

ENZIMAS FIBROLÍTICAS EXÓGENAS EN LA DEGRADABILIDAD DE LA MATERIA SECA DE DOS *Brachiarias*

EXOGENOUS FIBROLYTIC ENZYMES FOR DRY MATTER DEGRADATION OF TWO TYPES OF *Brachiarias*

Juan Humberto Avellaneda Cevallos^{1,2}, Ricardo Augusto Luna Murillo³, Diego Armando Romero Garaicoa¹, Edwin Oswaldo Tapia Moreno¹, Stalin López Tobar¹

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Campus Finca Experimental "La María" km 7 vía Quevedo-El Empalme., EC.120501. Quevedo, Ecuador

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Estación Experimental Tropical Pichilingue, km 5 vía Quevedo-El Empalme, Quevedo, Ecuador

³Extensión La Maná. Universidad Técnica del Cotopaxi, La Maná, Cotopaxi, Ecuador

Contacto: juan.avellaneda@iniap.gob.ec

RESUMEN

Se evaluó el efecto de un compuesto enzimático fibrolítico exógeno en la degradabilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) de henos de dos especies del género *Brachiaria*. Se emplearon cuatro bovinos Brown Swiss x Brahman (400 kg PV promedio) fistulados en el rumen, en un diseño Cuadrado Latino 4x4 con arreglo factorial 2x2: (dos edades de cosecha: 28 y 56 d y dos niveles de enzima: 0 y 1 g de Fibrozyme® kg⁻¹ de materia seca (MS). Se evaluaron cuatro tratamientos: T1: *Brachiaria* híbrido cultivar Mulato (*B. ruziziensis* clon 44-6 x *B. brizantha* CIAT 6297) y *B. decumbens* de 28 d con enzima; T2: *Brachiaria* Mulato y *decumbens* de 28 d sin enzima; T3: *Brachiaria* Mulato y *decumbens* de 56 d con enzima; T4: *Brachiaria* Mulato y *decumbens* de 56 d sin enzima. Se incubaron bolsas de Nylon con muestras de heno con un tamaño de 2 mm en el rumen a 0, 12, 24, 48 y 96 horas. La degradabilidad *in situ* de materia seca, no fue afectada por la aplicación del compuesto enzimático fibrolítico exógeno. Sin embargo, la degradabilidad de la MS fue mayor en las dos especies de *Brachiarias* por efecto de la menor edad de cosecha.

Palabras clave: *Brachiaria* Mulato y *decumbens*, bolsas de Nylon, rumen y enzimas

ABSTRACT

We evaluated the effect of an exogenous, fibrolytic and enzymatic compound on the *in situ* degradability of dry matter (ISDDM) of hay from two species of the *Brachiariagenus*. We used four Brown Swiss x Brahman (400 kg average LW) bovine animals, with fistulated rumen, using the 4x4 Latin Square Design, with a 2x2 factorial arrangement (harvest time at 28 and 56 days, and two enzyme levels: 0 and 1 g of Fibrozyme® kg⁻¹ of dry matter (DM). We assessed four treatments: Mulato hybrid *Brachiaria* cultivar (*B. ruziziensis* clone 44-6 x *B. brizantha* CIAT 6297) and *B. decumbens* of 28 d with enzyme; T2: *Brachiaria* Mulato and *decumbens* of 28 d without enzyme; T3: *Brachiaria* Mulato and *decumbens* of 56 d with enzyme; T4: *Brachiaria* Mulato and *decumbens* of 56 d without enzyme. We incubated Nylon bags containing hay samples of 2 mm rumen size for 0, 12, 24, 48 y 96 hours. *In situ* degradability of dry matter was not significantly affected by the application of the exogenous, fibrolytic and enzymatic compound. However, degradability of dry matter was highest in the two *Brachiaria* species as a consequence of less harvest time.

Keywords: *Brachiaria* Mulato and *decumbens*, nylon bags, rumen and enzymes.



