

UTILIZACION DE Trichoderma viride APLICADO A
TRES FORRAJES FIBROSOS EN LA ALIMENTACION
DE OVINOS EN CRECIMIENTO.

FRANCISCO JAVIER PICON RUBIO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS
EN CIENCIA ANIMAL



Universidad Autónoma Agraria
Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

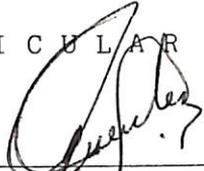
Enero de 1989.

Tesis elaborada bajo la supervisión del
Comité Particular de Asesoría y aprobada
como requisito parcial, para optar
el Grado de

MAESTRO EN CIENCIAS ESPECIALIDAD
CIENCIA ANIMAL

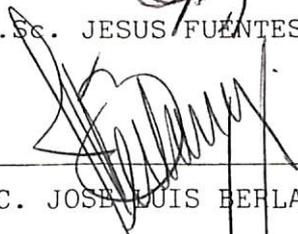
COMITE PARTICULAR

Asesor principal



ING. M.Sc. JESUS FUENTES RODRIGUEZ.

Asesor:



MVZ. M.C. JOSE LUIS BEPLANGA FLORES.

Asesor:



ING. M.C. LORENZO SUAREZ GARCIA.

Asesor:



ING. M.C. MELCHOR CEPEDA SILLER.



DR. ELEUTERIO LOPEZ PEREZ.

Sub-Director de Asuntos de Postgrado

BUENAVISTA, SALTILLO, COAH. ENERO DE 1989.

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA

AGRADECIMIENTOS

- Hago un Patente agradecimiento a la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" (UAAAN) , por el otorgamiento de la Beca que permitiera la realización de los estudios de Postgrado.
- A los maestros que colaboraron en la formación científica impartida.
- Al M.V.Z. M.C. José Luis Berlanga Flores, por su apoyo durante la estancia en los estudios de postgrado.
- Al Ing. M.Sc. Jesús Fuentes Rodríguez y al Ing. M.C. -- Lorenzo Suárez García, por su apreciable ayuda y colaboración para esta Tesis.
- A los compañeros de estudios.
- En especial a todas aquellas personas que en una u otra forma intervinieron para la realización de este Trabajo.

DEDICATORIA

A quienes debo lo que soy, con mucho orgullo a mis Padres.

VICENTA RUBIO DE PICON y
JUAN A. PICON SANCHEZ.

A quién con su amor y cariño me dió el impulso en la culminación de mis estudios de Postgrado.

Mi esposa.

SRA. PROFRA. CARLOTA E. CUESTA DE PICON.

Para quienes son lo más sagrado por su inocencia.

Mis Hijos:

VICTOR MANUEL
VERONICA IVETHE
FRANCISCO JAVIER
ADOLFO ANTONIO

A mis hermanos, por el afecto e interés para terminar con el estudio.

MA. SOLEDAD, ANTONIO, MA. DE LA PAZ,
LUIS, CECILIA, ERNESTO, VICENTA, --
GILBERTO Y MA. EUGENIA.

C O M P E N D I O

Utilización de Trichoderma viride aplicado a tres forrajes fibrosos en la alimentación de ovinos en crecimiento.

P O R

FRANCISCO JAVIER PICON RUBIO

MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALIDAD EN CIENCIA ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

BUENAVISTA, SALTILLO COAHUILA, ENERO DE 1989

Ing. M.Sc. Jesús Fuentes Rodríguez - Asesor -

Palabras claves: Forrajes, Trichoderma viride, nutrición, digestibilidad, ovinos.

El presente estudio se realizó en las instalaciones y laboratorios de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nuevo León, durante el período comprendido de Octubre-

de 1986 a Febrero de 1987. Los objetivos de este estudio fueron; evaluar el efecto de alimentar ovinos de la raza "Tabasco" en crecimiento, con raciones que contenían paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de --avena, tratados con Trichoderma viride en cuanto a ganancias de peso, -consumo voluntario de materia seca y digestibilidad In vivo (aparente)-de materia seca, materia orgánica, fibra cruda; y los constituyentes de la pared celular. Así mismo evaluar el efecto de la aplicación de Trichoderma viride sobre la composición química y digestibilidad in vitro-de la materia seca y materia orgánica de la paja de sorgo (PS), rastrojo de maíz (RM) y paja de avena (PA), a diferentes períodos post-tratamiento (cero, 24, 48, 72, 96 y 120 horas).

En la prueba de alimentación se usaron 30 ovinos distribuidos -al azar para cada uno de los tratamientos para formar seis grupos con 5 animales cada uno. La prueba de alimentación tuvo una duración de 56 -días, más 15 días de período pre-experimental. Los animales se pesaron al inicio del experimento y posteriormente cada 14 días hasta el término del mismo. En esta fase se les ofrecieron raciones con paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena con y sin tratamiento de Trichoderma viride. El alimento se les ofreció dos veces al día por la mañana -y por la tarde. La prueba de digestibilidad in vivo se realizó al finalizar la anterior y en ella se emplearon dos animales de cada tratamiento; esta fase duró 8 días, en la cual se llevó a efecto la recolección-de heces y orina y posteriormente se realizaron los análisis de laboratorio.

La evaluación química de los forrajes tratados con T. viride, -

se realizó utilizando el método de análisis proximal (A.O.A.C., 1970), así como el método de determinación de los constituyentes de la pared celular (Goering y Van Soest, 1970). Además se determinó la digestibilidad in vitro de la materia seca y materia orgánica de acuerdo a --- Goering y Van Soest (1970).

Los datos obtenidos se evaluaron mediante un diseño experimental de Bloques al azar con arreglo factorial 3 X 2 (Tipo de forraje X tratamiento y sin él).

La ganancia de peso de los ovinos fue estimada usando el método de regresión lineal (Steel y Torrie, 1980).

Las ganancias de peso (g/d) de los ovinos no presentaron diferencias ($P < 0.05$) relacionados con el tratamiento de T. viride. El consumo de alimento fue mucho mayor en raciones con forrajes tratados que aquellos con forrajes sin tratar, aunque las diferencias de ellos no fueron significativas para los tratamientos ni para las raciones con distintos forrajes ($P < 0.05$).

La digestibilidad in vivo de los constituyentes químicos de las raciones con forrajes tratados y sin tratar no tuvieron diferencias estadísticamente significantes ($P < 0.05$). La excepción de las diferencias fue la digestibilidad aparente del extracto etéreo en la interacción tipo de forraje y tratamiento de T. viride. Para los constituyentes de la pared celular no existieron diferencias significativas --- ($P < 0.05$) en su digestibilidad aparente. La digestibilidad in vitro de

la materia seca y materia orgánica de las raciones se reportan muy similares ($P_{0.05}$) en sus porcentajes.

En las estimaciones realizadas sobre la composición química de los forrajes, se reporta que no hay gran variación en la composición después de la aplicación del hongo T. viride a distintos períodos de tiempo. En la digestibilidad in vitro de la materia seca y materia orgánica se encontró que son muy similares a los distintos períodos de tiempo post-tratamiento de T. viride a los forrajes.

En cuanto a la disponibilidad de energía de las raciones con los forrajes tratados, no se le encontraron diferencias ($P_{0.05}$).

Considerando los resultados, concluimos que el efecto más notable del tratamiento de T. viride sobre las pajas es una disminución de la materia orgánica. La digestibilidad in vitro de la materia orgánica y materia seca son muy similares. El efecto sobre las ganancias de peso a base de raciones con forrajes tratados (PS, RM y PA) no tuvo significancia, así como en el consumo de alimento las diferencias mostradas son mayores en las raciones con pajas tratadas que las que no lo fueron, sin ser significativas dichas diferencias ($P_{0.05}$). Lo mismo se puede concluir sobre la digestibilidad aparente de las raciones excepto la digestibilidad aparente del extracto etéreo.

A B S T R A C T

The use of Trichoderma viride applied to three roughages in the feeding of-growing sheeps.

by

FRANCISCO JAVIER PICON RUBIO

SPECIALITY IN ANIMAL SCIENCE

Ing. M.Sc. Jesús Fuentes Rodríguez - Adviser -

Key words: Forages, Trichoderma viride, nutrition, digestibility, sheep.

This study was conducted at the instalations and Laboratories - of the Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia of the Universidad Autonoma of Nuevo Leon, from October 1986 to February 1987. One of the objetives of this study was to evaluate the performance of "Tabasco" -- lambs fed diets containing sorghum straw (SS) corn stubble (CS) or oats straw (OS), treated with Trichoderma viride. Body weight gain, ad libi tum dry matter intake and in vivo digestibility of dry matter (DM), or-

ganic matter (OM), crude fibre, and cell wall constituents were recorded. Another objective was to evaluate the effect of the addition to the forages of Trichoderma viride on the chemical composition and in vitro dry matter digestibility of SS, CS and OS, at various in vitro incubation times post-treatment.

Thirty lambs were randomly assigned to six treatment groups. The study lasted 56 days with a preliminary adaptation period of 15 days. The animals were weighed at the beginning of the experiment and every 14 days thereafter. During this period, the lambs were fed sorghum straw, corn stubble and oats straw either treated or not treated with Trichoderma viride. The feed was offered twice daily, in the morning and in the afternoon. Apparent digestibility was determined at the end of the study using two animals for each treatment. Total feces and urine were collected during 8 days and were stored for further analysis.

Forage samples treated with T. viride were analysed by proximal analysis Association of Official Analytical Chemist (A.O.A.C., 1970) and cell wall constituents (Goering and Van Soest, 1970). In vitro DM and OM digestibility were also determined. (Goering and Van Soest, 1970).

The data obtained from the In vivo digestibility and growth trials were evaluated with a randomized complete block design with a 3 X 2 factorial arrangement (type of forage X treatment).

Body weight gain, was estimated using the response curve method

(Steel y Torrie, 1980).

To evaluate the chemical composition and In vitro digestibility of the forage at various post-treatment times, the means of two repetitions was used.

The average daily gain of the lambs was not significantly different ($P < 0.05$) among treatments. Dry matter consumption of animals offered the treated forages was higher than that lambs offered the untreated forage, although this difference was not significant ($P < 0.05$).

In vivo digestibility was not different ($P < 0.05$) between treatments. A significant difference between treatments was found in the apparent digestibility of the ether extract. There were also significant differences ($P < 0.05$) between treatments in the apparent digestibility of cell wall components. In vitro dry matter and organic matter digestibilities were very similar ($P < 0.05$).

There was not significant variation ($P < 0.05$) in the chemical composition of the forages after the application of the fungus T. viride at various time intervals. In vitro digestibility of the dry matter and organic matter were very similar for the various time intervals post-treatment of the forage with T. viride. (0, 24, 28, 72, 96 and 120 hours).

There was not a significant difference ($P < 0.05$) among treatments with respect to the digestible energy content of the rations.

Considering the results of this study it is suggested that the most importance effect of T. viride on the straws is a decrease in their organic matter content. The average daily gain of the lambs was not affected by the different treatments. Feed intake was higher for animals receiving the treated straw compared to the lambs that were fed the untreated straw, the differences however was not important ($P < 0.05$).

INDICE

	Página
INDICE DE CUADROS	xv
INDICE DE FIGURAS	xviii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	5
Composición química y valor nutritivo de los forra-- jes fibrosos y de baja calidad	6
Tratamiento de forrajes fibrosos con productos quími- cos diferentes. Evaluación como alimento de los ru- miantes	11
Características generales de <u>Trichoderma viride</u>	<u>17</u>
MATERIALES Y METODOS	21
Materiales	21
Métodos	22
RESULTADOS Y DISCUSION	27
Consumo de alimento y aumentos de peso en ovinos ali- mentados con raciones con forrajes tratados con <u>Tri- choderma viride</u>	27
Digestibilidad aparente (in vivo) de los constituyen- tes químicos de raciones conteniendo forrajes fibro- sos tratados con <u>Trichoderma viride</u>	33
Digestibilidad aparente (in vivo) de los constituyen- de la pared celular de raciones conteniendo forrajes fibrosos tratados con <u>Trichoderma viride</u>	35

Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca y materia orgánica de las raciones con forrajes con y sin tratamiento de <u>Trichoderma viride</u>	38
Composición química de forrajes tratados con <u>Trichoderma viride</u>	40
Constituyentes de la pared celular de forrajes tratados con <u>Trichoderma viride</u>	43
Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca y materia orgánica de los forrajes tratados con <u>Trichoderma viride</u>	52
CONCLUSIONES	57
RESUMEN	59
LITERATURA CITADA	61
APENDICE	68
Análisis de varianza para ganancia de peso	69
Análisis de varianza para digestibilidad <u>in vivo</u> de la materia seca de las raciones	70
Análisis de varianza para digestibilidad <u>in vivo</u> de la materia orgánica de las raciones	71
Análisis de varianza para digestibilidad <u>in vivo</u> de la grasa cruda de las raciones	72
Análisis de varianza para digestibilidad <u>in vivo</u> de la fibra cruda de las raciones	73
Análisis de varianza para digestibilidad <u>in vivo</u> de-	

	Página
nitrógeno de las raciones	74
Análisis de varianza para digestibilidad <u>in vivo</u> del extracto libre del nitrógeno de las raciones	75
Análisis de varianza para digestibilidad <u>in vivo</u> de fibra detergente neutro de las raciones	76
Análisis de varianza para digestibilidad <u>in vivo</u> de fibra detergente ácido de las raciones	77
Análisis de varianza para digestibilidad <u>in vivo</u> de celulosa de las raciones	78
Análisis de varianza para nutrientes digestibles <u>to</u> tales estimados de las raciones	79
Análisis de varianza para energía digestible <u>estima</u> dos de las raciones	80
Análisis de varianza para energía metabolizable <u>es</u> timados de las raciones	81
Análisis de varianza para energía neta para <u>manteni</u> miento estimados de las raciones	82
Análisis de varianza para energía neta para <u>ganan</u> cia estimados de las raciones	83

INDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
3.1	Forrajes, cantidades de cultivo líquido de - - <u>Trichoderma viride</u> asperjados por cada 100 Kgs. de materia seca de forraje, número de trata- - miento y número de animales utilizados.	24
4.1	Ganancia de peso y consumo de alimento en ovi- nos alimentados con raciones que contenían pa- ja de sorgo, rastrojo de maíz ó paja de avena sin tratamiento (ST) y tratadas (T) con <u>Tricho- derma viride</u> en solución líquida.	28
4.2	Digestibilidad (aparente) <u>in vivo</u> en ovinos, - de las raciones que contenían paja de sorgo, - rastrojo de maíz ó paja de avena con (T) y sin tratamiento (ST) de <u>Trichoderma viride</u> en solu- ción líquida.	34
4.3	Digestibilidad (aparente) <u>in vivo</u> en ovinos, - de los constituyentes de la pared celular de - raciones que contenían paja de sorgo, rastrojo de maíz ó paja de avena, con (T) y sin trata-- miento (ST) de <u>Trichoderma viride</u> en solución- líquida.	36
4.4	Digestibilidad <u>in vitro</u> de la materia seca y - materia orgánica de las raciones conteniendo - paja de sorgo, rastrojo de maíz ó paja de ave- na con (T) y sin tratamiento (ST) de <u>Trichoder-</u>	

- ma viride. 39
- 4.5 Composición química (base seca) de la paja de sorgo (PS) rastrojo de maíz (RM) y paja de avena (PA) tratados con Trichoderma viride en solución acuosa, y analizados a diferentes períodos de tiempo posterior a la aplicación del tratamiento. 41
- 4.6 Contenido celular y constituyentes de la pared celular (base seca) de la paja de sorgo (PS), rastrojo de maíz (RM) y paja de avena (PA) tratados con Trichoderma viride en solución líquida y analizados a diferentes períodos de tiempo posterior a la aplicación del tratamiento. 47
- 4.7 Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) y de la materia orgánica (DIVMO), y contenido de materia seca de la paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena tratados con Trichoderma viride en solución líquida y analizados a diferentes períodos de tiempo posterior a la aplicación del tratamiento. 54
- 4.8 Disponibilidad de la energía en raciones conteniendo paja de sorgo, rastrojo de maíz ó paja de avena con (T) y sin tratamiento (ST) de Trichoderma viride en solución líquida. 56

INDICE DE FIGURAS

Número		Página
4.1	Recta de Regresión Lineal de los promedios individuales de la Ganancia de peso (GP) - de los ovinos, con las raciones con paja - de sorgo sin tratamiento (PS/ST) y con paja de sorgo con tratamiento (PS/CT) de <u>T. viride</u> , expresado en peso metabólico (Kg. P.V. ^{0.75}).	29
4.2	Recta de Regresión Lineal de los promedios individuales de la Ganancia de peso (GP) de los ovinos, con las raciones con rastrojo de maíz sin tratamiento (RM/ST) - y con rastrojo de maíz con tratamiento (RM/CT) de <u>T. viride</u> , expresado en peso metabólico (Kg. P.V. ^{0.75}).	30
4.3	Recta de Regresión Lineal de los promedios individuales de la Ganancia de peso (GP) de los ovinos, con las raciones con paja de avena sin tratamiento (PA/ST) y con paja de avena con tratamiento (PA/CT) de <u>T. viride</u> , expresado en peso metabólico (Kg. P.V. ^{0.75}).	31
4.4.	Composición de proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), extracto libre de nitrógeno (ELN) y materia orgánica	

- (MO) de la paja de sorgo a varios intervalos de tiempo postratamiento con T. viride. 44
- 4.5 Composición de proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), extracto libre de nitrógeno (ELN) y materia orgánica -- (MO) del rastrojo de maíz a varios intervalos de tiempo postratamiento con T. viride. 45
- 4.6 Composición de proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE), fibra cruda (FC), extracto libre de nitrógeno (ELN) y materia orgánica -- (MO) de la paja de avena a varios intervalos de tiempo postratamiento con T. viride. 46
- 4.7 Composición de contenido celular (CC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente -- ácido (FDA), lignina (L) y celulosa (C) de la paja de sorgo a varios intervalos de tiempo postratamiento con T. viride. 49
- 4.8 Composición de contenido celular (CC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente -- ácido (FDA), lignina (L) y celulosa (C) de rastrojo de maíz a varios intervalos de tiempo postratamiento con T. viride. 50
- 4.9 Composición de contenido celular (CC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente -- ácido (FDA), lignina (L) y celulosa (C) de -

la paja de avena a varios intervalos de tiempo postratamiento con T. viride.

51

INTRODUCCION

La alimentación del ganado se considera en las explotaciones - pecuarias como uno de los conceptos económicos de mayor consideración, - por lo que se debe tomar en cuenta en el momento de evaluar la rentabilidad de utilización de los ingredientes empleados en la formulación de las raciones, además de su aporte de nutrientes.

