1992), evaluó el efecto de la incubación de *P. ostreatus* en el consumo voluntario y digestibilidad de paja de arroz en borregos,

con un contenido de 65% de humedad y períodos de incubación de 100 a 140 días; encontró que la incubación disminuyó el contenido de hemicelulosa, aunque el cambio en el contenido de celulosa fue menor, debido a que los períodos de incubación no fueron lo suficientemente prolongados como para reducir la lignina detergente ácido, además observó que ésta disminuyó la digestibilidad aparente, en tanto que el consumo de MS aumentó de 12-13 a 20 g kg⁻¹.

Henics (1987) proporcionó paja de trigo degradada por *P. ostreatus* a 42 novillos Hungarian Pied X Holstein Frisian de 400 kg, en una prueba de alimentación que duró 138 días, la ración incluyó 2 kg de maíz, forraje de maíz picado o ensilaje de cebada a libre acceso además de 0, 3.0, 4.5, ó 6 kg de paja de trigo tratada con *P. ostreatus* y 3.0, 2.0, 1.0, 0.0 kg de heno de la región respectivamente, observó que el pH del líquido ruminal fue mayor y la concentración de ácidos grasos volátiles (AGV) totales menor, cuando se proporcionó paja tratada, además el autor indica que las bacterias amilolíticas, proteolíticas y celulolíticas, fueron afectadas en el rumen por la paja tratada, aunque no se observaron diferencias en el peso final, ganancia diaria de peso, consumo de alimento, así como las características de la canal en los animales tratados. Este autor indica que la baja capacidad celulolítica de las bacterias ruminales, fue causada probablemente, por metabolitos de la descomposición de la lignina.

Bobek *et al.* (1994) realizaron estudios con ratas a las que se les proporcionó una dieta con 0.3% de colesterol, suplementado con 5% de hongos (*P. ostreatus*) secos, enteros; se observó una reducción en los niveles de colesterol del suero y el hígado en un 82 y 55% respectivamente al final de la octava semana del experimento. La reducción del colesterol se debió a la disminución del contenido de colesterol en las lipoproteínas de muy baja densidad y en las lipoproteínas de baja densidad. La concentración de colesterol en las lipoproteínas de alta densidad se incrementó significativamente en 34%. Además los animales

alimentados con el hongo, tuvieron un nivel elevado de excreción fecal de esteroides neutrales en 32% y la excreción de ácidos biliares en 55%.

La actividad del colesterol 7 alfa hidroxilasa (enzima que limita el índice de catabolismo del colesterol) se incrementó en 33% y la actividad de lecitina colesterol acil transferasa también aumentó en 13%; estos autores también señalan que *P. ostreatus* estimuló la actividad de las enzimas superóxido dismutasas, catalasas y glutatión peroxidadas.

1.1.4. PARTICULARIDADES ANATOMICAS Y FISIOLÓGICAS DE LOS CONEJOS

El proceso digestivo de los conejos, inicia cuando el alimento es consumido. Los conejos mastican el alimento muy minuciosamente, dando aproximadamente 120 movimientos mandibulares por minuto, los que da como resultado la ingestión de partículas muy pequeñas (Cheeke, 1987).

El pH estomacal de los conejos adultos es muy bajo, de 1 a 2. Smith (1965) midió el pH del contenido estomacal de un gran número de especies animales, indicando que el estómago del conejo tiene un pH extremadamente bajo, por lo que el ambiente es muy apropiado para la muerte de bacterias y otros microorganismos, ya que el estómago e intestino delgado son esencialmente estériles. Brooks (1978) ha demostrado que en conejos lactantes, el pH es alto, de 5 a 6.5, aunque después del destete tiende a bajar de 1 a 3.

El intestino es el mayor sitio de la digestión y absorción de nutrientes, y se divide en tres áreas funcionales: el duodeno, el jejunio y el ileon. El duodeno es la porción anterior, es decir, es el área primaria de neutralización del material ácido que llega del estómago.

El ciego juega un papel muy importante en la digestión de nutrientes en conejos; ya que este es muy largo y termina en una bolsa ciega, llamada apéndice cecal, el cual secreta un fluido alcalino rico en iones bicarbonato (Williams *et al.*, 1961), que puede neutralizar los AGV, producidos durante la fermentación cecal. Además, este apéndice es un órgano linfóide que tiene un papel importante en la

resistencia a enfermedades. Se ha observado que el apéndice aumenta de tamaño cuando se proporcionan dietas bajas en fibra y ricas en carbohidratos fermentables; además de que estas dietas favorecen la producción de toxinas microbianas.

1.1.4.1 FISILOGIA DIGESTIVA DEL CONEJO

El aparato digestivo del conejo se diferencia de las especies no rumiantes, en que el ciego está muy desarrollado, lo cual tiene gran importancia en la digestión de la fibra y le permite como herbívoro aprovechar alimentos que poseen una elevada proporción de componentes fibrosos. A pesar de que ellos mismos no producen enzimas que transformen estos compuestos en sustancias que puedan aprovechar, poseen en su aparato digestivo una población microbiana con una actividad celulolítica importante (De Blas, 1984).

Los problemas relativos a la fisiología digestiva del conejo han sido objeto de estudio por diversos autores, calificando a estos animales como rumiantes modificados; por el papel que desempeña el ciego en la fermentación microbiana de la celulosa, que es similar a la efectuada en el rumen del bovino. Debido a que el ciego está situado en la parte posterior del estómago, la absorción de nutrientes es baja; supliendo esta desventaja con la práctica de la coprofagia ó cecotrofia que realiza el animal (Alba, 1978).

Se conoce con el nombre de coprofagia al proceso que conduce a la formación y expulsión de excrementos fecales de dos tipos: heces blandas o cecotrofos y heces duras o cagarrutas (Leng y Hornicke 1976). La coprofagia está regulada por las glándulas suprarrenales, iniciándose a las tres semanas de edad (Alba, 1978) aunque se menciona que dicha regulación actúa de acuerdo con el ritmo circadiano (Leng y Hornicke 1976).

La coprofagia es ventajosa cuando el alimento es escaso o de baja calidad, aunque en las explotaciones cunícolas modernas cada vez más

tecnificadas, donde se requieren alimentos con elevada concentración nutritiva que mantengan una velocidad de crecimiento rápido, las ventajas de la coprofagia parecen ser menores, ya que las heces blandas tienen un valor nutricional de alta calidad, que de alguna manera compiten con el alimento normalmente suministrado a libre acceso; en otras palabras cuando se restringe el alimento o éste es de baja calidad, la coprofagia puede mejorar el aporte de proteína y energía. Estos nutrientes de las heces son en general menos digestibles que los del alimento, por lo que su reingestión, cuando la ración se suministra a libre acceso empeora el balance de energía (De Blas, 1984).

Por lo general se da una fase cecotrófica cada 24 h, la cual está vinculada muy estrechamente con las horas luz, iniciándose en las primeras horas luz. En tal caso, la fase de cecotrofia se inicia por la mañana entre las cuatro y las seis; prolongándose hasta el medio día (Leng *et al.*, 1977).

Estos cecotrofos se distinguen de las heces duras por su aspecto y por su composición química, ya que tienen más proteínas y vitaminas, agua, ácido láctico y menos fibra (Alba, 1978).

Físicamente ofrecen el aspecto de bolas húmedas, más claras, aisladas o en forma de cadena o rosario, con olor distinto a las heces duras; incluso están más enriquecidas en aminoácidos y suplementan a las proteínas del alimento.

Leng *et al.* (1977), indican que existe una relación sodio-potasio con un efecto sobre la coprofagia, ya que los valores mínimos en la concentración de aldosterona en sangre, suelen corresponder con la fase de coprofagia, en tanto que los valores máximos, a la fase de producción de cagarrutas. Esta particularidad induce a pensar que la aldosterona interviene como mediadora en la regulación interna de la coprofagia.

1.1.4.2. MICROBIOLOGIA DEL TRACTO DIGESTIVO DEL CONEJO

Smith (1965) estudió la flora microbial del tracto digestivo de 15 especies de mamíferos, incluyendo al conejo, en el cual no encontró microorganismos en el

estómago e intestino delgado del conejo, mientras que la flora del intestino grueso estuvo formada en su mayoría, por diferentes especies de bacterias. Otros estudios, han confirmado una microbiología inusual del intestino del conejo; Govet y Fonty (1973) indican que la microflora del conejo está caracterizada por la dominancia de bacterias anaerobias estrictas, particularmente bacilos gramnegativos no esporulados (bacteroides).

Emaldi *et al.* (1979), reportan que la población bacteriana es capaz de utilizar urea, y amoníaco; así como degradar las proteínas. Por otra parte, se ha observado que la dieta puede alterar la población bacteriana, Morisse *et al.* (1985) indican que en dietas altas en fibra y bajas en carbohidratos solubles, los microorganismos fueron primeramente bacteroides y *Sfaeroforus*; y con una dieta alta en carbohidratos solubles, observaron predominantemente bacterias clostridias y *E. coli*.

Asimismo, la población de protozoarios en el intestino del conejo, no ha sido bien descrita, y su importancia en la fermentación cecal, no es bien conocida (Cheeke, 1987). Sin embargo, Lelkes (1986), reportan que los protozoarios están presentes en el ciego del conejo, con aproximadamente 10 millones de ellos por ml de contenido cecal normal. Estos autores también observaron que la población de protozoarios aumenta, cuando se presenta la enteritis mucoide.

1.1.5. LA FIBRA EN LA ALIMENTACION DEL CONEJO

La fibra puede tener varias definiciones, básicamente es la porción estructural de las células de la planta, que provee rigidez al tejido de ésta. Esta rigidez se debe a los compuestos químicos que contiene.

Dos de los mayores componentes son la celulosa y la lignina. La celulosa es un carbohidrato, compuesto de moléculas de glucosa, las cuales están unidas químicamente por enlaces beta glucosídicos; sin embargo, el conejo no posee las enzimas celulasas, que pueden romper estos enlaces.

Otro compuesto de la fibra es la lignina; ésta es indigestible y se deposita en las paredes celulares de las plantas maduras; uniéndose a la celulosa y hemicelulosa, a este proceso se le llama lignificación (Cheeke y Patton, 1980).

La lignina es el factor más importante que limita la utilización de las paredes celulares por los herbívoros. Este es el mayor polímero en el cual sus componentes no son claramente conocidos como sucede con los aminoácidos, proteínas y azúcares; es decir, la lignina varía taxonómicamente, especialmente entre monocotiledoneas, dicotiledoneas (angiospermas y gimnospermas).

La lignina de los pastos contiene ácido P-cumárico en cantidades suficientes para considerarse el mayor de los ácidos hidroxibensaldehído y ferúlico, los cuales no están uniformemente distribuidos en las paredes del tejido lignificado de los pastos.

Por otro lado el contenido de N de la FDA de los forrajes, se ha correlacionado positivamente con el contenido de lignina y negativamente con la digestibilidad (Van Soest, 1994).

El tratamiento de las paredes celulares con celulasas fungales libera sus componentes, por lo que el ácido ferúlico o ácido p-cumárico, son ésteres unidos a la hemicelulosa por las cadenas de xilosa y arabinosa (Muller-Itarvey y McAllan, 1989; citados por Van Soest, 1994)

Estos compuestos fenólicos solubles, están negativamente relacionados a la digestibilidad. Incluso algunos estudios indican que el ácido ferúlico y el ácido p-cumárico, inhiben a las bacterias del rumen (Jung et al, 1983); además, los hongos anaerobios ruminales poseen esterasas capaces de hidrolizar la unión éster fenólico (Van Soest, 1994), por lo que los compuestos fenólicos solubles están directamente relacionados a la digestibilidad del pasto ryegrass; Hartley (1972) indica que la toxicidad causada a las bacterias del rumen disminuye con la dimerización del fenol.

1.1.5.1. IMPORTANCIA DE LA FIBRA EN LA ALIMENTACION DEL CONEJO

Es necesario reconocer la importancia que tienen los herbívoros en la digestión de la fibra. Hintz *et al.* (1978), los definen como animales que pueden subsistir con una dieta basada únicamente en forrajes. Dependiendo de la digestión microbiana en el intestino grueso, los conejos pueden aprovechar ciertos alimentos fibrosos aún cuando son un 50% menos eficientes en digerir la fibra que el ganado bovino (Slade y Hintz, 1969). Una explicación de la baja eficiencia en la digestión de la fibra por los conejos, puede ser la rápida velocidad de paso del alimento (Pickard y Stevens, 1972), que impide que los microorganismos del ciego tengan el tiempo suficiente para digerir la fibra.

Por otra parte, algunos autores han sugerido que una de las posibles causas de la enteritis mucoide es la falta de material fibroso en la dieta; ya que se ha comprobado que los síntomas desaparecen en parte, al suministrar paja a los animales enfermos (De Blas, 1984). La fibra al estimular el consumo de alimento, incrementa con esto la motilidad colónica-cecal, ya que las dietas bajas en fibra causan enterotoxemia (enteritis), debido a la hipomotilidad, dando lugar a la proliferación de agentes patógenos como *Clostridium spiroforme* (Cheeke y Patton, 1980). Además la fibra protege también contra los efectos de la bola de pelo que se forma al comer su propio pelo, en el estómago de los conejos (Aderibigbe *et al.*, 1992). Estas bolas de pelo, especialmente prevalecen en conejos de la raza Angora; sin embargo, en hembras preñadas estas producen cetosis y síndrome del hígado graso. Se ha observado también que cuando se incrementa la fibra en la dieta, se reduce este problema, al reducir el consumo de pelo, ya que los conejos comen su pelo cuando consumen alimento con bajo contenido en fibra, en un intento aparente para satisfacer sus necesidades de fibra, además de que el forraje consumido ayuda también a arrastrar el pelo del estómago (Patton *et al.*, 1983).

El alto requerimiento de fibra para regular el tiempo de paso del alimento en el tracto digestivo de los conejos, ha promovido la búsqueda de alternativas por

varios investigadores; ya que la fibra es el segundo nutriente más importante desde el punto de vista económico, después de la energía digestible, en la formulación de dietas para conejos (García *et al.*, 1996).

La determinación del nivel mínimo de fibra en las raciones, que conjugue un buen estado sanitario y un bajo índice de conversión, ha sido objeto de numerosos trabajos. De Blas *et al* (1986), usando diferentes niveles de fibra (9.1, 11.7, 14.8, 19.4 y 23%) y almidón (30, 22.9, 21.6, 18.0, 15.4 y 12.7 %), evaluaron el comportamiento de conejos Nueva Zelanda Blancos de 28 a 30 días de edad, encontrando que a medida que se incrementa el nivel de fibra por arriba de 17% y disminuye el de almidón por debajo de 18%, empeora la eficiencia alimenticia. Abul-Ella *et al.* (1996), realizaron un estudio utilizando niveles máximos y mínimos de fibra en dietas para conejos; encontrando que la mayor ganancia de peso, consumo de alimento y peso de la canal se registraron para los conejos del grupo con niveles de 14-17.5% de fibra cruda en la dieta. Asimismo, los menores consumos y ganancias de peso, se registraron en los conejos que consumieron 7.2% de fibra cruda; por lo tanto recomiendan usar niveles de 14 y 17.5% durante el período de engorda de los conejos.

Por otro lado Champe y Maurice (1983) indicaron que el nivel óptimo de fibra para conejos Nueva Zelanda Blancos, de cuatro semanas de edad, fue de 12%, variando en función del tipo de forraje.

Fraga *et al.* (1984), estudiaron los niveles de FC y PC sobre la velocidad de crecimiento y los parámetros digestivos de los conejos, suministrando niveles de FC de 7.3, 10.0, 7.9, 10.5, 14.4, 19.0 y 16.0%, además de 12.9, 14.2, 16.0, 13.3, 16.0, 13.9, 14.5 y 16% de PC con base a MS, observando que los coeficientes de digestibilidad de la energía, disminuyeron a medida que aumentó el nivel de fibra en las dietas. El consumo de MS de cada alimento resultó estar afectado por el contenido de fibra; concluyendo que por cada aumento de una unidad en el contenido de FDA del alimento, el consumo de MS aumentó 3.22 gd¹.

Estos investigadores, estudiaron el tiempo de permanencia del alimento en el aparato digestivo. En general se observó que a medida que aumentó el

contenido en fibra, disminuyó la permanencia del alimento; esto se debe al mayor consumo de alimento para cubrir las necesidades energéticas; indicando que un alimento con 15% ó más de FC, muestra como promedio un tiempo de permanencia menor a 11.7 hr, y alimentos con menos de 11% de FC es de 18.3 hr.

El coeficiente de digestibilidad de la FC varía considerablemente, dependiendo del tipo de forraje. Los alimentos altos en celulosa y lignina, generalmente tienen una digestibilidad de aproximadamente 15% en conejos; para material no lignificado como la pulpa de remolacha, la digestibilidad de la fibra cruda puede ser de hasta 60% (Martens y DeGroot, 1984). De Blas *et al.* (1984) indican que el factor principal que influye en el contenido de energía digestible de la dieta de los conejos, es el contenido de fibra y puede ser calculada por la ecuación de regresión para la estimación de la digestibilidad de la energía bruta (EB):

1. Digestibilidad de la EB = $72.16 - 0.93FC$ ($r = 0.42$)

2. Digestibilidad de la EB = $84.77 - 1.16FDA$ ($r = 0.82$).

(De Blas *et al.*, 1984)

Sugiriéndose que la ecuación dos puede tener mayor precisión; aunque las dos pueden ser satisfactorias para la mayoría de las dietas, excepto para aquellas en la que el tipo de fibra es altamente digestible.

1.1.6. FERMENTACION CECAL

Además de desempeñar un papel regulador de la velocidad de paso, la fibra es digerida aunque en pequeña proporción, en el ciego, dando lugar a la producción de AGV, que contribuyen en parte a cubrir las necesidades energéticas del animal.

Los AGV son producidos y absorbidos en el intestino grueso con el transporte de electrolitos (Leng, 1978), y se encuentran bajo control hormonal (Marty y Vernay, 1984).

La contribución de los AGV al requerimiento de energía para mantenimiento de los animales, depende del tipo de dieta, dicho aporte se ha establecido en un 15 a 30% para el ganado bovino y en los conejos se considera en un 10 a 20% (Hoover y Hitman, 1978); aunque Parker y McMillan, (1976) indica que el 40% de la energía requerida para el conejo, se deriva de los AGV, principalmente del ácido acético, producido en el intestino grueso.

En otras investigaciones Vernay *et al.* (1984) , han demostrado que la absorción y catabolismo de los AGV se incrementa durante la fase de formación de heces, cuando la actividad de las glándulas adrenales aumenta.

Estos autores indican que los metabolitos bacterianos son parcialmente metabolizados en las células del colon en el orden de butirato, propionato y acetato, ya que éstos parecen proveer regularmente la energía para estas células.

Después de ser absorbidos en el intestino, los AGV y el lactato pasan directamente al hígado, antes de entrar a la circulación general; en tanto que los metabolitos bacterianos que son absorbidos en el estómago, pasan directamente al torrente sanguíneo durante la fase de formación de heces duras. Se ha observado que en la sangre mesentérica de los conejos la proporción molar del butirato es de 170 mM/M, más alto que en otros animales con estómago simple y que en rumiantes, que es de 15 a 50 mM/M (Marty y Vernay, 1984).

Vernay (1987) indica que el propionato y butirato son removidos de la sangre portal, aunque este último es cetogénico, el cual es utilizado para la producción de energía en las mitocondrias del hígado o bien para la lipogénesis. El butirato parece ser utilizado rápidamente por el tejido hepático en un 84% aproximadamente, estos autores también indican que el hígado de los conejos es el sitio más eficiente para la absorción de acetato, en una proporción de 0.21 a 0.37, contra 0.04 a 0.10 mM para los rumiantes, inclusive en este lugar, el acetato es metabolizado para la lipogénesis y colesterogénesis (Marty y Vernay, 1984), aunque se cree que también pasa al ciclo del ácido tricarboxílico y es convertido a cetoglutarato (Annison *et al.*, 1957).

Con respecto al propionato, parece ser que entra a la ruta metabólica por la vía del metilmalonil; por lo tanto el propionato entra a la ruta como succinil CoA intramitocondrial y el succinato es oxidado a oxaloacetato, siendo precursor en la gluconeogénesis (Marty y Vernay, 1984).

1.1.7. LA ENERGIA EN LA ALIMENTACION DEL CONEJO

Muchos procesos esenciales para la vida consumen energía. En los organismos, la energía requerida para los procesos se obtiene a partir de la energía química contenida en los alimentos; la cual en principio, deriva de la energía solar. Es el proceso fotosintético de las plantas verdes el que utiliza la energía solar como fuente de energía primaria, para la síntesis de los compuestos orgánicos, fundamentalmente los carbohidratos, y estos constituyen la fuente principal de energía que demandan los organismos para la realización de sus procesos vitales (De Alba, 1980).

El animal obtiene la energía a partir de los alimentos, y la cantidad de energía química que posee un alimento se determina convirtiéndola en energía calórica y midiendo el calor producido. Esta conversión se realiza oxidando el alimento mediante combustión; la cantidad de calor que resulta de la oxidación

completa de la unidad de peso de un alimento se conoce como energía bruta (EB), y la energía digestible (ED) de un alimento viene dada por la diferencia entre su contenido de energía bruta y las correspondientes pérdidas en heces; por lo tanto, los factores importantes que determinan la eficiencia de utilización de la energía del alimento, son las cantidades de calor perdida en las heces (Mc Donald, *et al.*, 1981).

