

CARACTERÍSTICAS QUÍMICO NUTRICIONALES DE ENSILAJES DE RASTROJO DE MAÍZ CON EXCRETAS ANIMALES^a

FRANCISCO J. RAMÍREZ VALENCIA^bFEDERICO RODRIGUEZ GARZA^c

RESUMEN

Se realizaron dos experimentos para conocer las características químico-nutricionales de ensilajes de rastrojo de maíz con excretas animales. Los niveles de rastrojo utilizados fueron 60, 50 y 40% y los de excretas (cerdaza y gallinaza) 10, 20 y 30% en ambos experimentos. Las mezclas fueron adicionadas de melaza, urea y agua para equilibrar su contenido de nutrimentos y humedad. Después de una fermentación de 30 días, el contenido de proteína cruda tanto de los ensilajes con cerdaza como los de gallinaza fue similar ($P > 0.05$) para todos los tratamientos. En ambos experimentos se detectaron diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos para el contenido final de nitrógeno no proteico, y se reflejaron distintos niveles de urea al momento de ensilar. Las paredes celulares y sus componentes tendieron a disminuir ($P < 0.05$) a medida que se redujeron los niveles de rastrojo de maíz y se incrementaron los de melaza y excretas, excepto para la hemicelulosa en los ensilajes con cerdaza. La digestibilidad *in situ* de la materia seca fue alta (superior al 70%) en todos los tratamientos y no se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre ellos. El pH final de todos los tratamientos fue característico de ensilajes con producción de ácidos (PH 4.5 a 5.0).

En los últimos años ha aumentado el interés por la utilización de esquilmos agrícolas, subproductos industriales y residuos orgánicos en la alimentación de rumiantes, debido a la posibilidad de reducir los costos de producción por

este concepto en las explotaciones pecuarias. Entre estos materiales se encuentran las pajas, el rastrojo de maíz y las excretas de animales, como la cerdaza y la gallinaza, de los cuales existe una amplia disponibilidad durante todo el año en varias regiones del país.

La mayor parte de las investigaciones sobre el aprovechamiento de estos subproductos y residuos orgánicos se han enfocado al estudio de los materiales por separado; sin embargo, se considera conveniente la realización de experimentos tendientes a generar información sobre el manejo y aprovechamiento de distintas mezclas de subproductos y residuos. En el caso de las pajas de cereales y leguminosas se han ensayado distintos tratamientos tendientes a aumentar su valor nutricional, los más utilizados son aquellos en los que intervienen soluciones de álcalis, como los realizados por Olalde y Mowat¹⁵, Llamas, y col.,¹³ y muchos otros experimentos basados en la adición de fuentes donadoras de nitrógeno soluble que se adhiere a los tejidos de la paja, como los llevados a cabo por Berger y Gorsch⁴, Staniforth¹⁶ y por Kernan y col.,¹¹ en los cuales se ha demostrado que existen diferencias entre las pajas en su capacidad para fijar el nitrógeno cuando son tratadas con amoníaco. Por lo que respecta a la cerdaza, se puede mencionar que debido a la poca investigación realizada con este resi-

^a Recibido para su publicación el 26 de Agosto de 1986.

^b Depto. de Forrajes, Brigada PLANAT-Zapopan, Zona Pacífico, INIFAP-SARH. Av. López Mateos Sur No. 117, Guadalajara, Jal.

