

UTILIZACIÓN DE UN COMPUESTO ENZIMÁTICO FIBROLÍTICO EN OVEJAS ALIMENTADAS CON ENSILADO DE MAÍZ

Ramírez, P. G.¹, Ayala, O. J.²

RESUMEN

Se evaluó la inclusión de un producto enzimático fibrolítico exógeno en la dieta de ovejas Criollas alimentadas con ensilado de maíz. Se utilizaron 30 ovejas con peso vivo de 34.9 kg, distribuidas en tres tratamientos: T1 (Control= ensilado de maíz *ad libitum* + 600 g de concentrado), T2 (T1 + 200 g de enzima t⁻¹) y T3 (T1 + 400 g de enzima t⁻¹). Las variables de respuesta: consumo, digestibilidad *in vitro*, digestibilidad aparente del ensilado de maíz, y células totales en rumen, fueron analizadas con un modelo mixto completamente al azar. Las variables de respuesta: pH y nitrógeno amoniacal, se analizaron con un modelo mixto completamente al azar con mediciones repetidas en el tiempo (M₁, M₂ y M₃), mediante el procedimiento Mixed de SAS. El consumo de ensilado de maíz fue diferente (P<0.05) para los tratamientos T1 (475.03 g MS oveja⁻¹ día⁻¹) y T3 (379.21 g MS oveja⁻¹ día⁻¹). La digestibilidad *in vitro* y digestibilidad aparente fueron similares (P>0.05). Las ovejas del T3 (73.77 millones mL⁻¹) tuvieron más células totales en el fluido ruminal (P<0.05) que las ovejas del T1 (55.64 millones mL⁻¹) y T2 (60.87 millones mL⁻¹). El pH ruminal y el nitrógeno amoniacal fueron similares (P>0.05) entre los tratamientos. Sin embargo, se observaron mayores valores de pH y nitrógeno amoniacal (P<0.05) en el periodo M₂ (6.26; 37.28 mg dL⁻¹).

Palabras clave: ovinos, enzimas fibrolíticas, consumo, parámetros ruminales.

¹ Autor de la Tesis Profesional que presenta como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo.

² Director de la Tesis Profesional. Profesor-Investigador del Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, México. C.P. 56230.

USE OF A FIBROLITYC ENZYMATIC COMPOUND IN SHEEP FED CORN SILAGE

Ramírez, P.G.¹, Ayala, O. J.²

SUMMARY

It was evaluated the inclusion of an exogenous fibrolytic enzyme product in the diet of *Creole* sheep fed corn silage. To this aim, 30 sheep were used with an average weight of 34.9 kg, allotted to three treatments: T1 (Control = corn silage *ad libitum* + 600 g of concentrate), T2 (T1 + 200 g of enzyme t⁻¹) and T3 (T1 + 400 g of enzyme t⁻¹). The response variables: consumption, *in vitro* digestibility, apparent digestibility of corn silage, and rumen total cells were analyzed with a completely random mixed model. The response variables: pH and ammonia nitrogen were analyzed with a completely random mixed model to analyse paired means (M₁, M₂ and M₃), of the SAS procedure. The consumption of corn silage was different (P<0.05) for treatments T1 (475.03 g DM sheep⁻¹ day⁻¹) and T3 (379.21 g DM sheep⁻¹ day⁻¹). Mean while the apparent digestibility and *in vitro* digestibility showed no differences (P>0.05). The sheep included in T3 (73.77 million mL⁻¹) had more total cells in rumen fluid (P<0.05) than sheep in T1 (55.64 million mL⁻¹) and T2 (60.87 million mL⁻¹). The ruminal pH and ammonia nitrogen were similar (P>0.05) between treatments. The results for pH and ammonia nitrogen were bigger (P<0.05) in the period M₂ (6.26, 37.28 mg dL⁻¹).

Keywords: sheep, fibrolytic enzymes, consumption, ruminal parameters.

¹ Author of the Professional Thesis that presents as a partial requirement to obtain the Title of Specialist Agricultural Engineer in Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo.

² Director of the Professional Thesis. Proffesor-Researcher of Departamento de Zootecnia. Universidad Autonoma Chapingo. Km. 36.5 Carretera Mexico-Texcoco. Chapingo, Mexico. C.P. 56230.