1.1.7.1. REQUERIMIENTO DE ENERGIA EN LOS CONEJOS

Los requerimientos de energía de los animales, están influenciados por su estado de producción y productividad. Partridge *et al.* (1983), han estimado que el requerimiento para mantenimiento de conejas Nueva Zelanda es de aproximadamente 96 kcal de energía metabolizable (EM) $\text{EM kg}^{-1} \text{W}^{0.75-1}$. En otro estudio, Partridge *et al.* (1986), determinaron el valor de 79 kcal $\text{kg}^{-1} \text{W}^{0.75-1}$ de EM para hembras preñadas y no preñadas; y 114 kcal $\text{kg}^{-1} \text{W}^{0.75-1}$ para hembras lactantes.

El requerimiento de energía para funciones productivas en conejos, ha sido estudiado por varios autores. Lebas (1975), reporta que se requieren 9.5 kcal de ED por gramo de ganancia de peso.

El requerimiento para mantenimiento de conejos Nueva Zelanda de 4 a 8 semanas de edad, fue estimado en 49 kcal d^{-1} (Red *et al.*, 1980); sin embargo, Pote *et al.*, (1980), indican un requerimiento aproximado de 350 kcal de ED d^{-1} para conejos de 4 a 8 semanas.

Cheeke (1987), menciona que niveles por debajo de 2500 kcal de ED kg^{-1} en la dieta, el consumo de alimento puede no ser el adecuado para proveer suficiente consumo de ED para una máxima ganancia.

1.1.7.2.- USO DE CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN LA ALIMENTACION DEL CONEJO

Los carbohidratos son sustancias que se encuentran en el tejido de las plantas como un producto de la fotosíntesis. Los azúcares simples como la glucosa, fructosa y ribosa, son la unidad básica de la estructura de los carbohidratos (De Alba, 1980).

Los carbohidratos solubles como el almidón, es el principal constituyente de los granos y cereales. El maíz, sorgo y trigo son los que tienen un mayor contenido de éste y la avena y cebada presentan un mayor contenido de celulosa y pentosanas.

El almidón es un carbohidrato almacenado como una reserva de energía en semillas de plantas y tubérculos; consiste de un gran número de moléculas de glucosa unidas, las cuales forman cadenas de amilosa y amilopectina (Mc Donald *et al.*, 1981).

1.1.7.2.1 USO DE ALMIDON COMO FUENTE DE ENERGIA EN LA ALIMENTACION DEL CONEJO.

La existencia de un periodo crítico en los gazapos, se da por el cambio del consumo de leche al consumo exclusivo de alimentos sólidos; presentando una gran susceptibilidad a infecciones microbianas (De Blas y Villamide , 1990).

El factor de la dieta que predispone a la manifestación de la diarrea en los gazapos, es el contenido de almidón, ya que se ha comprobado que los gazapos presentan un sistema enzimático pancreático inmaduro, observándose cantidades significativas de almidón en el ciego, cuando se usan dietas altas en almidón (De Blas *et al.*, 1986). La digestibilidad ileal del almidón en los conejos jóvenes, no depende solamente de la edad, sino también de su tipo y nivel en la dieta (Gidenne *et al.*, 1990).

Por lo tanto, es importante mencionar que la digestibilidad del almidón en dietas basadas en maíz, es significativamente menor, comparándola con dietas basadas en cebada, especialmente al inicio de la engorda (De Blas y Villamide, 1990). La hipótesis de que el exceso de almidón en el intestino grueso causa problemas en conejos jóvenes (Cheeke y Patton, 1980), es considerada solamente en el período comprendido entre los 21 y 40 días de edad, ya que alrededor de la quinta semana de vida, el sistema enzimático-pancreático muestra un rápido desarrollo (De Blas *et al.*, 1986).

En conejos adultos, la cantidad de almidón que llega al intestino grueso es pequeña, cuando las dietas contienen alta proporción de granos de cereales; ya que no se altera el pH o la concentración de amoníaco en el ciego (Carabaño *et al.*, 1988).

Dado que el almidón no se hidroliza completamente en el Intestino delgado, el cual es rápidamente fermentado por la flora cecal, la proporción de almidón digerido por la flora intestinal, es de especial importancia en conejos recién destetados, porque la amilasa pancreática no está bien establecida antes de las seis semanas de edad (Gidenne, 1996). De Blas *et al.* (1986), reportan en conejos de seis semanas de edad, que cuando el nivel de almidón de la dieta se incrementa de 16 a 25%, el contenido de almidón en el ciego, puede alcanzar niveles de 6%. Por lo tanto, las dietas con almidón pueden representar un papel importante en la interacción con la fibra, para controlar la digestión en el segmento ciego-colon del tracto digestivo; Henning *et al.*, (1980) indican que cuando las dietas para rumiantes, contienen aproximadamente 30 a 40% de grano, la digestibilidad de la celulosa y hemicelulosa disminuye, debido posiblemente a la disminución del número de bacterias celulolíticas y/o a su tasa de crecimiento y disminución de la tasa de síntesis de celulasas. Por su parte Gidenne y Pérez (1993) indican que en conejos adultos, a los que se les restringió el alimento, se observa un incremento en el flujo de almidón ileal (sin cambios en el consumo de fibra), lo cual está asociado con una mayor digestión de la fibra y sin que se observe un menor tiempo de retención.

El efecto del almidón y fibra en la actividad fermentativa cecal y la producción de biomasa bacteriana diaria, fue comparado en conejos en crecimiento por Jehl *et al* (1996), proporcionándoles una dieta rica en almidón (26.6 g kg⁻¹ de MS) o una dieta rica en fibra digestible (27.1 g kg⁻¹ MS de hemicelulosa más peptina), con un contenido similar de 20.5 g kg⁻¹ de MS de FDA, observándose una mayor concentración de AGV, asociado con una mayor producción de biomasa bacteriana (excretada en heces duras y suaves) en las dietas ricas en fibra digestible.

Morisse *et al.* (1985), sugieren que las dietas bajas en almidón y altas en fibra, pueden alterar la fermentación cecal, ya que llegan muy pocos azúcares fermentables al ciego.

En contraste, Cheeke y Patton (1980), indican que el exceso de carbohidratos en el ciego, puede causar trastornos digestivos, específicamente, la entrada de glucosa al ciego (originada por la digestión del almidón), ya que favorece el desarrollo de especies patógenas como *Clostridium spiriforme*, las cuales pueden producir enterotoxemia. Estas toxinas pueden dañar la mucosa intestinal, alterando su permeabilidad; es decir, pueden promover el movimiento de electrolitos de la sangre al tracto digestivo, lo cual, por efectos osmóticos incrementa el contenido de agua de las heces, causando diarrea. Las toxinas bacterianas pueden ser absorbidas y causar envenenamiento agudo, matando a los conejos.

Existe otro tipo de toxinas mucho más peligrosas; extremadamente letales como las de *Clostridium botulinum*, las cuales pueden producir botulismo (Cheeke y Patton, 1980). Por lo tanto, la mortalidad se incrementa significativamente, cuando se usan dietas altas en almidón en aproximadamente 25% (Borriolos y Carman, 1983).

Butcher *et al.* (1983), estudiaron dos niveles de energía metabolizable y su efecto sobre el crecimiento, así como el peso y características de la canal. Las dietas utilizadas contenían 2000 y 2500 kcal de EM kg⁻¹ de MS (baja y alta energía, respectivamente). La ganancia diaria de peso y el peso al sacrificio fue

diferente con la dieta ($P < 0.001$) al suministrar la dieta con menor EM. Con relación al balance de energía, los tratamientos indicaron un valor de EM para las dietas con alta y baja energía de 2470 y 1710 kcal kg⁻¹ de MS, respectivamente.

De Blas y Galvez (1975), estudiaron la retención de N y energía (E) en gazapos de diferentes edades (0, 10, 20, 30, 40, y 50 días de edad). Durante los primeros 21 días de edad, los gazapos recibieron leche sólo una vez al día, el consumo de leche se estimó por el incremento en peso de la camada antes y después de la lactación. De los 21 a los 35 días de edad, los conejos recibieron además de una lactación al día, una dieta idéntica a la leche materna, proporcionada a libre acceso. De los 35 días en adelante, los conejos recibieron a libre acceso en una sola comida, una dieta que contenía 86.2% de MS, 7.2% de cenizas, 15.2% de PC, 3.4% de extracto etéreo (EE), 16.8% de fibra cruda (FC) y 57.4% de extracto libre de nitrógeno (ELN). Los animales fueron sacrificados después de haberlos pesado y quitado el contenido del tracto digestivo, observándose los siguientes resultados: se obtuvo un consumo de PC (como porcentaje de la MS) y EB (kcal g⁻¹ MS) de 62.9, 67.4, 65.6, 63.3, 62.9, 61.3, y 60.2; así como 5.8, 5.42, 5.48, 5.50, 5.48, 5.59, 5.65, respectivamente, a los 0, 10, 20, 30, 40 y 50 días de edad. Igualmente, se observó una retención de energía (kcal d⁻¹) de 10.7, 26.5, 39.0, 48.9, 72.6 y 57.3 con una deposición de proteína g d⁻¹ (N X 6.25) de 1.45, 3.09, 4.28, 5.56, 7.31, y 5.44 respectivamente, para los mismos tratamientos.

1.1.7.3. DIGESTION DE LOS CARBOHIDRATOS

La digestión de los carbohidratos implica la degradación de compuestos complejos, en azúcares simples como la glucosa.

Las enzimas digestivas son secretadas por el páncreas, y también por células de la mucosa intestinal (Mc Donald *et al.*, 1981).

La actividad de la mayoría de las enzimas que digieren carbohidratos, es baja en animales recién nacidos; con excepción de la lactasa, la cual es mayor en el período neonatal. Alus y Edwards, (1977) estudiaron la secreción de enzimas digestivas en el conejo, del nacimiento al destete. El exámen del contenido estomacal reveló una total dependencia de la leche a los 10 días después del nacimiento; observándose aproximadamente un 5% del consumo total de alimento sólido en el día 15. Alrededor del día 20, la coprofagia va tomando lugar, y el alimento sólido constituye la mayor cantidad de alimento consumido. De los días 20 al 30, los niveles de sucrasa y maltasa intestinal se incrementan en 27 y 14 veces más, respectivamente. La amilasa pancreática se incrementa ligeramente del nacimiento a los 15 días de edad y alrededor de 60 veces más en los siguientes 15 días.

Catala y Bonnafaus (1979), estudiaron la secreción de amilasa en conejos, indicando que su máxima actividad se observó en el duodeno, con una menor actividad en el tracto inferior. Wolteret *al.* (1980), estudiaron la digestibilidad del almidón en diferentes partes del tracto digestivo de los conejos. Los porcentajes de digestibilidad acumulada fueron para el estómago 31%; intestino delgado, 82%; ciego, 86%; colon, 92% y heces 97%.

La digestibilidad del almidón está influenciada por su composición, forma física, interacción proteína-almidón, factores antinutricionales; así como la forma física de los ingredientes. En general, el almidón de cereales es más rápidamente digerido que el almidón de raíces y tubérculos (Cheeke, 1987).

1.1.7.4. UTILIZACION DE GRASAS EN LA ALIMENTACION DEL CONEJO

Los lípidos son un conjunto heterogéneo de moléculas orgánicas, cuya característica fundamental es ser insolubles en agua y solubles en solventes orgánicos. Su función biológica es asimismo muy diversa, la de algunos es fundamentalmente energética, dado su alto valor calórico (alrededor de 9.3 kcal g¹). Este grupo está representado por los ácidos grasos de cadena larga, que son los más abundantes y que se almacenan en forma de ésteres del glicerol (triacilglicéridos) (Lehninger, 1977).

Se ha considerado que la adición de grasas a los alimentos de conejos en crecimiento, hace posible incrementar su nivel de energía, sin agregar almidón en grandes cantidades y con niveles mínimos de fibra (Maertens, 1992); ya que los conejos en crecimiento digieren las grasas eficientemente. Además, se menciona la existencia de un efecto sinérgico de las grasas de origen animal y vegetal, incrementando la digestibilidad de otros compuestos de la dieta como fibra, proteína y carbohidratos (Maertens *et al.*, 1986); aunque de acuerdo a Fekete *et al.* (1990), la adición de grasas solamente mejora la digestibilidad de los carbohidratos estructurales (FDN) en dietas bajas en energía.

Falcao *et al.* (1996), estudiaron los efectos del nivel de grasa (0, 4 y 8%) y dos tipos de fibra (salvado de trigo y paja de chicharo), en la alimentación de conejos de cinco semanas de edad, encontraron que el incremento de grasa y la paja de chícharo, redujeron el consumo diario de alimento, la ganancia diaria de peso y empeoraron la conversión alimenticia. El tipo de fibra no afectó la digestibilidad de las fracciones de la pared celular, excepto la de FDN. Asimismo, la adición de grasa redujo la digestibilidad de la MS, MO y energía y se incrementó la digestibilidad de la FDN, FDA, hemicelulosa y celulosa. La digestibilidad de la grasa y proteína cruda no se vieron afectados por el nivel de grasa, en tanto que la grasa incrementó aproximadamente en 50% el peso relativo del ciego. Estos resultados muestran que es posible la adición de 4% de sebo, sin ningún efecto negativo en su crecimiento; ya que cuando se utilizó un 8%, se observó una

reducción en la digestibilidad aparente de la MS, MO y energía, además se tuvo un mejor efecto cuando se utilizó salvado de trigo

Teleky y Darwish (1970), señalaron un mayor coeficiente de digestibilidad, cuando fue agregada grasa a la dieta. Lebas (1975), no observó un aumento en la digestibilidad de la energía, cuando agregó a la dieta 110 g kg⁻¹ de aceite de maíz.

Santomá *et al.* (1987), estudiaron la influencia del tipo y nivel de grasa en diversas variables de crecimiento, digestibilidad aparente de la dieta y valor de la energía de las dietas comerciales, que contenían un nivel promedio de FDA de 190 g kg MS⁻¹. Las dietas contenían 30 o 60 g kg⁻¹ de cinco tipos de grasas animales y vegetales: grasa de res (T), de cerdo (L), aceite de girasol (SO), dos subproductos de la refinería del aceite: oleína de girasol (O) y lecitina de soya (S), así como mezclas en proporción 2:1 de T + S, L + S, O + S, y T + O; con una dieta testigo, respectivamente. Las dietas fueron formuladas para mantener un nivel de 190 g kg⁻¹ de FDA y 23.9 mcal de ED g⁻¹ de proteína digestible. Los resultados indicaron que cuando el nivel de O en la dieta se incrementó, se afectó significativamente el crecimiento (P<0.001); aunque las otras grasas no tuvieron ningún efecto significativo en esta variable (P>0.05). Además, se observó un aumento en la conversión alimenticia, en las dietas que contenían 60 g de grasa kg⁻¹ (P< 0.05). Este aumento no sólo se debió a la alta concentración de energía bruta en las dietas con grasa; sino también a la alta digestibilidad de la energía.

Lavin (1972) utilizó 0, 2.5, 5, 7.5 y 10% de sebo, en la alimentación de conejos en crecimiento y engorda; observó que el tratamiento que contenía 0% de sebo, fue estadísticamente superior a todos los demás; ya que los conejos consumieron menor cantidad de alimento a medida que la proporción de grasa aumentó en la ración. En la etapa de crecimiento, incluso se notó un desbalance nutricional, principalmente de aminoácidos esenciales; observándose abundante caída de pelo, lo cual puede atribuirse a esta deficiencia nutricional. Para la etapa de finalización, el tratamiento que contenía 10% de sebo, resultó superior a los demás, en cuanto a eficiencia alimenticia.

Lebas y Fortun-Lamothe (1996), estudiaron los niveles de energía en el comportamiento reproductivo de conejas (almidón comparado con aceite), con dos niveles de energía, 2364 y 2900 kcal kg MS⁻¹. Los resultados no mostraron efectos positivos al proporcionar las dietas altas en energía, en cuanto al comportamiento reproductivo de los animales, ya que el consumo de alimento fue mayor en 20.7% en el grupo con menor contenido de energía, que en el de mayor contenido de energía, aunque el consumo de ED fue similar en los dos grupos (889 kcal d⁻¹). Además, el peso de las crías, el porcentaje de crías muertas y mortalidad de gazapos durante la lactancia, fue menor en el grupo con menor energía en la dieta.

Maertens *et al.* (1986), compararon sebo de res, grasa de cerdo, una mezcla de ellos y aceite de soya, en niveles de 6 y 12% en dietas para conejos, encontrando que el aceite vegetal generalmente fué más digestible y presentó mayor contenido energético que las grasas animales.

1.1.8. REGULACION DEL CONSUMO DE ALIMENTO DE CONEJOS EN CRECIMIENTO

Muchos estudios han demostrado claramente que el nivel de energía de la dieta, es el factor más importante para controlar el consumo de alimento en los conejos; es decir, estos pueden ajustar su consumo voluntario en respuesta a los cambios en la concentración de energía de la dieta. Esta regulación del consumo, conlleva a un consumo constante de energía; aunque ésto es posible, cuando la concentración de ED está por arriba de los 2300 kcal (Maertens *et al.*, 1988).

Castelló y Gurri (1992), estudiaron los efectos de dos niveles de energía en el alimento y dos programas de alimentación, en el comportamiento de conejos en crecimiento; para lo cual proporcionaron una dieta baja y otra alta en energía (2400 y 2500 kcal kg⁻¹ de ED, respectivamente), en tanto que a un grupo de animales se les proporcionó alimento a libre acceso, y a otro sólo alimento

por seis horas (de las 12.00 a las 18.00 hr). Los resultados no mostraron diferencias entre tratamientos en la ganancia de peso o en el consumo de alimento; aunque si se observó una disminución significativa en el rendimiento de la canal entre los animales a los que se les restringió el alimento.

Valle-Cerdán (1992), menciona que la restricción alimenticia puede también controlar el consumo de energía, disminuyendo con esto el consumo de MS y la mortalidad, sin alterar las ganancias de peso de los conejos.

2.0 MATERIAL Y METODOS

2.1. LOCALIZACION

Esta investigación se realizó en las instalaciones de la Unidad de Producción Cunicola del Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No 39, ubicado en Temoac, Morelos, México; localizado a una latitud y altitud de 18°40' 00" y 1550 m sobre el nivel del mar.

2.2. CLIMA

El clima de la región de acuerdo a la clasificación climatológica de Koppen, modificado por García (1988), a las condiciones de la República Mexicana, queda definido como Awo (w) (i) g: cálido subhúmedo con lluvias en verano, el más seco de los subhúmedos, con temperatura media anual entre 20 y 24°C.

2.3. INSTALACIONES

Se empleó un local de 10 m de largo por 6 m de ancho, orientado al norte con ventilación natural, con un pasillo central y jaulas a ambos lados. Con piso de concreto y drenaje, con el fin de eliminar excretas y orina.

Para este estudio se utilizaron 38 jaulas metálicas de 100 cm de largo, 60 cm de ancho y 40 cm de alto, divididas cada una en tres secciones, de tal forma que se tuvieran 114 secciones y aproximadamente 33 cm por sección.

2.4. ANIMALES

Se utilizaron 114 conejos machos Nueva Zelanda Blancos destetados, con una edad y peso promedio de 50 días y 1.3 kg, respectivamente.

Se emplearon 6 animales por tratamiento, y un animal por repetición; siendo cada animal, una unidad experimental. A todos los conejos se les proporcionó alimento y agua a libre acceso.

2.5. TRATAMIENTOS

Se estudiaron 19 tratamientos, para probar el efecto de la inclusión en la dieta de conejos en engorda, de dos tipos de paja de cebada (sin tratar y tratada con el hongo *Pleurotus ostreatus*) en diferentes proporciones (15, 20 y 30%), y de tres niveles de energía (2500, 2600 y 2700 kcal kg⁻¹ de ED); además se utilizó un alimento comercial como testigo.

Todas las dietas fueron isoprotéicas, conteniendo en promedio de 17%± de PC, el nivel de energía varió de acuerdo al tratamiento 2500, 2600 y 2700 kcal kg⁻¹, las cuales se formularon de acuerdo a los requerimientos establecidos por el NRC (1977) para conejos en engorda, (Cuadro 2.5.1).

Cuadro No. 2.5.1. Diferentes niveles de inclusión de energía y tipo de paja, que conformaron los tratamientos experimentales.

Nivel de Energía						
Kcal kg ⁻¹	Paja	Sin ^a Tratar	% inclusión	Paja	Tratada	
	15	20	30	15	20	30
2500	T1	T2	T3	T10	T11	T12
2600	T4	T5	T6	T13	T14	T15
2700	T7	T8	T9	T16	T17	T18
3200	T19*					

* T19: testigo alimento comercial LA HACIENDA

La paja de cebada tratada (PT) se usó como sustrato para cultivar hongos del género *Pleurotus*, con una incubación de 50 días; donada por una granja comercial del municipio de Topilejo, Distrito Federal, México. La paja sin tratar (PST), fue proporcionada por la misma granja, las pajas se secaron y picaron a un tamaño de 0.5 a 1 cm para ser mezcladas con los demás ingredientes en las dietas que se proporcionaron a los conejos. En las pajas, así como en las dietas se determinó el contenido de humedad, cenizas, proteína cruda (PC) según la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1980); fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina, según Goering y Van Soest (1975) y el contenido de energía bruta en las dietas según la técnica de Tejada (1985).