Los animales han sido alimentados tradicionalmente con productos agrícolas indispensables en el consumo humano, dejando a un lado el uso de algunos subproductos vegetales, que son una fuente potencial de nutrientes y que en la gran mayoría de los casos se desperdicia. (Cajal, 1983).

Los subproductos agrícolas, como residuos de cosechas, pajas - de cereales, pastos secos y otros, representan una fuente substancial de alimentos potenciales para los rumiantes. El uso de los esquilmos agríco las en la formulación de raciones, es limitado por la inhabilidad de los animales para alcanzar consumos satisfactorios de la materia orgánica digestible, cuando estos materiales son ofrecidos como alimento (Coombe, - 1985). Sin embargo, cuando estos forrajes son tratados por medio de substancias químicas, para su uso en dietas, podrían tener un aumento en la tasa de digestión de la materia orgánica (M.O.) en el rumen, o un incremento, sobre todo de digestibilidad (Coombe et al, 1979). Comúnmente se asume que la composición química determina el valor nutritivo de los forrajes, la asociación negativa de la digestibilidad, con el contenido de lignina o de fibra, está bien establecido y de fácil razonamiento, pero el problema incluye el aprovechamiento nutr

tritativo de la diferentes fracciones químicas de estos forrajes y los factores que afectan su aprovechamiento, tales como la lignificación (Van Soest, 1965).

En la actualidad es bien conocido que los rumiantes son aquellos animales que mejor aprovechan el material de alto contenido de celulosa. Sin embargo, los sistemas agrícolas basados sobre la máxima explotación hasta el nivel nutricional, resulta en una pobre producción animal al utilizar forrajes secos o residuos de cosechas, debido principalmente a los bajos consumos (Ndlovu y Buchanan Smith, 1985). Aunque es posible su uso con suplementación de otros forrajes de buena calidad como heno de alfalfa (Klopfenstein y Owen, 1981); también se han utilizado forrajes de baja calidad con adición de Nitrógeno no Protéico (NNP) y minerales siendo aceptable para cubrir los requerimientos de rumiantes (Coombe y Tribe, 1962; Coombe et al, 1971). Así mismo se han utilizado procedimientos de tratamiento químico que mejoran la tasa de digestión de la materia seca (M.S.) de pajas utilizadas como forraje en la alimentación de rumiantes (Coombe et al, 1979; Davis, 1971; Valentine y Wickes, 1981).

También existen estudios sobre subproductos agrícolas tratados con medios enzimáticos y físicos, aparte de los químicos ya mencionados. De ellos se puede mencionar el tratamiento de paja de trigo bagazo de caña de azúcar con celulosa comercial, y en donde algunos de ellos fueron sometidos al contacto previo con cultivos filtrados de Trichoderma viride por 4 días; una gran cantidad de azúcares reductores fueron liberados en este proceso enzimático (Han y Callihan, 1974).

Es de tener en consideración, que en la mayoría de las regiones del mundo los forrajes de baja calidad o esquilmos agrícolas forman la mayor parte o el único alimento disponible para los animales en el transcurso de la gran parte de las épocas del año, como suele suceder en nuestro país (Llamas, et al 1985). En el transcurso de los últimos años, se han realizado un gran número de trabajos con el fin de mejorar el valor alimenticio de forrajes de baja calidad, removiéndoles la lignina al aplicar compuestos químicos que aumentan sus índices de digestibilidad y la disponibilidad de los nutrientes propios (Berlanga, 1984). La experiencia sobre el tópico mencionado pero con aplicación a métodos biológicos, es decir, de cultivos de microorganismos aplicados a forrajes, con el objeto de tener un proceso enzimático de aquellos sobre la composición química de estos, son escasos en la región quizás en el país, por lo que los objetivos del presente trabajo o estudio son:

- 1.- Evaluar el efecto de la aplicación de T. viride sobre la composición química y los componentes de la pared celular, así como la digestibilidad in vitro de la materia seca y materia orgánica de la paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena.
- 2.- Evaluar el efecto al alimentar ovinos de la raza "Tabasco" en crecimiento, con raciones que contienen paja de sorgo, rastrojo de maíz o paja de avena, tratados con T. viride en relación a ganancias de peso, consumo voluntario de materia seca (MS) y materia orgánica (MO) conversión alimenticia y digestibilidad in vivo de la materia seca, materia orgánica, fibra cruda, nitrógeno, extracto libre de nitrógeno y de los constituyentes de la pared celular; así mismo la

digestibilidad in vitro de la materia seca y materia orgánica de --
las mismas raciones.

- 3.- Estimar la disponibilidad de la energía, expresada en Energía Digestible (ED), Energía Metabolizable (EM), Energía Neta de mantenimiento (ENm) y Energía Neta de ganancia de peso (ENg), en raciones que contienen paja de sorgo, rastrojo de maíz o paja de avena tratada con T. viride.

REVISION DE LITERATURA

En todas las regiones del mundo existen considerables cantidades de forrajes que tienen bajo valor alimenticio. La mayoría de esos forrajes, comúnmente no son solamente residuos de recursos naturales, sino que también constituyen la mayor fuente de contaminación ambiental. Sin embargo, los altos precios de los granos de cereales y el inadecuado suministro de forrajes convencionales en los últimos años, tiene un aumento por el interés para usar forrajes de baja calidad en las dietas de rumiantes (Wheeler et al, 1979).

Los esquilmos agrícolas, es aquel material vegetal que permanece en el campo después de la cosecha. Se ha estimado que los cereales producen cuando menos igual cantidad de grano que de esquilmo agrícola. Así como también se estima que del total de esquilmos producidos, solamente el 25 por ciento se utiliza para alimentar rumiantes y el resto se desperdicia, representando una pérdida económica para el agricultor (Cajal, 1983).

En la alimentación para la producción de rumiantes, son utilizados en una gran parte forraje de baja calidad, con el objetivo de minimizar costos y usar la capacidad de estos animales de poder desdoblar algunos nutrientes aportados por esos forrajes. Esto representa una fase de particular interés para los científicos de esta área, debido a que estos materiales son de poco uso directo como ingredientes alimenticios para no rumiantes (Coombe et al, 1979). Los rumiantes tienen desarrollada una vía digestiva, que les permite utilizar material de alto contenido de celulosa como alimento. Sin embargo, los sis-

temas agrícolas basados sobre la máxima explotación de este nicho ecológico nutricional resulta ser una pobre producción animal en rumiantes que se les da como alimento solamente el forraje que pastorea -- (Ndlovu y Buchanan-Smith, 1985).

Composición química y valor nutritivo de los forrajes fibrosos y de baja calidad.

La materia de los forrajes puede ser dividida en dos fracciones con base en el aprovechamiento nutricional. La primera fracción -- corresponde al contenido celular y está compuesto de lípidos, carbohidratos solubles y proteína y otro material soluble en agua. La segunda fracción corresponde a la pared celular de las plantas constituida por celulosa, hemicelulosa y lignina, las que tienen estrecha relación física y química, cuyo aprovechamiento está controlado por esas características de asociación (Van Soest, 1967).

El mismo autor anteriormente mencionado concluye en 1965, que existe una gran inter-relación entre el consumo, digestibilidad y composición química de los forrajes. Al mencionar en términos de composición química de la fibra, al aumentar la fracción de constituyentes de la pared celular el consumo voluntario declina. Así mismo, menciona -- que el punto a el cual la masa de fibra parece tener límites, ocurriendo esto cuando el contenido de pared celular está entre 50 y 60 por -- ciento de la materia seca del forraje (Van Soest, 1965).

De acuerdo a Maynard et al, (1981), las relaciones cuantitativas implicadas en la descomposición microbiana de los carbohidratos --

por los rumiantes varía de acuerdo con la clase y número de microorganismos presentes que, a su vez están bajo la influencia de las características del alimento. Así mismo, indica que la adición de carbohidratos fácilmente digeribles como el almidón, a la caña de azúcar en la ración disminuye la digestibilidad de la fibra. Agrega de igual manera, que el tipo de forraje, sin importar el contenido de fibra, influye en la naturaleza de la flora bacteriana y su actividad. En pasturas de forrajes maduros, la proteína declina, la fibra aumenta y tanto el consumo como la digestibilidad del forraje disminuyen (National Research Council, (NRC), 1985).

Para distintas especies animales existen variaciones en el grado de desdoblamiento de la fibra de las diferentes fuentes, estando -- asociado con la naturaleza química y física de las plantas. Los polisacaridos complejos de plantas maduras son menos digestibles que aquellos en desarrollo. Esa diferencia se debe tanto a estructuras química como a la física y más particularmente a la presencia de sustancias, tales como la lignina que es depositada en la pared celular conforme avanza la edad de la planta. La lignina no es solo indigestible por si misma, sino que disminuye la digestibilidad de la celulosa y de otros carbohidratos complejos. (Van Soest, en 1965; Van Soest en 1967; y Maynard et al, en 1981).

Existen algunas diferencias en cuanto al consumo de materia seca de los forrajes por los rumiantes cuando les son ofrecidos como heno o como ensilaje, tal como lo indica Petit et al (1985) al realizar un estudio sobre la alfalfa, fleo y trébol rojo en terneros. Así mismo, Seoane (1982) desarrolló un trabajo experimental en el que hace --

una relación entre las características físico-químicas de nueve henos-
las que fueron medidas y relacionadas con el consumo diario, coeficien-
te de digestibilidad y nutrientes digestibles consumidos, con ello de-
mostró que el valor de los henos podría ser exactamente predicho por -
análisis de laboratorio de la solubilidad de la materia seca, fibra --
cruda, proteína cruda y pared celular.

Otro trabajo al respecto en los cuales se realiza la evalua- -
ción de forrajes fibrosos a través del ensilaje y forraje seco es el -
de Phillip et al en 1980, con becerros Hereford en el concluyen que el
ensilaje de maíz y el forraje seco de maíz reconstruido con agua no tu
vieran diferente consumo diario voluntario (P 0.05).

Existen otras investigaciones sobre forraje de pobre calidad, -
como paja de trigo y su mezcla con el grano de trigo, comparado tam- -
bién con otro forraje de alta calidad como lo es la alfalfa granulada-
y peletizada en dietas de trigo en grano en la alimentación de ovinos.
Los animales alimentados con alfalfa tuvieron diferencias significati-
vas altas (P 0.001) en los consumos de materia seca y materia orgáni-
ca, colectándose rápidamente ácidos grasos volátiles y manteniendo al-
tos niveles de los mismos en el rumen, que en aquellos borregos que se
les ofreció una ración mezcla de trigo entero y paja de trigo, sin em-
bargo en estas dietas no existió diferencias entre las raciones respec-
to a la digestibilidades de la materia seca y materia orgánica. La -
digestibilidad aparente del nitrógeno de la ración mezcla fue signifi-
cativamente más baja que la ración de alfalfa (P 0.001) (Bigham y Mc-
Manus, 1975)

Egan et al (1975) realizaron una comparación de los aspectos digestivos de cuatro forrajes en ovinos: paja de trigo, heno de trigo, heno de alfalfa y trébol subterráneo seco; se llegó a una explicación sobre los sitios y extensión de la digestión de la materia orgánica de estas plantas y sus constituyentes de azúcares solubles, polisácaridos, pectina y proteína.

Resultados sobre el consumo del forraje con monensina, tasas de retorno al rumen, patrones de AGV a 24 horas, componentes nitrogenados del rumen, desaparición de la materia seca in vitro y tasa de desaparición in vivo de la celulosa en terneros. Este trabajo realizado en pastoreo de gramíneas de invierno tuvo un consumo de 16 por ciento más bajo cuando se adicionó 200 mg. de monensina al día (P 0.02). -- Además el volumen del líquido ruminal fue reducido cuando la monensina se ofreció en el alimento, pero la materia seca total en el rumen no fue afectada (P 0.10). Así mismo se reporta en este trabajo que al adicionar la monensina en una fermentación in vitro se deprime la digestibilidad de la materia seca de los pastos cosechados de los potreros en donde se tuvieron a prueba los becerros (Lemenager et al, 1978). Esto nos da una idea sobre los diferentes estudios de los forrajes con aditivos, para acrecentar su eficiencia de utilización en los rumiantes.

Existen, así mismo, otras investigaciones para determinar la influencia del nivel de forraje y el método de procesamiento del grano, tal como el maíz, sobre la síntesis microbial de proteína en terneros (Cole et al, 1976).

Al hablar de utilización de forrajes de baja calidad en la alimentación de ovinos, Ndlovu y Buchanan-Smith (1985) concluyen que, forrajes como paja de cebada, heno de pasto bromo y olote de maíz al ser suplementado con heno de alfalfa de buena calidad, incrementar los niveles de nitrógeno amoniacal ruminal en todas las dietas; este mejoramiento del medio ambiente del rumen fue reflejado por un aumento en la tasa de digestibilidad de la fibra (P 0.05). Con estos resultados se explica algo sobre el efecto asociativo en la digestión al realizarse la conjunción de forrajes de pobre y buena calidad.

Robles et al (1980) en otro experimento, midieron el efecto -- del tamaño de la partícula sobre la digestibilidad de la pared celular y la tasa de digestión in vitro de forrajes de buena calidad, como la alfalfa y pasto orchard alimentando ovinos; en este indicaron que la pared celular de la alfalfa fue 44 por ciento digestible y la del orchard fue 61 por ciento, el tamaño de la partícula no afectó la cantidad de fibra digestible, en la prueba in vivo; en aquellos datos tomados de la digestibilidad in vitro no pueden reflejarse los tomados en condiciones in vivo cuando los forrajes son finamente molidos y además los resultados van a depender del tipo de forraje, ya sea que provengan de gramíneas o de leguminosas. Al realizar un estudio de digestibilidad, tiempo de digestión y parámetros de retículo-rumen en ganado de carne alimentado con forrajes de baja calidad, Wheeler et al (1979) reportaron que el heno de pasto orchard tuvo la digestibilidad más alta de la materia seca y de la pared celular en comparación con la cascarilla de algodón que tuvo digestibilidades más bajas (P 0.01).

Tratamiento de forrajes fibrosos con productos químicos.

Evaluación como alimento de los rumiantes.

Debido a la difícil etapa por la cual atraviesa la producción pecuaria en lo concerniente a las fuentes de alimentos y su producción adecuada en cantidad, además de la competitividad entre el hombre y -- los animales por algún tipo de alimento, es motivo por lo que se han -- realizado una serie de investigaciones con el propósito de aumentar la digestibilidad de diversos materiales fibrosos, empleando alcalis y -- otros productos químicos, a fin de hacer útil la totalidad de las plan-- tas en el área agropecuaria. (Berlanga, 1984).

Según Coombe et al (1985) el efecto del tratamiento de paja de avena con NaOH al alimentar ovinos incrementó el consumo de agua, la -- digestibilidad de la materia orgánica (M.O.) y celulosa, y así mismo -- el nivel de AGV del rumen y el nivel de amonia ruminal. En ese mismo trabajo indicaron que la inclusión de almidón, a las dietas en base de avena y paja de avena tratadas, mejoró la utilización del N dietario, -- aunque no así en aquellas pajas sin el tratamiento con NaOH.

Berger et al (1979), reportaron el tratamiento con NaOH de -- olote de maíz en nivles crecientes de 0, 2.0, 4.0, 6.0 y 8.0 porciento en la alimentación de ovinos. La digestibilidad de la materia seca -- (M.S.) in vitro se incrementó desde 45.1 porciento para la dieta con-- trol hasta 83.1 porciento para la dieta de 8.0 porciento de NaOH, la -- digestibilidad de la materia seca (D.M.S.) in vivo fue 5, 12 y 5 por-- ciento menos que la digestibilidad in vitro de los niveles 4.0, 6.0 y-- 8.0 respectivamente. Así mismo concluyeron que el porcentaje de fi--

bra, potencialmente digestible que fue digerida en el rumen disminuyó - con el grado de 2 por ciento de NaOH en la dieta. Los mismos autores - pero en 1980, reportan el efecto del tratamiento con NaOH en el mismo- material, sobre la tasa de paso y la tasa de digestión de la fibra, -- concluyendo que el tiempo medio de retención ruminal disminuye a medi- da que aumenta el nivel de NaOH de 0 hasta 8 por ciento; además los da- tos sugieren que entre el consumo de Na proporcionado por la sal y el- tratamiento de NaOH de la dieta afectó la tasa de paso y son efectos - aditivos. Indicaron así mismo que a medida que aumenta el nivel de -- NaOH, la tasa de digestión de la fibra disminuye linealmente (P 0.05).

Garret et al (1979) en pruebas comparativas hasta el sacrifi-- cio en ovinos y ganado bovino, reportaron la utilización del tratamien- to de NaOH a un nivel de 4 por ciento por peso de paja de arroz la que- fue usada a un nivel de 76 y 36 por ciento, además también se empleó un tratamiento de amonio (NH_3) a un nivel de 4.7, 5.0 ó 7.0 por ciento por peso de paja de arroz, concluyendo que el patrón general de respuesta- fue el mismo para ovinos y becerros; en las dietas de 72 por ciento de- paja de arroz tratada fue consumida en grandes cantidades y fue mejor- la conversión alimenticia comparada con las pajas dietarias no trata-- das, así mismo, las dietas de paja tratada también tuvieron un alto va- lor de energía neta; la digestibilidad de la materia orgánica (M.O.),- celulosa y energía fue alta para la mayoría de las dietas de 72 por- - ciento paja de arroz tratada, aunque las diferencias no fueron todas - estadísticamente significativas (P 0.05). La digestibilidad del N -- fue bajo este tratamiento. No existieron cambios en la digestibilidad entre las dietas control y las pajas a un nivel de 36 por ciento de tra- tamiento.

Al trabajar con borregos alimentados con dietas conteniendo --olote seco y maíz entero ensilado con diferentes niveles de compacta--ción y midiendo el efecto del tratamiento con 4 por ciento de NaOH al --ensilar, Hunt et al (1983), determinaron que los silos tratados tuvieron un alto pH, butirato y acetato (P 0.05) y un bajo lactato y pro--teína cruda que aquellos ensilajes sin tratamiento (P 0.05). Al eva--luar los silos tratados en pruebas de digestión, el tratamiento NaOH --aumentó (P 0.05) el consumo de la M.S. (916 Vs 747g/día) así como su--digestibilidad (63 Vs. 56.2 por ciento) comparados con los silos no tra--tados; entre el consumo y la digestibilidad hubo un incremento lineal--(P 0.05) con el nivel de compactación. El nivel de NaOH (0, 2, 4 o --6 por ciento) y el ensilado directo o mezclado de ingredientes al momen--to de la alimentación fueron evaluados en un estudio de digestión con--dietas conteniendo 30 por ciento de compactación. El consumo de M.S. y su digestibilidad no fueron afectadas (P 0.05) por los métodos de ali--mentación.