Recibido: 13 de noviembre de 2015

Aceptado: 20 de mayo de 2016

ESPAMCIENCIA 7(1): 43-49/2015

INTRODUCCIÓN

En las regiones tropicales, la principal fuente de nutrientes y la más económica la representan los pastos y forrajes, toda vez que no constituyen un componente de la dieta de los humanos, por lo que no existe competencia directa por su consumo. Sin embargo, existen factores entre los que se encuentran las condiciones medio ambientales que determinan la disponibilidad de forraje por la marcada estacionalidad de la distribución de lluvias, además de afectar la cantidad de materia seca (MS) producida. Por tal razón, en estos ecosistemas es importante que los ganaderos dispongan de opciones forrajeras que permitan aumentar la producción pecuaria con enfoque sostenible, posibilitando sustituir o complementar especies poco productivas por otras de mayor rendimiento (Avellaneda *et al.*, 2007).

Sobre la base de estos problemas, a través de los años se ha trabajado en la identificación de especies, tanto gramíneas como leguminosas (herbáceas y arbóreas), y de otras familias que posean un buen potencial agrícola y productivo, capaces de hacer aceptables aportes, incluso con un mínimo de insumos. En este sentido, el género *Brachiaria* posee algunas especies que se pueden considerar de importancia, entre las que se destacan, como gramíneas forrajeras, *Brachiaria purpurascens*, *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria distachneura*, debido a las buenas cualidades de adaptación y persistencia en suelos con limitantes, como son: los suelos ácidos, y de mediana y baja fertilidad; por su eficiente crecimiento y perdurabilidad y su alto grado de aceptación por los animales. Además, porque son especies que han demostrado una alta agresividad durante la etapa de establecimiento y explotación del pastizal (Olivera *et al.*, 2006) y sus producciones de biomasa de buena calidad (Canchila *et al.*, 2009).

Sin embargo, como característica intrínseca, las gramíneas tropicales poseen de manera general una alta concentración de paredes celulares que suele fluctuar entre 55 y 75%, característica que dependiendo de su estado fenológico, afecta la digestibilidad de sus componentes celulares que en muchos casos no rebasa el 55%, factores que restringen el consumo voluntario de alimento, provocando que no todos los nutrientes contenidos en el forraje estén disponibles para la producción animal. Por lo anterior, el objetivo de este experimento fue evaluar el efecto de un compuesto enzimático fibrolítico exógeno en la degradabilidad *in situ* de la materia seca de dos especies del género *Brachiaria* en dos edades de cosecha.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se efectuó en el área de Rumiología del departamento de Pastos y Forrajes de la Universidad Técnicas Estatal de Quevedo. Se emplearon cuatro bovinos Brown Swiss x Brahman fistulados en rumen; las variantes se distribuyeron en un Diseño de Cuadrado Latino 4x4 con un arreglo factorial 2x2, donde los factores fueron dos edades de cosecha del pasto (28 y 56 d), y dos niveles de enzima (0 y 1 g Fibrozyme.kg⁻¹ de materia seca-MS). Cada periodo experimental duró 15 d (10 d para la adaptación y 5 d para muestreo), los bovinos fueron alimentados con dietas compuestas por 60% pasto fresco y 40% de balanceado. El producto enzimático Fibrozyme (Alltech INC, Nicholasville, KY, USA) se aplicó directamente en el ambiente ruminal (1 g.kg⁻¹ MS), antes de racionar el alimento, a las 08h00 y 14h00.