La composición de las pajas utilizadas se muestra en el Cuadro 2.5.2.

Cuadro 2.5.2. Composición química de la paja tratada y sin tratar con *P. ostreatus*

	Paja Tratada %	Paja Sin Tratar %
Humedad	7.0	6.5
Proteína Cruda	6.6	3.0
Cenizas	11.0	4.5
LIGNINA	12.2	10.7
CELULOSA	39.1	29.1
FDA	52.2	54.5
FDN	60.3	72.9

2.6. DIETAS

La composición de las dietas que se ofrecieron a los conejos en los diferentes tratamientos con paja tratada y sin tratar, se presentan en los Cuadros 2.6.1, 2.6.2. y 2.6.3.

Cuadro 2.6.1. Dietas con diferentes niveles de paja tratada y sin tratar con 2500 kcal kg⁻¹

Ingredientes	Niveles de paja tratada ó sin tratar		
	%	%	%
Paja de cebada*	15.0	20.0	30.0
Pasta de soya	21.0	26.0	29.0
Sorgo molido	30.0	30.3	31.0
Salvado de trigo	22.3	11.3	----
Meláza	10.0	10.0	9.0
Sal común	0.5	0.5	0.5
Roca fosfórica	1.2	1.2	1.2
	100.0	100.0	100.0

Datos en base seca

* Paja de cebada tratada ó sin tratar

Cuadro 2.6.2. Dietas con diferentes niveles de paja tratada ó sin tratar con 2600 kcal kg⁻¹

Ingredientes	Niveles de Paja Tratada o sin Tratar %		
	15.0	20.0	30.0
Paja de Cebada	15.0	20.0	30.0
Pasta de soya	25.0	29.0	28.0
Sorgo	38.0	38.0	31.3
Salvado de trigo	9.8	1.3	—
Melaza	9.0	8.0	7.0
Sal	0.5	0.5	0.5
Roca fosfórica	1.2	1.2	1.2
Sebo	1.5	2.0	2.0
	100.0	100.0	100.0

Datos en base seca

Cuadro. 2.6.3. Dietas con diferentes niveles de paja tratada y sin tratar con 2700 kcal kg⁻¹

Ingredientes	Niveles de Paja Tratada ó sin Tratar %		
	15.0	20.0	30.0
Paja de cebada	15.0	20.0	30.0
Pasta de soya	26.0	27.0	26.3
Sorgo	37.0	37.0	30.0
Salvado de trigo	6.3	0.3	-----
Melaza	9.0	9.0	6.0
Sal	0.5	0.5	0.5
Roca fosforica	1.2	1.2	1.2
Sebo	5.0	5.0	6.0
Total	100.0	100.0	100.0

Datos en base seca

Cuadro 2.6.4. Composición química de las dietas utilizadas

	Paja	Sin	Tratar	Paja	Tratada		Testigo
			Nivel	de	Paja		
	15	20	30	15	20	30	
Humedad	5.7	5.4	5.5	9.7	6.3	6.8	4.4
P.C.	17.3	16.9	17.1	17.2	16.9	17.0	16.7
Cenizas	8.7	10.4	9.7	8.7	10.8	10.6	11.4
FAD	8.2	10.9	16.4	7.8	10.4	15.6	10.4
FDN	10.9	14.6	21.9	9.0	12.1	18.1	13.8
LIGNINA	1.6	2.1	3.2	1.8	2.4	3.7	1.9

P.C.=Proteína Cruda

2.7 EXPERIMENTOS REALIZADOS

DIGESTIBILIDAD *in vivo*

En este experimento, para determinar la digestibilidad de los nutrientes de las dietas en estudio, se adaptaron los animales al consumo de las dietas por ocho días, posteriormente se inició la recolección de heces por ocho días consecutivos (Fekete and Gippert, 1986). Los conejos se mantuvieron en jaulas metálicas, divididas con tela para gallinero en tres compartimentos, de tal forma que se tuviera un conejo por compartimento, teniendo 6 animales por tratamiento, siendo cada animal una repetición. El alimento se suministró en forma de harina a libre acceso, pesándolo al inicio y al final del experimento; diariamente se recogió el alimento rechazado y las excretas. Para hacer la recolección de las excretas, se pusieron bolsas de plástico, con perforaciones para la salida de la orina; para posteriormente secarlas en una estufa a 70°C durante tres días. En todas las muestras tanto de alimento como de heces, se determinó el contenido de humedad, cenizas, P.C. (AOAC, 1980); FDN, FDA y lignina (Goering y Van Soest, 1975), así como el contenido de energía bruta (Tejada 1985).

Las variables estudiadas fueron: Digestibilidad de la MS, PC, energía, FDA y FDN.

El coeficiente de digestibilidad fue calculado de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$CD = \frac{\text{Nutriente consumido} - \text{Nutriente excretado}}{\text{Alimento consumido}} \times 100$$

Para analizar estas variables, se utilizó un diseño completamente al azar, de acuerdo con el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + b (X_{ij} - \bar{X}) + e_{ij}$$

Donde :

Y_{ij} = Observación del i esimo tratamiento para las variables digestibilidad de la materia seca, proteína cruda, energía bruta, fibra detergente ácido y fibra detergente neutro.

μ = Media general

T_i = Efecto del i esimo tratamiento, donde $i = 1, 2, 3, \dots, 19$

b = Coeficiente de regresión lineal para peso inicial

X_i = Covariable peso inicial

e_{ij} = Error aleatorio (0, $\delta^2 e$).

Cuando la prueba de razón de la varianza (F) fue significativa, se utilizó el procedimiento de Tukey para la comparación de medias (Steel y Torrie 1988).

El análisis estadístico se efectuó con el programa SAS (1986).

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO

Este experimento tuvo una duración de 49 días, en los cuales se mantuvieron los conejos en jaulas metálicas, divididas con tela de alambre en tres compartimentos. A los animales se les proporcionó alimento y agua a libre acceso, los cuales fueron pesados al inicio del estudio y posteriormente cada semana, hasta el término de dicha prueba.

Se tuvieron 6 animales por tratamiento considerando a cada animal como una unidad experimental.

Las variables de estudio, fueron:

- Ganancia de peso
- Consumo de materia seca
- Conversión alimenticia
- Peso de la canal
- Peso del hígado
- Peso del ciego

Costo de producción por kilogramo de peso ganado

La ganancia de peso se calculó por diferencia entre el peso final menos el inicial. El consumo de materia seca se determinó semanalmente, pesando el alimento ofrecido menos el rechazado, durante todo el periodo experimental.

La conversión alimenticia fue calculada con base al consumo de materia seca entre la ganancia de peso.

El peso de la canal, del hígado y del ciego, se registró después del sacrificio de los animales al finalizar el periodo experimental, pesando el ciego sin líquido cecal.

El costo de producción por kilogramo de peso ganado, se calculó con base al costo por kilogramo de las dietas, multiplicando por la conversión alimenticia.

Para el análisis de estas variables se utilizó un diseño completamente al azar (considerando al peso inicial como covariable), empleando el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + b(X_{ij} - \bar{X}) + e_{ij}$$

Donde :

Y_{ij} = Observación del i esimo tratamiento para las variables peso final, ganancia total, consumo de alimento, conversión alimenticia, peso del ciego, hígado y canal; así como la digestibilidad de las dietas.

μ = Media general

T_i = Efecto del i esimo tratamiento, donde $i = 1, 2, 3, \dots, 19$

b = Coeficiente de regresión lineal para peso inicial

X_i = Covariable peso inicial

e_{ij} = Error aleatorio $(0, \delta^2 e)$.

Además, para observar el efecto del tipo y nivel de paja, nivel de energía; así como sus interacciones en las variables de respuesta peso final, ganancia total, consumo de alimento y conversión alimenticia, se realizó un análisis estadístico con un diseño factorial completamente al azar, así como una prueba de Tukey para observar diferencias entre medias empleado el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + N_j + E_k + T N_{ij} + T E_{ik} + N E_{jk} + b(X_{ijk} - \bar{X}) + e_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl}

Observación correspondiente al i esimo nivel de paja, j esimo nivel de energía, k esimo tipo de paja; para las variables de respuesta peso final, ganancia total, consumo de alimento y conversión alimenticia.

μ = Media general

T_k = Tipo de paja $k = 1, 2$

N_i = Nivel de paja $i = 1, 2, 3$

E_j = Nivel de energía $j = 1, 2, 3$

TN_{ik} = Interacción entre tipo de paja con el nivel de paja

TE_{ij} = Interacción entre el tipo de paja con el nivel de energía

NE_{jk} = Interacción entre el nivel de paja con el nivel de energía

b = Coeficiente de regresión lineal para la covariable peso inicial.

X_{ijk} = Peso inicial como covariable

e_{ijkl} = Error aleatorio

3.0. RESULTADOS

3.1. EFECTO DE LOS FACTORES TIPO DE PAJA, NIVEL DE PAJA Y NIVEL DE ENERGÍA

EFECTO DEL TIPO DE PAJA

Al comparar los dos tipos de paja, la PT y PST con *P. ostreatus*, en el PF, GT, CA y CoA, se encontró un mejor comportamiento de los animales ($P < 0.05$) alimentados con PST (Cuadro 3.1.1).

EFECTO DEL NIVEL DE PAJA

Al hacer el análisis del efecto del nivel de paja (Cuadro 3.1.2) en el PF, GT, CA y CoA, igualmente se observaron diferencias ($P < 0.05$), principalmente entre los niveles con 15 y 30% con relación al 20%; ya que este último fue en el que mejores resultados se observaron para estas variables.

EFECTO DEL NIVEL DE ENERGÍA

No se encontraron efectos ($P > 0.05$) debido al nivel de energía en el PF, GP y CA; aún cuando la CoA fue mejor ($P < 0.05$) en los animales alimentados con $2600 \text{ kcal kg}^{-1}$ (Cuadro 3.1.3)

Cuadro 3.1.1 Efecto del tipo de paja de cebada tratada con *P.ostreatus* y sin tratar, en el peso final (PF), ganancia total de peso (GT), consumo de alimento (CA), y conversión alimenticia (CoA) de conejos Nueva Zelanda.

TP	PF	E.E	GT	E.E.	CA	E.E	CoA	E.E.
	G		G		G			
PT	1761.5^a	28.5	563.0^a	27.8	3534.9^a	65.6	7.3^a	0.26
PST	1978.0^b	28.5	785^b	27.8	3805.6^b	65.6	5.3^b	0.26

a, b: Valores con distinta literal en las columnas diferentes (P<0.05)

E.E. Error estandar

TP: Tipo de paja

Cuadro 3.1.2.- Efecto del nivel de paja de cebada tratada y sin tratar en el peso final (PF), ganancia total (GT), consumo de alimento (CA) y conversión alimenticia (CoA) de conejos Nueva Zelanda.

N/P	PF	E.E	GT	E.E.	CA	E.E	CoA	E.E
	G		G		G			
15	1768.5 ^a	33.9	577.0 ^a	33.1	3449.0 ^a	77.9	6.9 ^a	0.31
20	1960.5 ^b	33.3	762.0 ^b	32.6	3905.0 ^b	76.7	5.5 ^b	0.30
30	1880.6 ^b	34.0	683.0 ^a	32.2	3656.5 ^a	78.2	6.5 ^a	0.31

a,b: Valores con distinta literal en las columnas son diferentes (P<0.05)

E.E. Error estandar

N/P:Nivel de paja

Cuadro 3.1.3. Efecto del nivel de energía en el peso final (PF), ganancia total de peso (GT), consumo de alimento (CA) y conversión alimenticia (CoA) de conejos Nueva Zelanda).

Energía Kcal kg ⁻¹	P F G	E.E	GTP G	E.E	CA G	E.E.	CoA	E.E
2500	1867.0NS	33.3	676.0NS	32.6	3646.0NS	76.7	6.6 ^a	0.30
2600	1884.6NS	33.3	686.7NS	32.6	3683.0NS	76.7	5.7 ^b	0.30
2700	1858.0NS	33.3	659.7NS	32.6	3681.0NS	76.7	6.7 ^a	0.30

a, b: Valores con distinta literal en las columnas son diferentes (P<0.05)

E.E. Error estandar

3.2. EFECTO DE LAS INTERACCIONES

EFECTO DE LA INTERACCION TIPO DE PAJA x NIVEL DE ENERGÍA EN EL PESO FINAL

Como puede observarse en la Grafica 3.2.1, no se observaron diferencias significativas con ningun tipo ó nivel de energía, ya que con un nivel de 2500 y 2600 kcal kg^{-1} se tuvo un PF de 2052.9 ± 47.7 y $1965.0 \text{ g} \pm 48.0$ respectivamente, en comparación con $1916.9 \text{ g} \pm 48.0$ para el nivel de 2700 kcal kg^{-1} . Con la PT, se observó un efecto contrario a la PST, ya que el PF mejoró cuando se aumentó a 2700 kcal kg^{-1} la energía en la dieta.

EFECTO DE LA INTERACCION TIPO DE PAJA x NIVEL DE ENERGIA EN LA GANANCIA TOTAL DE PESO

La GT, no se vió afectada ($P > 0.05$) por el efecto de la interacción tipo de paja ó nivel de energía, cuando se utilizaron los diferentes niveles de energía con PST, ya que se tuvieron ganancias de 868.8 ± 46.6 , 766.3 ± 46.9 y 720.0 ± 47.0 g para los niveles 2500, 2600 y 2700 kcal kg^{-1} respectivamente; según lo muestra la Grafica 3.2.2. Lo mismo se observa con la PT, ya que no hubo diferencias por el tipo o nivel de energía utilizada.

EFECTO DE LA INTERACCION TIPO DE PAJA x NIVEL DE ENERGIA EN EL CONSUMO DE ALIMENTO

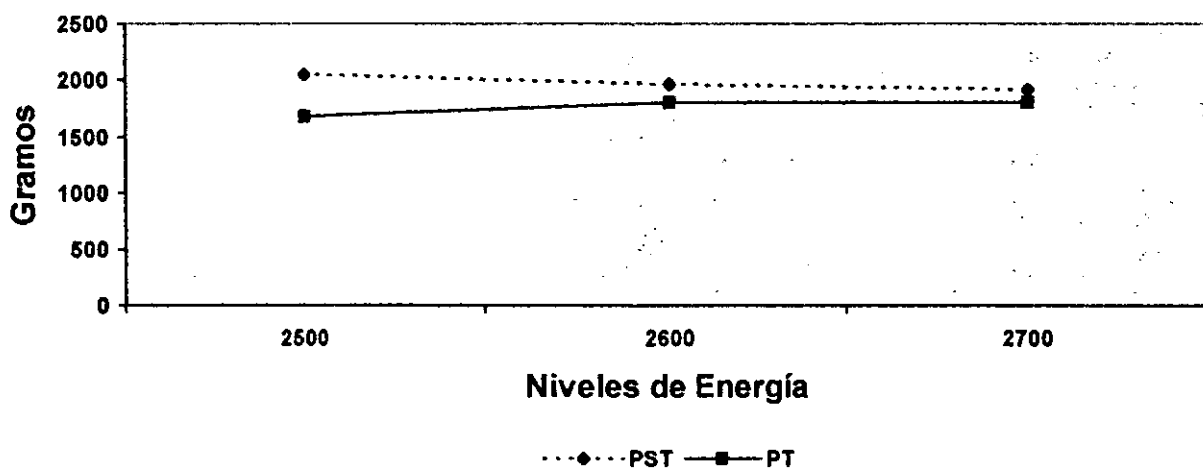
El CA con PST, estadísticamente no presentó diferencias ($P > 0.05$); sin embargo, la interacción PT x energía presentó una mejora ($P < 0.05$) cuando se incrementó el nivel de energía a 2700 kcal kg^{-1} ya que tuvieron consumos de

3359.9 (± 109.8), 3679.1 ± 109.6 y 3565.7 ± 111.4 g para los niveles de 2500, 2600 y 2700 kcal kg⁻¹ respectivamente según lo muestra la Grafica 3.2. 3.

EFFECTO DE LA INTERACCION NIVEL DE PAJA x NIVEL DE ENERGIA EN LA CONVERSION ALIMENTICIA

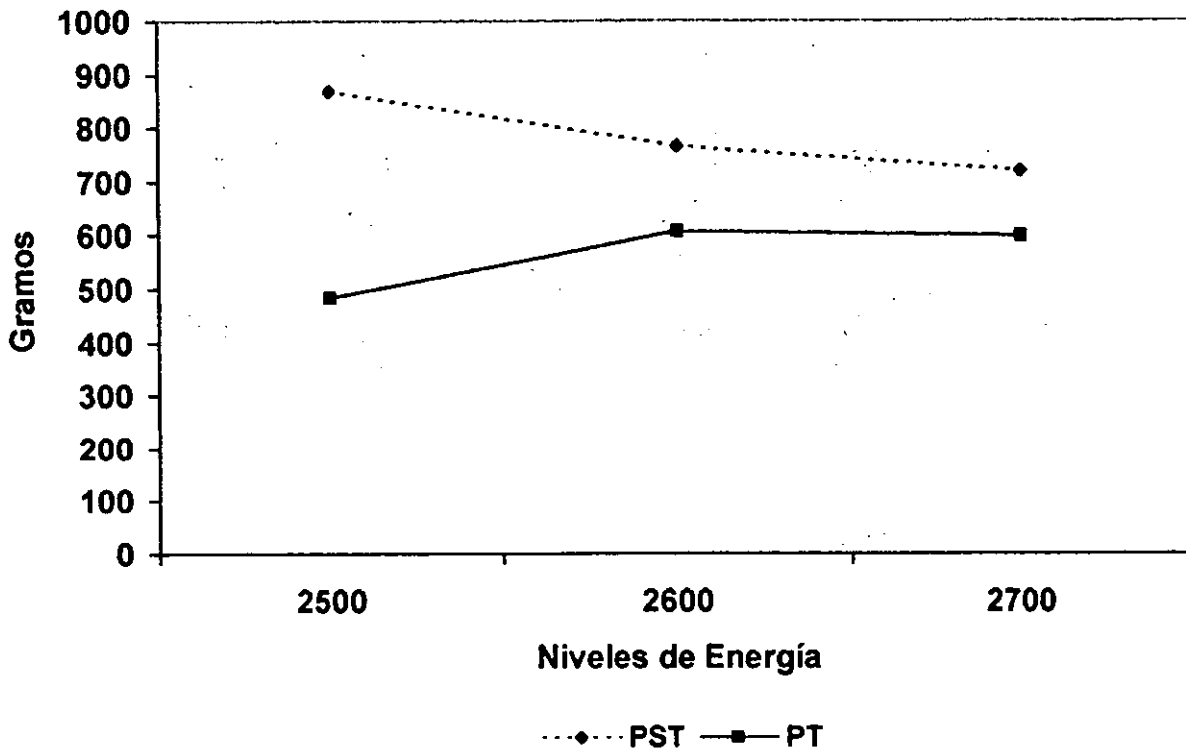
La Grafica 3.2.4 muestra la interacción entre el nivel de paja con el nivel de energía, observándose que con un 15% y 2500 kcal kg⁻¹ se encontró una CoA de 6.1 ± 0.52 y cuando se aumentó la energía a 2700 kcal kg⁻¹, esta fue menos eficiente ($P < 0.05$), ya que se tuvo una conversión de 8.5 (± 0.53).

Con 20% de paja no hubo diferencias ($P > 0.05$) en la CoA, con los diferentes niveles de energía; sin embargo cuando se utilizó 30% de paja, se observó la peor conversión, al utilizar 2500 kcal kg⁻¹ mejorando significativamente ($P < 0.05$) con el nivel de 2600 y 2700 kcal kg⁻¹.