Coombe et al (1979) indicaron que el nivel de amonia en el ru--men fue más bajo, así como los ácidos grasos volátiles del mismo, au--mentaron en becerros que consumieron paja de trigo tratada NaOH. El --nivel de amonio y ácidos totales en el plasma fue alta, pero la propor--ción de aminoácidos no fue diferente en los tratamientos (P 0.05).

Phillip et al (1985) observaron una tasa de crecimiento de 46--por ciento más alta en becerros alimentados con una dieta basada en ras--trojo de maíz con alta humedad, tratado con anhídrido de amonio, que --aquellos que fueron alimentados con el mismo material pero sin trata--

miento. El consumo de M.O. fue 10 por ciento más alta con la adición de amonio que el tratamiento comparativo suplementado con urea (P 0.05). También en reportes hechos por Lomas et al (1982) mencionan que terneros alimentados con silo de maíz tratado con anhídrido de amonia, tuvieron un promedio de pesaje de 4.5 por ciento más bajo de promedio de ganancia diaria y un 8.8 por ciento más alto promedio de consumo de M.S. por Kg. de ganancia, que aquellos alimentados con silo de maíz sin tratamiento suplementado con harina de soya para una cantidad igual de proteína cruda.

Coombe (1985) reporta en un trabajo experimental realizado con ovinos alimentados con dietas conteniendo harina de nabo, harina de girasol tratadas con Formaldehido, conteniendo paja de avena en 80 por ciento. Llega a la conclusión de que la harina de nabo y la harina de girasol fueron un suplemento efectivo para ovinos ofreciéndoles pajas, con pequeñas diferencias entre ellos en cuanto al consumo de M.S. y ganancia de peso vivo, excepto para el crecimiento de lana. El tratamiento de Formaldehido para conferir resistencia para la degradación ruminal reduce la digestibilidad del N, pero incrementa la eficiencia de utilización de N. digerido para el crecimiento de lana (P 0.05).

Los reportes de Gihad en 1979, respecto al tratamiento con NaOH al pasto seco de los trópicos con niveles de 0, 2 y 4 por ciento, concluyeron que ese tratamiento aumentó el consumo de M.S. y el consumo de agua por los ovinos comparados con aquellos que recibieron las raciones sin ese tratamiento. La digestibilidad de los nutrientes excepto el extracto etéreo, fue aumentada por el tratamiento.

Jiménez y Shimada (1984) reportan en su trabajo de alimentación en ovinos en crecimiento a los que se les ofrecieron dietas de rastrojo de maíz tratadas con urea, hidróxido de sodio y amoníaco, concluyendo en él, que las fracciones de fibra detergente neutro y sus principales componentes, hemicelulosa, celulosa y lignina se redujeron con los tratamientos con NH_3 y con NaOH , respecto al control sin tratamiento. En las ganancias de peso de los animales que consumieron los rastrojos de maíz tratados con NH_3 y con NaOH , fue significativamente mayor ($P < 0.05$) que la de los animales alimentados con el rastrojo de maíz tratado con urea. También encontraron un aumento de peso de los animales que recibieron del tratamiento con NH_3 sobre aquellos que recibieron el tratamiento con NaOH , aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. El análisis estadístico de la conversión alimenticia no mostró diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ninguno de los tratamientos. Martínez et al (1985) probando los efectos de NH_3 anhidro sobre el rastrojo de maíz en la alimentación de ovinos pelibuey en crecimiento, encontraron que el efecto del tratamiento es el incrementar el nitrógeno no proteico, y además favorece la digestibilidad de los azúcares estructurales, lo que resulta en una mayor cantidad de energía disponible. El consumo de M.S. en los animales recibiendo la dieta con ese tratamiento fue mayor que el tratamiento control: además se vió que las pajas o rastrojos tratados así aumenta su digestibilidad debido a una hidrólisis básica de los enlaces lignocelulósicos que incrementa la velocidad del vaciado ruminal que los predisponen a un mayor consumo de alimento. Sin embargo la ganancia de peso y la conversión de alimento fueron semejantes, tanto en las dietas con tratamiento como en las que no recibieron ($P > 0.05$).

En datos de comportamiento en la ganancia diaria de peso de bo regos alimentados con ensilaje de maíz completo sin tratamiento compa rado con la cañuela de maíz tratada con NaOH al tiempo de ensilar ó -- con la cañuela de maíz más urea; el primero fue superior en compara-- ción con el ensilaje de maíz tratado (P 0.01); de igual manera los -- tratamientos adicionados con suplemento energético (15 porciento de -- proteína cruda) ganaron más peso que aquellos alimentados con los su-- plementos de 25 porciento de proteína cruda. La interacción forraje - por suplemento no fue significativa (P 0.01). En lo que se refiere - al consumo diario de materia seca total (MST) y el consumo sobre Kg. - de peso metabólico, se observó la misma tendencia para la ganancia dia-- ria de peso en esos tratamientos. (Partida et al, 1984).

Según Llamas et al (1985) el tratamiento de NH_3 a la paja de - trigo ofrecida en dietas para novillos en crecimiento en corral de en- gorda, su referencia a las ganancias de peso y consumo de alimento no- presentaron diferencias significativas (P 0.05) aunque sin embargo se vió un consumo de alimento algo inferior con el tratamiento que in-- cluyó Paja de Trigo con NH_3 y pulido de arroz. En la conversión ali-- menticia si se detectaron diferencias significativas (P 0.05), favora-- bles a los grupos que consumieron la paja tratada con amonio, lo que - parece ser consecuencia de la mejor digestibilidad de ésta. Sin embar- go Jiménez et al (1986) reporta resultados en la utilización de paja - de frijol tratada con amoniaco o urea ofrecida a becerros cebú en con- finamiento, en donde encuentra que las fracciones de fibra tuvieron un ligero aumento no significativo en la fibra detergente ácido, (P 0.05). El nitrógeno no proteico fue superior (P_ 0.01) en las pajas tratadas.

En cuanto a datos de comportamiento no se detectaron diferencias significativas ($P < 0.05$) en ninguno de los indicadores utilizados para medir el efecto del tratamiento de las pajas con amoníaco y con urea. El consumo voluntario fue muy bajo, aproximadamente el 1.53, 1.71 y 1.66 por ciento del peso corporal de los becerros. Este efecto se atribuye a la forma física de suministro de ingrediente con altos contenidos de paredes celulares, que reduce la digestibilidad de la dieta como la velocidad de paso y por consecuencia el consumo voluntario. Las bajas ganancias de peso encontradas y la baja eficiencia pueden atribuirse al escaso consumo total de nutrientes.

Características Generales de *Trichoderma viride*.

El *T. viride* es un hongo aeróbico, que dentro de la clasificación de los hongos pertenece a la subdivisión: Deuteromycotina, clase: Hyphomycetes, orden: Moniliales y familia: Moniliaceae. (Ulloa y Hanlin, 1978).

T. viride, es utilizado por sus características, en las que podemos mencionar que posee un enzima celulolítica, es decir, produce una hidrólisis enzimática, que es una celulasa y que cataliza el desdoblamiento de la celulosa hasta carbohidratos solubles. En algunos trabajos en donde se ha utilizado *T. viride*, *Saccharomyces cerevisiae*, ó *Candida utilis* en una mezcla de cultivos y que se trató como sustrato a la paja de cebada como fuente de celulosa (2-4 por ciento), se concluyó que *T. viride* tuvo máxima producción de celulasas y una producción de proteína celular y en tiempo fue reducido, dependiendo de la concentración de -

las pajas, (Peitersen, 1975). Binder y Ghose (1978) al observar la adsorción de celulosa por T. viride; concluyen que la adsorción es requerida para la inducción de celulasas, además de que los micelios del hongo deben de estar en contacto con el material durante la degradación. Así mismo otros autores han realizado estudios para incrementar la producción de celulasa por T. viride utilizando varios métodos, tal como lo reporta Stenberg (1976). En otros estudios sobre la secreción o producción de celulasa y B - Glucosidasa por T. viride en varios cultivos sobre diferentes substratos, se concluyó que la excreción de proteína soluble y su concentrado depende de su actividad celulolítica, (Herr, 1979). Mandels et al (1974), concluyen que residuos de agricultura los que desde fibras molidas hasta desperdicios de bovinos son prometedores substratos para el desarrollo de la actividad enzimática de T. viride.

Yang et al (1980), realizaron estudios sobre la actividad de degradación de la lignina en diferentes substratos lignocelulosicos por el Basidiomiceto Phanerochoete chrysosporium, en el cual se determinaron varios tiempos de acción, métodos de crecimiento, así como la tasa máxima de degradación de la lignina como una característica de algunos hongos.

Ryu et al (1979), reportaron estudios sobre la fisiología cuantitativa de Trichoderma reesei en cultivos para la producción de celulasa, en donde determinaron el grado óptimo de producción de enzimas por el microorganismo así como los parámetros de una mejor actividad, así como el método de soporte máximo específico de la producción-

de la enzima.

Durante varios años se han reportado interesantes resultados - concernientes al modo de acción de la celulasa a través de substratos - insolubles (Nisizawa, 1973). La disolución de la celulosa por una pre - paración de celulasa obtenida a partir de un cultivo de T. viride mos - traron diferentes cinéticas dependiendo del método de preparación de - muestras de celulosa. Ellos mismos, también reportan que la especifici - dad y otras propiedades de la celulasa podría ser controlada por di - ferencias en el tipo de cristalización de la celulosa usada como una - fuente de carbón para el crecimiento de cultivo de Trichoderma.

Ortega et al (1983), midieron el efecto de la inoculación del - hongo comestible Pleurotus ostreatus a la paja de cebada sobre su com - posición química, concluyendo que el porcentaje de proteína cruda se - mantuvo constante tanto en la paja de cebada sin tratar como aquella - tratada con hongos a los 45 y 60 días posteriores a su inoculación, -- elevándose ($P < 0.05$) el contenido de cenizas en la paja con hongo des - pués de 60 días de inoculados, debido posiblemente a la utilización de la materia orgánica por parte del hongo. Se aumentó así mismo en for - ma ligera el contenido de paredes celulares y de fibra ácido detergen - te, lo que sugiere que se deba a la disminución de la digestibilidad - de la paja por el aprovechamiento inicial de carbohidratos solubles, - quedando una mayor proporción de la parte indigestible. En cuanto al - contenido de lignina no disminuyó con el tratamiento de hongos, demos - trándose que éstos no lo degradaron como se esperaba.

La celulasa del hongo T. viride ha sido descrita en anteriores trabajos de investigación como una enzima con actividad hemi y celulo-lítica así como proteolítica cuando se le utilizó sobre gramíneas, indicando que existe una alta correlación ($r = 0.92$, $P < 0.001$) entre la digestión de tipo enzimático y la digestibilidad in vivo de la materia seca de esas plantas de pastoreo. Así mismo se realizaron correlaciones entre este método y la digestibilidad in vitro (Jones y Hayward, 1973). Trabajando con varias celulasas preparadas a partir de varios hongos de diferentes habilidades para solubilizar pastos y la celulosa, se concluyó que la celulasa de T. viride es la más activa, solubilizando el 70 por ciento de la celulosa del papel en 24 horas. Además existe una correlación entre capacidad de solubilidad de la celulosa y la digestibilidad in vitro e in vivo de la materia seca de gramíneas y entre la digestibilidad in vitro de leguminosas la cual fue mejorada por la adición de pepsina. Así mismo se propone a la celulasa de T. viride como un método rápido conveniente y preciso en la predicción de la digestibilidad comparado con el procedimiento in vitro para pastos y leguminosas (Jones y Hayward, 1975).

Así mismo, McQueen y Van Soest (1975) utilizando carbohidrazas de T. viride, una hemicelulasa fungal y pepsina, desarrollaron un método de laboratorio para la predicción de la digestibilidad de forrajes. La materia seca total del forraje solubilizada por el procedimiento enzimático fue correlacionada (0.92) con la digestibilidad in vitro; concluyendo que el procedimiento enzimático fungal podría ser un método útil para la predicción de la digestibilidad del forraje.

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se efectuó en las instalaciones pecuarias y laboratorios de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Nuevo León, durante el período comprendido de Octubre de 1986 a Febrero de 1987, realizándose en dos etapas; la primera de ellas consistió en la evaluación química de los forrajes tratados con Trichoderma viride, midiendo la actividad del hongo a diferentes períodos de tiempo sobre la paja de sorgo, paja de avena y rastrojo de maíz, con sus respectivos testigos sin tratar. Los períodos de tiempo fueron 0,24, 48, 72, 96 y 120 horas; así mismo, en esta etapa se hizo el estudio de la digestibilidad in vitro de los mismos. En la segunda etapa, se investigó el efecto de la alimentación con raciones conteniendo forrajes tratados con el hongo, sobre las ganancias de peso y el consumo de materia seca en ovinos en crecimiento, así como la digestibilidad in vivo e in vitro de la materia orgánica de las mismas raciones.

Materiales

En la prueba se emplearon paja de sorgo, paja de avena y rastrojo de maíz picado en trozos de 0.5 a 3 cm. de largo tratados con el cultivo líquido del hongo T. viride en un porcentaje de 20 por ciento del peso de la materia seca del forraje.

Para la prueba de alimentación, se utilizaron 30 borregos "Tabasco" de tres a ocho meses de edad con un peso promedio de 17.73 kg. Para el ensayo de digestibilidad in vivo se utilizaron 12 ovinos seleccionados al azar de los que se usaron en la prueba de alimentación.

Los animales se alimentaron con una ración completa formada -- por 29.42 porciento del material tratado (paja de sorgo, paja de avena y rastrojo de maíz) y 70.58 porciento de concentrado formado de sorgo de grano molido (83.33 porciento) harina de soya (6.50 porciento), melaza (9.47 porciento) y sales minerales (0.69 porciento).

Para este ensayo se emplearon seis corraletas de 12.6 metros cuadrados cada una, provistas de comedero y bebedero. Para pesar el alimento ofrecido y rechazado por grupo al día, se utilizó una balanza con una capacidad de 125 Kg.

En el estudio de la digestibilidad in vivo se utilizaron los corrales anteriores solamente que se le adaptaron comederos y bebederos individuales, además se sujetaron con cadenas dotadas de destorcidos. Se emplearon bolsas y recipientes especiales para la recolección de heces y orina, respectivamente.

Métodos

En el tratamiento de las pajas se procedió de la siguiente manera: una vez que se picaron los forrajes, se pasaron cantidades de -- 100 Kg. de cada una de ellas y se asperjaron con 20 Lt. del cultivo líquido del hongo T. viride con el fin de obtener los tratamientos; el material fue constantemente movido y volteado para uniformizar la distribución del líquido aplicado; después se ensilaron por un período de cinco días en bolsas de plástico colocadas en botes metálicos. Posteriormente se mezclaron con el concentrado para formar así cada uno de los tratamientos.

Composición Química y Digestibilidad in vitro

En esta parte del estudio, se utilizaron muestras representativas de cada uno de los tratamientos, al inicio y hasta el final del trabajo. Las muestras se tomaron en forma aleatoria, para realizar el análisis proximal (A.O.A.C., 1970), así como el método de determinación de los constituyentes de la pared celular tal como lo describen Goering y Van Soest (1970); además de dichas muestras una fracción se utilizó para estimar la digestibilidad in vitro de la materia seca y la materia orgánica de las mismas raciones.

Prueba de Alimentación y de Digestibilidad in vivo.

Los borregos fueron pesados y asignados al azar para los distintos tratamientos los que contaron con cinco animales, resultando un total de seis grupos (Cuadro No. 3.1). Los animales fueron desparasitados interna y externamente con productos comerciales, así como se les aplicó una dosis (2 CC) de vitaminas A, D y E, por vía intramuscular. La prueba de alimentación tuvo una duración de 56 días, además de 15 días de período pre-experimental o de adaptación. Los borregos fueron pesados al iniciar el experimento y posteriormente cada 14 días hasta el término del mismo. Los animales de cada tratamiento fueron confinados en una sola corraleta, ofreciéndoles el alimento del día en el lapso de 8:00 - 9:00 A.M. horas y de 3:00 a 4:00 P.M., midiéndole el rechazo del mismo al día siguiente antes de ofrecerles la dieta del día. Lo anterior se realizó diariamente para cada uno de los tratamientos, con el propósito de determinar el consumo de alimento.

Cuadro. 3.1. Forrajes, cantidades de cultivo líquido de Trichoderma viride asperjados por cada 100 Kgs. de materia seca de forraje, número de tratamiento y número de animales -- utilizados.

Forrajes	Cultivo Líquido (Lts) <u>T. viride</u>	No. de Tratamiento	No. de Animales utilizados
Paja de sorgo	0	1	5
Rastrojo de Maíz	0	2	5
Paja de Avena	0	3	5
Paja de sorgo	20	4	5
Rastrojo de Maíz	20	5	5
Paja de Avena	20	6	5

Posteriormente al término de los 56 días de la prueba de alimentación se tomaron al azar, dos animales de cada tratamiento, con los que se efectuó un ensayo de digestibilidad in vivo con duración de ocho días. Los borregos en esta fase del estudio se les colocó arneses y recipientes para colección diaria de heces y orina.

Se realizó la determinación del consumo de la dieta para cada animal por día. Las heces y la orina fueron colectadas en bolsas de polietileno cada 24 horas, se pesó el total de las heces y se tomaron muestras de 20 por ciento de cada uno; la colección de las muestras se hizo con el fin de realizar análisis de materia seca y para otros tipos de análisis posteriores por lo que se mantuvo en congelación la segunda. Al finalizar el período de colección se formó una sola muestra por cada animal, la que estaba compuesta del conjunto de muestra almacenadas durante ocho días de recolección.

Las heces y orina fueron sometidas al análisis proximal (A.O.-A.C., 1970); y al de los constituyentes de la pared celular (método de Goering y Van Soest, 1970). Se establecieron por el método estandar (consumido-excretado) los coeficientes de digestibilidad para cada uno de los nutrientes que se reportan. La fórmula empleada en base a materia seca fue:

$$\begin{array}{l} \text{Coeficiente de digestibilidad} \\ \text{de un nutriente} \end{array} = \frac{\text{nutriente consumido} - \text{nutriente excretado}}{\text{nutriente consumido}} \times 100$$

Estimación de diferentes tipos de Energía disponible.

