

## EVALUACION *IN VITRO* DE UN ENSILADO DE ESTIÉRCOL, RASTROJO DE MAÍZ Y MELAZA

### *In vitro* evaluation of manure silage, corn stover and molasses

AMM Martínez-Ávalos, GD Mendoza-Martínez, S González-Muñoz, A Gómez-Vázquez ✉, M Estrada-Botello, E de la Cruz-Lázaro, A Cruz-Hernández NP Brito-Manzano, JM Pinos-Rodríguez

(AMMMA, SGM, ACH) Colegio de Postgraduados, Montecillos. Estado de México  
(GDMM) Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco Departamento de Producción Agrícola y Animal, México D.F.

(AGV, MEB, ECL, NPBM) División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. km 25 Carretera Villahermosa-Teapa, Centro Tabasco. C P. 86280 armando.gomez@daca.ujat.mx

(JMPR) Instituto de Investigación de Zonas Desérticas. Universidad Autónoma de San Luis Potosí

**Nota científica recibida:** 20 de diciembre de 2007, **aceptada:** 8 de septiembre de 2008

**RESUMEN.** La digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de raciones integrales con ensilado de estiércol (0, 50, 75 y 100 %) se analizaron para reemplazar el rastrojo de maíz a dos proporciones de forraje:concentrado (70:30 vs 80:20). El ensilaje consistió en 50 % de estiércol de ganado lechero, 20 % melaza-agua (1:1.5) y 30 % de rastrojo de maíz. La DIVMS de 70:30 fueron 61.1, 63.9, 63.5 y 60.9 % ( $R^2 = 0.94$ ;  $p < 0.05$ ) y para la relación 80:20 de 62.9, 69.4, 51.4 y 44.7 % ( $R^2 = 0.85$ ;  $p < 0.05$ ). Los resultados indicaron que en niveles mayores de 27-28 % de ensilaje de estiércol disminuyó la DIVMS.

**Palabras clave:** Estiércol, ensilaje, digestibilidad *in vitro*.

**ABSTRACT.** The *in vitro* digestibility of dry matter (DIVMS) of complete diets with manure silage (0, 50, 75 and 100 %) was analysed in order to replace corn stover with two forrage:concentrate ratios (70:30 vs 80:20). Silage was prepared with 50 % cattle manure, 20 % cane molasses-water (1:1.5) and 30 % corn stover. The DIVMS values for the 70:30 ratio were 61.1, 63.9, 63.5 and 60.9 % ( $R^2 = 0.94$ ;  $p < 0.05$ ), and for the 80:20 ratio they were 62.9, 69.4, 51.4 and 44.7 % ( $R^2 = 0.85$ ;  $p < 0.05$ ). Results indicated that cattle manure silage levels over 27-28 % reduce the DIVMS.

**Key words:** Cattle manure, silage, *in vitro* digestibility.

## INTRODUCCIÓN

El uso de las heces como alimento ha sido evaluado a través de métodos de procesamiento como el secado, la separación de la fracción líquida y sólida, los tratamientos químicos y las zanjas de oxidación. Algunos investigadores han recurrido al proceso de ensilaje para aprovechar al máximo el contenido de nutrientes de las excretas, ya que este método presenta más ventajas en cuanto al control de patógenos, mejoramiento de la calidad nutritiva y la aceptación del producto por los animales. Además, este método permite la incorporación de otros subproductos agroindustriales, como el caso del rastrojo de maíz y la melaza, de tal forma que el estiércol de ganado lechero es un subproducto de baja

calidad que puede ser reciclado en la alimentación de rumiantes para reducir costos, y ha sido incorporado a las dietas deshidratado o ensilado (Muller ZO 1984. FAO Animal Production and Health Paper 28: 1-24). Al revisar los diferentes métodos en los que se ha incorporado el estiércol (Arndt DL, Day DL, Hatfield EE 1979. Journal of Animal Science 48: 157-162) se ha concluido que el ensilaje es el proceso que presenta más ventajas dado que permite mejorar el sabor del producto (Brandy AW 1966. Proc. Symp. On animal waste management. Colegio de Postgraduados). Cobos-Peralta (Cobos-Peralta MA 1987. Tesis Maestría, Colegio de Postgraduados) evaluó un ensilado con 50 % estiércol de ganado lechero, 20 % melaza-agua (1:1.5) y 30 % de

rastrojo de maíz y encontró que al incluir 65.5 % de la ración disminuyó la digestibilidad de la materia seca. El nivel de ensilaje de estiércol afecta la digestibilidad, por lo tanto se planteó el presente estudio con el objetivo de evaluar los cambios en la digestibilidad *in vitro* de la materia seca de raciones completas al incorporar el ensilado de estiércol desarrollado por Cobos-Peralta (Cobos-Peralta MA 1987. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados), quien utilizó dos proporciones de forraje: concentrado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

Este experimento se llevo a cabo en las instalaciones de la unidad pecuaria del centro de ganadería del colegio de posgraduados en Montecillos, Estado de México. Los análisis de laboratorio se realizaron en el centro de ganadería de la misma institución.