Para la prueba de degradabilidad las muestras de *Brachiaria* híbrido cultivar Mulato (*B. ruziziensis* clon 44-6 x *B. brizantha* CIAT 6297) y *decumbens*, se cortaron y separaron en hojas, tallos y planta completa para luego ser molidas en un molino de martillo de laboratorio con el uso de una criba de 2 mm de diámetro. Los bovinos estuvieron alojados en corrales durante cuatro periodos experimentales. Se evaluó la degradabilidad de la MS siguiendo la metodología propuesta por Orskov y McDonald (1979), Huntington y Givens (1995), Stern *et al.* (1997) y Vanzant *et al.* (1998). Se emplearon bolsas de Nylon (10x21 cm). Estas bolsas identificadas, previamente fueron colocadas en la estufa por un lapso de 48 h a 65°C (AOAC, 1990), luego fueron pesadas en balanza analítica y se registró su peso seco, para seguidamente llenarlas con 10 g de MS de los pastos en estudio.

El proceso de incubación dentro del rumen, tuvo los siguientes tiempos: 0, 12, 24, 48 y 96 h. Se desarrolló de acuerdo al método inverso, las bolsas se sellaron con ligas y se ataron a cadenas de acero inoxidable de 30 cm de largo (una por animal) y 1/8 de diámetro. En la cadena se dispusieron 30 bolsas (6 por cada tiempo). Luego de la incubación en los tiempos correspondientes, las bolsas fueron retiradas del rumen y lavadas suavemente bajo agua corriente hasta que el agua de enjuague quedó aparentemente limpia. Luego del lavado las bolsas fueron secadas al ambiente, y después llevadas a estufa a 65°C por 48 h, después las bolsas fueron pesadas y por diferencia de peso se determinó la degradabilidad de la MS de las *Brachiarias* Mulato y *decumbens* de 28 y 56 d. Las medias fueron comparadas mediante la prueba de Tukey, con la ayuda del paquete estadístico SAS (SAS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Degradabilidad de MS de las hojas de *Brachiaria Mulato*

La degradabilidad *in situ* de materia seca (DISMS) de las hojas del heno de *Brachiaria Mulato* no presentó diferencias estadísticas ($P>0,05$) por efecto de la edad de cosecha (28 y 56 d), sin embargo, fue numéricamente mayor cuando se cosechó a los 56 d en todos los periodos de incubación ruminal (0, 12, 24, 48 y 96 h) (Cuadro 1). Lo anterior discrepa con lo reportado por Vega *et al.* (2006) los cuales obtuvieron mayor digestibilidad en edades tempranas. Así mismo, DISMS no fue afectada ($P>0,05$) por la adición de un compuesto fibrolítico exógeno (CFE, Fibrozyme), no obstante, aunque en el heno de 28 d la degradabilidad no demostró un comportamiento lineal por efecto de este compuesto, se observó mejoras numéricas ($P>0,05$) en el forraje de 56 d en los tres últimos tiempos de incubación ruminal, lo que permite suponer que la acción del CFE

no se ve afectado hasta estos tiempos de incubación (24, 48 y 96 h; 55,52; 68,57 y 72,58%, respectivamente) siendo estos resultados similares a los reportados por Morgavi *et al.* (2001), y que la falta de respuesta a los 28 d, se debió a causas no determinadas en este experimento.

Por su parte Quintana y Espinoza (2007) reportaron que el uso de un CFE en heno de pasto King grass (*Pennisetum hybridum*), no provocó mejoras de la DISMS ($P>0,05$) en los tiempos de incubación ruminal estudiados, considerando que la no presencia de efectos en la mejora de la DISMS pudo darse debido a la cantidad de enzima suministrada, toda vez que Pinos-Rodríguez *et al.* (2005), al utilizar altas dosis de este CFE (Fibrozyme), tres veces superiores a las recomendadas por el fabricante (1 g.kg⁻¹ de MS) y a las del presente estudio, se observaron mejoras ($P<0,05$) en la DISMS, así mismo, las respuestas encontradas por estos autores pudieron darse debido a la composición y estructura de las células de los forrajes utilizados (Ballico, *Lolium perenne*; y Alfalfa, *Medicago sativa*).