Para realizar los cálculos estimados sobre la cantidad de --
Energía Digestible (ED), Energía Metabolizable (EM), Energía Neta de --
mantenimiento (ENm), y Energía Neta de ganancia de peso (ENg), se uti-
lizaron las fórmulas y ecuaciones siguientes:

$$\begin{aligned} \text{a) ED Mcal/Kg.} &= \% \text{ NDT} \times 0.04409 \\ \text{b) EM Mcal/Kg.} &= 0.82 \times \text{ED Mcal Kg.} \\ \text{c) ENm Mcal/Kg.} &= 1.37 \text{ EM} - 0.138 \text{ EM}^2 + 0.0105 \text{ EM}^3 - 1.12 \\ \text{d) ENg Mcal/Kg.} &= 1.42 \text{ EM} - 0.174 \text{ EM}^2 + 0.0122 \text{ EM}^3 - 1.65 \end{aligned}$$

Esta fórmula y ecuaciones fueron establecidas por el National-
Research Council (N.R.C., 1985). En estas estimaciones de la energía-
disponible, se tomó como base el contenido de NDT calculados de acuer-
do al método típico (es decir, la suma de las digestibilidades de --
(PC+FC+ELN+(2.25) EE).

Análisis Estadístico

Los datos obtenidos en el experimento para la prueba de alimenen
tación y Digestibilidad in vivo, se evaluaron mediante la utilización-
del diseño experimental Bloques al azar con arreglo factorial 3 X 2 --
(Tipo de forraje X tratamiento y sin el). Para el cálculo de la recta
de respuesta para ganancia de peso se utilizó regresión lineal simple-
(Steel y Torrie, 1980).

La evaluación de la composición química y la digestibilidad in
vitro de los forrajes tratados a diferentes períodos de tiempo, se rea-
lizó mediante el promedio de dos repeticiones.

RESULTADOS Y DISCUSION

Consumo de Alimento y Aumentos de Peso en Ovinos Alimentados con Raciones con Forrajes tratados con Trichoderma viride.

Las ganancias de peso y el consumo de alimento de ovinos pelibuey, alimentados con raciones que contienen forraje tratado se muestran en el Cuadro 4.1. Se observó que las ganancias de peso no fueron significativamente diferentes ($P < 0.05$) para los tratamientos con T. viride y dentro de raciones con distintos forrajes.

En las figuras 4.1, 4.2 y 4.3 se muestran las rectas de regresión lineal simple, las funciones de tendencia de los aumentos de peso de los ovinos, recibiendo las raciones con forrajes tratados con T. viride y sin él. Ahí se comparan las raciones del mismo tipo de paja con y sin el tratamiento. En la figura 4.1 se muestra el comportamiento de los ovinos en aumento de peso recibiendo raciones con paja de sorgo (RPS) con y sin el tratamiento de T. viride, se puede observar que la tendencia de la ración con paja de sorgo sin tratamiento ($Y_i = 7.607 + 0.05332 X$) y de la ración con el mismo forraje tratado ($Y_i = 7.140 + 0.04588 X$), se consideran apropiados a lo observado para cada uno de los casos. La tendencia lineal de aumentos de peso de los ovinos con raciones con rastrojo de maíz sin tratamiento y tratados con T. viride son ($Y_i = 7.089 + 0.05036 X$) y ($Y_i = 6.717 + 0.05827 X$) respectivamente, se muestran en la figura No. 2. La tendencia de los aumentos de peso de los ovinos recibiendo dietas con paja de avena sin tratar y tratados son ($Y_i = 6.082 + 0.04971 X$) y ($Y_i = 7.909 + 0.04532 X$) respectivamente; se muestran en la figura No. 3.

Cuadro 4.1 Ganancia de peso y consumo de alimento en ovinos alimentados con raciones que contenían paja de sorgo, rastrojo de maíz, o paja de avena sin tratamiento (S/T) y tratadas (T) - con Trichoderma viride en solución acuosa.

TRATAMIENTO CONCEPTO	PAJA DE SORGO		RASTROJO DE MAIZ		PAJA DE AVENA	
	S/T	T	S/T	T	S/T	T
No. de Animales	5	5	5	5	5	5
Días en alimentación	56	56	56	56	56	56
Peso inicial (Kg.)	15.90	14.07	14.52	13.15	11.27	15.95
Peso final (Kg.)	23.96	20.82	21.88	21.83	18.86	24.18
Diferencia (Kg.)	8.06	6.75	7.36	8.68	7.59	8.23
Ganancia diaria (g.)	144	120	131	155	135	150
Consumo de alimento diario (g.)	121	135	112	149	128	136
Consumo de materia orgánica (g.)	114	128	106	140	121	130
Conversión alimenticia	2.88	3.75	2.87	3.39	3.20	3.16

Ganancia diaria, diferencia no significativa (P 0.05) entre raciones.

Consumo de alimento (g de M.S./Kg. P.V. .75).

Consumo de Materia Orgánica (g de M.O./Kg. P.V. .75).

- I.)PS/ST observado (- - -) PS/ST estimado
)PS/ST observado (—) PS/ST estimado
- II. PS/ST (GP)_i = 7.607 + 0.05332X
 PS/CT (GP)_i = 7.140 + 0.04588X

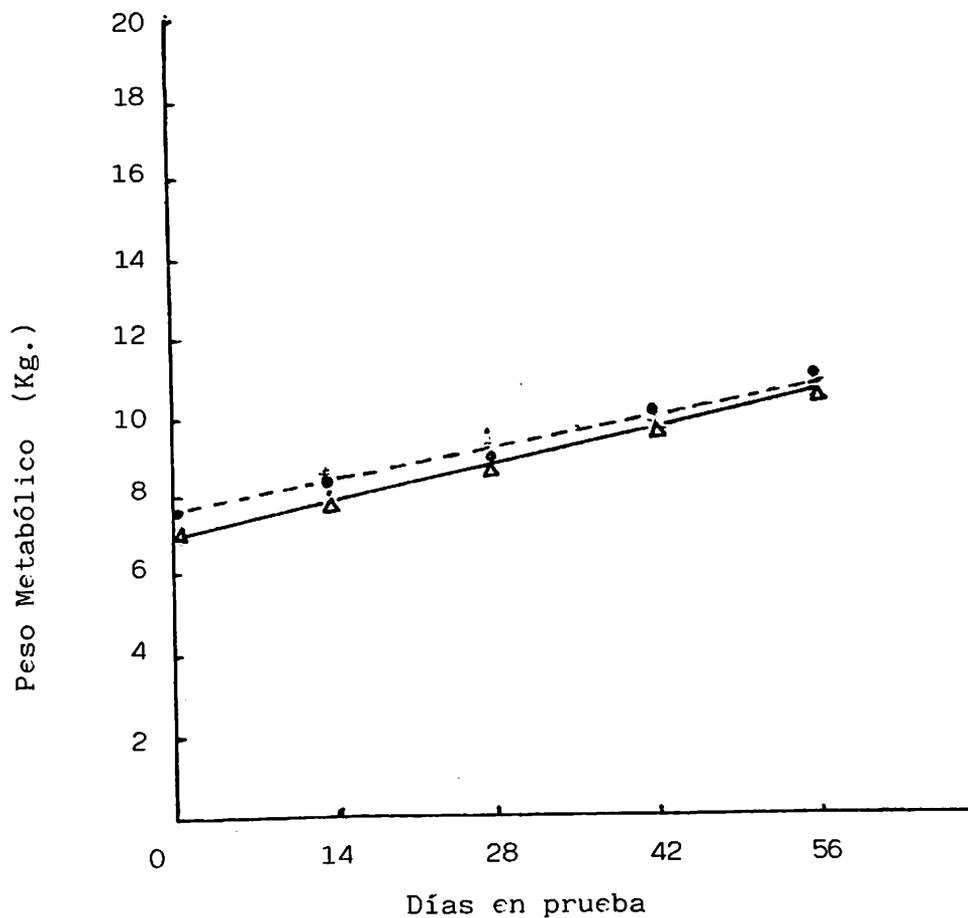


Fig. 4.1.- Recta de Regresión Lineal de los promedios individuales de la Ganancia de peso (GP) de los ovinos, con las raciones con paja de sorgo sin tratamiento (PS/ST) y con paja de sorgo con tratamiento (PS/CT) de T. viride, expresado en peso metabólico (Kg. P.V.^{0.75}).

- I.)RM/ST observado (- - -) estimado
)RM/CT observado (———) estimado
- II. RM/ST (GP)_i = 7.089 + 0.05036X
 RM/CT (GP)_i = 6.717 + 0.05827X

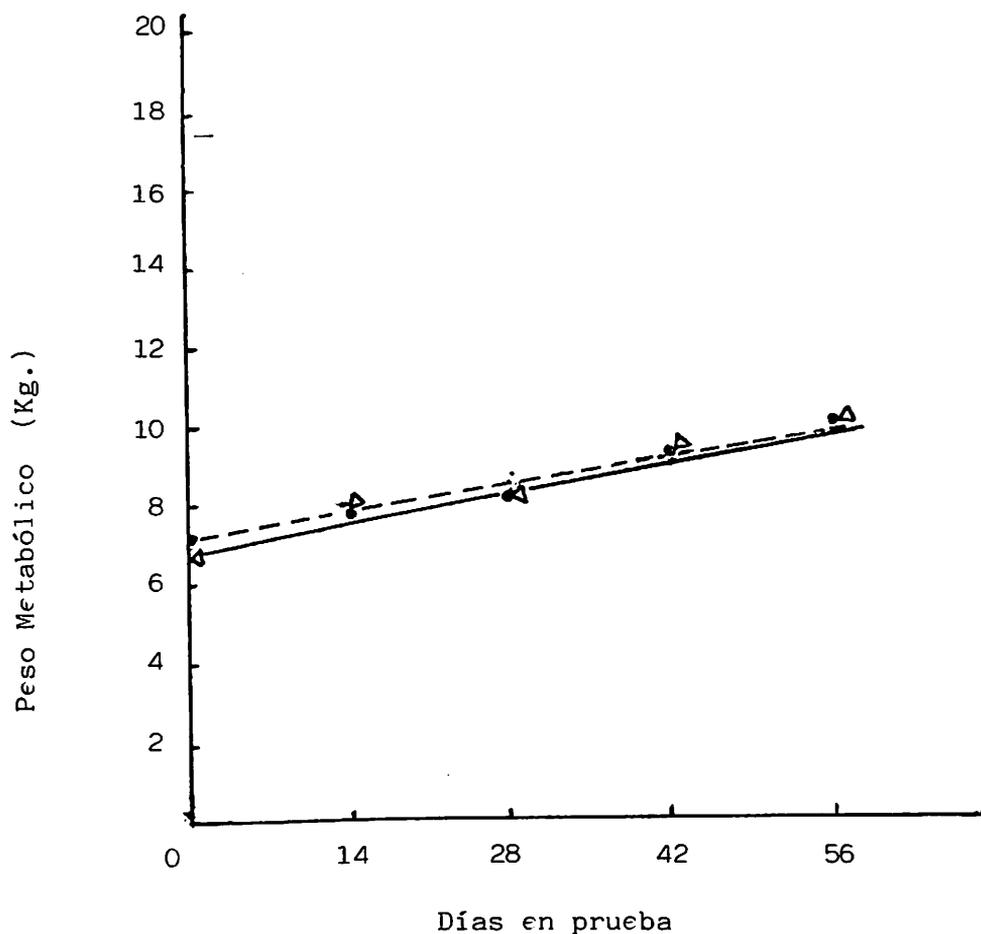


Fig. 4.2.- Recta de Regresión Lineal de los promedios individuales de la Ganancia de peso (GP) de los ovinos, con las raciones con rastrojo de maíz sin tratamiento (RM/ST) y con rastrojo de maíz con tratamiento (RM/CT) de T. viride, expresado en peso metabólico (Kg. P.V.^{0.75}).

I.) PA/ST observado (- - -) estimado

) PA/CT observado (———) estimado

II. PA/ST (GP)_i = 6.082 + 0.04971X

PA/CT (GP)_i = 7.909 + 0.04532X

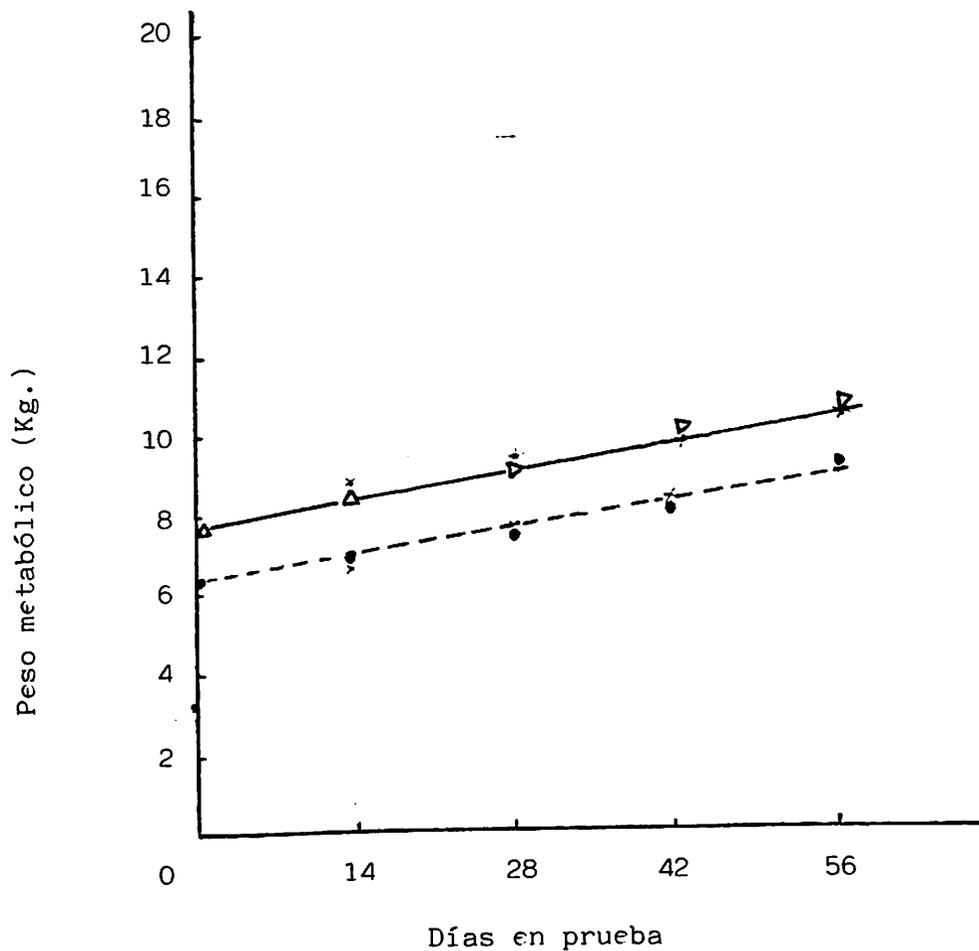


Fig. 4.3.- Recta de Regresión Lineal de los promedios individuales de la Ganancia de peso (GP) de los ovinos, con las raciones con paja de avena sin tratamiento (PA/ST) y con paja de avena con tratamiento (PA/CT) de T. viride, expresado en peso metabólico (Kg. P.V.^{0.75}).

El consumo de alimento fue mucho más alto en raciones con los forrajes tratados que aquellas con los forrajes sin tratar, aunque las diferencias no fueron significativas para los tratamientos ni para las raciones con distintos forrajes ($P > 0.05$). Se puede observar en este concepto que para las raciones de paja de sorgo sin tratamiento (S/T)- y con tratamiento (T) existió una diferencia de 14 g de M.S./Kg.PV^{.75} (gramos de materia seca/peso metabólico), así como la diferencia para el rastrojo de maíz fue de 37 g, y para la paja de avena fue de 8 g - de M.S./Kg. PV^{.75}.

El tratamiento con T. viride no tuvo efecto significativo sobre los incrementos de peso vivo de los ovinos. En aquellos animales que recibieron raciones con rastrojo de maíz tratado se observaron ligeramente mayores, sin que estos llegaran a determinarse como diferencias significantes ($P > 0.05$) comparadas contra todos.

Las ganancias de peso que presentaron los ovinos fueron aceptables y quizá se debieron al alto consumo de alimento observado en -- ellos, el elevado consumo de materia seca da por resultado una inges-- tión adecuada de energía y proteína, se refleja en los resultados en -- los aumentos diarios de peso vivo. El consumo de alimento en base se-- ca se observó que fue alto para todos los tratamientos siendo ligera-- mente más alto el del rastrojo de maíz tratado y en general para todas las raciones con forrajes tratados con T. viride, aunque su efecto no-- se observó en forma determinante en que las diferencias de ganancia de peso vivo, fueran significativas ($P > 0.05$).

Datos reportados en referencia a diferentes forrajes tratados a base de compuestos químicos, existiendo mayor consumo de materia seca y orgánica, y con ganancia de peso significantes, contrastan los -- del presente trabajo (Phillip et al, 1985; Llamas et al, 1985; Jiménez y Shimada, 1984; Lomas et al, 1982). Al respecto Hunt en 1983, obtuvo resultados diferentes en los cuales el tratamiento de forrajes toscos-tuvieron mejor consumo de M.S., pero ganancias similares.

Estos valores obtenidos en cuanto al consumo de las raciones - conteniendo forrajes tratados con el hongo, indican que este aplicado a los alimentos toscos mejora su apetecibilidad lo que se reflejó en - un mayor consumo, aunque no en el comportamiento productivo de los ani- males, si lo comparamos con aquellas raciones sin tratamiento.

Digestibilidad aparente (In vivo) de los constituyentes químicos de ra- ciones conteniendo forrajes fibrosos tratados con Trichoderma viride.

La digestibilidad aparente de la materia seca (DMS), materia - orgánica (DMO), fibra cruda (DFC), nitrógeno (DN), y extracto libre de nitrógeno (ELN) en raciones conteniendo los forrajes, paja de sorgo, - rastrojo de maíz y paja de avena en igual proporción y tratados con T. viride en solución acuosa en un mismo nivel, se muestran en el Cuadro No. 4.2.

La digestibilidad aparente de la materia orgánica de las racio- nes no presentó diferencias significativas para los forrajes tratados, así como entre raciones con distintos forrajes ($P \leq 0.05$). La digesti-

Cuadro. 4.2 Digestibilidad (aparente) in vivo en ovinos, de las raciones que contenían paja de sorgo, rastrojo de maíz ó paja de avena con (T) y sin tratamiento (ST) de Trichoderma viride en solución líquida.