INTRODUCCIÓN

La ovinocultura es una actividad de importancia económica en México (SIAP, 2010), que necesita apoyo técnico para satisfacer la demanda de carne de ovino, para el mercado Mexicano (SAGARPA, 2005); y así reducir la importación de canales congeladas y ganado en pie proveniente de Estados Unidos de América y Nueva Zelanda (De Lucas, 2000; SAGARPA, 2005). Algunos problemas de la ovinocultura nacional son: la pobre eficiencia productiva de los rebaños, menor precio de la carne importada comparada con las canales nacionales y en general problemas de producción (Martínez *et al.*, 2010). La rentabilidad del sistema de producción ovina está condicionada por los costos de la mano de obra y la alimentación, por lo que reducir los costos de producción aumentara la rentabilidad económica del sistema (Buxadé, 1995). En sistemas intensivos se estiman costos de alimentación del 80% en los vientres y de 50% en la engorda, mientras que el resto (20% y 50%) corresponde a mano de obra, manejo sanitario y financiamiento de la producción (Macedo y Castellanos, 2004). Los ovinos son rumiantes especializados en consumir material vegetal fibroso, debido a que alojan en el rumen microorganismos que degradan fibra (Araujo y Vergara, 2007). Los aditivos enzimáticos empleados en la alimentación de animales no rumiantes (aves y cerdos), pueden ser utilizados en las dietas de rumiantes. En los últimos años ha crecido el interés por evaluar complejos enzimáticos fibrolíticos en la alimentación de rumiantes (Carro *et al.* 2004). Aún hay poca información sobre el uso de enzimas fibrolíticas en la alimentación de ovinos. El presente trabajo se realizó para evaluar el efecto de un complejo enzimático fibrolítico exógeno sobre variables ruminales, consumo de alimento y digestibilidad *in vitro* de nutrientes, en ovejas Criollas, alimentadas con ensilado de maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente estudio se llevó a cabo en el módulo de ovinos y caprinos de la granja experimental del Departamento de Zootecnia de la Universidad Autónoma Chapingo, localizada en Texcoco Edo. de México, ubicada entre las coordenadas geográficas 19° 29' latitud norte y 98° 53' de longitud oeste, a una altitud de 2250 msnm. La fórmula climática de la región es C wo (w) b (i) g, que corresponde a un clima templado subhúmedo con lluvias en verano y época seca en invierno, con poca oscilación térmica de temperaturas medias mensuales; la precipitación media anual es de 644.8 mm y una temperatura media anual de 15 °C, con una diferencia de temperatura entre el mes más caliente y el mes más frío de 5 °C (García, 1988).

Animales, Manejo y Alimentación

Se utilizaron 30 ovejas Criollas con peso vivo promedio de 34.9 kg, las cuales fueron distribuidas al azar en tres grupos de 10 animales, mismos que constituyeron los tratamientos, diferenciados por la inclusión o no de un complejo enzimático (Fibrozyme®). T1: Testigo (ensilado de maíz *ad libitum* + 600 g de concentrado), T2: Ensilado de maíz *ad libitum* + 600 g de concentrado + Fibrozyme® (200 g t⁻¹) y T3: Ensilado de maíz *ad libitum* + 600 g de concentrado + Fibrozyme® (400 g t⁻¹).

El concentrado ofrecido a las ovejas (Cuadro 1), se proporcionó mezclado con el ensilado diariamente a las 8:00 a.m. a cada grupo de ovejas. La dosis del complemento enzimático (Fibrozyme®) se proporcionó mezclado con los 600 g del concentrado y se proporcionó a cada oveja durante 60 días (con 15 días de adaptación).

Cuadro 1. Composición porcentual del concentrado ofrecido a ovejas Criollas alimentadas con ensilado de maíz, suplementadas o no con un complejo enzimático fibrolítico exógeno.

Ingredientes	Base Seca (%)	Base Húmeda (kg)
Heno de avena molida	10.0	10.99
Sorgo (grano molido)	55.5	60.59
Pasta de soya	19.0	21.11
Harina de pescado	5.0	5.37
Melaza	8.0	10.67
Urea	1.0	1.04
Sal común	0.5	0.53
Mezcla de minerales	1.0	1.01
TOTAL	100.0	111.3

Cuadro 2. Composición química del ensilado y el concentrado ofrecido a ovejas criollas alimentadas con ensilado de maíz suplementadas o no con un compuesto enzimático fibrolítico exógeno.

Componente	Alimento ofrecido	
	Ensilado	Concentrado
Humedad (%)	72.61	8.57
Materia seca (%)	27.38	91.42
Energía metabolizable (Mcal kg MS ⁻¹) *	2.31	20.32
Cenizas totales (%)	16.63	8.38
Proteína cruda (%)	8.77	25.61
Extracto etéreo (%)	1.03	1.79
Fibra cruda (%)	25.09	1.93
Extracto libre de nitrógeno (%)	48.46	62.27
Fibra Detergente Ácido (%)	44.83	4.44
Fibra Detergente Neutro (%)	70.36	21.55
Calcio (%)*	0.34	0.8
Fósforo (%) *	0.22	0.42

* Estimado con datos del NRC, (1981).

El consumo promedio de ensilado de maíz se estimó diariamente por grupo de ovejas; pero también en forma individual tomando una submuestra de tres ovejas por tratamiento las cuales se alojaron en corraletas individuales recibiendo el alimento, agua y manejo en forma individual.

Todas las ovejas recibieron una dosis (1 mL por cada 20 kg PV) de antiparasitario de amplio espectro [(Levamisol al 12%) con vitaminas A, D y E (Paralev ADE[®])]. En el Cuadro 2 se muestra los resultados del análisis proximal que se realizó, tanto al ensilado como al concentrado ofrecido a las ovejas.

Variables de respuesta

Consumo de alimento

Se pesó diariamente el alimento ofrecido (ensilado de maíz y concentrado) y el rechazado (ensilado de maíz) individualmente, determinándose por diferencia el consumo total oveja⁻¹ día⁻¹. Con base en el contenido de humedad se calculó el consumo de materia seca, tanto del ensilado de maíz, como del concentrado.