Cuadro 1. Efecto del compuesto enzimático fibrolítico exógeno en la degradabilidad *in situ* (%) hojas de la *Brachiaria Mulato* cortada a los 28 y 56 d

Horas	28 d		56 d		P<0,05			
	+ENZ	-ENZ	+ENZ	-ENZ	EEM	EDAD	ENZ	EDADxENZ
0	22,37	23,44	25,39	25,59	1,65	0,17	0,71	0,80
12	31,92	39,48	40,57	41,22	3,17	0,15	0,24	0,32
24	51,15	50,59	55,52	54,87	2,15	0,09	0,78	0,98
48	64,02	61,56	68,57	66,76	2,13	0,06	0,35	0,88
96	63,49	65,67	72,58	69,89	2,94	0,06	0,93	0,44

+ENZ = forraje con compuesto enzimático; -ENZ = forraje sin compuesto enzimático; EEM = error estándar de la media; EDAD = factor edad; ENZ = factor compuesto enzimático; EDADxENZ = compuesto enzimático interacción edad,

Degradabilidad de MS de los tallos de *Brachiaria Mulato*

Se observaron diferencias ($P<0,05$) en la DISMS de los tallos del heno de *Brachiaria Mulato* por efecto de la edad de cosecha (28 y 56 d) a las 0, 12, 24 y 48 h, no así para las 96 h de incubación ($P=0,56$) siendo mayor la DISMS cuando se cosechó a los 28 d en todos los perio-

dos de incubación ruminal (0, 12, 24, 48 y 96 h) (Cuadro 2); lo anterior corrobora lo reportado por Vega *et al.* (2006), quienes encontraron mayor digestibilidad en la *Brachiaria decumbens* cosechadas a edades tempranas. El CFE no produjo efecto, sin embargo, en el heno de 28 d la degradabilidad demostró un comportamiento lineal por efecto de este compuesto, (21,51%, 0 h; 34,26%, 12 h; 44,66%, 24 h; 54,90%, 48 h y 59,45%, 96 h).

Cuadro 2. Efecto del compuesto enzimático fibrolítico exógeno en la degradabilidad *in situ* (%) tallos de la *Brachiaria Mulato* cortada a los 28 y 56 d

Horas	28 d		56 d		P<0,05			
	+ENZ	-ENZ	+ENZ	-ENZ	EEM	EDAD	ENZ	EDADxENZ
0	21,51	22,41	17,69	17,77	0,74	0,001	0,53	0,60
12	34,26	37,71	29,67	28,75	1,93	0,01	0,62	0,35
24	44,66	44,94	38,82	39,24	0,98	0,001	0,73	0,94
48	54,90	55,74	51,63	50,62	1,41	0,02	0,95	0,53
96	59,45	62,66	59,65	60,15	1,89	0,56	0,36	0,50

+ENZ = forraje con compuesto enzimático; -ENZ = forraje sin compuesto enzimático; EEM = error estándar de la media; EDAD = factor edad; ENZ = factor compuesto enzimático; EDADxENZ = compuesto enzimático interacción edad.

Degradabilidad de MS de la planta completa de *Brachiaria* Mulato

En la DISMS de la planta completa del heno de *Brachiaria* Mulato se observaron diferencias estadísticas ($P < 0,05$) por efecto de la edad de cosecha (28 y 56 d), en todos los periodos de incubación evaluados, observándose el mayor porcentaje de degradación en el pasto de 28 d (Cuadro 3). Estos resultados concuerdan con los reportados por Correa (2006) al obtener mayor degradabilidad en edades jóvenes utilizando pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp). La DISMS no fue afectada ($P > 0,05$) por la aplicación de un compuesto fibrolítico exógeno (CFE, Fibrozyme); aunque en el heno de 28 d la degradabilidad fue mayor a las 0, 12, 24, 48 y 96 h (29,68; 44,87, 57,18; 68,79 y 69,73%, respectivamente) que en el de 56 d que se observa un comportamiento lineal por efecto del CFE en ambas edades de cosecha (Cuadro 3).