VARIABLES						
No. DE TRATAMIENTO	FORRAJES EN LA RACION	DIGEST. DE M.S.	DIGEST. DE M.O.	DIGEST. DE F.C. %	DIGEST. DE NITROGENO	DIGEST. DE E.L.N.
I	Paja de Sorgo ST	81.40	81.26	67.41	74.67	84.25
II	Rastrojo de Maíz ST	77.86	78.81	57.99	71.53	83.16
III	Paja de Avena ST	73.10	72.84	62.14	57.31	77.01
IV	Paja de Sorgo T	76.96	77.27	58.62	65.57	81.28
V	Rastrojo de Maíz T	77.50	77.59	61.53	66.01	82.29
VI	Paja de Avena T	73.60	73.41	68.81	63.52	75.60

En las anteriores variables no se tuvieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre raciones - con diferentes forrajes tratados y sin tratar.

bilidad de la materia orgánica de más alto porcentaje fue de 81.26 para la ración con paja de sorgo sin tratamiento.

La digestibilidad aparente de la fibra cruda de las raciones - presentó diferencias, las cuales no fueron significativas ($P_0.05$); - así mismo las diferencias observadas en la digestibilidad aparente del nitrógeno no tuvieron significancia estadística ($P_0.05$). La digesti- bilidad de la fibra cruda y del nitrógeno de más alto porcentaje fue - para la ración con paja de avena tratada (68.81 por ciento) y para la - ración de paja de sorgo sin tratamiento (74.67 por ciento), respectivamente.

En cuanto a la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno no presentó diferencias significativas ($P_0.05$) entre los efectos me- didos: en el tratamiento de forrajes, ni en la interacción de éstos.

Digestibilidad aparente (In vivo) de los constituyentes de la pared - celular de raciones conteniendo forrajes fibrosos tratados con Tricho- derma viride.

En el Cuadro 4.3 se muestra la digestibilidad aparente de los constituyentes de la pared celular, de la fibra detergente ácido y de la celulosa en raciones conteniendo forrajes fibrosos sin tratar y -- con tratamiento de solución acuosa de T. viride.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas- ($P_0.05$) asociadas con el tratamiento de T. viride en la digestibili- dad aparente de los constituyentes fibrosos de las raciones empleadas.

Cuadro. 4.3 Digestibilidad (aparente) in vivo en ovinos de los constituyentes de la pared celular de raciones que contenían paja de sorgo, rastrojo de maíz ó paja de avena - con (T) y sin tratamiento (ST) de Trichoderma viride en solución líquida.

I

No. DE TRATAMIENTO	FORRAJES EN LA RACION.	VARIABLES		
		DIGEST. DE F.D.N.	DIGEST. DE F.D.A.	DIGEST. DE CELULOSA
		%		
I	Paja de Sorgo-ST	84.60	71.06	71.15
II	Rastrojo de Maíz-ST	82.45	58.24	69.28
III	Paja de Avena-ST	82.91	60.17	65.98
IV	Paja de Sorgo-T	80.79	61.26	63.68
V	Rastrojo de Maíz-T	79.54	63.60	69.35
VI	Paja de Avena-T	80.87	53.19	60.61

En las anteriores variables no se tuvieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre raciones con diferentes forrajes tratados y sin tratar.

Realizando una comparación de los datos obtenidos para la digestibilidad aparente de los constituyentes de la pared celular de raciones que contenían forrajes sin tratar y tratados, se puede observar para la ración con paja de sorgo la que no recibió tratamiento, tuvo mejores porcentajes de la digestibilidad que la tratada (84.60, 71.06 y 71.15 Vs. 80.79, 61.26 y 63.68; para FDN, FDA y celulosa, respectivamente).

En las raciones con rastrojo de maíz, en la digestibilidad de FDN fue mayor (82.45) el porcentaje para la ración con forraje sin tratar que para aquella tratada (79.54), respecto a la digestibilidad de FDA para esta ración con rastrojo de maíz, el porcentaje más alto -- (63.60) correspondió a la cual el forraje recibió tratamiento que aquella sin tratamiento (58.24); para la digestibilidad de la celulosa de esta misma ración, el porcentaje mayor también en la cual el forraje fue tratado comparado con la que no se trató (69.35 Vs. 69.28). Referente a la digestibilidad aparente de las raciones con paja de avena, los resultados fueron los siguientes para FDN el porcentaje más bajo fue para la ración con forraje tratado (80.87) comparado con la cual el forraje no fue tratado (82.91); para la digestibilidad de FDA en la ración de paja de avena sin tratar y tratada fue 60.17 y 53.19 por ciento, respectivamente; para la digestibilidad de la celulosa fue mayor el porcentaje para la ración con forraje sin tratar (65.98) que aquella con forraje no tratado (60.61).

Los resultados encontrados referente a la digestibilidad aparente de la materia seca y fibra cruda, mostraron diferencias no significativas estadísticamente ($P \leq 0.05$) siendo estas muy ligeras, esto in

dica que la aplicación de solución acuosa o medio cultivo de T. viride no mejora el valor nutritivo de los forrajes fibrosos.

El tratamiento con T. viride no causó ningún efecto significativo ($P < 0.05$) sobre la digestibilidad aparente de la materia orgánica, nitrógeno, extracto libre de nitrógeno y los constituyentes de la pared celular. Las ligeras diferencias observadas en la digestibilidad aparente de la materia orgánica, nitrógeno, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y celulosa en las raciones con diferentes forrajes, fue probablemente ocasionada por diferencias en la digestibilidad de la fibra (Van Soest, 1967). Esto va de acuerdo con lo mencionado por otros autores, considerando que: "En las pruebas de digestibilidad al contenido celular podría declinar al aumentar el consumo".

Digestibilidad In vitro de la materia seca y materia orgánica de las raciones con forrajes con y sin tratamiento de Trichoderma viride.

En el Cuadro 4.4 se reporta la digestibilidad de la materia seca y de la materia orgánica de las raciones conteniendo paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena recibiendo tratamiento de T. viride y sin tratar. Se puede observar que la ración con paja de sorgo sin tratar tuvo mejores porcentajes de digestibilidad in vitro de la materia seca y materia orgánica, que aquella que recibió el tratamiento -- (68.50 y 75.59 Vs. 64.19 y 72.50 por ciento, respectivamente). En cambio, para las raciones con rastrojo de maíz sucedió en forma contraria, es decir, -- los porcentajes de digestibilidad de la materia seca y materia orgáni-

Cuadro. 4.4 Digestibilidad In vitro de la materia seca y de la materia orgánica de las raciones conteniendo paja de sorgo, rastrojo de maíz ó paja de avena con (T) y sin tratamiento (ST) de Trichoderma viride.

No. DE TRATAMIENTO	FORRAJES EN LA RACION	VARIABLES		
		DIVMS	%	DIVMO
I	Paja de Sorgo - ST	68.50		75.59
II	Rastrojo de Maíz - ST	59.37		66.95
III	Paja de Avena - ST	64.60		74.67
IV	Paja de Sorgo - T	64.19		72.50
V	Rastrojo de Maíz - T	70.34		75.44
VI	Paja de Avena - T	72.25		81.27

ca fueron mayores en aquellas que recibieron el tratamiento en comparación con aquellas no tratadas (70.34 y 75.44 Vs. 59.37 y 66.95, respectivamente). Para las raciones con paja de avena se observó que la digestibilidad de la materia seca fue mayor el porciento en la que recibió el tratamiento que en la sin tratar (72.25 Vs. 64.60); para la digestibilidad de materia orgánica de esta ración con paja de avena también fue mayor el porcentaje para la tratada (81.27) que para la no -- tratada (74.67).

Composición química de forrajes tratados con *Trichoderma viride*.

Los resultados del análisis proximal de los forrajes a diferentes períodos de tiempo con T. viride en solución líquida se muestran en el Cuadro 4.5. En dicho cuadro se observan datos sobre el contenido de proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE), extracto libre de nitrógeno (ELN) y de materia orgánica (MO), de la paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena a los tiempos 0, 24, 48, 72, 96 y 120 horas posteriores a la aplicación del tratamiento con T. viride. En ellas se puede observar que los datos para cada uno de los forrajes son muy similares entre sí.

El contenido de proteína cruda en estos forrajes, fue mucho mayor el porcentaje a las cero horas para la paja de sorgo (7.84), a las 96 horas para el rastrojo de maíz (8.24), y a las 48 horas para la paja de avena (8.00), en relación al porcentaje más bajo para esta variable fue a las 72 horas tanto para la paja de sorgo (5.83) como para el rastrojo de maíz (5.30) y a las 96 horas para la paja de ave-

Cuadro. 4.5 Composición Química (base seca) de la paja de sorgo (P.S.), rastrojo de maíz (R.M.), y paja de avena (P.A.) tratados con Trichoderma viride en solución acuosa, y analizadas a diferentes períodos de tiempo posterior a la aplicación del tratamiento.

TIEMPO (HORAS)	FORRAJE	P.C. ¹	E.E. ²	F.C. ³		E.L.N. ⁴	M.O. ⁵
				%			
0	P.S.	7.84	1.34	19.36	66.31	94.85	
	R.M.	5.99	1.10	21.58	64.55	93.23	
	P.A.	6.80	1.45	29.17	55.01	92.44	
24	P.S.	6.02	1.13	25.43	58.47	91.06	
	R.M.	5.40	0.77	26.63	58.01	90.76	
	P.A.	6.55	1.65	32.01	51.53	91.75	
48	P.S.	6.60	1.85	26.22	56.18	90.85	
	R.M.	5.58	0.96	34.36	50.96	91.86	
	P.A.	8.00	1.45	28.72	52.87	91.05	
72	P.S.	5.83	1.49	27.16	55.65	90.14	
	R.M.	5.30	0.75	28.27	57.92	92.25	
	P.A.	7.91	1.80	26.97	53.32	90.00	
96	P.S.	6.05	1.04	20.85	62.46	90.55	
	R.M.	8.24	1.86	30.54	52.10	91.75	
	P.A.	5.85	0.84	21.60	61.01	89.31	
120	P.S.	5.98	1.35	29.87	53.67	90.87	
	R.M.	7.52	1.27	29.87	52.31	90.98	
	P.A.	6.02	1.20	29.08	53.86	90.17	

1 = Proteína Cruda 4 = Extracto Libre de Nitrógeno
 2 = Extracto Etéreo 5 = Materia Orgánica
 3 = Fibra Cruda

na (5.85).

El contenido de extracto etéreo, en el tratamiento de los forrajes con T. viride fue de la siguiente manera: el promedio más alto fue para el rastrojo de maíz (1.86) a las 96 horas, a las 48 horas para la paja de sorgo (1.85) y a las 72 horas para la paja de avena -- (1.80); el porcentaje más bajo para esta variable fue a las 96 horas -- para la paja de sorgo (1.04), para el rastrojo de maíz (0.75) a las 72 horas y para la paja de avena (0.84) a las 96 horas del tratamiento.

En cuanto al contenido de fibra cruda en los distintos períodos fue mucho más alto el porcentaje a las 120, 48 y 24 horas para la paja de sorgo (29.87), rastrojo de maíz (34.36) y paja de avena (32.01) respectivamente; el porcentaje más bajo para ésta misma variable fue a las cero horas de aplicación del tratamiento tanto para la paja de sor go (19.36) como para el rastrojo de maíz (21.58) y a las 96 horas para la paja de avena (21.60).

Los resultados del contenido de extracto libre de nitrógeno de los forrajes tratados con T. viride fue el siguiente: el promedio más alto fue de 66.31, 64.55 por ciento a las cero horas para la paja de -- sorgo y rastrojo de maíz, respectivamente, siendo de 61.01 por ciento -- a las 96 horas para la paja de avena.

En el contenido de materia orgánica, el tratamiento a los forrajes con T. viride fue el siguiente: el promedio más alto fue a las cero horas para la paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena, --

con 94.85, 93.23 y 92.44 porciento, respectivamente.

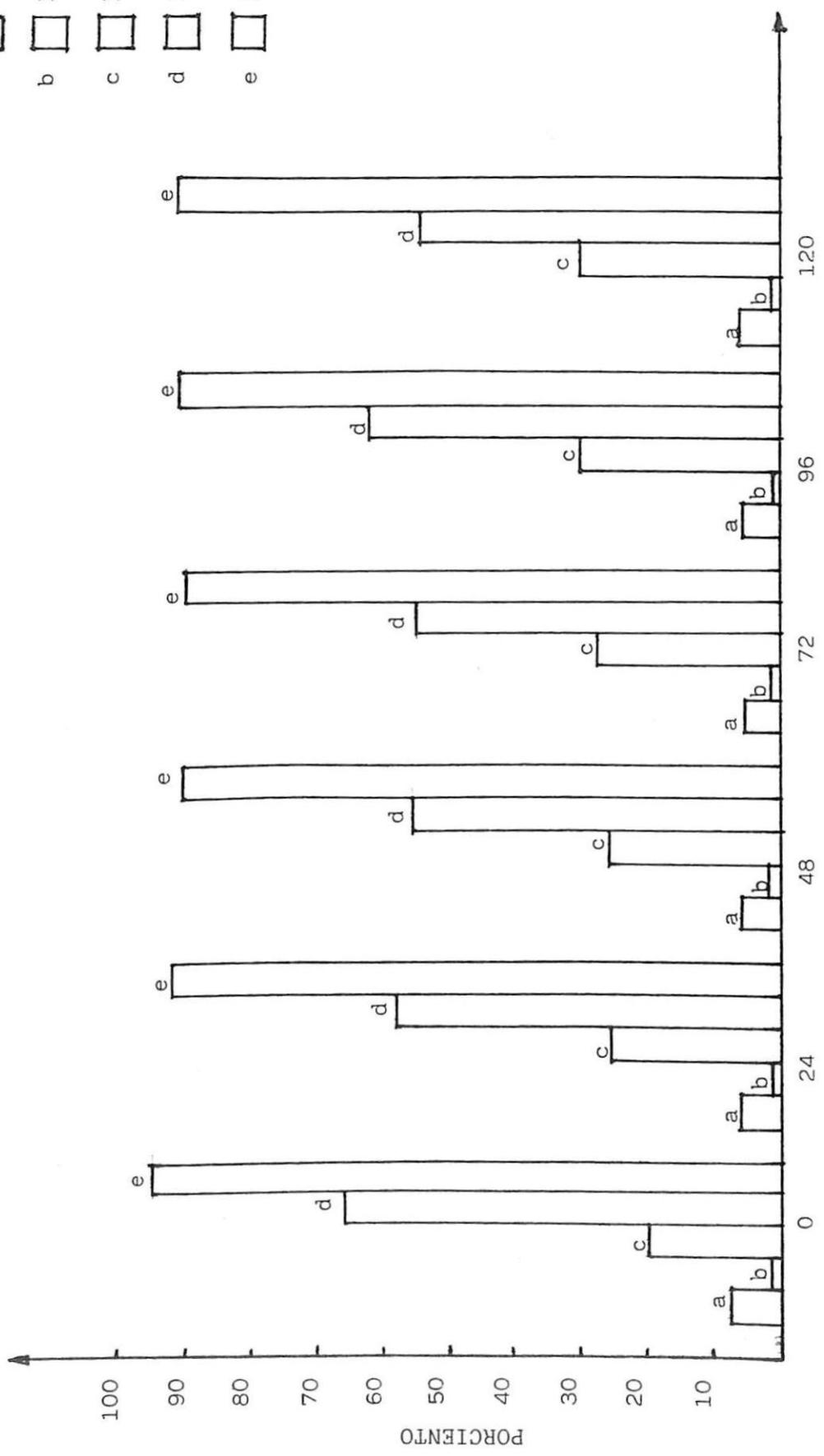
Los resultados de esta investigación muestran que los tres forrajes son diferentes en cuanto a su composición química, aunque, dichas diferencias entre la paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de ave na son muy pequeñas.

Los cambios principales en la composición de los forrajes, asociados al T. viride, no fueron muy acentuados (Fig. 4.4, 4.5 y 4.6). Estos resultados contrastan en cuanto a estos datos de composición química con los reportados por Martínez et al (1985) en donde al tratar el rastrojo de maíz con amoníaco tuvo un incremento en el porcentaje de proteína cruda aunque no en los otros componentes determinados por el análisis proximal. Así mismo Jiménez et al (1986) encuentra cambios en el contenido de PC de paja de frijol tratada con amoníaco o con urea. Otro cambio que se puede considerar es el de la materia orgánica, al tratar a los forrajes a distintos períodos de tiempo, la cual disminuye con el tratamiento de T. viride y que sin tener valor comprobable, y se puede tomar en cuenta para futuros trabajos en el tema aquí mencionado.

Constituyentes de la pared celular de forrajes tratados con Trichoderma viride.

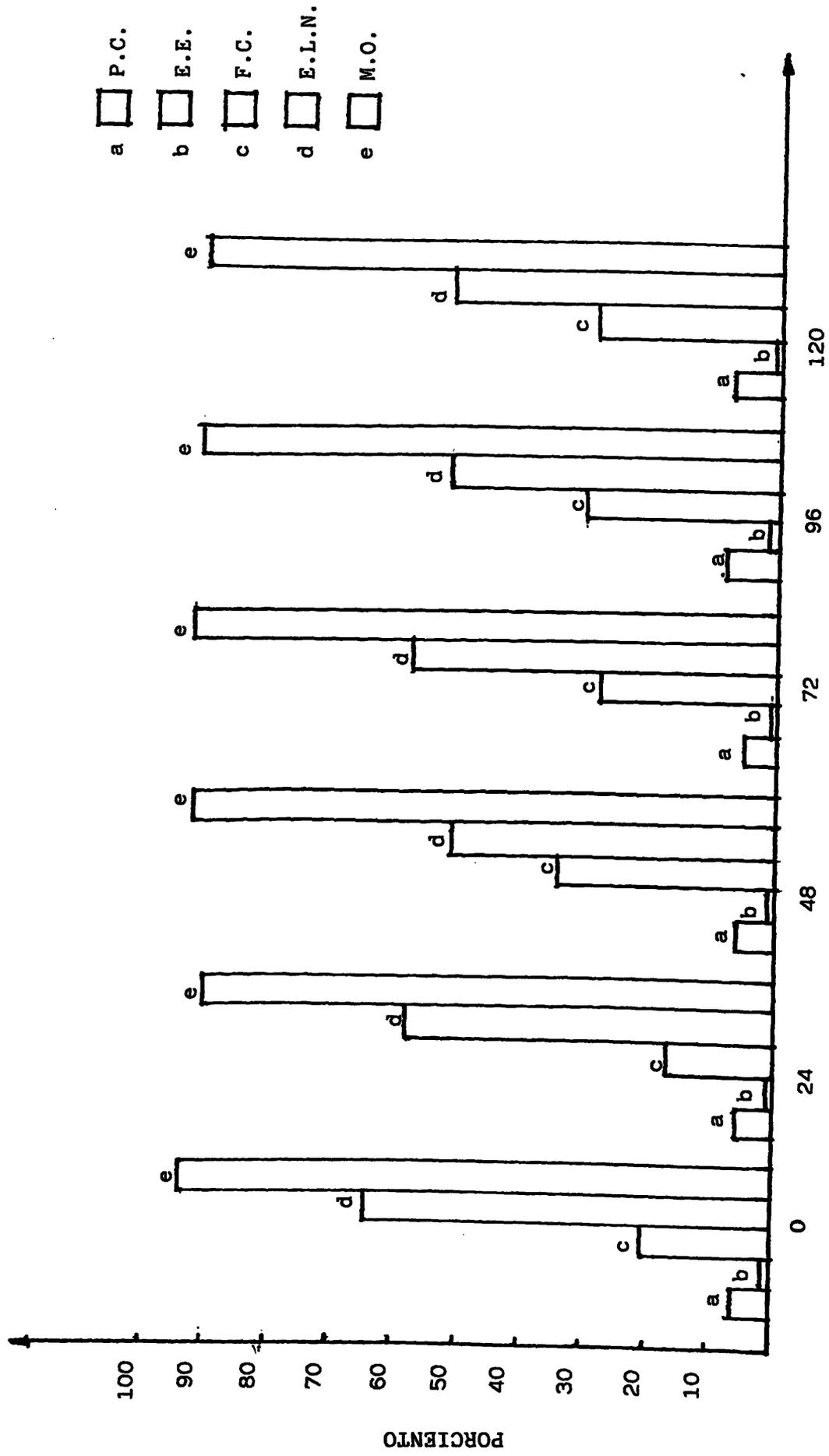
En el Cuadro 4.6 se presentan el contenido celular y los constituyentes de la pared celular que presentaron la paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena al ser tratados con T. viride en solución líquida. En ese cuadro se observan datos sobre el contenido celular, fibra-detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), lignina, celulo

- a P.C.
- b E.E.
- c F.C.
- d E.L.N.
- e M.O.