### Métodos y técnicas

En base húmeda el ensilaje se preparó con 50 % de estiércol de ganado lechero (alimentado con ensilaje de maíz y alimento balanceado), 30 % de rastrojo de maíz y 20 % de una solución de melaza-agua (1:1.5 con 0.4 % de urea mezclada en la melaza) de acuerdo a las recomendaciones de Cobos-Peralta (Cobos-Peralta MA 1987. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados). En base seca, el ensilado contuvo 13.6 % de estiércol, 50 % de rastrojo de maíz y 36.3 % de la mezcla con melaza-agua-urea. El ensilaje se preparó en un silo de concreto (1.7 m<sup>3</sup>) con estiércol recolectado del piso de los corrales. El rastrojo de maíz se picó (3 cm) antes de mezclarse. El silo se cubrió con plástico y se dejó fermentar 45 días.

La materia seca (MS) del ensilaje se determinó por arrastre con tolueno, la materia orgánica (MO), nitrógeno (N), el análisis proximal y el calor de combustión fueron determinados por el método de la Association of Official Analytical Chemists (Anonymous 1990. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists). El N total y N amoniacal se cuantificaron mediante las técnicas propuestas por Krishnamorthy et al. (Krishna-

morthy N, Muscato TV, Sniffen CJ, van Soest PJ 1982. Journal Dairy Science 65: 217- 223) y McCullough (McCullough H 1967. Clin. Chem. Acta 17: 297-304). El N en fibra detergente ácido y las fracciones de fibra por detergentes Goering & van Soest (Goering HK, van Soest PJ 1970. Agriculture. Handbook No. 379. USDA). La digestibilidad *in vitro* se midió con la primera fase de la técnica de Tilley & Terry (Tilley JMA, Terry RA 1963. Journal of the British Grassland Society 18: 104-109). El pH se midió y las características organolépticas del ensilaje, como el olor, color, presencia de hongos, fueron observadas. El ácido láctico se determinó con el método propuesto por Barnett (Barnett AJG, 1951. Biochemical Journal 49: 527-529) y los ácidos grasos volátiles por cromatografía de gases (Erwin ES, Marco GJ, Emery E, 1961. Journal of Dairy Science 44:1768-1776).

### Análisis de datos

Un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 4 X 2 (cuatro niveles de asignación 0, 50, 75, 100 % y dos raciones 70:30 y 80:20). Las dietas fueron isoproteínicas (12 % PC). La respuesta al nivel de asignación (Tabla 1) se analizó por regresión y las comparaciones múltiples de medias se realizaron con la prueba de Tukey (Steel RGD, Torrie JH, 1980. McGraw Hill Book Co), con el procedimiento General Linear Models o GLM (Anonymous 1985. Statistical Analysis Systems User's Guide: Statistics. Version 5. SAS Institute Inc.).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los patrones de fermentación observados, el pH y la concentración de lactato indicaron que el proceso de ensilaje fue el adecuado (Tabla 2), lo que concuerda con resultados previos (Cobos Peralta MA 1987. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados). Debido a que la fórmula de ensilaje usada en este experimento ha sido previamente aplicada en otros estudios y ha mostrado características semejantes (Martínez AAMM 1990. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados; Mendoza MGD, Cobos PM, Ricalde VR 1992. Ciencia Agropecuaria, FAUANL 5: 3-7), lo cual se atribuye a una relación

**Tabla 1.** Composición de las dietas integrales. F:C = forraje:concentrado, porcentaje de ensilaje en base seca.  
**Table 1.** Composition of complete diets. F:C = forrage:concentrate, dry silage percentage.

Relación F:C	% de Ensilaje	Ensilado de estiércol	Rastrojo de maíz	Sorgo	Pasta de soya
70:30:00	0	-	70	12.7	17.3
	50	35	5	15.8	14.2
	75	52.5	17.5	17.4	12.6
	100	70	-	18.9	11.1
80:20:00	0	-	80	1.56	18.44
	50	40	40	5.1	14.9
	75	60	20	6.86	13.14
	100	80	-	8.62	11.38

**Tabla 2.** Características fermentativas del ensilaje de estiércol.  
**Table 2.** Fermentation characteristics of manure silage.

Ácidos grasos y pH	%
Ácido acético	1.87
Ácido propiónico	0.9
Ácido butírico	0.62
Ácido láctico	4.1
pH	4.20

**Tabla 3.** Composición química del ensilado de estiércol.  
**Table 3.** Chemical composition of manure silage.

Características nutritivas	Mcal*kg-1	%
Análisis proximal		
Materia seca		47.45
Proteína cruda		7.42
Extracto etéreo		1.25
Fibra cruda		28.17
Extracto libre de nitrógeno		48.36
Cenizas		14.8
Materia orgánica		85.2
Análisis de Goering van Soest		
Fibra detergente neutro		51.33
Fibra detergente ácido (FDA)		42.01
N-FDA		56.03
Hemicelulosa		9.32
Fraccionamiento del nitrógeno		
N total		1,187
N amoniacal		52.82
N FDA		47.53
Energía bruta	3,897	