Digestibilidad *In Vitro*

Al final del experimento, se colectó líquido ruminal (20 mL por oveja) de 18 ovejas (6 por tratamiento) utilizando una sonda esofágica entre 2-3 horas postalimentación, posteriormente se llevó al laboratorio de Nutrición Animal del departamento de Zootecnia-UACH, para realizar la prueba de digestibilidad *in vitro* mediante el método de Tilley y Terry modificado por Barnes (1970).

Bacterias totales en rumen

Del líquido ruminal colectado para la prueba de digestibilidad *in vitro*, se utilizó 1 mL de cada oveja para hacer esta prueba, la cual se llevó a cabo en el laboratorio de Nutrición Animal del departamento de Zootecnia-UACH, inmediatamente después de la colección de líquido ruminal, utilizando el Estándar 0.5 de McFarland descrito por McFarland (1907).

pH ruminal

De 18 ovejas (6 por tratamiento) se colectaron 50 mL de líquido ruminal, utilizando una sonda esofágica. El muestreo se realizó 2-3 horas después de la alimentación, haciéndose tres muestreos (uno cada 15 días), esta actividad se realizó después del período de adaptación. El pH se midió inmediatamente con un potenciómetro portátil.

El líquido ruminal se filtró con manta de cielo para evitar exceso de partículas, se depositó en frascos de 50 mL, y fue mezclado con 10 mL de ácido metafosfórico al 25% (peso/volumen) y se congeló (-4 °C) con la finalidad de preservar el líquido ruminal para análisis posteriores.

Nitrógeno amoniacal

El líquido ruminal congelado después de la determinación de pH se descongeló en el laboratorio de Nutrición Animal del departamento de Zootecnia-UACH, filtrándose 2 mL con manta de cielo para hacer esta prueba, mediante la técnica de McCullough (1967).

Diseño experimental y modelo estadístico

Se utilizó un modelo completamente al azar. Para el análisis de los datos de consumos de ensilado de maíz (Materia seca, Fibra Detergente Neutro y Fibra Detergente Ácido), digestibilidad *in vitro* (de la materia seca, materia orgánica y Fibra Detergente Neutro) del ensilado de maíz y bacterias totales en rumen. El modelo estadístico empleado fue el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + C(T)_{ij} + E_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij} = Variable respuesta (consumo, digestibilidad y células totales en líquido ruminal)

μ = Media general

T_i = Efecto de la i -ésima dieta experimental ($i=1, 2, 3$)

$C(T)_{ij}$ = Efecto aleatorio de la j -ésima repetición, en la i -ésima dieta experimental.

E_{ij} = Error experimental cometido en la j -ésima repetición, en la i -ésima dieta experimental.

Las variables pH y concentración de Nitrógeno amoniacal ($N-NH_3$) fueron analizadas con un modelo estadístico mixto completamente al azar con mediciones repetidas en el tiempo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + M_j + T^*M_{ij} + C(T)_{ik} + E_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Variable respuesta (pH y nitrógeno amoniacal) correspondiente a la i -ésima dieta experimental, j -ésimo periodo en la k -ésima repetición.

μ = Media general.

T_i = Efecto de la i -ésima dieta experimental.

M_j = Efecto del j -ésimo muestreo.

T^*M_{ij} = efecto de interacción entre la i -ésima dieta experimental y j -ésimo muestreo (colecta de líquido ruminal).

$C(T)_{ik}$ = Efecto aleatorio de la k -ésima repetición, en la i -ésima dieta experimental.

E_{ijk} = Error experimental de la i -ésima dieta experimental, j -ésimo muestreo y k -ésima repetición.

La comparación de medias fue con la prueba de t a un <0.05 .

Se utilizó el procedimiento Mixed de SAS (2004), para mediciones repetidas en el tiempo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consumo de materia seca, Fibra Detergente Neutro y Fibra Detergente Ácido, proveniente del ensilado de maíz

El consumo de materia seca (CMS) resultó diferente ($P < 0.05$) entre los tratamientos T1 y T3. El grupo de ovejas del T1 tuvo el mayor consumo ($475.03 \text{ g MS oveja}^{-1} \text{ día}^{-1}$); el consumo tendió a reducirse cuando se aumentó la dosis del complejo enzimático en las ovejas ($T2 = 403.99 \text{ g MS oveja}^{-1} \text{ día}^{-1}$ y $T3 = 379.21 \text{ g MS oveja}^{-1} \text{ día}^{-1}$) (Figura 1).