TIEMPO (Horas).

Fig. 4.4 Composición de Proteína cruda (P.C.), Extracto etéreo (E.E.), Fibra cruda (F.C.), Extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) y Materia orgánica (M.O.) de la paja de sorgo a vários intervalos de tiempo post-tratamiento con T. viride.



TIEMPO (Horas).

Fig. 4.5 Composición de Proteína cruda (P.C.), Extracto etéreo (E.E.), Fibra cruda (F.C.), Extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) y Materia orgánica (M.O.) del rastrojo de maíz a varios intervalos de tiempo post-tratamiento con T. viride.

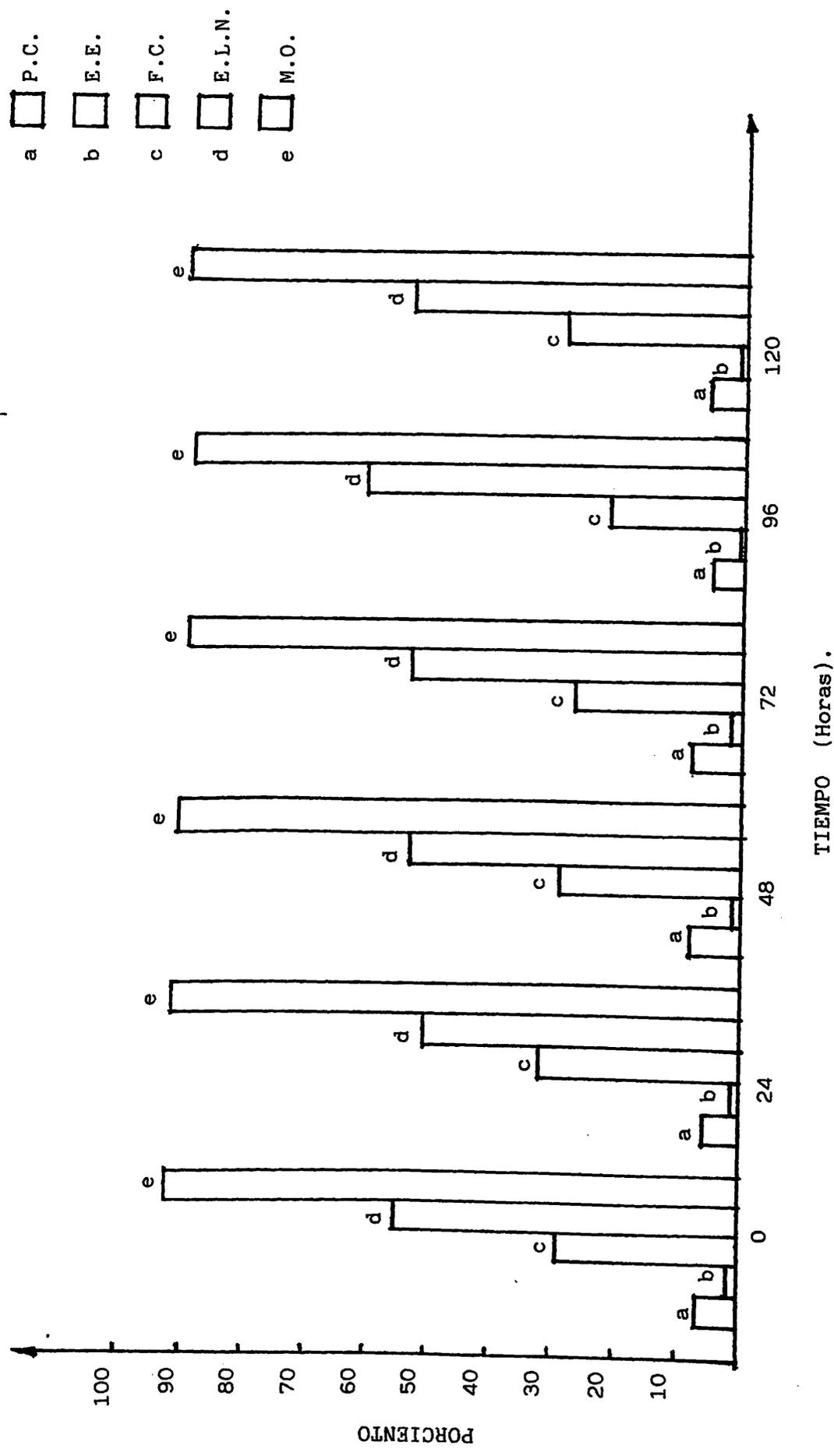


Fig. 4.6 Composición de Proteína cruda (P.C.), Extracto etéreo (E.E.), Fibra cruda (F.C.), Extracto libre de nitrógeno (E.L.N.) y Materia orgánica (M.O.) de la paja de avena a varios intervalos de tiempo post-tratamiento con I. viride.

Cuadro 4.6 Contenido celular y constituyentes de la pared celular (en base seca) de la paja de sorgo (P.S.), rastrojo de maíz (R.M.), y paja de avena (P.A.) tratados con Trichoderma viride, en solución líquida y analizados a diferentes períodos de tiempo posterior a la aplicación del tratamiento.

TIEMPO (HORAS)	FORRAJE	VARIABLE					
		CONT. CELULAR	FDN ¹	FDA ²	LIGNINA	CELULOSA	HEMICELULOSA
		%					
0	P.S.	27.28	72.72	42.93	4.15	34.64	29.79
	R.M.	33.63	66.37	23.27	5.07	32.47	43.10
	P.A.	33.74	66.26	42.00	2.94	35.41	24.26
24	P.S.	29.59	70.41	43.68	4.44	34.41	26.73
	R.M.	32.87	67.13	38.23	9.28	33.17	28.90
	P.A.	37.18	62.82	39.81	5.66	31.12	23.01
48	P.S.	31.27	68.73	39.16	4.96	30.49	29.57
	R.M.	32.94	67.06	25.75	8.36	31.74	41.31
	P.A.	37.27	62.73	34.50	4.03	33.28	28.23
72	P.S.	29.15	70.85	41.60	4.49	33.18	29.25
	R.M.	37.43	62.57	39.89	3.73	39.21	22.68
	P.A.	35.06	64.94	41.90	4.63	35.77	23.04
96	P.S.	30.02	69.98	41.41	5.06	32.82	28.57
	R.M.	36.51	63.59	42.42	8.15	31.13	31.17
	P.A.	38.73	61.27	30.26	3.95	34.39	30.01
120	P.S.	23.23	76.77	44.01	4.46	35.30	32.76
	R.M.	32.36	67.64	33.08	4.07	36.01	34.56
	P.A.	32.67	67.33	43.02	4.18	35.23	24.31

1 = Fibra Detergente Neutro
2 = Fibra Detergente Acido

sa y hemicelulosa dichos forrajes tratados a 0, 24, 48, 72, 96 y 120 - horas posteriores a la aplicación del T. viride.

El contenido celular de la paja de sorgo, rastrojo de maíz y - paja de avena tratados con solución líquida de T. viride a varios pe-- ríodo de tiempo, el más alto porcentaje se encontró a las 48 horas en la paja de sorgo (31.27), a las 72 horas en el rastrojo de maíz (37.43) y a las 96 horas para la paja de avena (38.73).

El contenido de fibra detergente neutro expresado en porciento en los diferentes períodos fue más alto a las 120 horas para la paja - de sorgo (76.77), para el rastrojo de maíz (67.64) y así como para la paja de avena (67.33). El contenido más bajo de FDN para estos forra- jes fue a las 48 horas de aplicación del tratamiento para la paja de - sorgo (68.73), a las 72 horas para el rastrojo de maíz (62.57) y a las 96 horas para la paja de avena (61.27).

Para el contenido fibra detergente ácido en los distintos pe-- ríodos el más alto porcentaje fue a las 120 horas para la paja de sor- go (44.01), para el rastrojo de maíz (42.42) fue a las 96 horas y para la paja de avena (43.02) ocurrió a las 120 horas de período desde la - aplicación del tratamiento.

En lo referente al contenido de lignina en los forrajes trata- dos con solución líquida de T. viride el porcentaje más alto fue a las 96 horas para la paja de sorgo (5.06), a las 24 horas para el rastrojo de maíz (9.28) y a las 24 horas para la paja de avena (5.66).

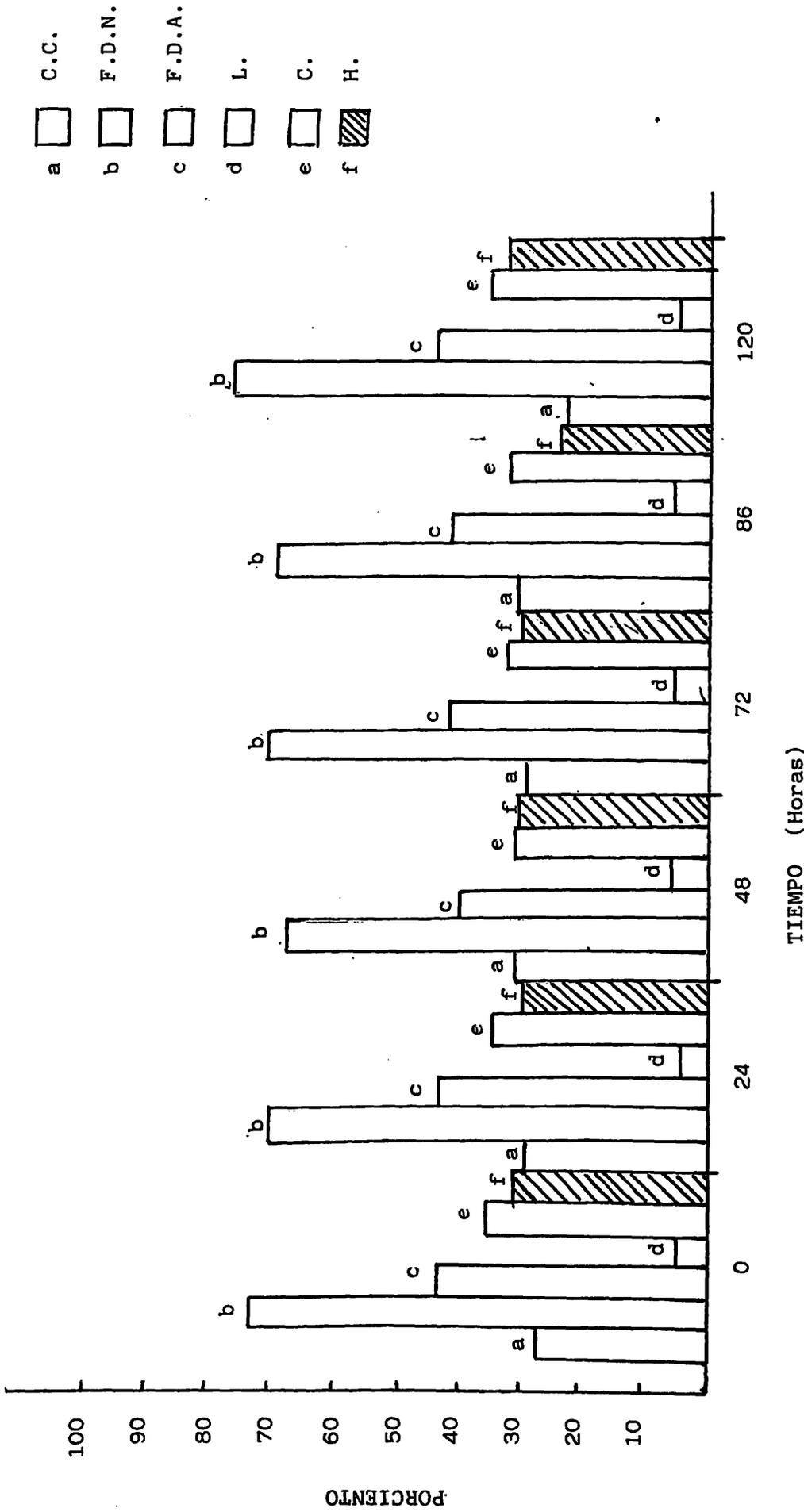


Fig. 4.7 Composición de Contenido celular (CC), Fibra detergente neutro (FDN), Fibra - detergente Acido (FDA), Lignina (L), celulosa (C) y Hemicelulosa (H) de la paja de sorgo a varios intervalos de tiempo post-tratamiento con T. viride.

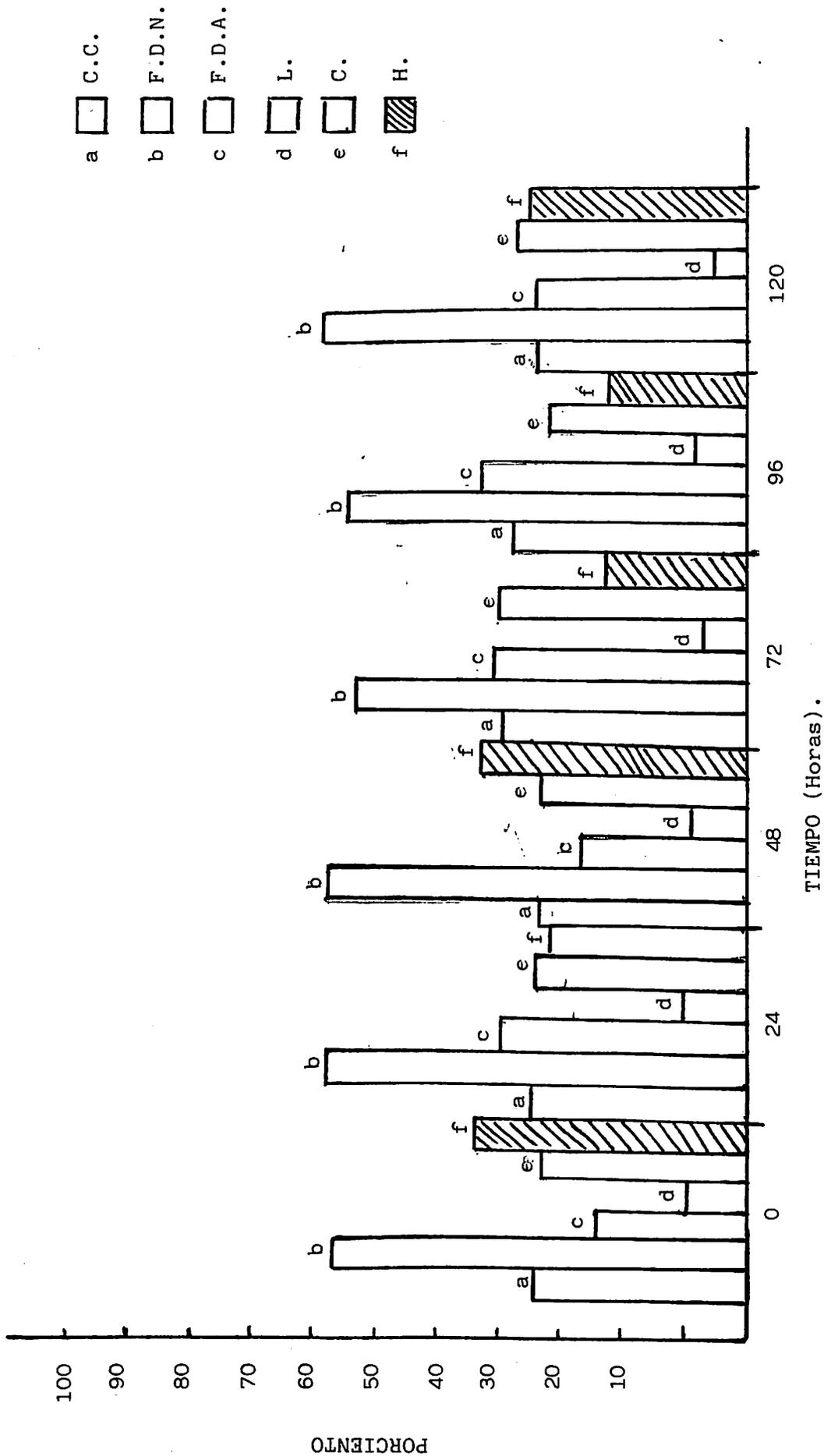


Fig. 4.8 Composición de Contenido Celular (CC), Fibra detergente neutro (FDN), Fibra detergente ácido (FDA), Lignina (L), celulosa (C) y Hemicelulosa (H) de rastrojo de maíz a varios intervalos de tiempo post-tratamiento con T. viride.