^c Depto. de Nutrición Animal, Zona Pacífico, INIFAP-SARH, Av. López Mateos Sur No. 117, Guadalajara, Jal.

duo orgánico, no se han establecido con claridad sus características y valor nutricional como ingrediente utilizable en la alimentación de animales. Kornegay y col.¹² informan que las excretas de cerdo contienen 23.5% de proteína cruda, 2.7% de calcio y 2.13% de fósforo y suponen que el material puede ingerirse en forma eficiente por los rumiantes. Cullison⁶, señala que la cerdaza puede ser reciclada en los porcinos y que su utilización en la alimentación de otras especies no se ha investigado lo suficiente. En estudios realizados con ensilajes de cerdaza y pasto Orchard, se observaron buenas características del material ensilado y los valores de digestibilidad en ovinos fueron mejores para la cerdaza que para el heno²; sin embargo, Ochoa y col.¹⁴ al utilizar cerdaza fresca en la alimentación de ovinos encontró que disminuye el consumo voluntario a medida que se incrementan los niveles de cerdaza en la dieta, a pesar de lo cual, las ganancias de peso y la conversión alimenticia fueron aceptables.

De las diferentes excretas utilizadas en la alimentación animal, la gallinaza es la que ofrece mayores ventajas como fuente de nitrógeno para los rumiantes¹⁰. La gallinaza ha sido ensilada sola⁵ o mezclada con forrajes como el maíz verde⁹, en este último caso se observó una digestibilidad de 63% de la materia seca de la mezcla y un 65% en la materia orgánica, se lograron también mejores consumos y ganancias de peso en novillos con esa mezcla al ser comparada con ensilajes adicionados con urea o con harina de soya.

El objetivo del presente trabajo es determinar algunas de las características químico-nutricionales de ensilajes de mezclas de subproductos agroindustriales combinados con excretas animales en forma tal que constituyan dietas integrales para ganado en desarrollo o engorda.

Se realizaron dos experimentos, el primero consistió en ensilar rastrojo de maíz, cerdaza, melaza y urea en tres diferentes proporciones (tratamientos) y en el segundo se ensilaron tres proporciones de rastrojo de maíz, gallinaza, melaza y urea. En ambos casos se prepararon microsilos en recipientes de lámina galvanizada con capacidad de un galón, que fueron recubiertos en su interior con plástico. Los ingredientes y las proporciones en que fueron utilizados se muestran en los Cuadro 1 y 2.

La cerdaza se colectó de una acumulación expuesta al medio ambiente, con una humedad aproximada del 50% y procedía de corraletas de animales en etapa de finalización. La gallinaza se obtuvo de una granja comercial de gallinas ponedoras de la región. En ambos experimentos el rastrojo de maíz se utilizó picado con un tamaño de partícula de 1.5 a 2.5 cm se le adicionó agua en la que antes se habían disuelto la urea y la melaza, después se añadió la excreta correspondiente y se mezcló hasta tener una masa uniforme que se depositó en los microsilos. Los microsilos con cerdaza fueron provistos de válvulas para permitir la salida de gases. En ambos experimentos, los recipientes llenos fueron colocados a la sombra y se destaparon a los 30 días para tomar las muestras requeridas para los correspondientes análisis de laboratorio.

La materia seca (MS), la proteína cruda (PC), la materia mineral (MM) y el nitrógeno no proteico (NNP) de los ingredientes y de los ensilajes fueron determinados de acuerdo con las técnicas establecidas por la AOAC¹, las fracciones de fibra se determinaron según la metodología descrita por Goering y Van Soest⁸. La determinación de la digestibilidad *in situ* (DIS) se realizó en vacas fistuladas con utilización de bolsas de nylon de 5 x 10 cm, con un tiempo de incubación de 72 h, de acuerdo con el método descrito por

CUADRO 1

COMPOSICION PORCENTUAL DE LOS ENSILAJES CON CERDAZA

Ingredientes	Base seca			Base humeda		
	T-1	T-2	T-3	T-1	T-2	T-3
Rastrojo de maiz	60.0	50.0	40.0	26.80	22.20	17.60
Cerdaza	10.0	20.0	30.0	8.00	16.00	24.00
Melaza	27.5	28.3	29.0	14.70	15.10	15.30
Urea	2.5	1.7	1.0	1.10	0.75	0.45
Agua	-	-	-	49.40	45.95	42.65
Humedad calculada				60.00	60.00	60.00