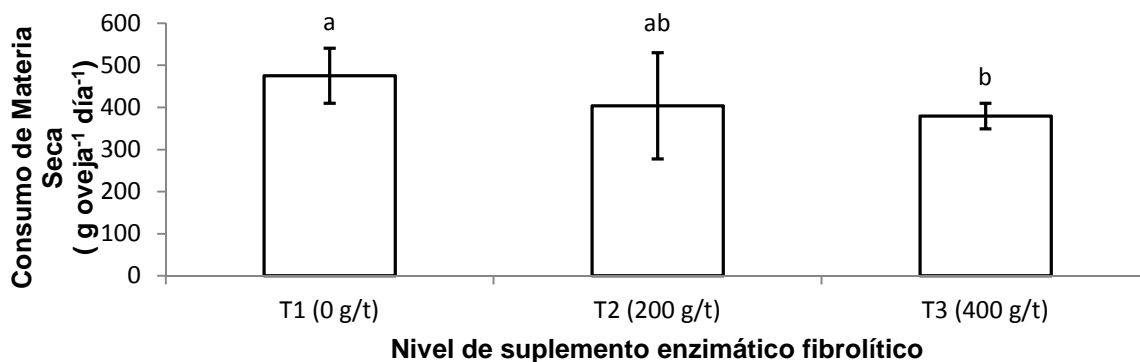


Figura 1. Consumo de ensilado de maíz por ovejas con y sin suplemento enzimático fibrolítico.

El consumo de Fibra Detergente Neutro (FDN), fue diferente ($P < 0.05$) entre los grupos de ovejas del T1 y T3. Los animales del grupo control (T1) mostraron un mayor consumo de FDN ($327.07 \text{ g oveja}^{-1} \text{ día}^{-1}$) en comparación con los animales del T2 ($278.16 \text{ g oveja}^{-1} \text{ día}^{-1}$) y T3 ($261.10 \text{ g oveja}^{-1} \text{ día}^{-1}$) (Figura 2).

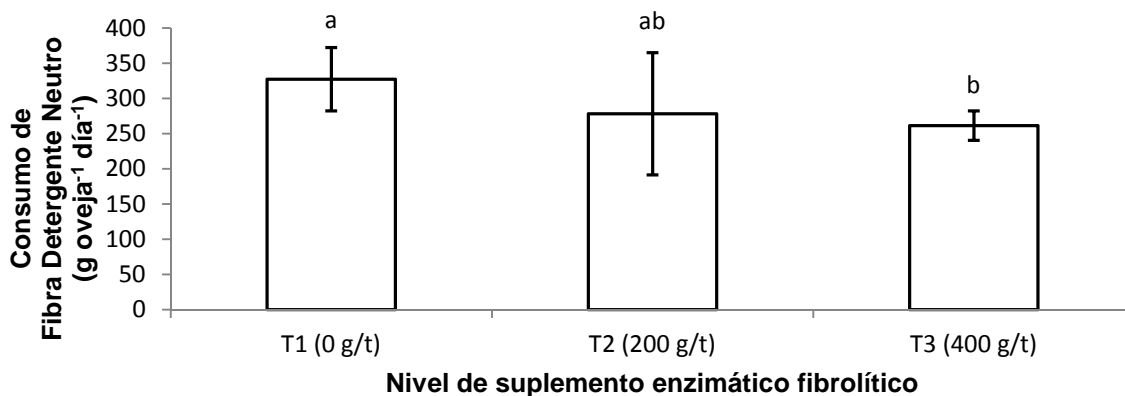


Figura 2. Consumo de fibra detergente neutro por ovejas con y sin suplemento enzimático fibrolítico.

El consumo de fibra detergente ácido (FDA) fue distinto ($P < 0.05$) entre los tratamientos. Se observó un mayor consumo de FDA en el T1 ($235.47 \text{ g oveja}^{-1} \text{ día}^{-1}$) en comparación con T2 ($200.25 \text{ g oveja}^{-1} \text{ día}^{-1}$) y T3 ($187.97 \text{ g oveja}^{-1} \text{ día}^{-1}$) (Figura 3).

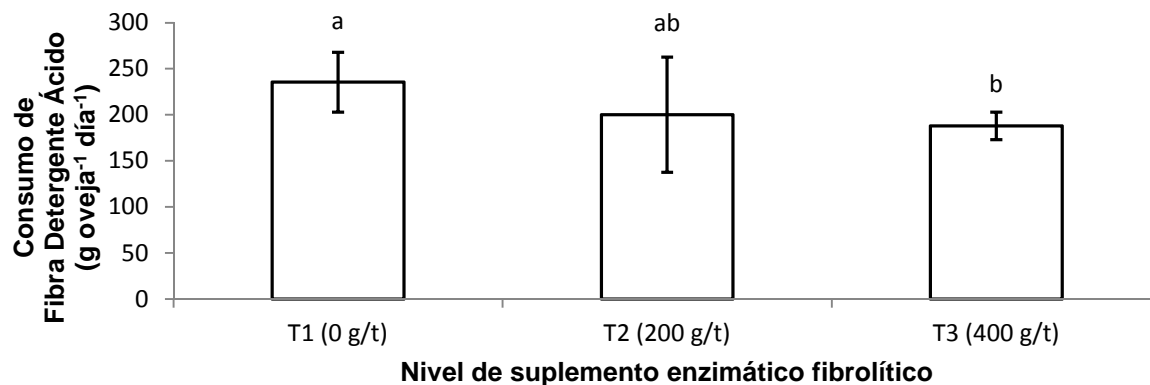


Figura 3. Consumo de fibra detergente ácido por ovejas con y sin suplemento enzimático fibrolítico.