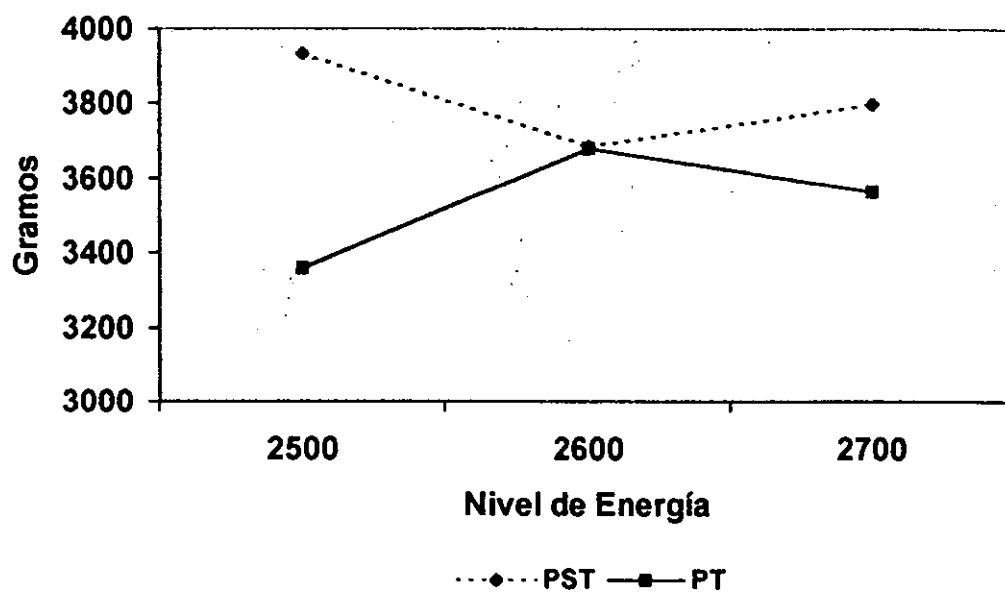


Grafica 3.2.1. Efecto de la Interacción Tipo de Paja x Nivel de Energía en el Peso Final

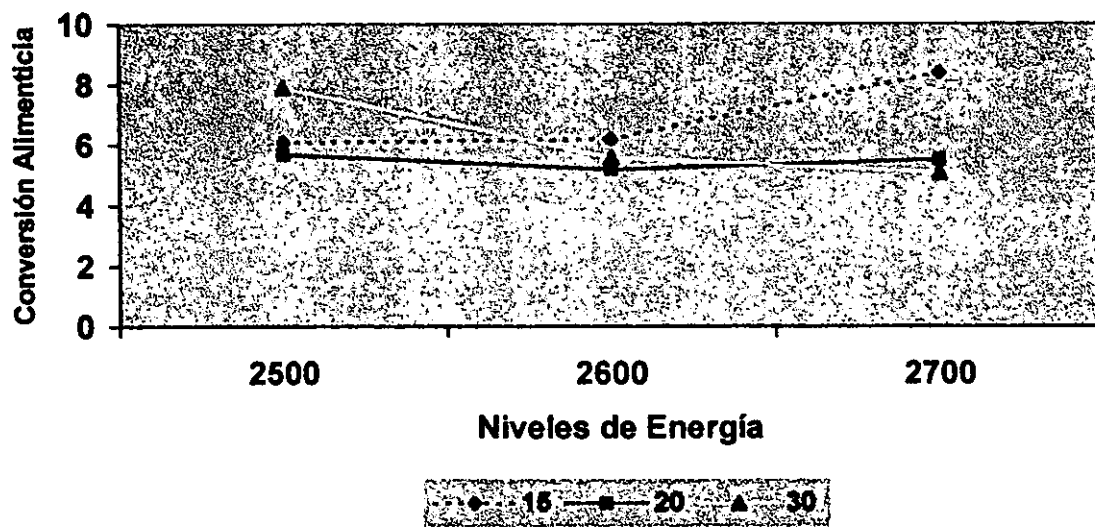
**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**



Grafica 3.2.2. Efecto de la Interacción Tipo de Paja x Nivel de Energía en la Ganancia de Peso



Grafica 3.2.3. Efecto de Interacción Tipo de Paja x Nivel de Energía en el Consumo de Alimento



Grafica 3.2.4. Efecto de la Interacción Nivel de Paja x Nivel de Energía en la Conversión Alimenticia

3.3. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO

GANANCIAS DE PESO

Los resultados no mostraron diferencias significativas ($P>0.05$), cuando se usó 15% de PST en los tratamientos 1, 4 y 7, aunque numéricamente fue superior el 7, ya que tuvo una GP de 0.779 kg en 49 días, con relación al 1 y 4, que fue de 0.640 y 0.650 kg respectivamente (Cuadro 3.3.1).

Cuando se usó 15% de PT con *P. ostreatus*, se observaron diferencias estadísticas ($P<0.05$) entre el grupo de animales alimentados con esta paja; ya que se tuvieron GP de 0.522, 0.480 y 0.308 kg, en los tratamientos 10, 13 y 16, respectivamente. Al comparar los tratamientos de PT y PST, se observaron diferencias ($P<0.05$) entre el tratamiento 7 (PST) con el 10, 13 y 16 de PT; sin observarse diferencias ($P>0.05$) entre el 1 y el 10.

Por otra parte, el tratamiento 16 (PT) fue diferente ($P<0.05$) con relación a los demás tratamientos en los cuales se usó PT y PST; al comparar todos los tratamientos de PT y PST con el testigo, se observaron diferencias ($P<0.05$) entre ellos, obteniéndose la mayor GP (1.4 kg), en el tratamiento testigo (Cuadro 3.3.1).

Cuando se utilizó 20% de PST, no se observaron diferencias dentro de grupos ($P>0.05$), pues se obtuvieron GP de 0.84, 0.980 y 0.950 kg en los tratamientos 2, 5 y 8 respectivamente. Comparando los tratamientos con PT, tampoco se observaron diferencias ($P>0.05$), ya que se observaron ganancias de 0.570, 0.630 y 0.590 kg, en los tratamientos 11, 14 y 17. Al comparar las GP entre los tratamientos (PT Y PST), se detectan diferencias entre ambos grupos ($P<0.05$); observándose una mejor respuesta en los tratamientos con PST; además el testigo también fue diferente a ellos ($P<0.05$), (Cuadro 3.3.2).

El Cuadro 3.3.3 muestra los resultados obtenidos en GP al utilizar 30% de PT y PST, se encontró que el tratamiento 3 fue superior ($P<0.05$) a los tratamientos 6 y 9, además al aumentar el nivel de energía, disminuyeron las

ganancias ($P < 0.05$); sin embargo, entre los tratamientos 12 y 18 con PT, se observó un efecto contrario, ya que al aumentar el nivel de energía, aumentaron estas ganancias de peso ($P < 0.05$), que fueron de 0.300 y 0.823 kg respectivamente.

CONSUMO TOTAL DE ALIMENTO

Con relación al CA, cuando se utilizó 15% de PST y PT no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$), con excepción del tratamiento 16, que presentó el menor consumo ($P < 0.05$) con relación a los demás tratamientos. El testigo, presentó un consumo de 6.5 kg de alimento, por lo que fue superior ($P < 0.05$) a los tratamientos (Cuadro 3.3.1)

En el tratamiento con 20% de PST (Cuadro 3.3.2) no se observaron diferencias en el CA ($P > 0.05$), sin embargo, al compararlos con los de PT se observaron diferencias ($P < 0.05$); aunque en el grupo testigo el CA fue mayor ($P < 0.05$) que en todos los demás tratamientos. Cuando se incluyó 30% de paja en las dietas (Cuadro 3.3.3) se observaron diferencias ($P < 0.05$) entre los tratamientos con PST, teniendo un mayor consumo el tratamiento 3, que fue de 4.14 contra 3.66 y 3.36 kg, para los tratamientos 6 y 9 respectivamente. En los tratamientos con PT, se observó un menor consumo en el tratamiento 12 que fue de 2.86 kg contra 3.94 y 4.15 kg para los tratamientos 15 y 18. Al igual que con los demás niveles de energía y paja, el testigo fue superior ($P < 0.05$) a todos los tratamientos con 30% de paja; sin embargo, es importante resaltar que al comparar ambos grupos (PT y PST), no existieron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre el tratamiento 3 y los tratamientos 15 y 18 con PT, teniendo un consumo de 4.14, 3.94 y 4.15 kg de alimento para ambos tratamientos.

En el tratamiento con 30% de paja se observaron diferencias entre los animales que consumieron PST, ya que el tratamiento 3 fue diferente ($P < 0.05$) a los tratamientos 6 y 9, observándose que al aumentar de energía en la dieta se notó una tendencia a disminuir el CA, de 3.66 y 3.36 kg respectivamente.

CONVERSION ALIMENTICIA

En los tratamientos con 15% de paja (Cuadro 3.3.1), no se observaron diferencias ($P>0.05$) entre la PST; cuando se usó PT el tratamiento 16 presentó la peor conversión ($P<0.05$) en comparación a los tratamientos 10 y 13; ya que tuvo una conversión de 12.6 contra 7.1 y 6.7 respectivamente.

Es importante señalar que el testigo, no presentó diferencias ($P>0.05$) con los tratamientos que incluyeron PST. Además, no se observaron diferencias ($P>0.05$) entre los tratamientos 13 y 10 con PT con el tratamiento 1 de PST. Cuando se utilizó 20% de paja en las dietas (Cuadro 3.3.2), no se observaron diferencias ($P>0.05$) dentro de los tratamientos (PST) y (PT); aunque al comparar los resultados entre ellos, el tratamiento 5, demostró ser superior ($P<0.05$) a los tratamientos 11 y 17 de PT. En cuanto al testigo, solamente fue diferente ($P<0.05$) a los tratamientos 11 y 17, no encontrando diferencias entre los demás tratamientos ($P>0.05$).

Con 30% de PST, se observaron diferencias ($P<0.05$) entre el tratamiento 3 con y el 9, con una CoA de 3.8 y 6.7 respectivamente; además cuando aumentó el nivel de energía, la conversión alimenticia fue menos eficiente; aunque en los tratamientos con PT, se observaron diferencias ($P<0.05$) entre el tratamiento 18 con el 12; ya que presentaron conversiones de 5.1 contra 11.4 respectivamente; observándose todo lo contrario que en los tratamientos con PST, ya que la conversión mejoró cuando se incrementó el nivel de energía. El testigo solo presentó diferencias ($P<0.05$) con los tratamientos 9 y 12.

COSTO POR KG DE PESO GANADO

El costo por kg de peso fue menor en el tratamiento que incluyó PST con 2700 kcal kg⁻¹ de energía digestible (ED) cuando se utilizó 15% de paja; ya que fue de \$7.60 comparado con el de PT con 2500 y 2600 kcal kg⁻¹ que fue de \$8.50 y \$8.30 respectivamente. Con PT, el costo aumentó proporcionalmente conforme aumentó el nivel de energía. El testigo presentó un costo de \$11.80 por kg de peso ganado (Cuadro 3.3.1).

Cuando se utilizó 20% de paja (Cuadro 3.3.2), igual que en el caso anterior, los menores costos fueron para los tratamientos con PST, ya que presentaron un costo de \$7.20, \$6.30 y \$7.30 para los tratamientos con 2500, 2600 y 2700 kcal kg⁻¹ respectivamente, comparado con \$9.60, \$8.80 y \$9.30 para los tratamientos con PT con 2500, 2600 y 2700 kcal kg⁻¹.

El tratamiento con 30% de PST y 2500 kcal de energía, fue el que tuvo menor costo (\$5.30), comparado con el de 2600 y 2700 kcal kg⁻¹, que fue de \$7.00 y \$9.90 respectivamente.

Cuando se utilizó PT, el costo de las dietas para ganar un kilogramo de peso fue de \$15.80, \$8.30 y \$7.30 para los niveles de 2500, 2600 y 2700 kcal kg⁻¹ respectivamente. El testigo presentó un costo mayor que la mayoría de los tratamientos en sus diferentes niveles de utilización de paja, solamente superado por los tratamientos 12 y 16 (Cuadros 3.3.1, 3.3.2 y 3.3.3).

Cabe hacer la aclaración que todos los costos de las dietas experimentales, incluyendo al testigo se hicieron cuando la paridad del peso con el dolar era de \$8.50.

Cuadro 3.3.1. Utilización de 15% de paja de cebada tratada y sin tratar con *P. ostreatus* con diferentes niveles de energía y su efecto en el peso final (PF), ganancia total de peso (GP), consumo de alimento (CA), conversión alimenticia (CoA) y costo por kg de peso ganado en la alimentación de conejos Nueva Zelanda.

Tipo de paja	Tratamientos	E D Kcal/kg	PF Kg	GP		CA		CoA		Costo por Kg de peso ganado S	
				E. E.	Kg	E. E.	Kg	E. E.	Kg		
PST	1	2500	1.8 ^d	0.59	0.640 ^b	0.58	3.7 ^b	0.158	5.8 ^{abc}	0.482	8.5
PST	4	2600	1.85 ^{bc}	0.59	0.650 ^b	0.58	3.5 ^b	0.158	5.5 ^c	0.479	8.3
PST	7	2700	1.97 ^b	0.60	0.780 ^b	0.58	3.7 ^b	0.160	4.8 ^{cd}	0.485	7.6
PT	10	2500	1.72 ^{cd}	0.59	0.522 ^c	0.58	3.4 ^b	0.158	6.7 ^{bc}	0.480	9.8
PT	13	2600	1.68 ^d	0.59	0.480 ^d	0.58	3.36 ^b	0.158	7.1 ^b	0.480	10.7
PT	16	2700	1.5 ^e	0.65	0.308 ^e	0.63	2.87 ^c	0.172	12.6 ^a	0.523	20.0
T	19	3200	2.6 ^a	0.59	1.4 ^a	0.58	6.5 ^a	0.158	4.7 ^{cd}	0.48	11.8

PST=p^aja sin tratar PT =paja tratada

a, b, c, d, e: Valores con distinta literal en las columnas son diferentes (P<0.05)

E.E. = error estandar

ED=Energía Digestible

T= Testigo

Cuadro 3.3.2.- Utilización de 20% de paja de cebada tratada y sin tratar con *P. ostreatus* con diferentes niveles de energía y su efecto en el peso final (PF), ganancia total de peso(GP), consumo de alimento(CA), conversión alimenticia (CoA) y costo por kg de peso ganado en la alimentación de conejos Nueva Zelanda.

Tipo de paja	Tratamiento	ED Kcal/kg	PF Kg	E.E	GT Kg	E.E.	CA Kg	E.E.	CoA Kg	E.E.	Costo por Kg de peso ganado S
PST	2	2500	2.04 ^b	0.59	0.841 ^b	0.58	4.09 ^b	0.157	5.0 ^{ab}	0.48	7.2
PST	5	2600	2.18 ^b	0.61	0.984 ^b	0.60	3.97 ^{bc}	0.164	4.2 ^b	0.50	6.3
PST	8	2700	2.15 ^b	0.59	0.955 ^b	0.58	4.41 ^b	0.158	4.8 ^{ab}	0.48	7.3
PT	11	2500	1.77 ^c	0.60	0.574 ^c	0.58	3.76 ^c	0.159	6.7 ^c	0.48	9.6
PT	14	2600	1.82 ^c	0.60	0.627 ^c	0.58	3.66 ^c	0.160	5.9 ^{bc}	0.49	8.8
PT	17	2700	1.79 ^c	0.59	0.586 ^c	0.58	3.55 ^c	0.158	6.1 ^c	0.48	9.3
T	19	3200	2.6 ^a	0.59	1.4 ^a	0.58	6.5 ^a	0.158	4.7 ^{ab}	0.48	11.8

PST=paja sin tratar

PT=paja tratada

a, b, c. : Valores con distinta literal en las columnas son diferentes (P<0.05)

E.E.= Error Estandar

ED=Energía Digestible

T=Testigo

Cuadro 3.3.3. Utilización de 30% de paja de cebada tratada y sin tratar con *P. ostreatus* con diferentes niveles de energía y su efecto en el peso final (PF), ganancia total de peso (GP), consumo de alimento (CA), conversión alimenticia (CoA) y costo por kg de peso ganado en la alimentación de conejos Nueva Zelanda.

Tipo de paja	Tratamientos	ED kcal/kg	PF Kg	E.E.	GT Kg	E.E.	CA Kg	E.E.	CoA	E.E.	Costo por Kg de peso ganados
PST	3	2500	2.38 ^b	0.63	1.18 ^b	0.61	4.14 ^b	0.168	3.8 ^d	0.51	5.3
PST	6	2600	1.93 ^c	0.59	0.734 ^c	0.58	3.66 ^{cd}	0.158	5.1 ^{cd}	0.48	7.0
PST	9	2700	1.7 ^d	0.60	0.500 ^d	0.58	3.36 ^d	0.160	6.7 ^b	0.48	9.9
PT	12	2500	1.49 ^d	0.60	0.298 ^e	0.58	2.86 ^e	0.159	11.4 ^a	0.48	15.8
PT	15	2600	1.86 ^{bcd}	0.59	0.664 ^c	0.58	3.94 ^{bc}	0.158	6.0 ^{bc}	0.48	8.3
PT	18	2700	2.02 ^c	0.59	0.823 ^c	0.58	4.15 ^b	0.158	5.1 ^{cd}	0.48	7.6
T	19	3200	2.6 ^a	0.59	1.4 ^a	58.0	6.5 ^a	0.158	4.7 ^{cd}	0.48	11.8

PST=paja sin tratar

PT=paja tratada

a, b, c, d: Valores con distinta literal en las columnas son diferentes (P<0.05)

E.E. = Error Estandar

ED=Energía Digestible

T=Testigo

3.4. DIGESTIBILIDAD

DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA, PROTEINA CRUDA Y ENERGÍA BRUTA

La digestibilidad de la MS no fue afectada ($P>0.05$) por el nivel de energía cuando se utilizó 15% de PST; sin embargo, cuando se utilizó PT disminuyó la digestibilidad, en el tratamiento 16 ($P<0.05$) al compararlo con los demás tratamientos. El testigo resultó ser superior a todos los tratamientos con PT, ya que presentó una digestibilidad de 81.8% contra 69.0, 69.8 y 53.5% para los tratamientos 10, 13 y 16 respectivamente; sin embargo, no hubo diferencias con los tratamientos con PST (Cuadro 3.4.1).

Con 20% de PT y PST no se observaron diferencia ($P>0.05$) entre tratamientos, incluyendo al testigo (Cuadro 3.4.2).

Con un nivel de 30% de PST, existieron diferencias ($P<0.05$) entre los tratamientos 3 y 9, observándose en los tratamientos que contenían PT, cuando aumentó el nivel de energía, se incrementó la digestibilidad de la MS ($P<0.05$) observándose diferencias entre los 12 con respecto a los tratamientos 15 y 18, en los cuales la digestibilidad fue de 53.5, 75.5 y 76.0% respectivamente (Cuadro 3.4.3). En la digestibilidad de la proteína cruda (DPC), los tratamientos con 15% de paja sólo se presentaron diferencias ($P<0.05$) entre el tratamiento 16 comparado con el tratamiento 1 y el testigo. En los tratamientos con 20% de PT y PST, no se observó diferencias ($P>0.05$); incluyendo al testigo. Con 30% de paja tratada y sin tratar, tampoco existieron diferencias ($P>0.05$) entre los tratamientos con PST y el testigo, en los tratamientos 12 y 15 con PT disminuyó la digestibilidad; mejorando en el tratamiento 18 que fue similar a los tratamientos con PST. La digestibilidad de la energía no fue afectada ($P>0.05$) ni por el tipo de paja, nivel de paja y nivel de energía; aunque el testigo resultó ser mejor ($P<0.05$) que todos los tratamientos (Cuadros 3.4.1, 3.4.2, 3.4.3).

Cuadro 3.4.1. Utilización de 15% de PST y PT con *P. ostreatus* con diferentes niveles de energía y su efecto en la digestibilidad de la materia seca (MS), proteína cruda (PC) y energía bruta (EB) de conejos Nueva Zelanda.

Tipo de	Tratamiento	E D	MS	PC	EB
Paja		Kcal kg ⁻¹	% Digestibilidad		
PST	1	2500	75.7 ^{ab}	88.7 ^a	60.8 ^b
PST	4	2600	73.0 ^{ab}	85.7 ^{ab}	61.0 ^b
PST	7	2700	76.2 ^{ab}	87.3 ^{ab}	60.0 ^b
PT	10	2500	69.0 ^b	83.2 ^{ab}	59.5 ^b
PT	13	2600	69.8 ^b	83.3 ^{ab}	59.5 ^b
PT	16	2700	53.5 ^c	74.3 ^b	61.5 ^b
TESTIGO	19	3200	81.8 ^a	88.7 ^a	78.7 ^a
C.V.			8.8	8.4	7.2

PST=paja sin trata

PT=paja tratada

a, b, : Valores con distinta literal en las columnas son diferentes (P<0.05)

ED=Energía Digestible

CV=Coefficiente de variación

Cuadro 3.4.2. Utilización de 20% de PST y PT con *P. ostreatus* con diferentes niveles de energía y su efecto en la digestibilidad de la materia seca (MS), proteína cruda (PC), y energía bruta (EB) en conejos Nueva Zelanda.

Tipo de Paja	Tratamiento	ED Kcal kg ⁻¹	MS	PC	EB
PST	2	2500	74.8NS	86.7NS	59.3 ^b
PST	5	2600	77.3NS	88.0NS	59.4 ^b
PST	8	2700	77.7NS	87.0NS	59.0 ^b
PT	11	2500	73.0NS	83.7NS	59.7 ^b
PT	14	2600	73.7NS	84.8NS	59.7 ^b
PT	17	2700	72.8NS	82.7NS	58.8 ^b
TESTIGO	19	3200	81.8NS	88.7NS	78.7 ^a
C.V.			8.8	8.4	7.2

PST=paja sin trata

PT=paja tratada

a, b.: Valores con distinta literal en las columnas son diferentes (P<0.05)

ED =Energía Digestible

CV = Coeficiente de variación

Cuadro 3.4.3. Utilización de 30% de PST y PT con *P. ostreatus* con diferentes niveles de energía y su efecto en la digestibilidad de la materia seca (MS), proteína cruda (PC) y energía bruta (EB) en conejos Nueva Zelanda.