CUADRO 2

COMPOSICION PORCENTUAL DE LOS ENSILAJES CON GALLINAZA

Ingredientes	Base seca			Base humeda		
	T-1	T-2	T-3	T-1	T-2	T-3
Rastrojo de maiz	60.0	50.0	40.0	26.80	22.20	17.60
Gallinaza	10.0	20.0	30.0	4.50	9.10	13.60
Melaza	27.5	28.3	29.0	14.30	14.70	15.35
Urea	2.5	1.7	1.0	1.10	0.75	0.45
Agua	-	-	-	53.30	53.25	53.00
Humedad calculada	-	-	-	60.00	60.00	60.00

CUADRO 3

CARACTERIZACION QUIMICO-NUTRICIONAL DE LOS ENSILAJES CON CERDAZA

Componente	T-1	T-2	T-3
Materia seca	41.83 ± 0.28	42.00 ± 0.0	42.00 ± 0.0
Proteína cruda	20.59 ± 0.52a	20.64 ± 0.32a	19.74 ± 0.030b
Nitrógeno no proteico	1.00 ± .018a	0.70 ± .025b	0.40 ± 0.089c
Materia mineral	11.07 ± 0.33c	13.20 ± 0.18b	14.60 ± 0.28a
Fibra detergente neutro	52.03 ± 0.66a	47.30 ± 1.06b	42.53 ± 1.74c
Fibra detergente ácido	32.47 ± 0.64a	29.77 ± 0.52b	23.86 ± 1.09c
Celulosa	24.30 ± .32a	21.30 ± .36b	16.07 ± 1.00c
Hemicelulosa	19.53 ± 0.35	17.57 ± 0.55	18.63 ± 1.90
Lignina	5.30 ± 0.33a	4.87 ± 0.23a	3.03 ± 0.65b
Silice	2.36 ± 0.93c	3.67 ± .11b	4.77 ± .40a
DIS-materia seca	70.70 ± 1.91	73.20 ± 2.74	73.50 ± 2.24
pH	4.50 ± 0.0	4.56 ± 0.056	4.60 ± 0.0

a,b,c = Literales distintas en los renglones indican diferencias significativas ($P < 0.05$)

Tejada¹⁸. Los resultados fueron analizados con un diseño experimental por completo al azar con tres tratamientos y tres repeticiones en cada uno de los experimentos. Las diferencias entre medias fueron establecidas mediante la prueba de Tukey¹⁷. No se realizaron comparaciones entre experimentos.

La caracterización químico-nutricional de los ensilajes con cerdaza se presenta en el Cuadro 3. El contenido de proteína cruda fue un poco superior ($P > 0.05$) para T-1 y T-2 y el contenido de NNP fue diferente ($P < 0.05$) para todos los tratamientos, se reflejaron distintos niveles de urea que fueron adicionados a los distintos ensilajes. El nivel de heces en el ensilaje mostró tener influencia sobre el contenido de

NNP ($r^2 = .974$), debido sobre todo a que la cantidad de urea adicionada para equilibrar el contenido de proteína en los ensilajes aumentó conforme se disminuyó la proporción de heces. El contenido de materia mineral se incrementó en forma lineal del tratamiento 1 a 3, debido con seguridad a los incrementos en cerdaza que es un ingrediente que aporta cantidades altas de materia mineral en relación a la melaza, cuyo incremento no mostró tener influencia sobre el contenido total de dicha materia ($r^2 = .0017$). Las paredes celulares (FDN) disminuyeron en forma significativa ($P < 0.05$) al reducir la cantidad de rastrojo de maíz adicionado a las mezclas ($r^2 = .925$). Un efecto similar se detectó en el conteni-