La inclusión de complejos enzimáticos fibrolíticos en la alimentación de ovinos puede mejorar el consumo de forrajes (MS, FDN y FDA), además de contribuir a la degradación de la celulosa, hemicelulosa y proteína de los forrajes. Sin embargo, las enzimas fibrolíticas exógenas parecen estar íntimamente relacionadas con el tipo de sustrato (especies forrajeras) y el ambiente ruminal (Pinos *et al.*, 2002).

Digestibilidad *in vitro* de la materia seca, materia orgánica, fibra detergente neutro y digestibilidad aparente de la materia seca del ensilado de maíz

La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), no fue diferente ($P > 0.05$) entre tratamientos. Sin embargo, el tratamiento T3 presentó un mayor porcentaje de DIVMS (74.02%) en comparación con el testigo (72.63%) y T2 (72.28%) (Figura 4).

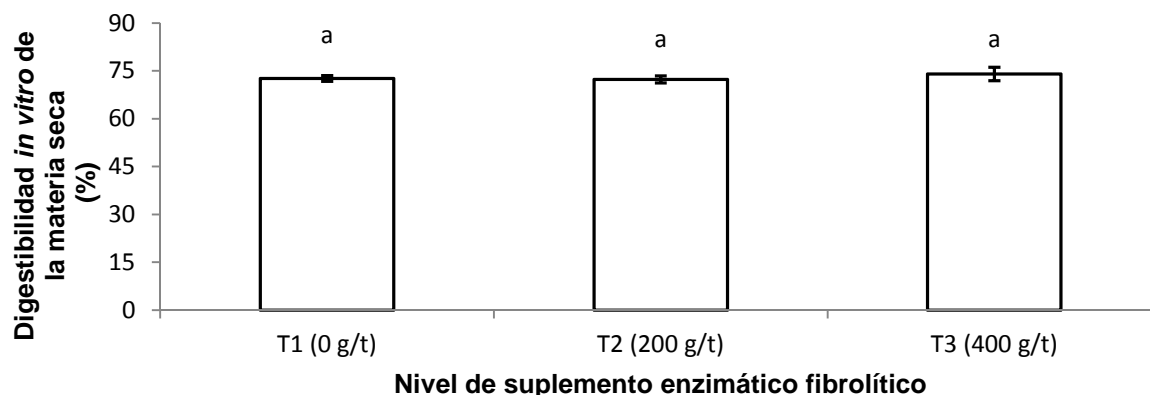


Figura 4. Digestibilidad *in vitro* de materia seca contenida en el ensilado de maíz consumida por ovejas complementadas o no con un complejo enzimático fibrolítico.

Al determinar la digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica (DIVMO), se generaron valores numéricos distintos de 73.0 a 74.0%, sin embargo, las diferencias no fueron significativas ($P > 0.05$). El mayor valor de DIVMO fue de 74.14%, observado en T3 seguido de T2 (73.66%) y el testigo (73.34%) (Figura 5).

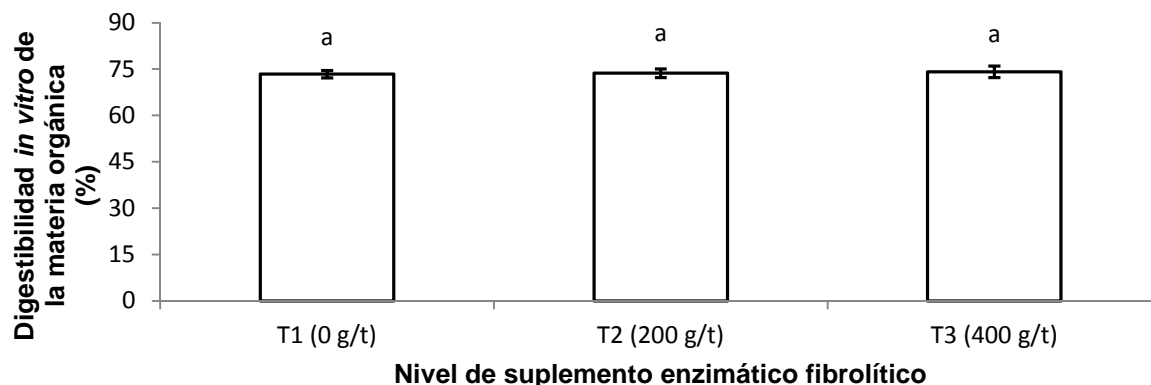


Figura 5. Digestibilidad *in vitro* de materia orgánica contenida en el ensilado de maíz consumida por ovejas complementadas o no con un complejo enzimático fibrolítico.

La digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutro (DIVFDN) del ensilado de maíz no presentó diferencias ($P>0.05$) al añadir el complejo enzimático. Sin embargo, el tratamiento T3 presentó el mayor valor de DIVFDN (62.15%) en comparación con el T1 (60.12%) y T2 (59.59%) (Figura 6).