Estas respuestas discrepan con los resultados reportados por Tricarico *et al.* (1998), quienes encontraron que la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (MS) de la festuca (*Festuca arundinaceae*) se incrementó por efecto de un compuesto fibrolítico exógeno solo en las primeras 12 h de incubación, pero así mismo reportan que no encontraron efecto después de las 18 h de incubación. La discrepancia con la presente investigación puede deberse al tipo de forraje que utilizaron los autores señalados, los cuales emplearon una leguminosa, a diferencia de la investigación que se utilizó gramíneas (*Brachiarias*). Sin embargo, los resultados indicados por Avellaneda-Cevallos *et al.* (2007), indican que hasta las primeras 24 h de incubación no se reportaron diferencias ($P > 0,05$) en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de ecotipos de pastos *Brachiarias* por efecto de la adición de un compuesto enzimático fibrolítico exógeno.

Cuadro 3. Efecto del compuesto enzimático fibrolítico exógeno en la degradabilidad *in situ* (%) planta completa de la *Brachiaria* Mulato cortada a los 28 y 56 d

Horas	28 d		56 d		EEM	EDAD	P<0,05	
	+ENZ	-ENZ	+ENZ	-ENZ			ENZ	EDADxENZ
0	29,68	29,91	25,57	25,55	1,14	0,009	0,93	0,92
12	44,87	47,22	37,81	38,65	1,61	0,002	0,35	0,65
24	57,18	57,55	49,58	50,09	1,66	0,003	0,79	0,97
48	68,79	69,39	61,07	60,66	1,08	0,0003	0,93	0,66
96	69,73	73,73	66,62	66,50	1,41	0,001	0,22	0,19

+ENZ = forraje con compuesto enzimático; -ENZ = forraje sin compuesto enzimático; EEM = error estándar de la media; EDAD = factor edad; ENZ = factor compuesto enzimático; EDADxENZ = compuesto enzimático interacción edad.

Degradabilidad de MS de las hojas de *Brachiaria decumbens*

La degradabilidad *in situ* de materia seca (DISMS) de las hojas del heno de *Brachiaria decumbens* mostró diferencias estadísticas ($P < 0,05$) por efecto de la edad de cosecha (28 y 56 d), a las 0, 12, 48 y 96 h, no así para las 24 h de incubación ($P = 0,09$), además, fue mayor la degradabilidad cuando se cosechó a los 28 d en todos los periodos de incubación ruminal (0, 12, 24, 48 y 96 h) (Cuadro 4). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Quintana y Espinoza (2007) quienes señalan que al evaluar el pasto King grass (*Pennisetum hybridum*) la mayor degradabilidad la obtuvo el pasto de 35 d comparado con el de 70 d. El CFE no afectó ($P > 0,05$) la DISMS, sin embargo, aunque la degradabilidad del heno de 28 y 56 d presentan un comportamiento lineal por acción de este

compuesto, en el forraje de 28 d se observaron los mayores porcentajes de degradabilidad ($P > 0,05$) en todos los tiempos de incubación ruminal (Cuadro 4), permitiendo esto presumir que la acción del CFE no se ve afectado en estos tiempos de incubación (0, 12, 24, 48 y 96 h; 29,72; 47,01; 62,41; 71,44 y 73,04%, respectivamente).

Estos resultados discrepan con los reportados por Pinos-Rodríguez *et al.* (2005), quienes al adicionar un compuesto fibrolítico exógeno en la degradabilidad *in vitro* de la materia seca (MS) de ingredientes energéticos, fibrosos y proteínicos, encontraron un incremento a las 3 h ($P < 0,05$) y 48 h ($P < 0,10$) de la desaparición de la materia seca (MS) en ingredientes fibrosos, pudiendo deberse esto a la actividad xilanólítica de estas enzimas fibrolíticas exógenas.