CUADRO 4

CARACTERIZACION QUIMICO-NUTRICIONAL DE LOS ENSILAJES CON GALLINAZA

Componente	T-1	T-2	T-3
Materia seca	38.83 ± 2.04	40.62 ± .45	40.63 ± .35
Proteína cruda	15.77 ± 0.29	15.35 ± 0.75	14.73 ± 0.93
Nitrógeno no proteico	0.86 ± .069a	0.66 ± .037ab	0.47 ± .007b
Materia mineral	15.29 ± .44c	20.74 ± .55b	25.32 ± .35a
Fibra detergente neutro	56.05 ± .196a	52.56 ± .83b	42.16 ± .81c
Fibra detergente ácido	37.79 ± .66a	35.07 ± 1.53ab	30.14 ± 2.94b
Celulosa	28.27 ± .86a	25.01 ± 1.81b	20.72 ± 1.077c
Hemicelulosa	18.26 ± .71a	17.49 ± 2.37ab	12.34 ± 2.51b
Lignina	5.10 ± .63	5.32 ± .81	4.74 ± 2.31
En materia seca	74.50 ± 0.91	74.92 ± 0.81	76.47 ± 1.43
pH	4.62 ± .046	4.87 ± .051b	5.00 ± 0.0a

a,b,c = Literales distintas en los renglones indican diferencias significativas ($P < 0.05$).

do de componentes de las paredes celulares (FDA, celulosa y lignina) cuyos coeficientes de determinación fueron de .887, .922 y .812 en forma respectiva mientras que el contenido de hemicelulosa no mostró diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos. El pH de todos los ensilajes fue adecuado y característico de las fermentaciones ácidas; la ligera tendencia a incrementarse a medida que se adicionan mayores niveles de cerdaza en la mezcla, difiere de lo observado por Berger y col. ³, quienes encontraron un decremento en los valores de pH a medida que incrementaron los niveles de cerdaza en ensilajes con grano de maíz. Las características organolépticas en todos los ensilajes se consideraron aceptables; en el tratamiento 3, el olor a cerdaza fue detectable con facilidad.

Con respecto a los ensilajes con gallinaza, cuya composición químico-

nutricional se anota en el Cuadro 4, tampoco se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) en el contenido de proteína cruda de los distintos tratamientos. Las paredes celulares y sus componentes incluso la hemicelulosa, mostraron una marcada tendencia ($P < 0.05$) a decrecer a medida que se aumentaron los niveles de gallinaza y melaza en las mezclas ($r^2 = .915, .775$, y $.853$ para FDN, FDA y celulosa, en forma respectiva), efecto similar al observado en el caso de los ensilajes con cerdaza. Los valores de digestibilidad *in situ* fueron altos y no se detectaron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos. El pH de los ensilajes se incrementó ($P < 0.05$) a medida que se adicionaron mayores niveles de gallinaza a la mezcla; valores similares (5.0 y 4.4) fueron encontrados por Filpot y col. ⁷ en ensilajes de gallinaza con melaza y heno de alfalfa en distintas proporciones.

SUMMARY

Two experiments were conducted to determine chemical characteristics and *in situ* digestibility of ensiled mixtures of corn stover with animal wastes. Levels of corn stover were 60, 50 and 40%, dry matter, levels of animal wastes (swine waste and dry poultry waste) were 10, 20 and 30% in both experiments. Molasses, urea and water were added to all mixtures to balance the nutrient and moisture content. After a 30 days fermentation period, the crude protein content of silages containing swine waste was similar ($P>0.05$) for all treatments; the same effect was detected for silages containing dry poultry waste. Non protein nitrogen was different ($P<0.05$) for all treatments in both experiments, reflecting the different levels of urea added to the mixtures at ensiling. Cell walls and cell wall components tend to decrease ($P<0.05$) as the level of corn stover was reduced and the levels of animal wastes and molasses were increased, except for hemicellulose in silages with swine waste. *In situ* dry matter digestibility was high (over 70%) for all treatments in both experiments, no differences ($P>0.05$) were detected among treatments. Final pH in all treatments (4.5 to 5.0) was characteristic of silages with acid production.