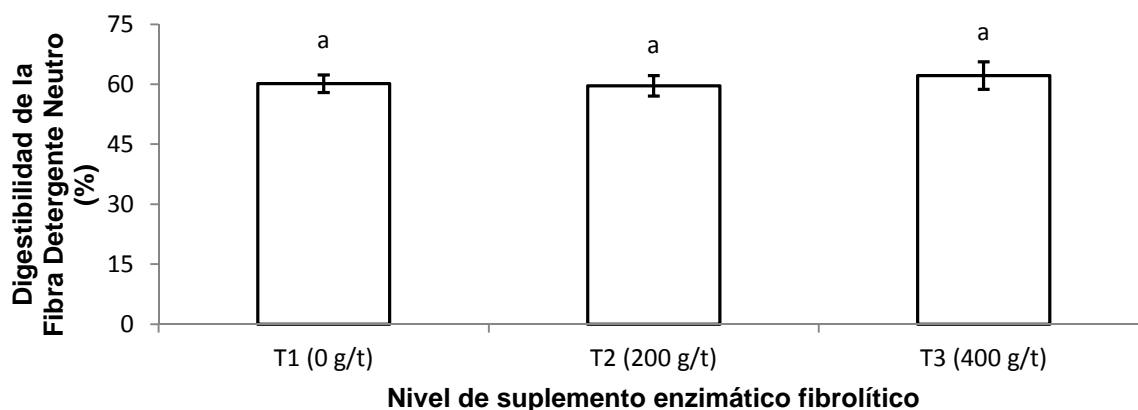


Figura 6. Digestibilidad *in vitro* de la fibra detergente neutro contenida en el ensilado de maíz consumida por ovejas complementadas o no con un complejo enzimático fibrolítico.

La digestibilidad aparente de la materia seca (DAMS) no fue diferente ($P>0.05$) entre los tratamientos evaluados. La mayor DAMS fue observada en las ovejas del T3 (64.45%) seguida del T2 (61.13%) y el testigo (60.25%) (Figura 7).

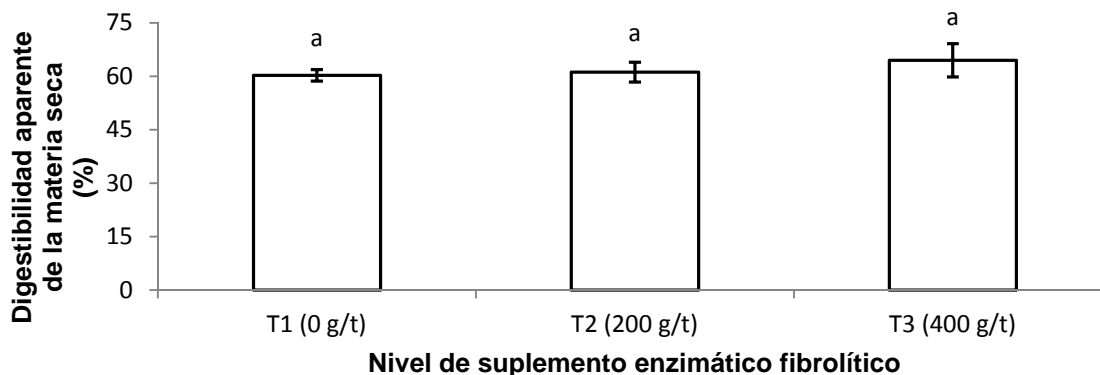


Figura 7. Digestibilidad aparente de la materia seca de ovejas alimentadas con ensilado de maíz complementadas o no con un complejo enzimático fibrolítico.

El uso de enzimas fibrolíticas exógenas en la alimentación de ovinos, puede mejorar la digestibilidad aparente de los forrajes, mejorando la productividad de los rumiantes (Pinos *et al.*, 2002). Sin embargo, las características de los forrajes, así como el tipo de complejo enzimático fibrolítico y la forma de suministrar este a los animales influyen en la respuesta productiva de los rumiantes (Lewis *et al.*, 1996).

Variables ruminales

El número de células microbianas totales en rumen aumentó ($P < 0.05$) en el tratamiento T3 (73.77 millones de células mL^{-1}), superando al testigo (55.63 millones de células mL^{-1}) y T2 (60.87 millones de células mL^{-1}) (Figura 8), esto sugiere que el compuesto enzimático tiene algún efecto sobre el desarrollo de las células en el fluido ruminal de ovinos.

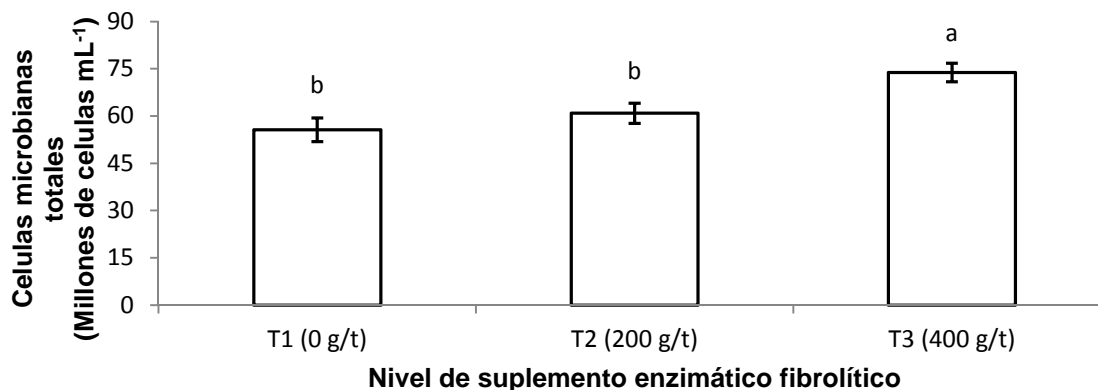


Figura 8. Conteo de células microbianas totales en líquido ruminal de ovejas alimentadas con ensilado de maíz complementadas o no con un complejo enzimático fibrolítico.