Cuadro 4. Efecto del compuesto enzimático fibrolítico exógeno en la degradabilidad *in situ* (%) planta completa de la *Brachiaria* Mulato cortada a los 28 y 56 d

Horas	28 d		56 d		P<0,05			
	+ENZ	-ENZ	+ENZ	-ENZ	EEM	EDAD	ENZ	EDADxENZ
0	29,72	32,09	26,12	25,15	1,60	0,01	0,67	0,33
12	47,01	48,61	40,21	40,60	1,91	0,008	0,62	0,76
24	62,41	60,86	55,25	57,33	2,72	0,09	0,92	0,52
48	71,44	72,12	66,62	65,53	1,24	0,003	0,87	0,50
96	73,04	77,37	70,42	68,15	1,73	0,01	0,57	0,10

+ENZ = forraje con compuesto enzimático; -ENZ = forraje sin compuesto enzimático; EEM = error estándar de la media; EDAD = factor edad; ENZ = factor compuesto enzimático; EDADxENZ = compuesto enzimático interacción edad.

Degradabilidad de MS de los tallos de *Brachiaria decumbens*

En la DISMS de los tallos del heno de *Brachiaria decumbens* a las 0, 12, 24, 48 y 96 h de incubación, se registraron diferencias estadísticas ($P<0,05$) por efecto de la edad de cosecha (28 y 56 d), siendo mayor la degradabilidad cuando se cosechó a los 28 d (Cuadro 5). Estos resultados son similares con los obtenidos por Pinos-Rodriguez *et al.* (2005), quienes al emplear alfalfa (*Medicago sativa*) en diferentes edades de rebrote, la mayor degradación se presentó en las edades más jóvenes. La adición de un compuesto fibrolítico exógeno (no afectó ($P>0,05$) la DISMS de tallos, observándose en el heno de 28 d mayor degradabilidad (25,13%, 0 h; 36,85%, 12 h; 52,31%, 24 h; 63,85%, 48 h y 65,34%, 96 h) frente al heno cosechado a

los 56 d (Cuadro 5), nuevamente se observa que a medida que aumenta las horas de incubación, aumenta la degradabilidad de los henos por la acción del CFE.

Así mismo, Yescas *et al.* (2004) reportaron que al evaluar un compuesto fibrolítico exógeno sobre la digestibilidad *in situ* de rastrojo de maíz o paja de avena, la degradabilidad de la materia seca (MS) no fue diferente ($P>0,05$) a las 12, 48 y 72 h, sin embargo a las 24 h fue mayor para la paja de avena. La falta de respuesta positiva a este estudio se debe al tiempo de incubación y a la cantidad de enzima a aplicar ya que en otras investigaciones a partir de las 12 h de incubación en adelante, las enzimas comienzan a ser degradadas por las proteasas ruminales y alrededor de las 24 h, la curva de degradación alcanza a formar una meseta.

Cuadro 5. Efecto del compuesto enzimático fibrolítico exógeno en la degradabilidad *in situ* (%) tallos de la *Brachiaria decumbens* cortada a los 28 y 56 d

Horas	28 d		56 d		P<0,05			
	+ENZ	-ENZ	+ENZ	-ENZ	EEM	Edad	ENZ	EdadxENZ
0	25,13	23,34	17,16	17,43	1,72	0,006	0,67	0,57
12	36,85	39,19	27,17	27,86	1,21	0,0001	0,26	0,52
24	52,31	50,73	39,81	38,07	1,59	0,0002	0,34	0,96
48	63,85	62,93	49,52	48,66	0,96	<,0001	0,39	0,97
96	65,34	68,92	55,76	56,32	1,43	0,0002	0,19	0,33

+ENZ = forraje con compuesto enzimático; -ENZ = forraje sin compuesto enzimático; EEM = error estándar de la media; EDAD = factor edad; ENZ = factor compuesto enzimático; EDADxENZ = compuesto enzimático interacción edad.