Tipo de Paja	Tratamiento	ED Kcal kg^{-1}	MS	PC % digestibilidad	EB
PST	3	2500	79.7 ^a	89.2 ^a	57.2 ^b
PST	6	2600	75.7 ^{ab}	87.2 ^{ab}	58.5 ^b
PST	9	2700	70.0 ^b	83.0 ^{abc}	59.8 ^b
PT	12	2500	53.5 ^c	73.2 ^c	60.2 ^b
PT	15	2600	75.5 ^{ab}	72.3 ^c	59.5 ^b
PT	18	2700	76.0 ^{ab}	85.5 ^{abc}	59.7 ^b
TESTIGO	19	3200	81.8 ^a	88.7 ^a	78.7 ^a
C.V.			8.8	8.4	7.2

PST=paja sin tratar

PT=paja tratada

C.V. Coeficiente de Variación

a, b, c, d: Valores con distinta literal en las columnas son diferentes (P<0.05)

ED =Energía Digestible

DIGESTIBILIDAD DE LA FIBRA DETERGENTE ACIDO Y FIBRA DETERGENTE NEUTRO

La digestibilidad de la fibra detergente ácido (FDA) no se vió afectada ($P>0.05$) por el nivel de energía, cuando se utilizó 15% de PST y PT. Unicamente se observaron diferencias significativas ($P<0.05$) al utilizar PT y 2700 kcal kg⁻¹ de energía del tratamiento 16, el cual presentó el menor porcentaje de digestibilidad, que fue de 11.05%. El testigo fue superior ($P<0.05$) a todos los tratamientos de PST y PT, ya que tuvo 80.3% de digestibilidad (Cuadro 3.4.4).

Cuando se utilizó 20% de PST, se detectaron diferencias significativas ($P<0.05$) entre el tratamiento 2 con el 5 y el 8, en los cuales la digestibilidad fue de 37.0, 55.6 y 56.8% respectivamente, observándose un incremento en la digestibilidad al aumentar el nivel de energía. En los tratamientos con PT, no se observaron diferencias ($P>0.05$), debido al nivel de energía.

Cuando se utilizó 30% de PST, sí se encontraron diferencias ($P<0.05$), ya que en el Tratamiento 3 la digestibilidad fue de 65.1% contra 43.5% del tratamiento 9; es decir, a medida que se incrementó el nivel de energía, disminuyó la digestibilidad de la FDA. Cuando se utilizaron los mismos niveles de paja y energía con PT, se observó un aumento en la digestibilidad de este nutriente ($P<0.05$), observándose digestibilidades de 31.5, 71.8 y 67.5% para los tratamientos 12, 15 y 18 respectivamente.

En el testigo, la digestibilidad de la FDA fue superior ($P<0.05$) con relación a los tratamientos con PST y PT; a excepción del tratamiento 11, 3, 15 y 18.

La digestibilidad de la fibra detergente neutro (FDN) de la PST no se vió afectada por el nivel de inclusión de 15% ni por el nivel de energía en la dieta; sin embargo, la digestibilidad de la PT (Cuadro 3.4.4), fue menor ($P<0.05$) con el

aumento de energía, ya que disminuyó de 63.7 a 19.4% en los tratamientos 10 y 16 respectivamente.

En las dietas con 20% de PST se mejoró la digestibilidad, ya que se observaron diferencias ($P < 0.05$) entre los niveles de energía en el tratamiento 2 el cual tuvo una digestibilidad de la FDN de 53.8%, en tanto que en el tratamiento 8 fue de 66.8%. Los tratamientos con PT, no presentaron diferencias ($P > 0.05$) (Cuadro 3.4.5). Con 30% de PST no hubo diferencias ($P > 0.05$) en los tratamientos. Contrariamente, en los tratamientos con PT hubo diferencias entre el tratamiento 12 con el 15 y 18, ya que se observó una digestibilidad de la FDN de 32.8, 69.4 y 55.3% para ambos tratamientos (Cuadro 3.4.6).

El testigo fue superior a los tratamientos con PT, cuando se usó 15% de esta y con los que contenían PST, solo con el nivel de energía de 2600 kcal kg⁻¹. Con 20% de paja, solo se observaron diferencias entre los tratamientos 2, 11 y 17 (PST y PT). Además, cuando se utilizó 30% de paja hubo diferencias significativas ($P < 0.05$) con los tratamientos 6, 9, 12 y 18, respectivamente.

Cuadro 3.4.4. Digestibilidad *in vivo* de la fibra detergente ácido (FDA), fibra detergente neutro (FDN), usando dietas con 15% de PT y PST con *P. ostreatus* con diferentes niveles de energía en conejos Nueva Zelanda.

Tipo de Paja	Tratamiento	ED Kcal/kg	FDA* %	FDN** %
PST	1	2500	36.6 ^b	67.4 ^{bcd}
PST	4	2600	37.1 ^b	62.6 ^{bcd}
PST	7	2700	46.7 ^b	72.9 ^{ab}
PT	10	2500	44.3 ^b	63.7 ^{bcd}
PT	13	2600	44.4 ^b	53.6 ^d
PT	16	2700	11.1 ^c	19.4 ^e
TESTIGO	19	3200	80.3 ^a	79.3 ^a

PST=paja sin tratar

PT=paja tratada

a, b, c, d, e, f: Valores con distinta literal en las columnas son diferentes (P<0.05)

*CV=27.54

** cv =17.23

ED =Energía Digestible

Cuadro 3.4.5. Digestibilidad *in vivo* de la fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN) , usando dietas con 20% de paja tratada y sin tratar con *P. ostreatus* y diferentes niveles de energía en conejos Nueva Zelanda.

T. Paja	Tratamiento	E D Kcal/kg	FDA [*] %	FDN ^{**} %
PST	2	2500	37.0 ^d	53.8 ^d
PST	5	2600	55.6 ^c	69.0 ^{abc}
PST	8	2700	56.8 ^{bc}	66.8 ^{abcd}
PT	11	2500	65.7 ^{abc}	62.6 ^{bcd}
PT	14	2600	56.7 ^{bc}	65.3 ^{abcd}
PT	17	2700	60.3 ^{bc}	61.8 ^{bcd}
TESTIGO	19	3200	80.3 ^a	79.3 ^a

PST=paja sin tratar

PT=paja tratada

a,b,c,d: Valores con distinta literal son diferentes (P<0.05)

*cv =27.54

**cv =17.23

ED =Energía Digestible

Cuadro 3.4.6. Digestibilidad *in vivo* de la fibra detergente ácido (FDA), y fibra detergente neutro (FDN), usando dietas con 30% de paja tratada y sin tratar con *P. ostreatus* con diferentes niveles de energía en conejos Nueva Zelanda.

Tipo de Paja	Tratamiento	E D Kcal/kg	FDA* %	FDN** %
P ST	3	2500	65.1 ^{abc}	66.1 ^{abc}
PST	6	2600	58.1 ^{bcde}	61.6 ^{bc}
PST	9	2700	43.5 ^{def}	56.4 ^c
PT	12	2500	31.5 ^f	32.8 ^d
PT	15	2600	71.8 ^{ab}	69.4 ^{abc}
PT	18	2700	67.5 ^{abc}	55.3 ^c
TESTIGO	19	3200	80.3 ^e	79.3 ^e

PST=paja sin tratar

PT=paja tratada

a, b, c, d : Valores con distinta literal en las columnas son diferentes (P<0.05)

* cv =27.54

** cv =17.23

ED =Energía Digestible

3.5. PESO DEL CIEGO, HIGADO Y CANAL

Con 15 y 20% de PT y PST en las dietas, el peso del ciego no se vió afectado ($P>0.05$) por el nivel de energía, tipo o nivel de paja; sin embargo, se observaron diferencias ($P<0.05$) en el tratamiento 9, con respecto al tratamiento 6, 15 y 18, cuando se utilizó un nivel de 30% de PT o PST, ya que el ciego pesó 112.5 contra 209.2, 202.0 y 225 g respectivamente (Cuadros 3.5.1, 3.5.2 y 3.5.3).

En los tratamientos con 15 % de PT, aun cuando no se tuvieron diferencias significativas ($P>0.05$), se observó una tendencia a disminuir el peso del hígado, cuando se aumentó el nivel de energía. Con 20% de PT y PST, tampoco se observaron diferencias ($P>0.05$); sin embargo, cuando se utilizó 30% de PT, se observaron diferencias ($P<0.05$) entre los tratamientos 12 y 18, ya que los hígados presentaron pesos de 38.7, 63.3 g respectivamente; en tanto que en los tratamientos con PST no se observaron diferencias ($P>0.05$) (Cuadro 3.5.3).

Es importante mencionar, que el peso del hígado en el grupo testigo fue diferente significativamente ($P<0.05$) con relación a todos los tratamientos con 15, 20 y 30% de PT y PST con diferentes niveles de energía, ya que presentó un peso de 101.0g es decir, casi duplicó su peso respecto a los otros tratamientos.

Al comparar los pesos del hígado de conejos alimentados con 15% de PT y PST, se observó que todos los tratamientos se comportaron en forma similar. Al utilizar 20% de paja no se encontraron diferencias ($P>0.05$), unicamente con el testigo

Con 30% de paja, se observaron diferencias entre la PT con 2500 kcal kg⁻¹ (tratamiento 12) y PT con 2700 kcal kg⁻¹ (tratamiento 18); siendo el peso del hígado en todos los tratamientos con PT y PST menores al testigo.

En cuanto al peso de la canal no se encontraron diferencias ($P>0.05$) entre los tratamientos con 15 % de PT y PST, sólo el tratamiento 16 tuvo una diferencia significativa ($P<0.05$) a disminuir su peso, con relación al tratamiento 1;

sin embargo, se observó una tendencia con 15% de PT y PST a disminuir el peso de la canal, al aumentar el contenido de energía, mientras que con 20 y 30% este efecto se observó solamente en la PST, encontrándose el efecto contrario con la PT. El testigo, siempre mostró mejor peso de la canal ($P < 0.05$), al compararse con todos los tratamiento y todos los niveles de energía, ya que presentó un peso de 1391.7g .

Cuadro 3.5.1. Utilización de 15% de paja tratada y sin tratar con *P. ostreatus*, con diferentes niveles de energía y su efecto en el peso del ciego, hígado y canal de conejos Nueva Zelanda.

Tipo de Paja	Tratamiento	E D Kcal kg	Peso del Ciego [*]	Peso del Hígado ^{**}	Peso de la Canal ^{***}
			G	G	G
PST	1	2500	194.7 ^{ab}	58.7 ^b	980.8 ^b
PST	4	2600	225.5 ^{ab}	58.7 ^b	910.8 ^{bc}
PST	7	2700	203.7 ^{ab}	56.8 ^b	906.0 ^{bc}
PT	10	2500	184.8 ^{abc}	52.2 ^b	806.8 ^{bc}
PT	13	2600	143.5 ^b	48.0 ^b	795.5 ^{bc}
PT	16	2700	151.7 ^{ab}	41.0	658.8 ^c
TESTIGO	19	3200	203.7 ^{ab}	101.0 ^a	1391.7 ^a

PST=paja sin tratar

PT=paja tratada

a, b, c : Valores con distinta literal en las columnas son diferentes (P<0.05)

*C.V. =21.

**C.V.=17.9

***C.V.=16.4

ED =Energía Digestible

Cuadro 3.5.2. Utilización de 20% de paja tratada y sin tratar con *P. ostreatus* y diferentes niveles de energía, y su efecto en el peso del ciego, hígado y canal de conejos Nueva Zelanda.

Tipo de paja	Tratamiento	E D Kcal kg	Peso del Ciego G	Peso del Hígado ** G	Peso de la Canal *** G
PST	2	2500	229.8NS	61.5 ^b	1037.5 ^b
PST	5	2600	208.5NS	57.0 ^b	933.3 ^b
PST	8	2700	213.2NS	68.5 ^b	966.7 ^b
PT	11	2500	191.2NS	49.3 ^b	915.2 ^b
PT	14	2600	190.5NS	55.0 ^b	870.8 ^b
PT	17	2700	210.8NS	60.8 ^b	1038.3 ^b
TESTIGO		3200	203.7NS	101.0^a	1391.7^a

PST=paja sin tratar

PT=paja tratada

a, b, c, d, e, f, g: Valores con distinta literal en las columnas son diferentes (P<0.05)

*C.V.=21.5

**C.V.=17.9

***C.V.=16.4

ED =Energía Digestible

Cuadro 3.5.3. Efecto del 30% de paja tratada y sin tratar con *P. ostreatus* con diferentes niveles de energía, en el peso del ciego, hígado y canal de conejos en engorda.

Tipo de paja	Tratamiento	E D Kcal kg ⁻¹	Peso del Ciego G	Peso del Hígado ** G	Peso de la Canal*** G
PST	3	2500	195.2 ^{abcd}	55.0 ^{bcd}	979.2 ^{bc}
PST	6	2600	209.2 ^{ab}	53.0 ^{bcd}	886.3 ^{bcd}
PST	9	2700	112.5 ^d	44.3 ^{cd}	704.7 ^{cd}
PT	12	2500	122.5 ^{cd}	38.7 ^d	627.0 ^d
PT	15	2600	202.3 ^{abc}	52.2 ^{bcd}	958.3 ^{bc}
PT	18	2700	224.7 ^{ab}	63.3 ^{bc}	945.0 ^{bc}
TESTIGO	19	3200	203.7 ^{abc}	101.0 ^a	1391.7 ^a

PST=paja sin tratar

PT=paja tratada

a, b,c, d, e: Valores con distinta literal en las columnas son diferentes (P<0.05)

*C.V.=21.5

**C.V.=17.9

***C.V.=16.4

ED =Energía Digestible

4.0 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. EFECTO DE LOS FACTORES TIPO DE PAJA, NIVEL DE PAJA Y NIVEL DE ENERGIA

EFECTO DEL TIPO DE PAJA

Como puede observarse en el Cuadro 3.1.1, los conejos que consumieron PST presentaron un mejor comportamiento, ya que el peso final, ganancia total de peso, consumo de alimento fueron superiores en 11.00, 28.3 y 7.1% más que los de PT y 27.4% mejor en conversión alimenticia.

Estos resultados aunque no son muy comparables, ya que no existe información sobre conejos, concuerdan con Aceves (1997), ya que la ganancia total de peso y conversión alimenticia fueron mejores en los borregos alimentados con PST que en los que consumieron PT; debido quizá a que los hongos utilizaron los nutrientes de la paja, disminuyendo los nutrientes disponibles para una mejor interacción con los demás nutrientes.

EFECTO DEL NIVEL DE PAJA

El nivel de paja influyó en las variables de estudio, ya que cuando se usó 20% fue superior en peso final 9.8% mayor que el de 15%. En la ganancia total de peso, 24% más elevado que el nivel de 15% de paja y un 10% mayor que el nivel de 30%. Igualmente, en consumo de alimento fue 11.7 y 6.4% superior que los niveles de 15 y 30% de paja respectivamente. Además, la conversión fue superior en los niveles ya mencionados (Cuadro 3.1.2).

La explicación puede ser que con un nivel de 15%, el nivel de fibra no es suficiente para cubrir las necesidades del animal y con un 30% de paja se incrementa el nivel de lignina en la dieta, promoviendo una menor digestibilidad de la fibra y otros nutrientes de la dieta.

EFEECTO DEL NIVEL DE ENERGIA

El efecto del nivel de energía en las variables peso final, ganancia total de peso, consumo de alimento, no mostró diferencias significativas; aunque en las dietas con 2600 kcal kg⁻¹ se obtuvo mejor conversión alimenticia; sin embargo, estos datos no concuerdan con Fekete y Gippert (1985), que indican que el consumo de alimento depende de la concentración de energía de la dieta, en base a ello en el presente trabajo se encontró un menor consumo, en los animales a los que se les proporcionó dietas más altas en energía. Sin embargo Berchiche *et al*, (1996) sugieren que en dietas bajas en fibra, con 2300 y 2600 kcal kg⁻¹ y con la adición de paja, no varían el peso final, ganancia diaria y consumo de alimento.

4.2. EFECTO DE LAS INTERACCIONES

EFEECTO DE LA INTERACCION TIPO DE PAJA x NIVEL DE ENERGÍA EN EL PESO FINAL

La interacción tipo x energía no afectó significativamente el peso final, cuando se utilizó PST; incluso, presentó una tendencia a disminuir el peso cuando se aumentó el nivel de energía, aunque el nivel de energía presentó un papel importante, numericamente, cuando se utilizó PT, ya que se tuvo hasta un 7% de incremento en el peso final, cuando se utilizó 2600 y 2700 kcal kg⁻¹ con relación a 2500 kcal kg⁻¹, lo cual puede ser explicado por un incremento en el consumo de alimento, además de que la digestibilidad de la FDA y FDN también se incrementó cuando se aumentó el nivel de energía.

Estos datos concuerdan con Falcao *et al*, (1996), quienes indican que la digestibilidad de la FDA, FDN, hemicelulosa y celulosa, se incrementa con la adición de grasa en la dieta.

EFFECTO DE LA INTERACCION TIPO DE PAJA x NIVEL DE ENERGIA EN LA GANANCIA TOTAL DE PESO

La ganancia total no fue afectada por el tipo de paja y nivel de energía, sin embargo con PST y $2500 \text{ kcal kg}^{-1}$ se obtuvieron las mejores ganancias de peso y al aumentar el nivel de energía, disminuyeron estas ganancias; observándose un efecto contrario con la PT.

Lo anterior puede ser explicado, ya que la PST presentó un menor nivel de lignina, comparado con la PT, ya que esta es el factor más importante que limita la utilización de las paredes celulares por los herbívoros; Maertens y Degroote (1984) indican que alimentos altos en celulosa y lignina, generalmente tienen una digestibilidad muy baja en conejos. Sin embargo, en los tratamientos con PT, al aumentar la energía mejoraron las ganancias de peso; aunque no significativamente. Esto puede explicarse debido a que la energía (principalmente grasa), mejora la digestibilidad de los nutrientes, principalmente las paredes celulares.

EFFECTO DE LA INTERACCION TIPO DE PAJA x NIVEL DE ENERGIA EN EL CONSUMO DE ALIMENTO

La interacción tipo x energía y su efecto en el consumo de alimento, fue afectada en los animales que consumieron PT con los diferentes niveles de energía; es decir, a medida que se fue aumentando la energía en la dieta a 2600 y $2700 \text{ kcal kg}^{-1}$, se incrementó el consumo hasta un 9.5% y 6.1% respectivamente.

Estos datos no concuerdan con Henics (1987), ya que no encontró diferencias en el consumo de alimento, al alimentar novillos con paja tratada y sin tratar con *P. ostreatus*; incluso, Coronel y Martínez (1995) no encontraron

diferencias significativas en el consumo de materia seca, al alimentar ovinos con paja de cebada tratada y sin tratar con *P. ostreatus*. Sin embargo, en este trabajo jugó un papel importante el nivel de energía, ya que ésta mejoró la digestibilidad de la FAD y FND. Además, Castelló y Gurry (1992) indican que el mayor consumo de alimento lo observaron en el grupo de conejos alimentados con mayor energía.

EFFECTO DE LA INTERACCION NIVEL DE PAJA x NIVEL DE ENERGIA EN LA CONVERSION ALIMENTICIA

La interacción nivel de paja x energía afectó la conversión alimenticia, ya que con el nivel de 15% empeoró la conversión, cuando la energía aumentó a 2700 kcal kg⁻¹. Con 20% no fue afectada la conversión. Sin embargo, con un nivel de 30% también se afectó la conversión, ya que cuando se aumentó la energía a 2700 kcal kg⁻¹, la conversión alimenticia mejoró notablemente. Cabe hacer la aclaración que para cubrir el nivel de energía de 2600 y 2700 kcal kg⁻¹ en las dietas, se utilizó grasa animal, lo cual hizo que aumentara el consumo de alimento, así como la digestibilidad de los nutrientes.

Estos datos concuerdan con Santomá *et al* (1987), quienes indican que la conversión alimenticia mejoró ($P < 0.05$) cuando agregaron grasa a las dietas, debido a la alta concentración de energía en la misma. Por su parte Falcao *et al* (1996) mencionan que el incremento de grasa en la dieta, reduce el consumo de alimento, ganancia diaria y empeora la conversión alimenticia.

4.3. COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO

Al utilizar 15% de PST, no se vió afectada la ganancia total de peso por el nivel de energía en la ración; sin embargo, hubo una tendencia a mejorar en el tratamiento 7 cuando se aumentó el nivel de energía. Los animales alimentados con PT, mostraron diferencias, cuando se aumentó el nivel de energía a 2700 kcal kg⁻¹ es decir disminuyó la ganancia de peso, lo cual puede atribuirse al menor contenido de celulosa, FDA y FDN de la paja tratada, ya que los hongos utilizan parte de la celulosa del rastrojo. Estos datos, concuerdan con los reportados por Cheeke y Patton (1980), quienes indican que un exceso de carbohidratos solubles en el ciego y menor cantidad de fibra, puede causar trastornos digestivos, ya que favorece el desarrollo de bacterias patógenas como *Clostridium spiriforme*; sus toxinas pueden dañar la mucosa intestinal, provocando alteraciones en la absorción de nutrientes, lo que se traduce en una menor ganancia de peso.

Evans (1981), indica que el promedio de ganancia diaria de peso fue mayor en el grupo de conejos que recibieron mayores niveles de fibra. Igualmente Rodríguez *et al.* (1982), indican que los incrementos diarios de peso mejoraron cuando se aumentó el nivel de fibra del alimento. Aderibigbe *et al.* (1992) sugieren que la utilización de la fibra en la dieta de conejos debe incrementarse cuando se aumenta el nivel de proteína de la dieta.

Con relación a los tratamientos con 20% de PST y PT, no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) por efecto del nivel de energía en cada grupo, pero sí por efecto del tipo de paja, en la ganancia de peso, ya que los animales alimentados con PST mostraron mejores ganancias que los que consumieron PT; sin embargo, el tratamiento testigo fue el que tuvo las mayores ganancias, debido a que estos animales consumieron alimento comercial, en forma granulada, lo cual favorece un mayor consumo de alimento.