Según Giraldo *et al.* (2008), la suplementación con enzimas fibrolíticas exógenas aplicadas directamente en el rumen, aumenta la actividad fibrolítica y estimula el crecimiento de bacterias celulolíticas.

Al analizar los valores de pH encontrados en el fluido ruminal no fueron diferentes entre tratamiento; sin embargo, se encontraron diferencias ($P < 0.05$) entre los periodos de muestreo (Cuadro 3). En el primer periodo los tres tratamientos se comportaron de manera similar, mostrando ligeras variaciones, mientras que en el segundo periodo los valores de pH tuvieron tendencia a la neutralidad; en el tercer periodo de muestreo los tres tratamientos presentaron ligeras variaciones, el tratamiento testigo mostró el valor de pH más alto seguido de los tratamientos a los cuales se les incluyó el complejo enzimático fibrolítico.

Cuadro 3. Promedio de los valores de pH encontrados en líquido ruminal de ovejas alimentadas con ensilado de maíz complementadas o no con un complejo enzimático fibrolítico.

Nivel de suplemento enzimático fibrolítico	pH en líquido ruminal		
	Día 15	Día 30	Día 45
T1 (0 g t ⁻¹)	5.73 ± 0.08 aC	6.31 ± 0.09 aA	6.04 ± 0.09 aB
T2 (200 g t ⁻¹)	5.68 ± 0.05 aC	6.31 ± 0.12 aA	5.94 ± 0.11 aB
T3 (400 g t ⁻¹)	5.69 ± 0.09 aC	6.16 ± 0.03 aA	5.85 ± 0.07 aB

^a Promedios con literales minúsculas distintas en las columnas son diferentes ($P < 0.05$).

^{A B C} Promedios con literales mayúsculas distintas en las hileras son diferentes ($P < 0.05$).

La concentración de nitrógeno amoniacal solo mostró diferencias entre tratamientos en el muestreo M3 ($P < 0.05$) (Cuadro 4). Sin embargo, se encontró que los valores de NH₃ fueron diferentes entre los periodos de muestreo.

Cuadro 4. Promedio de las concentraciones de Nitrógeno amoniacal encontrados en líquido ruminal de ovejas alimentadas con ensilado de maíz complementadas o no con un complejo enzimático fibrolítico.

Nivel de suplemento enzimático fibrolítico	Nitrógeno amoniacal (mg dL ⁻¹)		
	Día 15	Día 30	Día 45
T1 (0 g t ⁻¹)	27.81 ± 3.63 aA	33.72 ± 1.97 aA	29.81 ± 0.79 aA
T2 (200 g t ⁻¹)	31.34 ± 2.22 aB	39.29 ± 2.90 aA	22.34 ± 1.36 bC
T3 (400 g t ⁻¹)	32.15 ± 1.51 aB	38.84 ± 1.18 aA	22.20 ± 1.74 bC

^{ab} Promedios con literales minúsculas distintas en la columna son diferentes ($P < 0.05$).

^{A B C} Promedios con literales mayúsculas distintas en la hilera son diferentes ($P < 0.05$).

Las mayores concentraciones se observaron en el segundo periodo de muestreo (30 días), pero disminuyeron en el periodo M3 (45 días). En este último periodo se encontró que el testigo fue diferente ($P < 0.05$) a los tratamientos a los que se les incluyó el complejo enzimático fibrolítico.

Los valores de pH en el medio ruminal parecen no ser afectados por la inclusión de complejos enzimáticos fibrolíticos exógenos en la alimentación de ovinos, generalmente el pH ruminal se mantiene en la neutralidad (Newbold *et al.*, 1995; Yescas *et al.*, 2004; Giraldo *et al.*, 2008).

El nitrógeno amoniacal presenta los mayores valores en las primeras horas post alimentación. Sin embargo, el uso de enzimas fibrolíticas exógenas en la alimentación de ovinos parece no provocar cambios significativos en la concentración de nitrógeno amoniacal en el fluido ruminal (Pinos *et al.*, 2002; Giraldo *et al.*, 2008).

CONCLUSIONES

El consumo de Materia seca, Fibra Detergente Neutro y Fibra Detergente Ácido, fue modificado al suministrar un complejo enzimático fibrolítico a ovejas Criollas alimentadas con ensilado de maíz.

La digestibilidad *in vitro* de la Materia seca, Materia orgánica, Fibra Detergente Neutro y digestibilidad aparente no cambiaron al suministrar un complejo enzimático fibrolítico a ovejas Criollas alimentadas con ensilado de maíz.