LITERATURA CITADA

- 1 A.O.A.C., 1980. Official methods of analysis. 13 th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.
- 2 BERGER, J.C., FONTENOT, J.P., KORNEGAY, E.T. and WEBB, Jr., K.E., 1981a. Feeding swine waste II. Nitrogen utilization, digestibility and palatability of ensiled swine waste and orchard grass hay or corn grain fed to sheep. *J. Anim. Sci.* 52:1405.
- 3 BERGER, J.C., KORNEGAY, E.T., FONTENOT, J.P. and WEBB, Jr., K.E., 1981b. Feeding swine waste. I. Fermentation characteristics of swine waste ensiled with ground hay or ground corn grain. *J. Anim. Sci.* 52:1388.
- 4 BERGER, H. y GORSCH, R., 1974. Compuestos nitrogenados no proteicos en la fabricación de gránulos de paja. 1a. Ed. Editorial **Acribla**. Zaragoza, España.
- 5 CASWELL, L., FONTENOT, J.P., and WEBB, Jr., K.E., 1978. Fermentation and utilization of broiler litter ensiled at different moisture levels. *J. Anim. Sci.* 46:547.
- 6 CULLISON, A.E., 1979. Feeds and feeding, 2nd. Edition, Reston Pub. Co. INC, USA.
- 7 FILPOT, P., McNIVEN, M., and SUMMERS, J.D., 1975. Poultry wastes as a feedstuff for sheep. *Can J. Anim. Sci.* 55:291.
- 8 GOERING, H.K. and VAN SOEST, P.J., 1970. Forage fiber analysis (aparatus, reagents, procedures and some applications). Agric. Handbook No. 379, Agr. Res. Serv. USA.
- 9 GOERING, H.K. and SMITH, L.K., 1977. Composition of corn plant ensiled with excreta or nitrogen supplements and its effect on growing wethers, *J. Anim. Sci.* 44:452.
- 10 INGLETT, G.E., 1973. Symposium on processing agricultural and municipal wastes. A VI Publishing Co. Westport, Conn. USA.
- 11 KERNAN, J.A., CROWLE, W.L., SPURR, D.T., and COXWORTH, E.C., 1979. Straw quality of cereal cultivars before and after treatment with anhydrous amonia. *Can. J. Anim. Sci.* 59:511.
- 12 KORNEGAY, E.T., HOLLAND, M., WEBB, Jr., K.E., BOUARD, K., and HEDGES, J., 1977. Nutrient characterization of swine fecal waste and utilization of these nutrients by swine. *J. Anim. Sci.* 44:608.
- 13 LLAMAS, L.G., WARD, J.K., BRITON, R., y KLOPFESTEIN, R.J., 1982. Efecto del tratamiento con diferentes niveles de amoniaco y dos contenidos de humedad sobre la digestión *in vitro* de la paja de trigo. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México, 1982. p. 502.
- 14 OCHOA, C., BRAVO, F., y AVILA, C., 1972. Uso de materia fecal de cerdos y gallinaza en la alimentación de ovinos en crecimiento. *Téc. Pec. Méx.* 21:40.
- 15 OLALDE, B.G. and MOWAT, D.N., 1975. Influence of whole plant barley reconstituted with sodium hidroxide on digestibility, rumen fluid and plasma metabolism of sheep. *J. Anim. Sci.* 40:351.
- 16 STANIFORTH, A.R., 1979. Cereal straw. 1st. Ed., Oxford, University Press, Oxford.
- 17 STEEL, R.G., and TORRIE, J.H., 1981. Principles and procedures of statistics, 2nd. Ed., **McGraw-Hill** Int. Book Co. Tokio, Japan.
- 18 TEJADA, H.I., 1982. Digestibilidad *in situ* e *in vitro* manual de técnicas de investigación en nutrición de rumiantes. INIP-SARH, México.