Degradabilidad de MS de la planta completa de la *Brachiaria decumbens*

La DISMS de la planta completa del heno de *Brachiaria decumbens*, presentó diferencias estadísticas ($P<0,05$) por efecto de la edad de cosecha (28 y 56 d), en todos los periodos de incubación evaluados (0, 12, 24, 48 y 96 h), registrándose la mayor degradabilidad en el heno cortado a los 28 d (Cuadro 6). Estos resultados corroboran los obtenidos por Avellaneda (2003), quien evaluó al pasto *Panicum maximum*, encontrando que la mayor digesti-

bilidad se presenta en edades tempranas. Por la adición de (CFE, Fibrozyme) en la DISMS no se observó efecto alguno ($P>0,05$), siendo el heno de 28 d el que obtuvo una mayor degradabilidad, demostrando un comportamiento lineal (Cuadro 6). Estos resultados concuerdan con Moreno *et al.* (2007), quienes no encontraron efecto del complejo enzimático después de las 12 horas de incubación; así como, también Avellaneda *et al.* (2009) en su estudio valorando el efecto de las enzimas en la digestión del pasto *Panicum maximum*.

Avellaneda *et al.*...

Cuadro 5. Efecto del compuesto enzimático fibrolítico exógeno en la degradabilidad *in situ* (%) tallos de la *Brachiaria decumbens* cortada a los 28 y 56 d

Horas	28 d		56 d		P<0,05			
	+ENZ	-ENZ	+ENZ	-ENZ	EEM	EDAD	ENZ	EDADxENZ
0	28,44	28,99	20,14	21,79	1,51	0,002	0,49	0,73
12	43,77	48,02	33,51	33,24	1,59	0,0002	0,26	0,21
24	57,66	57,74	44,59	43,45	1,56	0,0001	0,74	0,71
48	65,98	68,28	55,40	54,65	0,91	<,0001	0,42	0,14
96	72,69	72,13	61,72	62,52	1,63	0,0007	0,94	0,69

+ENZ = forraje con compuesto enzimático; -ENZ = forraje sin compuesto enzimático; EEM = error estándar de la media; EDAD = factor edad; ENZ = factor compuesto enzimático; EDADxENZ = compuesto enzimático interacción edad,

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación de acuerdo a las condiciones experimentales descritas, nos ayudan a concluir que las enzimas fibrolíticas exógenas no afectan la digestión de los nutrientes del heno de las *Brachiarias* Mulato y *decumbens* cortadas a los 28 y 56 d. El heno de la *Brachiaria* Mulato y *decumbens* cortadas a los 28 d, tuvo mayor degradabilidad de la materia seca en tallo y planta completa.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, a la ex-Fundación para la Ciencia y la Tecnología (FUNDACyT) y a la ex-Secretaría Nacional para la Ciencia y la Tecnología (SENACyT), por el financiamiento para la ejecución del proyecto Efecto de enzimas fibrolíticas exógenas en el valor nutritivo de gramíneas tropicales de corte y pastoreo. Así mismo, al Dr. Sergio S. González Muños, Profesor-Investigador del Colegio de Postgraduados de los Estados Unidos Mexicanos, por su participación como contraparte Internacional en calidad de investigador asociado.