La utilización de un compuesto fibrolítico exógeno, en la alimentación a base de ensilado de maíz de ovejas Criollas modificó el número de células microbianas totales del fluido ruminal.

El compuesto enzimático fibrolítico, no modificó el pH ni la concentración de nitrógeno amoniacal en el fluido ruminal de ovejas Criollas alimentadas con ensilado de maíz. Sin embargo, se observaron cambios en el pH y concentración de nitrógeno amoniacal ruminal en los distintos periodos de medición.

LITERATURA CITADA

- Araujo, F. O. y Vergara, L. J. 2007.** Propiedades físicas y químicas del rumen. Archivo Latinoamericano en Producción Animal, 15: 133-140.
- Barnes, R. F. 1970.** Collaborative research with the two stage *in vitro* rumen fermentation technique. *In:* Barnes, R., Clanton, D., Gordon, C., Klopfenstein, T., and Waldo, D. Proceedings of the National Conference on Forage Quality Evaluation and Utilization. Lincoln, Nebraska, USA. pp. 235-254.
- Buxadé, C. C. 1995.** Alimentos y Racionamiento. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 369 p.
- Carro, M. D. Ranilla, M. J. Y. y Tejido, M. L. 2006.** Utilización de aditivos en la alimentación del ganado ovino y caprino. Sitio Argentino de Producción Animal. Artículos de revisión 3: 26-37.
- De Lucas, T. J. 2000.** Situación de la producción ovina en México y perspectivas para el nuevo siglo. Memorias del Curso: Avances en Nutrición Ovina I. Universidad Autónoma del Estado de México. México. pp. 8-20.
- FIRA. 2011.** Agronegocios en perspectiva. Dirección de análisis económico y consultoría. Primera edición. Septiembre de 2011. 9 p.

- García, E. 1988.** Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Ed. SIGSA. México, 46-49, 207-212 pp.
- Giraldo, L. A. Tejido, M. L. Ranilla, M. J. Ramos, S. Mantecón, A. R. and Carro, A. R. 2008.** Influence of direct - fed fibrolytic enzymes on diet digestibility and ruminal activity in sheep fed a grass hay-based diet. *Journal of Animal Science*, 86: 1617-1623.
- Lewis, G. E. Hunt, C. W. Sanchez, W. K. Treacher, R. Pritchard, G. T. and Feng, P. 1996.** Effect of direct-fed fibrolytic enzymes on the digestive characteristics of a forage-based diet fed to beef steers. *Journal of Animal Science* 74: 3020-3028.
- Macedo, R. y Castellanos, Y. 2004.** Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico. *Avances en Investigación Agropecuaria*, Colima, México. 8 (3). 10 p.
- Martínez, G. S. Aguirre, O. J. Jaramillo, L. E. Macías, C.H. Carrillo, D.F. Herrera, G. M. T. y Pérez, E. E. 2010.** Alternativas para la producción de carne ovina en Nayarit, México. *Revista Fuente*, 1(2): 8 p.
- McCullough, H. 1967.** The determination of ammonia in whole blood by direct colorimetric method. *Clinical Chemistry* 17: 297–304.
- McFarland, J. 1907.** The nephelometer: an instrument for estimating the numbers of bacteria in suspensions used for calculating the opsonic index and for vaccines. *Journal of American Medical Association* 49: 1176-1178.
- Newbold, C. J. Wallace, R. J. Chen, X. B. and McIntosh, F. M. 1995.** Different strains of *Saccharomyces cerevisiae* differ in their effects on ruminal bacterial numbers in vitro and in sheep. *Journal of Animal Science* 73:1811-1818.
- NRC.1981.** Nutrient Requirements of Goats. National Academy Press. Washington, D. C. U. S. A. 91p.
- Pinos, R. J. M. González, S. S. Mendoza, G. D. Bárcena R. Cobos, M. A. Hernández, A. and Ortega, M. E. 2002.** Effect of exogenous fibrolytic enzyme on ruminal fermentation and digestibility of alfalfa and rye-grass hay fed to lambs. *Journal of Animal Science*. 80:3016-3020.
- SAGARPA. 2005.** Estimación del Consumo Nacional Aparente 1990-2005. Coordinación General de Ganadería, SAGARPA. México. Página: <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Estadisticas/Lists/Estadsticas/Attachments/2/Estimaci%C3%B3n%20del%20Consumo%20Nacional%20Aparente%201990-2005%20Carne%20de%20ovino.pdf>. Consultada el 23 de Septiembre de 2011.
- SIAP. 2010.** Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. Población Ganadera. Avance mensual de la producción pecuaria. SAGARPA. México. www.siap.gob.mx. Consultada el 23 de Septiembre de 2011.
- Yescas, Y. R. Bárcena, G. R. Mendoza, M. G. González, M. S. S. Cobos, P. M. y Ortega, C. M. E. 2004.** Digestibilidad in situ de dietas con rastrojo de maíz o paja de avena con enzimas fibrolíticas. *Agrociencia*, enero - febrero, año/vol. 38, numero 001. Colegio de Posgraduados, Texcoco, México. p. 23 - 31.