Cuando se utilizó 30% de paja se observó un efecto opuesto al encontrado con 15%, ya que en los animales alimentados con PST disminuyó la ganancia de

peso al aumentar el nivel de fibra en las dietas. No obstante, en los animales alimentados con PT, mejoraron las ganancias de peso. al incrementar el nivel de energía de 2500 a 2700 kcal kg.⁻¹ Lo anterior puede ser atribuible a que un exceso de fibra por arriba del 17%, disminuye el contenido de energía digestible (De Blas *et al.*, 1992), por lo cual, aun cuando en la PT el nivel de paja fue el mismo, la cantidad de fracciones de fibra (FDN, FDA y celulosa) fue menor.

Con respecto al consumo de alimento, no se observaron diferencias significativas ($P > 0.05$) cuando se utilizó 15 y 20% de PST y PT, a excepción del tratamiento 16, el cual fue diferente estadísticamente ($P < 0.05$), ya que los animales disminuyeron su consumo por una menor ingestión de fibra y mayor cantidad de energía en la dieta. Cuando se utilizó 30% de PST disminuyó el consumo al incrementar el nivel de energía; observándose un aumento en los animales que se alimentaron con 30% de PT, ya que a medida que se incrementó la energía, se incrementó el consumo de alimento, lo cual pudo deberse a que en el caso de la energía de la PT, pudo ser utilizada para el metabolismo y/o crecimiento de los hongos. Estos datos son diferentes a los encontrados por Evans (1981), quien indica que el consumo de materia seca se incrementa en conejos que consumen dietas bajas en energía y altas en fibra, así como con dietas bajas en energía y bajas en fibra.

Castelló y Gurry (1992), indican que el mayor consumo lo observaron en el grupo de conejos alimentados con mayor energía, aunque las diferencias no fueron significativas. En general, Aderibigbe *et al.*, (1992) indican que el consumo de alimento fue mayor para los animales que consumieron carbohidratos poco fermentables que en los que consumieron dietas con carbohidratos altamente fermentables; así, para cubrir sus requerimientos, aumentan su consumo; aunque éste es afectado por el nivel de proteína.

Rodríguez *et al.* (1982), indican que el consumo de alimento aumenta con el nivel de fibra bruta en la ración; estos autores mencionan que la ingestión calórica es mayor con el nivel de fibra, es decir, los conejos ingieren más energía, cuanto mayor es el contenido de fibra del alimento. Sin embargo, un exceso de

fibra en la dieta tampoco es deseable, ya que el contenido de energía digestible disminuye, dando como resultado una alta relación proteína:energía, por lo que esto favorece a la flora microbiana proteolítica, lo cual promueve la producción de amoníaco, incrementando los riesgos de desórdenes digestivos; siendo estos efectos más evidentes cuando se usa fibra altamente lignificada (De Blas *et al.* 1992).

La conversión alimenticia no se vió favorecida en el tratamiento 16, con 15% de PT y 2700 kcal kg⁻¹ ya que a medida que se incrementó el nivel de energía empeoró la conversión. Por otra parte, el tratamiento 12 fue diferente a todos los demás tratamientos. Sin embargo, en los tratamientos con 15% de PST se observó una tendencia a mejorar cuando se aumentó la energía, sin embargo, con 30% se observó lo contrario, empeorando la conversión con el aumento del nivel de energía en las dietas y con la PT se observó un efecto contrario, ya que a medida que se incrementó la energía, mejoró la conversión alimenticia de los animales. Estos datos son contrarios a los de Rodríguez *et al.* (1982), ya que ellos observaron una relación lineal negativa ($P < 0.05$) entre el nivel de fibra en la ración e índices de conversión, sin embargo Castelló y Gurry (1992) no encontraron diferencias en la eficiencia alimenticia entre grupos alimentados con altos y bajos niveles de energía. Incluso De Blas *et al.* (1986) sugieren que se utilice un mayor nivel de fibra en la dieta (14 a 17.7%), para obtener una mayor eficiencia en la producción de conejos.

Por otra parte, como en toda explotación pecuaria, en la cunicultura el 70% del costo total de producción corresponde a la alimentación; sin embargo, en este trabajo, se observó que existen alternativas de alimentación a un menor costo que con alimentos comerciales, ya que utilizando 15% de PST con 2700 kcal kg⁻¹ se logró un 35% de ahorro en el costo de alimentación con relación al testigo; al alimentar con 20% de PST y 2600 kcal kg⁻¹ fue de 46.6% y con 30% de PST y 2500 kcal kg⁻¹ fue de 55.1%, y con 30% de PT y 2700 kcal kg⁻¹, se redujo el costo en 35.6%.

4.4. DIGESTIBILIDAD

DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA, PROTEÍNA CRUDA Y ENERGÍA BRUTA

El tipo de paja y nivel de energía no afectaron la digestibilidad de la materia seca, proteína y energía; con excepción del tratamiento con PT y 2700 kcal kg⁻¹, el cual disminuyó la digestibilidad en la MS cuando se utilizó 15% de paja, aunque con 20% tampoco se afectó ninguna de las variables antes mencionadas (Cuadros 3.7 y 3.8). Sin embargo, cuando se usó 30% de PST (correspondiente a 16.4% de FDA y 21.9% de FDN) se observó el efecto del nivel de energía, ya que a medida que aumentó la energía, disminuyó en 12 puntos porcentuales la digestibilidad de la MS, en el tratamiento con 2700 kcal kg⁻¹ al compararlo con el de 2500 kcal kg⁻¹ (Cuadro 3.9). Estos datos concuerdan con Aderibigbe *et al*, (1992) los que indican que con un nivel de 12.9% de FDA, mejoró la digestibilidad de la MS a 74.4% comparado con un nivel de 29.8% de FDA el que presentó 54.5% de digestibilidad; incluso Aboul-Ella *et al*, (1996) indican que la digestibilidad de la MS y proteína cruda disminuye de 65.5 a 59.0 y 78.5 a 68.3% respectivamente, cuando el contenido de fibra cruda de la dieta incrementa de 7.2 a 17.5%.

Con la PT nuevamente se observó un efecto contrario, ya que a medida que se aumentó la energía hasta 2700 kcal kg⁻¹ se incrementó la digestibilidad de la MS hasta en 29 puntos porcentuales. Estos datos concuerdan con Fekete y Gippert (1985) que observaron que el consumo de alimento depende de la concentración de energía de la dieta y que un nivel alto de energía aumenta significativamente la digestibilidad de la MS; aunque Deshimukh y Pathak (1992) indican que la digestibilidad de la FC y FDA fue significativamente mayor en el grupo de animales a los que se les proporcionó menor energía.

Con respecto a la digestibilidad de la proteína se observó un efecto del tipo de paja, ya que disminuyó la digestibilidad en los tratamientos con PT con 2500 y 2600 kcal kg⁻¹. La digestibilidad de la energía no fue afectada ni por el nivel de

paja, energía o tipo de paja, ya que no existieron diferencias entre todos los tratamientos; sin embargo, Burchiche *et al* (1996), indican que la adición de paja en dietas bajas en fibra con 2300 y 2600 kcal kg⁻¹ de energía, mejoró de 69.6 a 77.05%. Por lo tanto, el no haber observado diferencias en la digestibilidad de la energía puede deberse a que los niveles con baja cantidad de energía, se relacionó con un nivel bajo de fibra, un nivel medio de energía con un nivel medio de fibra y un nivel alto de energía con un nivel alto de fibra; incluso en estos últimos niveles, para elevar la energía de las dietas, se utilizó sebo, lo cual algunos investigadores indican que aumenta la digestibilidad de algunos nutrientes; aunque Falcao, *et al* (1996) indican que la adición de sebo a dietas con salvado de trigo, no afecta la digestibilidad de la MS, PC y energía, pero cuando se eleva el nivel de FC, afecta la digestibilidad de la MS y energía.

DIGESTIBILIDAD DE LA FDA Y FDN

Cuando se utilizó 15% de PST no hubo diferencias en la digestibilidad de la FDA, aunque se observó una tendencia a incrementarse, cuando se aumentó el nivel de energía; en tanto que con 20% de esta paja se observaron diferencias cuando se elevó el nivel de energía. Sin embargo, con 30% de PST disminuyó significativamente la digestibilidad cuando se aumentó el nivel de energía a 2700 kcal kg⁻¹.

Respecto a la PT, cuando se utilizó 15% disminuyó la digestibilidad al aumentar el nivel de energía; sin embargo, cuando se utilizó 30% de esta paja, se elevó la digestibilidad ($P < 0.05$) cuando se aumentó este nivel de energía.

Por lo tanto, en las dietas con menor contenido de fibra, al incrementar la energía, mejoró la digestibilidad de la FDA; sin embargo estos datos son contrarios a los mencionados por Deshmurkh y Pathak (1992), quienes observaron que la digestibilidad de la FDA fue mayor en el grupo de animales que se alimentaron con menor energía que los alimentados con mayor proporción de ésta, debido

posiblemente a la mayor digestibilidad de la fibra por los microorganismos en el ciego, como una forma de compensar su eficiencia energética, la dieta baja en energía.

De Blas *et al.*, (1986a) indican que con niveles bajos de FDA, menores a 10%, se observa un incremento en la eficiencia de la degradación de fibra, atribuible a un prolongado tiempo de retención de la misma en el segmento ciego-colon; en tanto Gralak *et al.*, (1992) mencionan que la digestibilidad de la FDA y FDN de animales cecotomizados, disminuye significativamente en comparación con los animales testigos. Por otra parte Deshmukh y Pathak (1992) observaron que con un mayor nivel de energía en la dieta, aumenta la digestibilidad de la FDA.

La FDN no se afectó por el nivel de energía cuando se utilizó 15 y 30% de PST; aunque con 2600 kcal kg⁻¹ incrementó su digestibilidad, al emplear 20% de paja. Cuando se utilizó PT disminuyó la digestibilidad con 15% al aumentar el nivel de energía en tanto que con 30% de paja, aumentó la digestibilidad al aumentar la energía.

Los datos obtenidos en este estudio concuerdan con los obtenidos por Falcao *et al* (1996), los cuales indican un aumento en la digestibilidad de la FDN de 31.0 a 37.9%, cuando se incrementó el nivel de energía en dietas con cascarilla de chícharo con 0 y 8% de sebo respectivamente.

De acuerdo a Fekete *et al.* (1990), la adición de grasa incrementa la digestibilidad de otros nutrientes, principalmente los carbohidratos (FC y ELN) en dietas bajas en energía.

Además, García *et al.* (1996) mencionan que la digestibilidad de la FDN varía de acuerdo al tipo de fibra, obteniendo una digestibilidad de 35.0, 28.0, 17.5, 16.7, 10.0 y 3.0% para la torta de pimentón, cascarilla de soya, heno de alfalfa, paja de cebada tratada con NaOH, cascarilla de girasol y hojas de olivo respectivamente; como puede observarse, la paja de cebada tratada con NaOH, aunque fue menor que otros alimentos en su digestibilidad, fue igual al comparar la digestibilidad de FDN con la alfalfa, ya que Van Soest (1991) indica que el tratamiento con NaOH rompe los enlaces covalentes de la lignina con los

carbohidratos, lo cual favorece la digestibilidad de la FDN. Esto mismo pudo haber sucedido en este trabajo al deslignificar los hongos las pajas, lo cual promovió una mayor digestibilidad de la FDN; aunado a esto, las dietas en las que la digestibilidad de la FDN fue mayor, fueron aquellas con mayor contenido de energía y 30% de PT, lo cual puede también ser explicado por la presencia de sebo en las dietas. No obstante, en las dietas con PST fueron altas sus digestibilidades, lo cual puede ser explicado también por la presencia de grasa animal que pudo haber aumentado la digestibilidad de este nutriente.

4.5. PESO DEL CIEGO, HIGADO Y CANAL

No hubo diferencias significativas en el peso del ciego cuando se empleó 15 y 20% de PST y PT; tampoco se notó un efecto del nivel de energía, aunque si se observó cuando se utilizó 30% de estas pajas, ya que incrementar la energía a 2700 kcal kg⁻¹, disminuyó el peso del ciego en los tratamientos con PST y PT, aumentando los pesos al incrementar el nivel de energía.

A este respecto, la explicación puede ser por una disminución en el consumo de alimento, por el alto contenido de fibra y energía en los tratamientos con PST, en tanto que en los tratamientos con PT, se incrementó el peso del ciego como consecuencia del aumento en consumo de alimento, cuando se utilizó 30% de paja.

Estos datos no concuerdan con Hoover y Heitman (1978), ya que mencionan que el peso y volumen del ciego aumentan cuando los niveles de fibra son incrementados en la dieta de conejos en crecimiento. Además Fraga *et al.* (1984) indican que la paja de arroz tiende a incrementar el peso del estómago y del ciego con relación al heno de alfalfa. García, *et al.* (1992) sugieren que un mayor contenido de fibra digestible, implica una disminución del pH del contenido del ciego y un incremento significativo del peso del estómago y del ciego.

En cuanto al peso del hígado, pudo comprobarse que a un mayor consumo, aumenta el metabolismo y crecimiento de este órgano, por lo contrario a un menor consumo se observó un menor peso de este; como ocurrió en el tratamiento 12 con 30% de PT, comparado con el tratamiento 18 y el testigo. Bielanski *et al.* (1996) indican que en las dietas con 14% de fibra cruda y 2500 kcal kg⁻¹ en dietas con paja de trigo tratadas y sin tratar con NaOH y NH₃, no hay diferencias en el peso del hígado que tuvo un promedio de 80 gr.

Con respecto al peso de la canal este se vió afectado solamente en el tratamiento 16, al compararlo con el tratamiento 1 y el testigo en dietas con 15% de PT. Cuando se utilizó 30% de PT, el tratamiento 12 también disminuyó el peso de

la canal, ya que al comparar el consumo de alimento y ganancia de peso con el peso de la canal en estos tratamientos, fue menor con respecto a todos los demás tratamientos; es decir, a un menor consumo de alimento correspondió un menor peso de la canal; aunque estos datos no concuerdan con Bielanski *et al.*, (1996), ya que en dietas con 2500 kcal kg⁻¹ de energía y 14% de FC, no se encontraron diferencias en el peso de la canal, que fue en promedio 1350 g.

El peso de la canal de los animales testigo, siempre fue superior a los demás tratamientos con PST y PT.

CONCLUSIONES

La digestibilidad de la FDA y FDN , fueron afectadas en los tratamientos con PT, cuando se utilizó 15% de paja, al aumentar la energía de las dietas; sin embargo, en las dietas con 30% se incrementó la digestibilidad hasta en un 50%, cuando se aumentó a 2700 kcal kg⁻¹ de energía; observándose un efecto contrario cuando se utilizó 30% de PST, ya que disminuyó la digestibilidad de estas fracciones, cuando se aumentó el nivel de energía.

La digestibilidad de la materia seca, proteína cruda y energía bruta, no se vió afectada por el tipo, nivel de paja y nivel de energía, sólo cuando se utilizó PT con 2500 kcal kg⁻¹ se vió afectada la digestibilidad de la MS.

La ganancia de peso fue mejor en los tratamientos con PST, con relación a los que contenían PT. El consumo de alimento no fué diferente entre todos los tratamientos, con excepción al tratamiento 7, en el que se usó 15% de paja con 2700 kcal kg⁻¹ y del del tratamiento 12 con 30% de PT y 2500 kcal kg⁻¹ en los que se observó el menor consumo.

La conversión alimenticia fue mejor en general en los tratamientos con PST que los que se usó PT, lo que se reflejó en una baja en los costos por kilogramo de peso ganado en los tratamientos ya mencionados.

Las dietas de los animales que consumieron alimento comercial (testigo) superaron en todas las variables de estudio, a los que recibieron las dietas con PST y PT; sin embargo, en cuanto a los costos por kilogramo de peso ganado, tuvieron los mejores costos los tratamientos con PST, ya que con algunos de ellos se tuvo un ahorro hasta de 40-50% con relación al testigo.

El peso del ciego solo se vió afectado con 30% de PST con 2500 y 2700 kcal kg⁻¹. El peso del hígado solo se observaron diferencias con 30% de PT y 2500 kcal kg⁻¹. Con respecto al peso de la canal fue menor con 15 y 30% de PT, con 2700 y 2500 kcal kg⁻¹ respectivamente.

5.0.- REFERENCIAS

- Aboul-Elas, Abdel-Rahman G.A., Alif A., Khamis H.S. and Abd-Galil H.K.H. 1996. Practical recommendations on minimum and maximum fiber levels in rabbits diets. 6th World rabbits congress, Toulouse France, 1: 67-72.
- Aceves, O. J. 1997. Evaluación nutricional de la paja de trigo tratada con el hongo *Pleurotus ostreatus* en ovinos. Tesis de Maestría. Programa de Ganadería. Colegio de Postgraduados, Montecillo México.
- Aderibigbe, A.O., Gad A., Cheeke P.R. and Patton N.M. 1992. Effects of supplementing weaning rabbit diets with untreated and ammoniated annual rygrass straw as fiber source on performance and nutrient digestibility. J Appl. Rabbit Res. 15:1189-1195
- Alba, G.R. 1978. Algunos Aspectos Nutricionales. 3er. Symposium de Cunicultura. Valencia, España.
- Alus, G. and Edwards N.A., 1977. Development of the digestive tract of the rabbit from birth to weaning. Proc. Nutr. Soc., 36: 3.
- Annison, E.F., Hill, K.J. and Lewis. 1957. Biochem. J. 66: 592-599.
- AOAC. 1980. Official Method of Analysis. 13th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., USA.
- Atwell, D.J., Merchen N.R., Jaster E.H., Fahey G.C., Jr., Berger L.L., Titgemeyer E.C., and Bourquín L.D. 1991. Intake, digestibility and *situ* digestion kinetics of treated wheat straw and alfalfa mixture fed to holstein heifers. J. Dairy Sci. 74:3524-3534.
- Berchiche, M., Lebas F., Lounaouci G., and Kadi S.A. 1996. Feeding of local population rabbits: effect of straw addition to lower fiber pelleted diets, on digestibility, growth performance and slaughter yield. 6th World Rabbit Congress. 1: 89-92. Toulouse France.
- Bielanski, P., Niedzwładek S., Zajac J. and Cholewa R. 1996. Parameters of fattening and slaughter performance of rabbits fed on mixture containing untreated and treated straw. 6th World Rabbit Congress, Toulouse France. 1:101-105.

Blaxter, K.L., Graham, N. Mc. and Weinman F.W. 1956. Some observations on the digestibility of food by sheep and related problems. *Brit. J. Nutr.* 10:69.

Bobec, P., Ozdin, L. and Kuniac, L. 1995. Hypocholesterolaemic and antilipoperoxidative effect of dietary oyster mushrooms (*Pleurotus ostreatus*) and its ethanol extract in hypercholesterolaemic rats. *Ceska-a-slovenska-Gastroenterologie.* 59: 46-49.

Bobek, P., Ondreicka R., Klavanova, J. and Ozdin, L. 1994. Oyster mushroom (*P. ostreatus*) decreases serum and liver cholesterol and increases cholesterol 7 alpha-hydroxylase activity and fecal excretion of neutral sterols and bile acids in hypercholesterolemic rats. *Nutr. Res.* 14:1683-1688.

Borriolos, S.P. and Carman, R. J. 1983. Association of iota-like toxin and *Clostridium spiroforme* with both spontaneous and antibiotic associated diarrhea and colitis in rabbits. *J. Clin. Microbiol.* 17: 414-418.

Brooks, D.L. 1978. Endemic diarrhea of domestic rabbits in California. Ph.D. Thesis, University of California, Davis.

Butcher, C., Bryant, M.J. and Owen, E. 1983. The effect of slaughter weight upon the growth and carcass characteristics of rabbits fed diets of different dietary metabolizable energy concentrations. *Anim. Prod.* 37:275.

Carabaño, R., Fraga, M.J., Santoma, G. and De Blas, J.C. 1988. Effect of diet on composition of cecal contents and on excretion and composition of soft and hard feces of rabbits. *J. Anim. Sci.* 66: 901-910.

Castañeda, F.E. y Monroy, V.J.A. 1984. Métodos de procesamiento de subproductos agrícolas para elevar su valor nutricional. Memorias de seminario sobre utilización de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes. Centro de Ganadería, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México.

Castello, J. A. and Gurri, A. 1992. Effects of the energy levels in the feed and the feeding program on performances of growing rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.* 15:958-964.

Catala, J. et Bonnafus R. 1979. Variations de l'activite-amylasique parietale et intraluminaire dans le tube digestif de lapins temoins et a canal pancreatique ligature. *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.* 19(3B):813-817.

Coronel, R.U. y Martinez, J. 1995. Efecto de la inoculación del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* sobre el valor nutricional de la paja de cebada usada en la alimentación de rumiantes. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia. UACH. Chapingo México.

Costa, B.P. 1978.- Energía y fibra en la alimentación del conejo. 3er. simposium de Cunicultura. Valencia, España.

Champe, K.A. and Maurice, D.V. 1983. Response of early weaned rabbits to source and level of dietary fiber. *J. Anim. Sci.* 56:1105-1114.