LITERATURA CITADA

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. Official Methods of Analysis. (15th ed., Vol. 1). Washington, DC., USA
- Avellaneda, J. 2003. Efectos de enzimas fibrolíticas exógenas en características nutritivas en gramíneas tropicales. Tesis Doctor en Ciencias. Montecillo- Texcoco, Edo. de México, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Programa en Ganadería. Colegio de Postgraduados. 120 p.
- Avellaneda-Cevallos, J. H., González, S. S., Pinos-Rodríguez J. M., Hernández-Garay, A., Montañez-Valdez, O., and Ayala-Oseguera, J. 2007. Enzimas fibrolíticas exógenas en la digestibilidad *in vitro* de cinco ecotipos de *Brachiarias*. *Agronomía Mesoamericana*. 18(1):11-17.
- Avellaneda, J. H., Pinos-Rodríguez J. M., González-Muñoz, S. S., Bárcena, R., Hernández, A., Cobos, M., Hernández, D., and Montañez, O. 2009. Effects of exogenous fibrolytic enzymes on ruminal fermentation and digestion of Guinea grass hay. *Anim. Feed Sc. Techn.* 149:70-77.
- Canchila, E., Soca, M., Ojeda, F. y Machado, R. (2009). Evaluación de la composición bromatológica de 24 accesiones de *Brachiaria* spp. *Pastos y Forrajes*. 32(4):1-9
- Correa, H. 2006. Calidad nutricional del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp) cosechado a dos edades de rebrote. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 18, Article #84. Retrieved December 25, 2015, from <http://www.lrrd.org/lrrd18/6/corr18084.htm>
- Huntington J. y Givens, D. 1995. The *in situ* techniques for studying the rumen degradation of feeds: A review

of the procedure, *Nutrition Abstr. Rev.* 65:63-93.

- Moreno, R., Pinos-Rodríguez, J. M., González, S., Álvarez, G., García, J. C., Mendoza, G., and Bárcena, R. 2007. Efecto de enzimas fibrolíticas exógenas en la degradación ruminal in vitro de dietas para vacas lecheras. *Interciencia*. 32 (12):850-853.
- Morgavi, D., Beauchemin, K., Nsereko, V., Rode, L., McAllister, T., Iwaasa, A., Wang, Y. y Yang, W. 2001. Resistance of feed enzymes to proteolytic inactivation by rumen microorganisms and gastrointestinal proteases. *J. Anim. Sci.* 79: 1621-1630.
- Olivera, Y., Machado, R. y del Pozo, P. 2006. Características botánicas y agronómicas de especies forrajeras importantes del género *Brachiaria*. *Pastos y Forrajes*. 29(1):5-29
- Orskov E. y Mc Donald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage *J. Agric. Sci. Camb.* 92:499-503.
- Pinos-Rodríguez, J., González, S., Mendoza, G., García, J., Miranda, L., De La Cruz, G. y De Lerma Vidal. 2005. Efecto de enzimas fibrolíticas exógenas en la degradación in vitro de ingredientes alimenticios, y en la producción de leche de vacas Holstein. *Interciencia* 30(12):752-757.
- Quintana, J. y Espinoza, F. 2007. Enzimas Fibrolíticas Exógenas en la mejora del valor nutritivo del pasto King Grass (*Pennisetum hybridum*). En dos edades de corte. Tesis de Ingeniero Agropecuario. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Pecuarias Quevedo Ecuador. 100 p.
- SAS. 1999. User's Guide: Statistics [CD-ROM Computer file]. Version 8. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Stern M., Bach A., y Calsamiglia S. 1997. Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants, *J. Anim. Sci.* 75:2256-2276.
- Tricarico, J., Dawson, K. y Newman, K. 1998. Effects of and exógeno us microbial enzyme preparation (Fribrozyme) on ruminal digestion of fescue hay. *J. Anim. Sci.* 76 (Suppl. 1): 289 (Abstr).
- Vanzant, E., Cochran, C., y Titgemeyer, E. 1998. Standardization of in situ techniques for ruminant feedstuff evaluation, *J. Anim. Sci.* 76:2717-2729.
- Vega, E., Ramírez, J., Acosta, I., Igarza, A. 2006. Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto. Universidad de Granma. Facultad de Medicina Veterinaria. "Centro de estudio de producción Animal" "Departamento de Sanidad Animal" Email:marvin@udg.com.cu. Cuba. Art 6 p (En línea) Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revista/redvet/n050506/050607.pdf> (Consultado 24 de noviembre 2015).
- Yescas, R., Barcena, G., Mendoza, M., Gonzáles, S., Cobos, M. y Ortega M. 2004. Digestibilidad in situ de dietas completas con rastrojo de maíz o paja de avena con enzimas fibrolíticas. *Agrociencia* 38:23-31