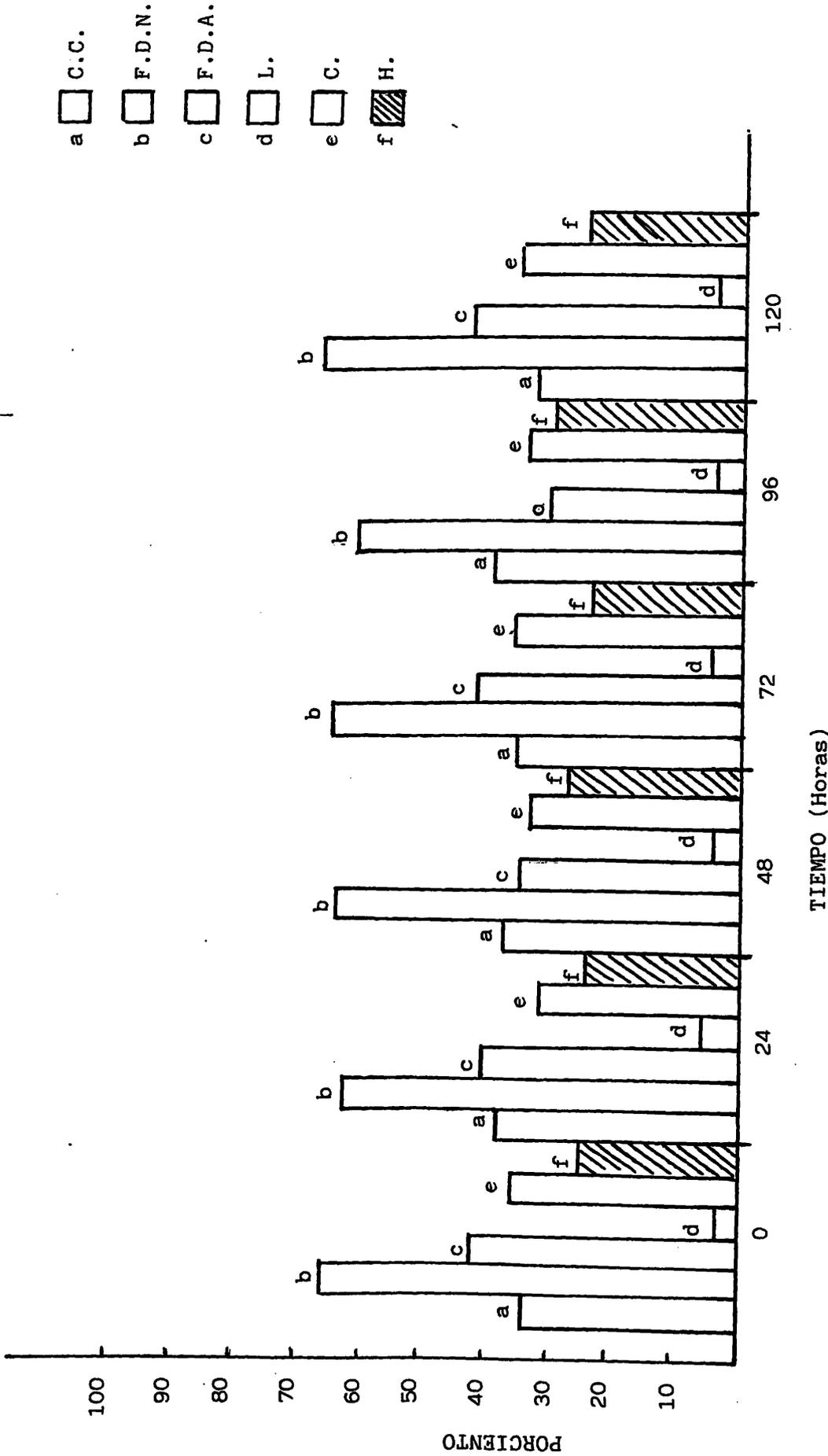


Fig. 4.9 Composición de Contenido Celular (CC), Fibra detergente neutro (FDN), Fibra detergente ácido (FDA), Lignina (L) celulosa (C) y Hemicelulosa (H) de paja de avena a varios intervalos de tiempo post-tratamiento con I. viride.

El porcentaje del contenido de celulosa más alto fue de 35.30 para la paja de sorgo a las 120 horas; y de 39.21 y 35.77 a las 72 horas para el rastrojo de maíz y paja de avena, respectivamente.

En cuanto al contenido de hemicelulosa mayor para la paja de sorgo fue a las 120 horas (32.76), a las cero horas para el rastrojo de maíz (43.10) y a las 96 horas para la paja de avena (30.01).

Los constituyentes de la pared celular de los forrajes tratados con T. viride, no tuvieron marcadas diferencias en cuanto a su contenido después del tratamiento. Dicho tratamiento no originó cambios trascendentes en el contenido celular, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, lignina y contenido de celulosa de los forrajes. Esto con cuerda con las conclusiones a que llegan Ortega et al (1983) en un trabajo de investigación en el que utilizaron un hongo comestible Pleurotus ostreatus sobre la paja de cebada, como un aditivo para mejorar su digestibilidad. Aunque también contrasta con otros trabajos realizados sobre forrajes como paja de trigo, rastrojo de maíz y olote de maíz tratados con compuestos como NaOH, NH₃ y Urea, (Llamas et al, 1985, Martínez et al, 1985; Jiménez y Shimada, 1984; Berger et al, 1979).

Digestibilidad In vitro de la Materia Seca y Materia Orgánica de los Forrajes tratados con Trichoderma viride.

La digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) y de la materia orgánica (DIVMO) de los forrajes tratados con T. viride en so-

lución acuosa y a varios períodos de tiempo, se reportan en el cuadro No. 4.7. La digestibilidad de la materia seca (DIVMS) fue mayor para la paja de sorgo (53.61), rastrojo de maíz (57.00) y paja de avena -- (59.14) a las 48, cero y 48 horas, respectivamente. La digestibili-- dad in vitro de la materia seca (DIVMS) fue más bajo para la paja de sorgo con 46.64 porciento a las 24 horas después del tratamiento.

La digestibilidad in vitro de la materia orgánica (DIVMO) pa-- ra estos forrajes en los más altos porcentajes fue de 53.43, 55.95, -- 60.74 a las 48, cero y 24 horas para la paja de sorgo, rastrojo de -- maíz y paja de avena, respectivamente. El porcentaje más bajo para-- esta variable fue de 46.39 porciento a las 24 horas para la paja de -- sorgo.

En la digestibilidad in vitro de la materia seca y materia or-- gánica de los forrajes no se encontró un aumento significativo como -- respuesta al tratamiento con el T. viride, en diferentes períodos de tiempo postratamiento. Los resultados tienen similitud con los repor-- tados para paja de frijol tratada con hidróxido de amonio y urea (Ji-- ménez et al, 1986; Rodríguez et al, 1984). Así mismo Garret et al -- (1979) reporta resultados similares al tratar paja de arroz con NaOH-- y amonia. Aunque en forma contraria se han encontrado resultados en-- cuanto al cambio de los porcentajes (altos) de digestibilidad de la -- materia seca y materia orgánica de forrajes fibrosos al ser tratados-- con productos químicos (Llamas et al, 1985; Berger et al, 1979; Jiménez y Shimada, 1984; Wheeler et al, 1979). De igual manera Coombe et al -- (1985) concluyen que el tratamiento de NaOH aumenta la digestibilidad de la

Cuadro. 4.7 Digestibilidad in vitro de la Materia Seca (DIVMS) y de la Materia Orgánica (DIVMO), y contenido de materia seca de la paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena tratados con T. viride en solución líquida y analizadas a diferentes períodos de tiempo posterior a la aplicación del tratamiento.

TIEMPO (HORAS)	FORRAJE	VARIABLE		
		M.S. ¹	DIVMS ² %	DIVMO ³
0	P.S.	93.89	51.2	50.14
	R.M.	95.94	57.00	55.95
	P.A.	92.69	53.13	52.28
24	P.S.	92.18	46.64	46.39
	R.M.	93.37	54.95	53.88
	P.A.	92.38	59.07	60.74
48	P.S.	90.49	53.61	54.43
	R.M.	92.02	56.28	55.39
	P.A.	91.47	59.14	59.04
72	P.S.	91.43	52.69	52.70
	R.M.	93.29	50.14	51.38
	P.A.	91.96	54.69	54.15
96	P.S.	94.32	51.21	50.34
	R.M.	93.17	50.67	47.88
	P.A.	92.94	58.91	59.12
120	P.S.	91.68	47.90	47.41
	R.M.	93.84	52.09	50.42
	P.A.	92.72	55.95	55.55

1 = Materia Seca

2 = Digestibilidad in vitro de la Materia Seca

3 = Digestibilidad in vitro de la Materia Orgánica

materia orgánica. Los anteriores resultados de estos investigadores sugieren la modificación de los constituyentes de la pared celular, - que hacen que estos compuestos se conviertan en sustancias más simples y por lo tanto más digestibles para los animales, lo que mejoraría el valor nutritivo de estos forrajes.

Disponibilidad de energía de raciones conteniendo forrajes fibrosos--
tratados con Trichoderma viride.

En el Cuadro 4.8 muestra el contenido de los nutrientes digestibles totales (NDT), energía digestibles (ED), energía metabolizable (EM), energía neta de mantenimiento (ENm) y energía neta de ganancia (ENg) estimados. Como se puede observar, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P_{0.05}$) en la disponibilidad de energía de las raciones asociadas al tratamiento con T. viride. Se puede notar, sin embargo, que los datos más altos para cada una de estas variables (NDT, ED, ENm y ENg) se observaron en la paja de sorgo con y sin el tratamiento y mezclada en las raciones.

Respecto a la disponibilidad de la energía de las raciones con teniendo los forrajes no fue aumentada a causa del tratamiento del T. viride, como era de esperarse que este digiriera parcialmente las -- fracciones de fibra, lo que supone una mayor digestibilidad de los -- carbohidratos estructurales, por lo contrario los datos que se obtuvieron fueron más bajos en aquellas raciones con material tratado que las que no lo poseían, aunque a pesar de ello, no existieron diferencias significativas ($P_{0.05}$).

Cuadro. 4.8 Disponibilidad de la energía en raciones conteniendo paja de sorgo, rastrojo de maíz ó paja de avena con (T) y sin tratamiento (ST) de Trichoderma viride en solución líquida.

No. DE TRATAMIENTO	FORRAJES EN LA RACION	VARIABLE				
		NDT ¹	ED (Mcal/Kg) ²	EM (Mcal/Kg) ³ %	ENm (Mcal/Kg) ⁴	ENG (Mcal/Kg) ⁵
I	Paja de Sorgo ST	80.50	3.549	2.910	1.955	1.307
II	Rastrojo de Maíz ST	76.52	3.374	2.766	1.836	1.204
III	Paja de Avena ST	70.17	3.094	2.537	1.637	1.029
IV	Paja de Sorgo T,	75.78	3.341	2.739	1.813	1.185
V	Rastrojo de Maíz T	74.19	3.271	2.682	1.763	1.140
VI	Paja de Avena T	72.98	3.217	2.638	1.726	1.108

1 = Nutrientes digestibles totales calculados, diferencia no significativa ($P \leq 0.05$) entre raciones con distintos forrajes.

2 = Energía Digestible, diferencias no significativas ($P \leq 0.05$) entre raciones con distintos forrajes.

3 = Energía Metabolizable, diferencias no significativas ($P \leq 0.05$) entre raciones con distintos forrajes.

4 = Energía Neta de mantenimiento, diferencias no significativas ($P \leq 0.05$) entre raciones con distintos forrajes.

5 = Energía Neta de ganancia de peso, diferencias no significativas ($P \leq 0.05$) entre raciones con distintos forrajes.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se efectuó este trabajo, se puede concluir lo siguiente:

- 1.- Al tratar los forrajes usados en las raciones con el hongo T. viride no se observó efecto alguno sobre las ganancias de peso vivo de los ovinos en crecimiento. Sin embargo, es necesario mencionar -- que los animales alimentados con raciones de rastrojo de maíz tratado tuvieron los mejores aumentos de peso que aquellos alimentados a base de raciones con paja de sorgo o de avena tratadas.
- 2.- La adición de T. viride a paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja -- de avena tiene un aumento en el consumo de las raciones en las que van incluídas, aunque dicho aumento de consumo es mucho mayor con el rastrojo de maíz que las otras dos.
- 3.- La adición de T. viride a las raciones con forrajes fibrosos no mo -- difica significativamente la digestibilidad aparente (in vivo) de los constituyentes químicos y los de la pared celular.
- 4.- El efecto que se encontró como notable es que el tratamiento de T. viride sobre la composición química de los forrajes fibrosos es la disminución de la materia orgánica. Deberán realizarse posterior-- res trabajos para lograr una conclusión definitiva de comprobación.

- 5.- La digestibilidad in vitro de la materia seca y de la materia orgánica de la paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena tratados con T. viride fueron muy similares medidas en porcentos y no tiende a incrementarse con el tratamiento.
- 6.- El tratamiento con T. viride de los forrajes paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena, no modifican la disponibilidad de energía de los mismos.
- 7.- Estos resultados encontrados se consideran apropiados, por lo cual deberá realizarse otros trabajos que apoyen o excluyan lo encontrado aquí.

R E S U M E N

Este trabajo se realizó en las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U.A.N.L. Los objetivos del estudio fueron evaluar el efecto de alimentar ovinos de raza "Tabasco" en desarrollo, con raciones conteniendo paja de sorgo, rastrojo de maíz o paja de avena tratadas con T. viride, en cuanto a ganancias de peso, consumo voluntario de la materia seca, materia orgánica, fibra cruda y los constituyentes de la pared celular y conversión alimenticia. También se evaluó el efecto de la aplicación de T. viride sobre la composición química y digestibilidad in vitro de la materia seca de la paja de sorgo (PS), rastrojo de maíz (RM) y paja de avena (PA) a diferentes períodos post-tratamiento (cero, 24, 48, 90 y 120 horas).

En la investigación se emplearon 30 ovinos para la prueba de alimentación formando seis grupos de 5 animales cada uno. Esta prueba duró 56 días, más 15 días de período de adaptación a las dietas. Durante esta fase se ofrecieron raciones con paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena con y sin tratamiento de T. viride. En seguida de esto se continuó inmediatamente con la prueba de digestibilidad in vivo, utilizando dos animales para cada tratamiento con una duración de 8 días.

Los resultados de las ganancias de peso (g/d) de los ovinos no presentaron diferencias significativas comparando las dietas con forrajes tratados con T. viride y las raciones control (P 0.05). El consumo de materia seca fue mayor a las raciones con forrajes tratados que

aquellas raciones conteniendo forrajes sin tratar, pero las diferencias no fueron significativas ni para los tratamientos ni para las raciones con distintos forrajes (P 0.05).

La digestibilidad in vivo de los constituyentes químicos de las raciones con forrajes tratadas y sin tratar no tuvieron diferencias estadísticamente significantes (P_ 0.05). Para los constituyentes de la pared celular también no existieron diferencias significativas en su digestibilidad aparente (P_ 0.05). La digestibilidad in vitro de la materia seca y materia orgánica de las raciones en la cual solo se evaluaron mediante promedio de dos repeticiones fueron muy similares en sus porcentajes.

Se evaluó la disponibilidad de energía de las raciones con los forrajes tratados mediante la estimación por el contenido de la digestibilidad aparente de la M.O. y empleando fórmulas y ecuaciones establecidas por el N.R.C., (1985), de estos resultados no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (P 0.05).

El efecto sobre las ganancias de peso a base de raciones con forrajes tratados (PS, RM y PA) no tuvo significancia, así como en el consumo de alimento las diferencias que mostraron fueron mayores en las raciones con pajas tratadas que las no tratadas, sin ser significativas dichas diferencias (P 0.05). Considerando los resultados concluimos que el efecto más notable del tratamiento de T. viride sobre las pajas es una disminución de la materia orgánica. La digestibilidad in vitro de la M.O. y M.S. son muy similares.

LITERATURA CITADA

- Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.). 1970. Official methods of analysis. 11th. ed. Washington, D.C., U.S.A.
- Berger, L.; T. Klopfenstein and R. Britton. 1979. Effect of sodium - - hydroxide on efficiency of rumen digestion. J. Anim. Sci. 49:- 1317-1323.
-
- _____ . 1980. Effect of sodium - - hydroxide treatment on rate of passage and rate ruminal fiber-digestion. J. Anim. Sci. 50: 745-749.
- Berlanga F., J.L. 1984. Efecto de Hidróxido de sodio (NaOH) sobre la - composición química y el valor alimenticio de Forrajes Fibrosos. Tesis Maestría en Ciencias.- U.A.A.A.N.
- Bigham M.L. and W.R. McManus. 1975. Whole wheat grain feeding of lambs V. Effects of roughage and wheat grain mixtures. Aust. J. - -- Agric. Res. 26: 1053-1062.
- Binder, A. and T.K. Ghose. 1978. Adsorption of cellulose by Trichoderma viride. Biotechnol. Bioeng 10: 1187-1199. .
- Cajal, C., 1983. Amoniated wheat straw and grain sorghum residue for - beef cattle. M.S. Thesis Univ. of Nebraska. p. 31.
- Cole, N.A. R.R. Johnson, F.N. Owens and J.R. Males. 1976. Influence - of roughage level and corn processing method on microbial pro-tein synthesis by beef steers. J. Anim. Sci. 43: 497-503.

- Coombe, J.B. 1985. Rape and sunflower seed meal as supplements for - - sheep fed on oat straw, Aust. J. Agric. Res. 36: 717-728.
- Coombe, J.B. and D.E. Tibe. 1962. The feeding of urea supplements to - sheep and cattle: the results of penned feeding and grazing ex- periments. J. Agri. Sci. Camb. 59:125.
- Coombe, J.B., K.R. Christian and M.D. Holgate. 1971. The effect of - - urea on the utilization of ground, pelleted roughage by penned sheep. III. Minerals supplements J. Agri. Sci., Camb. 77:159.
- Coombe, J.B., D.A. Dinius, H.K. Goering and R.R. Oltye. 1979. Wheat -- straw-urea diets for beef steers: alkali treatmet and supple-- mentation with protein, monensin and feed intake stimulant. J. Anim. Sci. 48: 1223-1233.
- Coombe J.B., J.G. Mulholland and R.I. Forrester. 1985. Effect of treat- ment with sodium hydroxide on the feeding value of oat and ra- pe straw for sheep, Aust. J. Agric. Res. 36: 623-636.
- Davis C.L., 1971. Cellulose utilization in the rumen. 12th Annual ru-- miant nutrition conference. 55th. Annual meeting of the Federa- tion of American Societies for Experimental Biology, Chicago,- III. p.575.
- Egan, A.R., D.J. Walker, C.J. Nader and G. Storer. 1975. Comparative - aspects of digestion of four roughages by sheep. Aust. J. - -- Agric. Res. 26: 909-922.
- Garret, W.N., H.G. Walker, G.O. Kohler and M.R. Hart. 1979. Responde - of ruminants to diets containing sodium. Hydroxide or amonia - treated rice straw. J. Anim. Sci. 48: 92-103.