Cheeke, P.R. 1987. Fiber and starch levels in fattening rabbits diets. *J. Appl. Rabbit Res.* 10: 5-10.

Cheeke, P.R. and Patton, N.M. 1980. Carbohydrate overload of the hindgut-a probable cause of enteritis. *J. Appl. Rabbit Res.* 3: 20-23

De Alba, J. 1980. Alimentación del ganado en America Latina. Prensa Médica Mexicana. 2a. ed. 475 pp.

De Blas, J.C. and Galvez, J.F. 1975. A note on the retention of energy and nitrogen in rabbits. *Anim. Prod.* 21:345-347

De Blas, J.C. Perez, E., Fraga, M.J., Rodriguez, J.M. and Galvez, J.F. 1981. Effect of diet on feed intake and growth of rabbits from weaning to slaughter at different ages and weights. *J. Anim. Sci.* 52, 1225-1232.

De Blas, C. and Villamide, M.J. 1990. Nutritive value of beet and citrus pulps for rabbits. *Anim. feed Sci. Technol.* 27: 239-246.

De Blas, J.C. 1984. Alimentación del conejo. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid España 215 pp.

De Blas, J.C. 1986. Fiber and starch levels in fattening rabbits source and level of dietary fiber. *J. Anim. Sci.* 56: 5-9.

De Blas, J.C., Rodriguez, J.M., Santoma, G. and Fraga, M.J. 1984. The nutritive value of feeds for growing fattening rabbits. I. Energy evaluation. *J. Appl. Rabbit Res.* 7:72-74.

De Blas, J.C., Santoma G., Carabaño R., Fraga M.J. 1986. Fiber and starch levels in fattening rabbits. *J. Animal Sci.* 63, 1897-1904.

De la Torre M. 1985. La utilización de los recursos celulósicos en la alimentación animal. Memorias del seminario. Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del Instituto Politecnico Nacional. Dirección de publicaciones.278 pp

Dhanda, S., Kakkar-VK., Garcha, HS: and Makkar, G.S. 1994.- Effect of white-rot basidiomycetes-treated wheat. *Indian J. Animal Nutr.* 11:73-79.

Deshmukh, S.V., and Pathak, N.N. 1992. Effects of age and dietary protein and energy levels on dry matter intake, digestibility and nutritive value of feeds in New Zealand white rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.* 15:1263-1269.

Dyer, I.A., Riquelme E., Baribo L.E. and Couch B.Y. 1975.- Waste cellulose as an energy source for animal protein production. *World Anim. Rev.* 15:3946.

Emaldi, O., Crociani, F. and Matteuzzi, D. 1979. A note on the total viable counts and selective enumerations of anaerobic bacteria in the cecal content, soft and hard faeces of rabbit. *J. Appl. Bacteriol.* 46, 169-172.

Evans, E. 1981. Effects of dietary energy and fiber level on performance of fryer rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.* 4:41-42.

Falcao L., Freire, B.J.P. and Goncalves, A. 1996. Effect of fat level and fiber nature on performance, digestibility, nitrogen balance and digestive organs in growing rabbits. 6th World Rabbit Congress, Toulouse France.1:157-162.

Fekete, S. and Gippert, T. 1985. Effect of crude fiber on protein utilization by rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.* 8:31-38

Fekete, S. and Gippert, T. 1986. Digestibility and nutritive value of nineteen important feedstuffs for rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.* 9:103-108

Fekete, S. Hullar, I., Febel, H. and Bokori, J. 1990. The effect of animal fat and vegetable oil supplementation of feeds of different energy concentration upon the digestibility of nutrients and some blood parameters in rabbits. *Act. Vet. Hung.* 38: 165-175.

Fraga, M.J., Barreno C., Carabaño R., Mendez J., and De Blas J.C. 1984. Effect of amounts of fibre and protein in the diet of growth and digestive traits of rabbits. *Ann. Inst. Nac. Invest. Agrar., Ganadera.* 21:91-110.

Garcia, J., Carabaño, R., Perez-Alba, L. and De Blas, C. 1996. Effect of fibre source on neutral detergent fibre digestion and caecal traits in rabbits. 6th World Rabbit Congress, Toulouse France. 1:175-179.

García, G.W., Neckles, F.A. y Lallo, C.H.O.1990. Dietas basadas en forraje de caña de azúcar para la producción de carne. *Rev. Cubana Cienc. Agric.* 24:13-27.

García, J., Villamide, M.J. and De Blas, J.C. 1996. Nutritive value of sunflower hulls, olive leaves and NaOH-treated barley straw for rabbits. 6th World Rabbits Congress, Toulouse France. 1:181-185.

García, R.M. 1979.- Cultivo del *Pleurotus ostreatus* sobre madera. Folleto. Ministerio de Agricultura. No. 3. Madrid, España. 20 pp.

García, R.M. 1982.- Cultivo industrial de *Pleurotus ostreatus*. Folleto. Ministerio de Agricultura. No. 11. Madrid, España. 16 pp.

García, E. 1988. Modificación al sistema de clasificación climática de Koopen. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. 41 pp.

Goering, H.K. and Van Soest P.J. 1975. Forage fiber analysis. Agriculture Handbook No. 379. Agric. Res. Ser. Department of Agriculture. USA.

Govet, P. and Fonty, G. 1973. Evolution de la microflore digestive du lapin holoxénique de la naissance au sevrage. Ann. Biol. Anim. Biochem Biophys. 13: 215-221.

Gralak, M.A., Castro, T., Adawy, M.M.I., Sanz-Arias, R. and Brandau, D. 1992. The influence of cecotomy on growth and digestibility in weaned rabbits. J. Appl. Rabbit Res. 15:1183-1188.

Greenhalgh, J.F.D., and Wainman, F.W. 1972. The nutritive value of processed roughages for fattening cattle and sheep. Proc. Br. Soc. Anim. Prod. 61-72.

Griffin, H.D. 1994. Fungal Physiology. 2nd. ed. Ed wiley-liss. impreso USA.159-194.

Guidinne, T., Peres, J.M., DE Blas, J.C.. 1990. Digestive efficiency in the rabbit: Effect of age and starch origen. 41th ann meeting Europ. Ass. Anim. Produc. Toulouse, July 1990.

Guidenne, T. and Perez, J.M. 1993. Effect of dietary starch origin of digestion in the rabbit. 2. Starch hydrolysis in the small intestine, cell wall degradation and rate of passage measurements. Anim. Feed Sci. Technol. 42: 249-257.

Guidenne, T. 1996. Nutritional and ontogenic factors affecting rabbit caeco-colic digestive physiology. 6th World Rabbit Congress, Toulouse, Francia. 1:13-28

Guzmán, G., Mata, G., Salmones, D., Soto-Velazco, C. y Guzmán-Davalos, L. 1993. El cultivo de los hongos comestibles. Instituto Politecnico Nacional. la edición. México D.F. 245 pp.

Han, Y. W., Lee, J.S. and Anderson, W. 1975. Chemical composition and digestibility of rye grass straw. *J. Agric. Food Chem.* 23:928-931.

Hanke, R. y Martín, P.C. 1985. Utilización de los subproductos fibrosos de la caña de azúcar y su efecto del tratamiento con NaOH en la digestibilidad *in vitro*. *Rev. Cubana. Cienc. Agríc.* 19:153-159.

Hartley, R.D. 1972. P-Coumaric and ferulic acid components of cell walls of ryegrass and their relationship with lignin and digestibility. *J. Sci. Food. Agric.* 23:1347-1354.

Hayes, W.A. 1968. Microbiological change in composting wheat straw/horse manure mixtures. *Mushroom Sci.* 7: 173-186.

Henics, Z. 1987. Effect of wheat straw upgraded by *Pleurotus ostreatus* on rumen fermentation on fattening performance of steers. *World Rev. Anim. Prod.* 23: 55-60.

Henning, P.A., Linden V. D., Mattheyse, M.E., Nauhaus W.K. and Schwartz H.M. 1980. Factors affecting the intake and digestion of roughage by sheep fed maize straw supplemented with maize grain. *J. Agric. Sci. Camb.* 94: 565-573.

Hintz, H.F., Sohyver, H.F. and Stevens, C.E.. 1978. Digestion and absorption in the hindgut of non ruminant herbivores. *J. Anim. Sci.* 46: 1803-1807.

Hoover, M. and Heitman, J. 1978. Effects of dietary fiber level on weight gain, caecal volume, and volatile fatty acid production in rabbits. *J. Nutr.* 102: 375-381.

Ishakawa, H., Schubert, W. J., and Nord, F.F. 1963. *Arch. Biochem. Biophys.* 100:131-137.

Jalc, D., Nerud, F., Erbanova, P. and Siroka, P. 1996. Effect of white-rot basidiomycetes-treated wheat straw on rumen fermentation in artificial rumen. *Reprod. Nutr. Dev.* 36: 263-270.

Jehl, N., Gidenne, T. and Le Roux, J.F. 1996. Measurement of the bacterial fibrolytic activity in the caecum and in the soft faeces of the rabbit. 6th World Rabbit Congress, Toulouse Francia. 1:199-203.

Jung, H.G., Fahey, G.C. Jr. and Garst, J.E. 1983. Simple phenolic monomers of forages and effects of *in vitro* fermentation on cell wall phenolics. *J. Anim. Sci.* 57:1294-1302.

Kaneshiro, T. 1977. Lignocellulosic agricultural waste degraded by *Pleurotus ostreatus*. *Dev. Ind. Microbiol.* 18:59-597.

Keren, Z. and Hadar, Y. 1993. Effect of manganese on lignin degradation by *P. ostreatus* during solid-state fermentation. *Appl. Environ. Microb.* 59: 4115-4120.

Kirk, T.K and Chang, H.M. 1976. Decomposition of lignin by *white rot fungi*.II. Characterization of heavily degraded lignins from decayed spruce. *Holzforschung* 29:56-64.

Lavin, T. S: 1972. Estudio preliminar de adiciones sucesivas de grasa en la dieta, para las etapas de crecimiento y finalización en conejos. Tesis Profesional. Departamento de Zootecnia. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México.

Lebas, F. 1975. Influence of dietary content on the growth performance of the rabbits. *Ann. Zootech.* 14: 281-288.

Lebas, F. and Fortum-Lamothe, L. 1996. Effects of dietary energy level and origin (starch vs oil) on performance of rabbits does and their litters: Average situation after 4 weanings. 6th World Rabbit Congress, Toulouse Francia. 1:217-222.

Lelkes, L. 1986. Overeating and microbial imbalance in the development of mucoid enteropathy in rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.* 9: 148-151.

Leng, E. and Hornicke H., 1976. Diurnal variations in the rabbits caecal volume *in vivo* with c14-PEG. *Zbl. Vet. Med.* 23: 37-47.

Leng, E., Claus, W. and Hornicke H. 1977. Colon passage time in rabbits in relation to the formation of caecotrophes. *Zbl. Vet. Med.* 24: 324-332.

Leng, E. 1978. Absortion of inorganic ions and volatile fatty in the rabbit caecum. *Br. J. Nutr.* 40:509-519.

Lindenfelser, L.A., Detroy, R.W., Ramstack, J.M. and Worden, K.A. 1979. Biological modifications of the lignin and cellulose components of wheat straw by *P. ostreatus*. *Dev. Ind. Microb.* 20: 541-551.

Lehninger, A. L. 1977. *Bioquímica*. Ed Omega S.A. 7a. Ed. Barcelona España. 886 pp.

McDonald, P., Edwards, R.A. y Greenhalgh, J.F.D. 1981. *Nutrición Animal*. Ed. Acribia S.A. Zaragoza España.

Makkar, H.P.S. and Singh, B. 1987. Comparative enzymatic profiles of rabbits cecum and bovine contents. *J. Appl. Rabbits Res.* 10:172-174.

Maertens, L. and De Groote, G. 1984. Digestibility and digestible energy content of a number of feedstuffs for rabbits. 3er World Rabbit Congress, 1:244-251. Rome, Italy.

Maertens, L., Huyghebaert, G., and De Groote, G. 1986. Digestibility and digestible energy content of various fats for growing rabbits. Cuni-Sciences. 3:7-14.

Maertens, L., Moermans, R. and De Groote, G. 1988. Prediction of the apparent digestible energy content of comercial pelleted feeds for rabbits. J. Appl. Rabbit Res. 11:60-67.

Martens, L. 1992. Rabbit Nutrition and feeding: A Review of some recent developments. J. Appl. Rabbit Res. 15:889-913.

Marty, J. and Vernay, M. 1984. Absorption and metabolism of the volatile fatty acids in the hind-gut of the rabbit. Br. J. Nutr. 51: 265-277.

Mata, G. y Martinez-Carrera. 1988. Estimación de la producción de residuos agroindustriales potencialmente utilizables para el cultivo de hongos comestibles en México. Rev. Mex. Mic. 4:287-296.

Morisse, J.P., Boilletot, E. et Maurice, R. 1985. Alimentation et modifications du milieu intestinal chez le lapin (AGV, NH₃, Ph, Flore). Recl. Med. Vet. 161: 443-449.

NRC, 1977. Nutrient requeriments of rabbits. 2nd, Ed National Research Council. Washington, DC USA.

Okamoto, M., Yamakawa, M. and Abe, H. 1992. Improvement of nutritive value of cereal straw by solid state fermentation using *Pleurotus ostreatus*. Trop. Agric. Res. 25: 178-185.

Ortega, C.M.E., Can, A. B., Herrera, P.F. y Perez-Gil, R.F. 1986. Efecto de la inoculación del hongo comestible *Pleurotus ostreatus* en la composición química y digestibilidad de la paja de cebada. Arch. Latinoamer. Nutr. 36:345-350.

Parker, D.S. 1976. The measurement of production rates of volatile fatty acids in the caecum of the conscious rabbit. Br. J. Nutr. 36: 61-70.

Parker, D. S. and McMillan, R.T. 1976. The determination of volatile fatty acids in the caecum of the conscious rabbit. Br. J. Nutr. 35:365-371.

Partridge, G.G., Fuller, M.F. and Pullar, J.D. 1983. Energy and nitrogen metabolism of lactating rabbits. Br. J. Nutr. 49: 507-516.

Partridge, G.G., Lobley, G.E., and Fordyce, R.A. 1986. The effects of energy intake during pregnancy in doe rabbits on pup birth weight, milk output and maternal body composition change in the ensuing lactation. *J. Agric. Sci.* 107: 697-708.

Paterson, J.A., Klopfenstein, T.J. and Britton, 1982. Digestibility of sodium hydroxide-treated crop residues when fed with alfalfa hay. *J. Animal Sci.* 54:1056.

Patton, N.M., Holmes, H.T. and Cheeke, P.R. 1983. Hairballs and Pregnancy toxemia. *J. Appl. Rabbit Res.* 6:99-101.

Perez, J., and Jeffries. 1992. Roles of manganese and organic acid chelators in regulating lignin degradation and biosynthesis of peroxidases by *Phanerochaete chrysosporium*. *Appl. Environm. Microb.* 58: 2402-2409.

Pickard, D.W. and Stevens, C.E. 1972. Digesta flow through the rabbit large intestine. *Amer. J. Physiol.* 222:1161.

Pote, L.M., Chekke, P.R. and Patton, N.M. 1980. Utilization of diets high in alfalfa meal by weanling rabbits. *J. Appl. Rabbit Res.* 3 : 5-10.

Raman, R. and Naik, DG. 1990. Influence of two levels of N and S on the growth and lignolytic ability of *Pleurotus ostratus* on wheat and paddy straws. *Indian J. Anim. Nutr.* 7: 71-74.

Raman, R. and Naik, DG., 1992. Influence of moisture and incubation period on the quality of wheat and paddy straws colonized by *Pleurotus ostreatus*. *Indian J. Anim. Nutr.* 9: 21-25.

Red, L., Maiorino, P.M., Parker, D.J. and Schurg, W.A. 1980. Estimates of energy needs for protein and fat deposition in growing rabbits. *Nutr. Rep. Int.* 21: 157-162.

Riquelme, V.E. 1984. Suplementación y efectos asociativos en dietas basadas en subproductos agrícolas. Memorias del seminario sobre utilización de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes. Centro de Ganadería Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.

Robinson, K.L., Cheeke, P.R., Kelly, J.D. and Patton, N.M. 1986. Effect of fine grinding and supplementation with hay on the digestibility of wheat bran by rabbits. *J. Appl. Rabbits Res.* 9: 166-167.

Rodriguez, J.M., Galvez, J.F., Fraga, M.J., Mateos, G.G. y De Blas, J.C. 1982. Influencia del nivel de fibra y proteína en la ración sobre la mortalidad, crecimiento e índices de conversión de conejos en cebo. VII Simposium de Cunicultura, Santiago de Compostela, España.

Santoma, G., De Blas, J.C., Carabaño, R.M. and Fraga, M.J. 1987. The effects of different fats and their inclusion level in diets for growing rabbits. *Anim. Prod.* 45:291-300.

SAS. 1986. Institute User's Guide: Statistics. De. SAS Institute Statistical Analysis System. Cary, NC.

Saxena, S.X., Otteerby D.E. and Good, A.I. 1971. Effects of feeding alkali-treated oat straw supplemented with soyabean meal or non-protein nitrogen on growth of lambs and on certain blood rumen liquor parameters. *J. Anim. Sci.* 33: 485-490.

Slade, L. M. and Hintz, H.F. 1969.-Comparison of digestion in horses, ponies, rabbits and guinea pigs. *J. Anim. Sci.* 28:842-843.

Smith, H.W. 1965. Observations on the flora of the alimentary tract of animals and factors affecting its composition. *J. Pathol. Bacteriol.* 82: 53-66.

Staniforth A.R. 1986. Paja de cereales . Ed Acribia S.A. Zaragoza, España. 151 pp.

Steel, D.R.G. y Torrie H.G. 1988. Bioestadística : Principios y Procedimientos. Ed. Mc Graw Hill, Interamericana de México S.A. de C.V. México.

Streeter, G.L. and Horn, G.W. 1980. The use of crop residues as feedstuffs for ruminant animals. In: Crop residue management in livestock production and conservation systems. Oklahoma State Univ. Agric. Exp. Sta. Res. Rep. 64 pp.

Streeter, G.L., Conway, K.E. and Horn, G.W.. 1981. Effect of *Pleurotus ostreatus* and *Erwinia carotovora* on wheat straw digestibility. *Mycology* 72:1040-1048.

Streeter, G. L., Conway, K. E., Horn, G.W. and Mader, T.L. 1982. Nutritional evaluation of wheat straw incubated with the edible mushroom *Pleurotus ostreatus*. *J. Anim. Sci.* 54 :182-188.

Stuart, J.R. y Monteagudo, F.S. 1987. Rasgos de comportamiento de corderos en crecimiento alimentados con raciones integrales y niveles de paja de caña tratada con amoníaco. *Rev. Cubana, Cienc. Agric.* 21:17-23.

Tejada, H.I. 1985. Manual de laboratorio para analisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Patronato de apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México A.C.3ª. Reimp. 387 pp.

Teleki, M. and Darwish, A.M. 1970. The effect of dietary fat on energy and protein utilization of rabbit. *Act. Agron. Acad. Sc.Hungaricae.* 18:93-98.

sheep. Anim. Sci. Technol. (Japan) 63: 129:133.

Zadrazil, F. 1977. The conversion of straw into feed by basidiomicetos. Eur. Appl. Microbiol. 4:273-281.

Zadrazil, F. and Brunert, H. 1982. Solid state fermentation of ligmocellulose containing plant residues with *Sporotrychum pulverulentum* Nov. and *Dichomitus squalens* (krast) Reid. Eur. J. Appl. Microb. Biotechnol. 16:45-51.