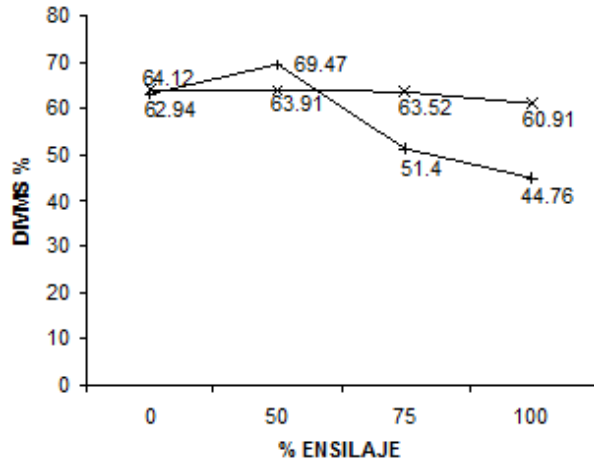
apropiada de carbohidratos solubles y urea (5:1) y una concentración de 8 % de carbohidratos solubles en agua (Cobos-Peralta MA 1987. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados). Sin embargo, para estimular una fermentación láctica es necesario que el

ensilaje tenga 40 % de MS y de 5 a 8 % de carbohidratos solubles en agua (Williams LJ, 1979. Journal of Agriculture Food Chemistry 27: 4-13).

La composición del ensilado de estiércol de materia seca (Tabla 3) fue ligeramente menor al reportado (47.5 %) por otro autor (Cobos-Peralta MA 1987. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados). También la proteína fue inferior al obtenido por otros autores (Conrman AW, Lamn WD, Webb KE, Fontenot JP 1981. Journal of Animal Science 52: 1233-1239; Jakhmola RC, Kamra DN, Singh R, Pathak NN 1984. Agricultural Wastes 10: 229-236; Cobos-Peralta MA 1987. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados). Mientras que, el contenido de otros nutrientes fue similar al ensilaje usado por Cobos-Peralta (Cobos-Peralta MA 1987. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados). La humedad es un factor importante en la calidad del ensilado, por lo tanto se ha sugerido un 37 % de humedad para obtener un buen ensilado cuando tengan de 40 a 60 % de estiércol (Knight EF, McCaskey TA, Anthony WB, Walters JL 1977. Journal of Dairy Science 60: 416).

Los resultados de DIVMS en la proporción de 70:30, fueron 61.1, 63.9, 63.5 y 60.9 % ( $R^2 = 0.94$ ;  $p < 0.05$ ) y para la relación 80:20 de 62.9, 69.4, 51.4 y 44.7 % ( $R^2 = 0.85$ ;  $p < 0.05$ ), para los niveles de 0, 50, 75 y 100 % de ensilaje de estiércol. La máxima digestibilidad estimada fue a 27.65 y 28.37 % de ensilaje estiércol para las relaciones forraje concentrado 70:30 y 80:20, respectivamente (Figura 1). Los resultados indicaron que a niveles mayores de 27-28 % de ensilaje de estiércol disminuyó la DIVMS. Los datos obtenidos en este estudio son similares a otros resultados in vivo (Cobos-Peralta MA 1987.

Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados).



**Figura 1.** Digestibilidad *in vitro* de la materia seca (% DIVMS) de las raciones integrales (80:20 y 70:30, forraje:concentrado) con ensilaje de estiércol (línea discontinua = 80:20; línea continua = 70:30).

**Figure 1.** *In vitro* digestibility of dry matter (% DIVMS) in complete rations (80:20 and 70:30, forrage:concentrate) with manure silage (dashed line = 80:20; continuous line = 70:30).

La DIVMS de la ración 80:20 mostró una respuesta cuadrática ( $R^2 = 0.85$ ;  $p < 0.05$ ). Sin em-

bargo, conforme el porcentaje de ensilado se incrementó la digestibilidad de la MS disminuyó en las dos raciones (Figura 1), lo cual explica el por que estos niveles resultaron inferiores a otros estudios *in vivo* (Cornman AW, Lamn WD, Webb KE, Fontenot JP 1981. Journal of Animal Science 52: 1233-1239). Estos autores no detectaron cambios en la digestibilidad, cuando el ensilaje de estiércol se incorporó de 20 a 35 % de la ración. Sin embargo, Cobos Peralta (Cobos-Peralta MA 1987. Tesis Maestría. Colegio de Postgraduados) observó que la digestibilidad se redujo cuando el ensilaje de estiércol constituyó el 56 % de la ración. Los resultados de este experimento confirmaron que el estiércol puede ser ensilado con una mezcla en base húmeda con 50 % de estiércol de ganado lechero, 30 % de rastrojo de maíz y 20 % de una solución de melaza-agua (1:1.5 con 0.4 % de urea mezclada en la melaza). Además, el nivel óptimo de ensilaje de estiércol estaría entre 27 y 28 % respectivamente. Por lo que es necesario realizar más ensayos *in vivo* para estimar el nivel máximo del ensilaje de estiércol y el efecto de su inclusión en la alimentación de rumiantes, debido a que en los ensayos *in vitro* se obtienen datos favorables en respuesta a la digestibilidad de MS.