Gihad, E.A. 1979. Intake, digestibility and nutrient utilization by -- sheep of sodium hydroxide-treated tropical grass supplemented with soybean or urea. J. Anim. Sci. 48: 1172-1176.

Goering, H.K. and P.J. Van Soest 1970. Forage fiber analysis (appara-- tus, reagents, procedure and some applications) U.S.D.A., Agr. handbook No. 379.

Han, Y.W. and C.D. Callihan. 1974. Cellulose Fermentation: effect of -- substrate pre-treatment on microbial growth. Appl. Microbiol.-- 27: 159-165.

Herr, D. 1979. Secretion of cellulase and B-glucosidase by Trichoderma viride ITCC-1433 in submerged culture on different substrates. Biotechnol. Bioeng. 11: 1361-1371.

Hunt, C.W., J.A. Patterson, J.R. Fisher, and J.E. Williams. 1983. The-- effect of sodium hydroxide treatment of fescue corn stillage -- diets on intake, digestibility and performance with lambs. J.-- Anim. Sci. 57: 1013-1019.

Jiménez. A. y A. Shimada. 1984. Comportamiento del borrego pelibuey en crecimiento, alimentado con dietas con base en rastrojo de -- maíz tratado con alcalis (NH_3 , NaOH, Urea) Tec. Pec. Mex. 47: 142.

Jiménez D.A.,; F. Rodríguez, J.F. Preciado y J.M. Zorrilla. 1986. Com-- portamiento de becerros Cebú que consumieron paja de frijol -- tratada con amoniaco o con urea en condiciones de confinamien-- to. Tec. Pec. Mex. 51:128.

Jones, D.I.H. and M.V. Hayward. 1973. A cellulase digestion technique - for predicting the dry matter of grasses. J. Aci. Fd Agric. 24: 1419-1426.

_____. 1975. The effect of pepsin pretreatment of herbage on the prediction of dry matter digestibility from -- solubility in fungal cellulase solutions. J. Sci. Fd. Agric. 26: 711-718.

Klopfenstein, T.O. and F.N. Owens. 1981. Value and potential use of crop residues and by products in dairy rations J. Dairy Sci. 64: 1250-1258.

Lemenager, R.P.; F.N. Owens; B.J. Shocking; K.S. Lusby and R. Totusek. 1978. Monensin effects on rumen turnover rate, twenty-four hour VFA pattern, nitrogen components and cellulase disappearance. J. Anim. Sci. 47: 255-261.

Lomas, L.W.; D.G. Fox and J.R. Black. 1982. Ammonia treatment of corn-silage. I. Feedlot performance of growing and finishing steers. J. Anim. Sci. 55: 909-923.

Llamas Ll., G., H. Cañez, R. Gómez, T. Díaz y H. Romero. 1985. Uso de - paja de trigo tratada con amoniaco en la alimentación de novillos en crecimiento en corral de engorda. Tec. Pec. Mex. 48:46.

Mandels, M.; L. Hents, and J. Nystrom. 1974. Enzymatic hydrolysis of -- waste cellulose. Biotechnol. Bioeng. 16: 1471-1493.

Martínez, A.; J. Soriano, y A. Shimada. 1985. Crecimiento de Borregos - Pelibuey alimentados con rastrojo de maíz tratado con amoniaco-

anhidro. Tec. Pec. Mex. 48:54.

Maynard, L.A., J.K. Lossli, H.F. Hintz, y R.G. Warner. 1981. *Nutrición Animal*. 2a. Ed. McGraw Hill (Edit.) 640 p.

McQueen, R. and P.J. Van Soest. 1975. Fungal cellulase and hemicellulase prediction of forage digestibility. *J. Dairy. Sci.* 58: 1482-1491.

National Research Council (N.R.C.) 1985. *Nutrient Requirements of -- Sheep* (6th. Ed.) National Academy of Science. Washington, D.C. 99 p.

Ndlovu, L.R. and J.G. Buchanan-Smith. 1985. Utilization of poor quality roughages by sheeps: Effects of alfalfa supplementation on ruminal parameters, fiber digestion and rate of passage from the rumen. *Can J. Anim. Sci.* 65: 693-705.

Nisizawa, K. 1973. /Review/ Mode of the action of cellulase. *J. Fermt.-technol.* 51: 267-304.

Ortega, M.E. B. Can A., F. Pérez-Gil y F. Herrera P. 1983. Efecto de la inoculación del hongo comestible Pleurotus ostreatus a la paja de cebada sobre su composición química. *Memorias de Reunión de Investigación Pecuaria en México*. 1983 - SARH. pp 73.

Partida, E., A. Jiménez, L. Martínez y A. Shimada 1984. Mejoramiento del valor nutritivo de ensilajes de cañuela de maíz para el borrego, mediante la adición de hidróxido de amonio o de urea. *Tec. Pec. Mex.* 47: 33.

Peitersen, N. 1975. Cellulase and Protein production from mixed cultures of Trichoderma viride and a yeast. *Biotechnol. Bioeng.* 17: 1291-1299.

- Petit, H.V., H.V., J.R. Seoane and P.M. Flipot. 1985. Digestibility and voluntary intake of forages fed as hay or wilted silage to beef steers. *Can. J. Anim. Sci.* 65: 879-889.
- Phillip, L.E., J.G. Buchanan-Smith and W.L. Grovum. 1980. Effect of ensiling plant corn on voluntary intake, rumen fermentation, retention time and of digestion in steers. *J. Anim. Sci.* 51: 1003-1010.
- Phillip, L.E., H.J. Garino, I. Alli, and B.E. Backer. 1985. Effect of anhydrous ammonia on amino acid preservation and feeding value of high moisture ear corn for growing steers. *Can. J. Anim. Sci.* 65: 411-417.
- Robles, A.Y., R.L. Belyea, F.A. Martz and M.F. Weiss. 1980. Effect of particle size upon digestible cell wall and rate in vitro digestion of alfalfa and orchardgrass forages. *J. Anim. Sci.* 51: 783-790.
- Rodríguez, F., J. Zorrilla, C. Muñoz y L. Arellano. 1984. Efecto de tratamiento con hidróxido de amonio y urea en la composición de paja de frijol. *Memorias del X Congreso Nacional de Buiatría, Acapulco, México.* pp. 57.
- Ryu, D.R. Andreotti, M. Mandels, B. Gallo, and E.T. Reese. 1979. Studies on quantitative physiology of Trichoderma reesei with two stage continuous culture for cellulase production. *Biotechnol Bioeng.* 21: 1887-1903.
- Seoane, J.R. 1982. Relationship between the physico-chemical characteristics of hays and their nutritive value. *J. Anim. Sci.* 55: 422-431.

- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1980. Principles and procedures of sta
distics. A biometrical approach. 2nd. Ed. McGraw Hill (Edit.).
 633 pp.
- Sternberg, D. 1976. A method for increasing cellulase production by -
Trichoderma viride. Biotechnol. Bioeng 18: 1751-1760.
- Ulloa, M., y R.T. Hanlin. 1978. Atlas de micología básica. Ed. Concep
 to, México, 158 p.
- Valentine, S.C. and R.B. Wickes. 1981. Nutritive value of alkali treat
 ed wheat on straw feed to sheep with supplements of either lu
 pins or barley and urea. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Hunsb. 21:
 183.
- Van Soest, P.J. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary-
 intake of herbage by ruminant; Voluntary intake in relation to
 chemical composition and digestibility. J. Anim. Sci. 24: 834
 -843.
- _____ 1967. Development of a comprehensive system of feed ana
 lysis and its application to forages. J. Anim. Sci. 26: 119-
 128.
- Yang, H.H., M.J. Effland and T.K. Kirk. 1980. Factors influencing fun
 gal degradation of lignin in representative ligno cellulosic.
 thermo mechanical pulp. Biotechnol. Bioeng. 22: 65-77.
- Wheeler, W.E., D.A. Dinius and J.B. Coombe. 1979. Digestibility rate-
 of digestion and ruminoreticulum parameters of beef steers --
 fed low quality roughages. J. Anim. Sci. 49: 1357-1363.

A P E N D I C E

Cuadro 1.A

Análisis de varianza para la ganancia de peso corporal de ovinos consumiendo raciones a base de paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena tratadas con Trichoderma - viride.

FUENTE	GL	SC	CM	F CALCULADA	F DE TABLA .05 .01
TOTAL	29	0.0287			
BLOQUES	4	0.0029	0.0007	0.644 NS	2.71 4.10
A	2	0.0007	0.0003	0.296 NS	3.49 5.85
B	1	0.0001	0.0001	0.112 NS	4.35 8.10
A X B	2	0.0028	0.0014	1.277 NS	3.49 5.85
ERROR	20	0.0222	0.0011		

NS.- No Significativo

Cuadro 2.A

Análisis de varianza para la digestibilidad in vivo (aparente) de la materia seca de los ovinos consumiendo las raciones a base de paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena tratadas con Trichoderma viride.

FUENTE	GL	SC	CM	F CALCULADA	F DE TABLA .05	F .01
TOTAL	11	218.4120				
BLOQUES	1	0.2523	0.2523	0.010 NS	6.61	16.3
A	2	73.3359	36.6680	1.470 NS	5.79	13.3
B	1	6.1633	6.1633	0.247 NS	6.61	16.3
A X B	2	13.9793	6.9897	0.280 NS	5.79	13.3
ERROR	5	124.6811	24.9362			

NS.- No Significativo

Cuadro 3.A

Análisis de varianza para la digestibilidad in vivo (aparente) de la Materia Orgánica de los ovinos consumiendo las raciones a base de paja de sorgo, rastrojo de maíz y - paja de avena tratadas con Trichoderma viride.

FUENTE	GL	SC	CM	F CALCULADA	F DE TABLA .05	F .01
TOTAL	11	252.7756				
BLOQUES	1	0.5590	0.5590	0.022 NS	6.61	16.3
A	2	96.3926	48.1963	1.866 NS	5.79	13.3
B	1	10.6220	10.6220	0.411 NS	6.61	16.3
A X B	2	16.0481	8.0240	0.311 NS	5.79	13.3
ERROR	5	129.1539	25.8308			

NS.- No Significativo

Cuadro 4.A

Análisis de varianza para la digestibilidad in vivo (aparente) de la Grasa Cruda de los ovinos consumiendo las raciones a base de paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena tratadas con Trichoderma viride.

1

FUENTE	GL	SC	CM	F CALCULADA	F DE TABLA
				.05	.01
TOTAL	11	873.8503			
BLOQUES	1	3.6520	3.6520	0.101 NS	6.61 16.3
A	2	219.4575	109.7288	3.039 NS	5.79 13.3
B	1	0.2241	0.2241	0.006 NS	6.61 16.3
A X B	2	470.0118	235.0059	6.510 *	5.79 13.3
ERROR	5	180.5048	36.1010		

NS.- No Significativo

*.- Significativo

Cuadro 5.A

Análisis de varianza para la digestibilidad in vivo (aparente) de la Fibra Cruda de los ovinos consumiendo las raciones a base de paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena tratadas con Trichoderma viride.

FUENTE	GL	SC	CM	F CALCULADA	F DE TABLA .05 .01
TOTAL	11	484.9820			
BLOQUES	1	35.2947	35.2947	0.707 NS	6.61 16.3
A	2	65.7385	32.8693	0.659 NS	5.79 13.3
B	1	0.6816	0.6816	0.014 NS	6.61 16.3
A X B	2	133.7051	66.8526	1.339 NS	5.79 13.3
ERROR	5	249.5620	49.9124		

NS.- No Significativo

Cuadro 6.A

Análisis de varianza para la digestibilidad in vivo (aparente) del Nitrógeno de -
 los ovinos consumiendo las raciones a base de paja de sorgo, rastrojo de maíz y -
 paja de avena tratadas con Trichoderma viride.

FUENTE	GL	SC	CM	F CALCULADA	F DE TABLA .05 .01
TOTAL	11	549.6628			
BLOQUES	1	1.3400	1.3400	0.038 NS	6.61 16.3
A	2	221.0874	110.5437	3.151 NS	5.79 13.3
B	1	23.6041	23.6041	0.673 NS	6.61 16.3
A X B	2	128.2142	64.1071	1.827 NS	5.79 13.3
ERROR	5	175.4171	35.0834		

NS.- No Significativo

Análisis de varianza para la digestibilidad in vivo (aparente) del Extracto Libre -- del Nitrógeno de los ovinos consumiendo las raciones a base de paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena tratadas con Trichoderma viride.

FUENTE	GL	SC	CM	CALCULADA	F DE TABLA .05 .01
TOTAL	11	233.9059			
BLOQUES	1	1.1594	1.1594	0.052 NS	6.61 16.3
A	2	110.6003	55.3002	2.500 NS	5.79 13.3
B	1	9.1700	9.1700	0.415 NS	6.61 16.3
A X B	2	2.3818	1.1909	0.054 NS	5.79 13.3
ERROR	5	110.5943	22.1189		

NS.- No Significativo

Cuadro 8.A

Análisis de varianza para la digestibilidad in vivo (aparente) de Fibra Detergente -
 Neutro de los ovinos consumiendo las raciones a base de paja de sorgo, rastrojo de -
 maíz y paja de avena tratadas con Trichoderma viride.

FUENTE	GL	SC	CM	F CALCULADA	F DE TABLA .05 .01
TOTAL	11	271.3977			
BLOQUES	1	22.5228	22.5228	0.901 NS	6.61 16.3
A	2	55.7889	27.8945	1.115 NS	5.79 13.3
B	1	-0.0000	-0.0000	-0.000 NS	6.61 16.3
A X B	2	68.0374	34.0187	1.360 NS	5.79 13.3
ERROR	5	125.0486	25.0097		

NS.- No Significativo

Cuadro 9.A

Análisis de varianza para la digestibilidad in vivo (aparente) de Fibra Detergente -
 Acido de los ovinos consumiendo las raciones a base de paja de sorgo, rastrojo de -
 maíz y paja de avena tratadas con Trichoderma viride.

FUENTE	GL	SC	CM	F CALCULADA	F DE TABLA
					.05 .01
TOTAL	11	727.4769			
BLOQUES	1	59.2741	59.2741	0.943 NS	6.61 16.3
A	2	180.4923	90.2462	1.436 NS	5.79 13.3
B	1	43.5102	43.5102	0.693 NS	6.61 16.3
A X B	2	130.0778	65.0389	1.035 NS	5.79 13.3
ERROR	5	314.1225	62.8245		

NS.- No Significativo

Cuadro 10.A

Análisis de varianza para la digestibilidad in vivo (aparente) de Celulosa de los ovinos consumiendo las raciones a base de paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja-
de avena tratadas con Trichoderma viride.

FUENTE	GL	SC	CM	F CALCULADA	F DE TABLA .05 .01
TOTAL	11	457.9567			
BLOQUES	1	33.6005	33.6005	0.687 NS	6.61 16.3
A	2	79.3436	39.6718	0.811 NS	5.79 13.3
B	1	63.2043	63.2043	1.293 NS	6.61 16.3
A X B	2	37.3475	18.6737	0.382 NS	5.79 13.3
ERROR	5	244.4608	48.8922		

NS.- No Significativo

Cuadro 11.A

Análisis de varianza para los Nutrientes Digestibles totales de las raciones a base de paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena tratadas con Trichoderma viride y sus testigos sin tratamiento, consumidas por los ovinos.

FUENTE	GL	SC	CM	F CALCULADA	F DE TABLA
					.05 .01
TOTAL	11	242.8486			
BLOQUES	1	0.6721	0.6721	0.028 NS	6.61 16.3
A	2	85.5568	42.7784	1.753 NS	5.79 13.3
B	1	5.7132	5.7132	0.234 NS	6.61 16.3
A X B	2	28.9049	14.4524	0.592 NS	5.79 13.3
ERROR	5	122.0016	24.4003		

NS.- No Significativo

Cuadro 12.A

Análisis de varianza para la Energía Digestible de las raciones a base de paja de --- sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena tratadas con Trichoderma viride y sus testigos sin tratamiento, consumidas por los ovinos.

FUENTE	GL	SC	CM	F CALCULADA	F DE TABLA .05 .01
TOTAL	11	0.4794			
BLOQUES	1	0.0015	0.0015	0.031 NS	6.61 16.3
A	2	0.1686	0.0843	1.756 NS	5.79 13.3
B	1	0.0117	0.0117	0.244 NS	6.61 16.3
A X B	2	0.0574	0.0287	0.598 NS	5.79 13.3
ERROR	5	0.2401	0.0480		

NS.- No Significativo

Cuadro 13.A

Análisis de varianza para la Energía Metabolizable de las raciones a base de paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena tratadas con Trichoderma viride y sus testigos sin tratamiento, consumidas por los ovinos.

FUENTE	GL	SC	CM	F CALCULADA	F DE TABLA .05	F .01
TOTAL	11	0.3224				
BLOQUES	1	0.0010	0.0010	0.030 NS	6.61	16.3
A	2	0.1135	0.0567	1.755 NS	5.79	13.3
B	1	0.0079	0.0079	0.245 NS	6.61	16.3
A X B	2	0.0385	0.0193	0.596 NS	5.79	13.3
ERROR	5	0.1616	0.0323			

NS.- No Significativo

Cuadro 14.A

Análisis de varianza para la Energía Neta para Mantenimiento de las raciones a base de paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena tratadas con Trichoderma viride y sus testigos sin tratamiento, consumidas por los ovinos.

FUENTE	GL	SC	CM	F CALCULADA	F DE TABLA .05 .01
TOTAL	11	0.2365			
BLOQUES	1	0.0007	0.0007	0.030 NS	6.61 16.3
A	2	0.0831	0.0416	1.743 NS	5.79 13.3
B	1	0.0053	0.0053	0.222 NS	6.61 16.3
A X B	2	0.0281	0.0141	0.589 NS	5.79 13.3
ERROR	5	0.1193	0.0239		

NS.- No Significativo

Cuadro 15.A

Análisis de varianza para la Energía Neta para Ganancia de las raciones a base de paja de sorgo, rastrojo de maíz y paja de avena tratadas con Trichoderma viride y sus testigos sin tratamiento, consumidas por los ovinos.

FUENTE	GL	SC	CM	F CALCULADA	F DE TABLA .05	F .01
TOTAL	11	0.1809				
BLOQUES	1	0.0006	0.0006	0.031	NS	6.61
A	2	0.0636	0.0318	1.742	NS	5.79
B	1	0.0038	0.0038	0.209	NS	6.61
A X B	2	0.0216	0.0108	0.592	NS	5.79
ERROR	5	0.0913	0.0183			13.3

NS.- No Significativo