6.0. APENDICE

A.1. Efecto de la utilización de paja tratada y sin tratar
 Con *P. ostreatus* con diferentes niveles de energía en la
 Digestibilidad de la materia seca, proteína y energía

T	P	N	E	R	MS	PC	ED
1	1	1	1	1	78	90	61
1	1	1	1	2	77	89	60
1	1	1	1	3	75	88	59
1	1	1	1	4	76	89	62
1	1	1	1	5	74	88	62
1	1	1	1	6	74	88	61
2	1	2	2	1	77	88	59
2	1	2	2	2	79	89	59
2	1	2	2	3	59	78	60
2	1	2	2	4	79	89	59
2	1	2	2	5	79	89	60
2	1	2	2	6	76	87	59
3	1	3	3	1	78	88	57
3	1	3	3	2	79	89	56
3	1	3	3	3	83	91	57
3	1	3	3	4	73	86	58
3	1	3	3	5	83	91	57
3	1	3	3	6	82	90	58
4	1	1	1	1	75	86	61
4	1	1	1	2	74	86	61
4	1	1	1	3	72	85	61
4	1	1	1	4	73	86	62
4	1	1	1	5	69	84	60
4	1	1	1	6	75	87	61
5	1	2	2	1	78	88	59
5	1	2	2	2	77	88	60
5	1	2	2	3	72	85	59
5	1	2	2	4	82	91	59
5	1	2	2	5	80	89	62
5	1	2	2	6	75	87	57
6	1	3	3	1	76	87	57
6	1	3	3	2	77	88	59
6	1	3	3	3	79	89	58
6	1	3	3	4	71	85	59
6	1	3	3	5	78	88	57
6	1	3	3	6	73	86	61
7	1	1	1	1	74	86	61
7	1	1	1	2	78	88	60
7	1	1	1	3	77	88	61
7	1	1	1	4	78	88	60
7	1	1	1	5	75	87	59
7	1	1	1	6	75	87	59

8	1	2	2	1	81	89	60
8	1	2	2	2	78	87	58
8	1	2	2	3	71	83	59
8	1	2	2	4	80	89	60
8	1	2	2	5	78	87	60
8	1	2	2	6	78	87	57
9	1	3	3	1	64	84	57
9	1	3	3	2	73	84	59
9	1	3	3	3	69	85	61
9	1	3	3	4	68	88	62
9	1	3	3	5	77	83	59
9	1	3	3	6	69	77	61
10	2	1	1	1	64	86	58
10	2	1	1	2	76	78	62
10	2	1	1	3	62	83	60
10	2	1	1	4	71	85	61
10	2	1	1	5	75	81	57
10	2	1	1	6	68	86	59
11	2	2	2	1	73	84	62
11	2	2	2	2	71	87	58
11	2	2	2	3	75	88	60
11	2	2	2	4	77	83	57
11	2	2	2	5	68	86	64
11	2	2	2	6	74	74	57
12	2	3	3	1	57	75	65
12	2	3	3	2	57	72	68
12	2	3	3	3	53	83	55
12	2	3	3	4	71	65	58
12	2	3	3	5	40	67	54
12	2	3	3	6	43	77	61
13	2	1	1	1	61	84	50
13	2	1	1	2	73	82	62
13	2	1	1	3	69	83	58
13	2	1	1	4	72	84	68
13	2	1	1	5	73	83	60
13	2	1	1	6	71	84	59
14	2	2	2	1	73	84	65
14	2	2	2	2	73	83	60
14	2	2	2	3	71	85	60
14	2	2	2	4	74	85	54
14	2	2	2	5	75	86	62
14	2	2	2	6	76	86	57
15	2	3	3	1	76	85	55
15	2	3	3	2	74	21	58
15	2	3	3	3	79	82	62
15	2	3	3	4	70	86	60
15	2	3	3	5	76	87	61

15	2	3	3	6	78	73	61
16	2	1	1	1	54	76	65
16	2	1	1	2	59	76	58
16	2	1	1	3	60	68	66
16	2	1	1	4	45	74	61
16	2	1	1	5	56	69	60
16	2	1	1	6	47	83	59
17	2	2	2	1	74	82	63
17	2	2	2	2	73	83	58
17	2	2	2	3	74	83	61
17	2	2	2	4	74	84	55
17	2	2	2	5	75	79	59
17	2	2	2	6	67	85	57
18	2	3	3	1	77	86	58
18	2	3	3	2	79	85	55
18	2	3	3	3	76	83	64
18	2	3	3	4	74	84	60
18	2	3	3	5	75	84	64
18	2	3	3	6	75	91	57
19	1	1	1	1	83	90	80
19	1	1	1	2	82	89	80
19	1	1	1	3	80	90	75
19	1	1	1	4	81	89	78
19	1	1	1	5	83	90	79
19	1	1	1	6	82	84	80

T= Tratamiento

P= Tipo de Paja

N= Nivel de Paja

E= Nivel de Energía

R= Repetición

A-2. Efecto de la utilización de paja tratada y sin tratar con *P. ostreatus* con diferentes niveles de energía en la digestibilidad de la fibra detergente ácido (FDA) y fibra detergente neutro (FDN).

T	P	N	E	R	FDA	FDN	
1	1	1	1	1	1	41.9	70.09
1	1	1	1	1	2	40.605	69.42
1	1	1	1	1	3	35.317	66.7
1	1	1	1	1	4	37.5628	67.86
1	1	1	1	1	5	33.0928	65.56
1	1	1	1	1	6	31.32657	64.65
2	1	2	2	1	1	41.397356	59.02
2	1	2	2	1	2	43.694677	60.62
2	1	2	2	1	3	10.6	24.99
2	1	2	2	1	4	45.652784	61.99
2	1	2	2	1	5	43.904895	60.77
2	1	2	2	1	6	36.554925	55.63
3	1	3	3	1	1	61.909841	62.99
3	1	3	3	1	2	64.569826	65.57
3	1	3	3	1	3	70.284195	71.13
3	1	3	3	1	4	54.106398	55.41
3	1	3	3	1	5	71.318763	72.13
3	1	3	3	1	6	68.606029	69.5
4	1	1	1	2	1	38.339271	63.35
4	1	1	1	2	2	40.26528	64.49
4	1	1	1	2	3	34.687029	61.18
4	1	1	1	2	4	38.12057	63.22
4	1	1	1	2	5	29.517418	58.11
4	1	1	1	2	6	41.601221	65.29
5	1	2	2	2	1	56.721198	69.77
5	1	2	2	2	2	54.897213	68.5
5	1	2	2	2	3	45.983903	62.28
5	1	2	2	2	4	65.149357	75.66
5	1	2	2	2	5	60.478682	72.4
5	1	2	2	2	6	50.485245	65.42
6	1	3	3	2	1	58.514257	61.96
6	1	3	3	2	2	61.332703	64.55
6	1	3	3	2	3	63.377351	66.42
6	1	3	3	2	4	50.120597	54.27
6	1	3	3	2	5	61.970301	65.13
6	1	3	3	2	6	53.45598	57.32
7	1	1	1	3	1	42.507867	70.74
7	1	1	1	3	2	50.674974	74.89
7	1	1	1	3	3	48.361672	73.72
7	1	1	1	3	4	50.418615	74.76
7	1	1	1	3	5	44.716551	71.86
7	1	1	1	3	6	43.347918	71.17

8	1	2	3	1	63.708303	72.12
8	1	2	3	2	56.626997	66.68
8	1	2	3	3	44.16862	57.11
8	1	2	3	4	62.38372	71.1
8	1	2	3	5	57.190006	67.11
8	1	2	3	6	56.455632	66.55
9	1	3	3	1	31.28655	46.89
9	1	3	3	2	48.452352	60.15
9	1	3	3	3	40.489934	54
9	1	3	3	4	45.240946	57.67
9	1	3	3	5	56.173955	66.12
9	1	3	3	6	39.519588	53.25
10	2	1	1	1	29.908403	54.3
10	2	1	1	2	56.449888	71.6
10	2	1	1	3	33.040385	56.34
10	2	1	1	4	48.320413	66.3
10	2	1	1	5	55.233798	70.81
10	2	1	1	6	42.962212	62.81
11	2	2	1	1	65.772442	62.67
11	2	2	1	2	62.73656	59.36
11	2	2	1	3	67.688281	64.76
11	2	2	1	4	70.523294	67.85
11	2	2	1	5	59.683729	56.03
11	2	2	1	6	67.4549	64.5
12	2	3	1	1	36.098353	37.27
12	2	3	1	2	36.752025	37.92
12	2	3	1	3	30.883321	32.16
12	2	3	1	4	57.191704	57.98
12	2	3	1	5	11.765399	13.39
12	2	3	1	6	16.392065	17.93
13	2	1	2	1	28.348986	40.2
13	2	1	2	2	50.971599	59.08
13	2	1	2	3	43.325639	52.7
13	2	1	2	4	47.986475	56.59
13	2	1	2	5	49.842118	58.14
13	2	1	2	6	45.823921	54.78
14	2	2	2	1	56.458967	65.11
14	2	2	2	2	55.416844	64.28
14	2	2	2	3	52.080618	61.61
14	2	2	2	4	57.245347	65.74
14	2	2	2	5	58.681458	66.89
14	2	2	2	6	60.363388	68.24
15	2	3	2	1	71.77485	69.41
15	2	3	2	2	69.799826	67.27
15	2	3	2	3	76.279586	74.29
15	2	3	2	4	65.244391	62.33
15	2	3	2	5	72.655634	70.37

15	2	3	2	6	74.797061	72.69
16	2	1	3	1	3.6721921	20.73
16	2	1	3	2	13.115387	28.5
16	2	1	3	3	15.259705	30.26
16	2	1	3	4	20	5.21
16	2	1	3	5	6.6217946	23.16
16	2	1	3	6	7.5898302	8.75
17	2	2	3	1	61.85606	63.3
17	2	2	3	2	60.185953	61.69
17	2	2	3	3	62.477929	63.9
17	2	2	3	4	62.218331	63.65
17	2	2	3	5	63.174093	64.57
17	2	2	3	6	51.67751	53.51
18	2	3	3	1	68.483805	56.69
18	2	3	3	2	71.285245	60.54
18	2	3	3	3	67.680519	55.59
18	2	3	3	4	64.86627	51.72
18	2	3	3	5	66.260163	53.63
18	2	3	3	6	66.175602	53.52
19	1	1	1	1	81.6	79.5
19	1	1	1	2	80	80
19	1	1	1	3	83	78
19	1	1	1	4	79	77
19	1	1	1	5	80	81
19	1	1	1	6	78	80

T= Tratamiento

P= Tipo de Paja

N= Nivel de Paja

E= Nivel de energía

R= Repetición

A-3. Efecto de la utilización de paja tratada y sin tratar con *P. ostreatus* con diferentes niveles de energía en el peso final (PF), ganancia total (GT), consumo de alimento (CA) y conversión alimenticia (CoA)

T	P	N	E	R	PI	PF	GT	CA	CoA	
1	1	1	1	1	1	1105	1700	595	3310	5.6
1	1	1	1	1	2	1350	1700	595	3310	5.6
1	1	1	1	1	3	1600	2202	602	3610	6
1	1	1	1	1	4	1052	1700	648	3520	5.4
1	1	1	1	1	5	1278	2000	722	3900	5.4
1	1	1	1	1	6	1200	1743	543	4000	7.4
2	1	2	1	1	1	1486	2300	814	4020	4.9
2	1	2	1	1	2	1078	2100	1022	4430	4.3
2	1	2	1	1	3	950	1447	497	3090	6.2
2	1	2	1	1	4	1213	2200	987	4590	4.7
2	1	2	1	1	5	1089	2000	911	4200	4.6
2	1	2	1	1	6	1395	2200	805	4150	5.2
3	1	3	1	1	1	798	2000	1202	4270	3.6
3	1	3	1	1	2	1000	2340	1340	4340	3.2
3	1	3	1	1	3	883	2300	1417	4870	3.4
3	1	3	1	1	4	1144	1925	781	3350	4.3
3	1	3	1	1	5	806	2300	1494	4730	3.2
3	1	3	1	1	6	906	2250	1344	4610	3.4
4	1	1	2	1	1	1130	1850	720	3900	5.4
4	1	1	2	1	2	1000	1595	595	3080	5.2
4	1	1	2	1	3	1100	1707	606	3380	5.6
4	1	1	2	1	4	1349	1950	601	3370	5.6
4	1	1	2	1	5	1464	2050	569	3480	6.1
4	1	1	2	1	6	1210	2000	790	3990	5.1
5	1	2	2	1	1	1162	2100	938	4150	4.4
5	1	2	2	1	2	784	1925	1141	4450	3.9
5	1	2	2	1	3	1135	1900	765	3520	4.6
5	1	2	2	1	4	1116	2500	1384	4850	3.5
5	1	2	2	1	5	750	1950	1201	4010	3.3
5	1	2	2	1	6	1000	1840	840	3840	4.6
6	1	3	2	1	1	1172	1900	728	3500	4.8
6	1	3	2	1	2	917	1700	783	3990	5.1
6	1	3	2	1	3	1100	2150	1050	4560	4.3
6	1	3	2	1	4	1489	2000	511	2730	5.3
6	1	3	2	1	5	1027	1900	874	4010	4.6
6	1	3	2	1	6	1076	1650	574	3510	6.1
7	1	1	3	1	1	1062	1725	663	3150	4.8
7	1	1	3	1	2	900	1779	879	4160	4.7
7	1	1	3	1	3	817	1600	783	3740	4.8
7	1	1	3	1	4	1139	2000	861	4090	4.7
7	1	1	3	1	5	1010	1850	840	3930	4.7
7	1	1	3	1	6	1577	2400	833	3920	4.7

8	1	2	3	1	774	2100	1326	5163	3.9
8	1	2	3	2	1136	2000	864	4320	5
8	1	2	3	3	1653	2150	497	3170	6.4
8	1	2	3	4	950	1972	1022	4760	4.7
8	1	2	3	5	1243	2300	1057	4620	4.4
8	1	2	3	6	1228	2250	1022	4590	4.5
9	1	3	3	1	1400	1806	406	3310	8.1
9	1	3	3	2	1150	1808	658	3610	5.5
9	1	3	3	3	1000	1571	571	3370	5.9
9	1	3	3	4	1191	1650	469	3020	6.6
9	1	3	3	5	800	1406	606	3680	6.1
9	1	3	3	6	900	1411	511	3760	7.3
10	2	1	1	1	1368	1800	433	3100	7.2
10	2	1	1	2	892	1500	608	3810	6.3
10	2	1	1	3	1275	1625	352	2950	8.4
10	2	1	1	4	1219	1700	481	3440	7.2
10	2	1	1	5	1300	1985	685	3530	5.2
10	2	1	1	6	1300	1825	525	3290	6.3
11	2	2	1	1	1400	1865	465	3240	7
11	2	2	1	2	1300	1829	529	3630	6.9
11	2	2	1	3	1300	1886	586	3600	6.1
11	2	2	1	4	1000	1658	658	4130	6.3
11	2	2	1	5	1200	1668	468	3690	7.9
11	2	2	1	6	1600	2149	549	3740	6.8
12	2	3	1	1	1600	1908	308	2970	9.6
12	2	3	1	2	1234	1500	266	2750	10.3
12	2	3	1	3	1348	1600	252	2860	11.3
12	2	3	1	4	1000	1501	501	3510	7
12	2	3	1	5	1300	1447	147	2330	15.8
12	2	3	1	6	1251	1400	149	2270	15.2
13	2	1	2	1	1250	1583	333	2730	8.2
13	2	1	2	2	1200	1729	529	3590	6.8
13	2	1	2	3	1300	1773	473	3210	6.8
13	2	1	2	4	1200	1685	485	3460	7.1
13	2	1	2	5	1100	1582	482	3510	7.3
13	2	1	2	6	1400	1902	502	3430	6.8
14	2	2	2	1	1213	1800	587	3500	6
14	2	2	2	2	1300	1851	551	3380	6.1
14	2	2	2	3	1400	1904	504	3180	6.3
14	2	2	2	4	1350	1983	633	3960	6.3
14	2	2	2	5	1300	1857	567	3360	5.9
14	2	2	2	6	1400	2085	685	3930	5.7
15	2	3	2	1	1200	1939	739	4360	5.9
15	2	3	2	2	1290	1797	507	3260	6.4
15	2	3	2	3	1200	1910	710	4150	5.8
15	2	3	2	4	1500	2003	503	3540	7

15	2	3	2	5	1000	1724	724	4050	5.6
15	2	3	2	6	1150	1902	752	4150	5.5
16	2	1	3	1	1500	1721	221	2560	11.6
16	2	1	3	2	1550	1773	223	2580	11.6
16	2	1	3	3	1500	1808	308	2910	9.4
16	2	1	3	4	1500	1646	146	2530	17.3
16	2	1	3	5	1600	1816	216	2640	12.2
16	2	1	3	6	1450	1609	159	2425	15.3
17	2	2	3	1	1200	1802	602	3470	5.8
17	2	2	3	2	1300	2050	575	3520	6.1
17	2	2	3	3	1600	2186	586	3320	5.7
17	2	2	3	4	1100	1702	602	3710	6.2
17	2	2	3	5	1000	1510	644	3890	6
17	2	2	3	6	1200	1641	441	3190	7.2
18	2	3	3	1	1218	2050	832	4100	4.9
18	2	3	3	2	1050	2133	1083	5000	4.6
18	2	3	3	3	1259	2100	841	4220	5
18	2	3	3	4	1200	1888	688	3760	5.5
18	2	3	3	5	1100	1889	789	4170	5.3
18	2	3	3	6	1150	1915	765	3820	5
19	1	2	1	1	1300	2602	1302	6290	4.8
19	1	2	1	2	950	2727	1777	7000	3.9
19	1	2	1	3	1100	2325	1225	6890	5.6
19	1	2	1	4	1050	2254	1204	6130	5.1
19	1	2	1	5	1050	2562	1512	6250	4.1
19	1	2	1	6	1500	3021	1521	6610	4.3

T= Tratamiento

P= Tipo de Paja

N= Nivel de Paja

E= Nivel de Energía

R= Repetición

A-4. Efecto de la utilización de paja tratada y sin tratar con *P.ostreatus* con diferentes niveles de energía, en el peso del ciego, higado y canal.

T	P	N	E	R	Ciego	Higado	Canal	
1	1	1	1	1	1	209	48	800
1	1	1	1	1	2	144	50	925
1	1	1	1	1	3	170	68	1260
1	1	1	1	1	4	200	60	900
1	1	1	1	1	5	255	68	1100
1	1	1	1	1	6	190	58	900
2	1	2	2	1	1	301	67	1100
2	1	2	2	1	2	187	69	1225
2	1	2	2	1	3	208	55	875
2	1	2	2	1	4	221	71	925
2	1	2	2	1	5	253	56	1075
2	1	2	2	1	6	209	51	1025
3	1	3	3	1	1	144	50	1000
3	1	3	3	1	2	293	62	1075
3	1	3	3	1	3	170	56	1100
3	1	3	3	1	4	174	55	925
3	1	3	3	1	5	200	57	925
3	1	3	3	1	6	190	50	850
4	1	1	2	2	1	180	60	775
4	1	1	2	2	2	242	56	890
4	1	1	2	2	3	238	56	925
4	1	1	2	2	4	193	70	1125
4	1	1	2	2	5	315	50	850
4	1	1	2	2	6	185	60	900
5	1	2	2	2	1	200	50	925
5	1	2	2	2	2	250	58	920
5	1	2	2	2	3	213	66	950
5	1	2	2	2	4	208	61	1075
5	1	2	2	2	5	190	50	840
5	1	2	2	2	6	190	57	890
6	1	3	2	2	1	200	46	800
6	1	3	2	2	2	200	50	743
6	1	3	2	2	3	255	58	925
6	1	3	2	2	4	174	61	975
6	1	3	2	2	5	242	54	1050
6	1	3	2	2	6	184	49	825
7	1	1	3	3	1	179	62	1225
7	1	1	3	3	2	240	54	925
7	1	1	3	3	3	180	45	736
7	1	1	3	3	4	233	55	800
7	1	1	3	3	5	190	60	850
7	1	1	3	3	6	200	65	900
8	1	2	3	3	1	210	65	1075
8	1	2	3	3	2	217	74	825

8	1	2	3	3	218	68	1000
8	1	2	3	4	227	73	975
8	1	2	3	5	192	61	925
8	1	2	3	6	215	70	1000
9	1	3	3	1	120	73	1275
9	1	3	3	2	185	46	743
9	1	3	3	3	100	40	650
9	1	3	3	4	95	34	540
9	1	3	3	5	90	38	520
9	1	3	3	6	85	35	500
10	2	1	1	1	200	60	876
10	2	1	1	2	120	42	650
10	2	1	1	3	200	50	765
10	2	1	1	4	199	50	825
10	2	1	1	5	200	46	825
10	2	1	1	6	190	65	900
11	2	2	1	1	195	45	835
11	2	2	1	2	188	62	950
11	2	2	1	3	228	55	975
11	2	2	1	4	125	43	653
11	2	2	1	5	232	53	1200
11	2	2	1	6	179	38	878
12	2	3	1	1	219	46	975
12	2	3	1	2	120	40	608
12	2	3	1	3	125	42	629
12	2	3	1	4	94	30	540
12	2	3	1	5	87	36	500
12	2	3	1	6	90	38	510
13	2	1	2	1	209	56	900
13	2	1	2	2	185	46	743
13	2	1	2	3	100	40	650
13	2	1	2	4	94	38	580
13	2	1	2	5	115	68	1100
13	2	1	2	6	158	40	800
14	2	2	2	1	184	49	775
14	2	2	2	2	206	47	750
14	2	2	2	3	173	70	975
14	2	2	2	4	205	54	1025
14	2	2	2	5	185	52	800
14	2	2	2	6	190	58	900
15	2	3	2	1	195	56	1025
15	2	3	2	2	220	53	1075
15	2	3	2	3	212	45	950
15	2	3	2	4	207	51	950
15	2	3	2	5	180	48	850
15	2	3	2	6	200	60	900
16	2	1	3	1	235	43	800
16	2	1	3	2	125	40	693

16	2	1	3	3	245	57	850
16	2	1	3	4	120	38	600
16	2	1	3	5	100	30	510
16	2	1	3	6	85	38	500
17	2	2	3	1	150	49	925
17	2	2	3	2	240	61	1230
17	2	2	3	3	279	57	1050
17	2	2	3	4	290	77	1275
17	2	2	3	5	152	55	850
17	2	2	3	6	154	66	900
18	2	3	3	1	164	54	775
18	2	3	3	2	219	60	950
18	2	3	3	3	207	73	1000
18	2	3	3	4	288	54	925
18	2	3	3	5	250	65	970
18	2	3	3	6	220	74	1050
19	1	2	1	1	198	133.5	1525
19	1	2	1	2	179	107	1300
19	1	2	1	3	217	108	1425
19	1	2	1	4	258	66	1125
19	1	2	1	5	166	72	1450
19	1	2	1	6	204	119	1525

T= Tratamiento

P= Tipo de Paja

N= Nivel de Paja

E= Nivel de Energía

R= Repetición