

# CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE EFLUENTES DE GRANJAS PORCINAS Y SU UTILIZACIÓN EN VACUNOS DE CEBAS EN CONFINAMIENTO

## Characterization of effluents solid wastes from swine farm and utilization in cattle in feedlots

Gonzalo Rojas y Álvaro Ojeda

Facultad de Agronomía / Universidad Central de Venezuela. Maracay-Venezuela. Apdo. 4579. E-mail: ojeda@agr.ucv.ve

### RESUMEN

Para caracterizar química y nutricionalmente los residuos sólidos de efluentes de sistemas intensivos de cría de cerdos (cerdaza), se evaluaron materiales generados de la separación de sólidos por gravedad **-SG-** (tamiz inclinado) y en forma mecánica **-SM-** (rodillos o tornillos "sin fin"). La proteína cruda ( $17,7 \pm 0,67\%$ ), FND ( $65,9 \pm 9,49\%$ ) y degradabilidad *in situ* de la materia seca ( $37,2 \pm 8,76\%$ ) son similares a los de subproductos del procesamiento agroindustrial de cereales de elevado contenido de nitrógeno, con limitaciones de manejo debido a su elevado contenido de humedad en estado fresco (81,9% para SM y 73,1% para SG). Las concentraciones de cobre ( $276 \pm 136,8$  ppm) y hierro ( $2738 \pm 1236,5$  ppm) estuvieron por encima de los máximos permitidos para rumiantes, aunque los de azufre ( $0,44 \pm 0,17\%$ ) se presentaron por debajo del nivel crítico. La incorporación de la cerdaza en la ración de vacunos en ceba se evaluó en 39 mestizos cebuinos enteros confinados en tres corrales colectivos, estratificados por peso ( $427 \pm 20,6$  kg/animal) y condición corporal ( $3,6 \pm 0,3$  puntos), y alimentados *ad libitum* durante 90 días con una ración completa de afrechillo de trigo (59,5%), cama de pollo (20%), melaza de caña (20%) y sal (0,5%), incorporándose la cerdaza (**SM**) en niveles de 10, 20 y 30% en sustitución del afrechillo de trigo. Los valores promedio por lote para el consumo ( $14,1$  kg/animal/día) y conversión de alimento ( $14,2$  kg alimento/kg PV) fueron similares entre tratamientos, no observándose diferencias estadísticas para ganancia diaria de peso ( $0,958 \pm 0,102$  kg/animal). Los resultados indican que la cerdaza puede ser incorporada a raciones de vacunos de ceba confinados sustituyendo hasta un 30% de subproductos del pro-

cesamiento agroindustrial de cereales con elevado contenido de nitrógeno, sin alterar la respuesta animal.

**Palabras clave:** Cerdos, excretas, vacunos de ceba.

### ABSTRACT

In order to characterize solid wastes of intensive pig production systems, samples were taken from two different separation mechanisms: gravity **-GS-** (sloping sieve) and mechanical separation **-MS-** (rollers or endless screws). The crude protein ( $17.7 \pm 0.67\%$ ), NDF ( $65.9 \pm 9.49\%$ ) and DM digestibility *in situ* ( $37.2 \pm 8.76\%$ ) are similar to those found in agroindustrial by-products from high nitrogen content cereal processing, with management limitations due to this high water content in fresh conditions (81.9% in GS and 73.1% in SG). The values of copper ( $276 \pm 136.8$  ppm) and iron ( $2738 \pm 1236.5$  ppm) exceed the levels recommended for ruminants, but the sulphur content ( $0.44 \pm 0.2\%$ ) was below the critical level. The introduction of solid wastes from pig farms into rations for beef cattle fattened in confinement was evaluated on thirty nine crossbred *Bos taurus* x *Bos indicus* cattle, classified according to live weight ( $427 \pm 20.6$  kg) and body condition score ( $3.6 \pm 0.3$  points), housed during 90 days in three corrals and fed *ad libitum* with a complete diet consisted of 59.5% wheat bran, 20% poultry litter, 20% cane molasses and 0.5% salt, to which 10, 20 or 30% solid wastes (**MS**) were added in substitution of wheat bran. The mean feed consumption ( $14.1$  kg/animal/day) and feed conversion ( $14.2$  kg feed/kg weight gain) were similar between treatments, without statistical differences in daily weight gain ( $0.958 \pm 0.102$  kg/animal). The results indicate that solid wastes of pig farms can be incorporate in bovine rations replacing up to 30% of high-nitrogen content cereal processing agro-industrial by-products, without affecting animal response in cattle finished in feedlots.

**Key words:** Swine, excrement, feed lot cattle.

## INTRODUCCIÓN

La producción de cerdos en el país es realizada fundamentalmente bajo sistemas intensivos altamente tecnificados, abarcando un aproximado de 2.026.323 cabezas de animales ubicadas en un 63,7 % en la región central del país [17]. Estos sistemas de producción generan materiales sólidos contenidos en sus efluentes, comúnmente denominados “cerdaza” o “porquinasa”, constituidos por excretas fecales y urinarias, desperdicios de alimento y aguas de lavado, además de pajas y virutas de madera usados como “cama” en las áreas de cría [4].

La producción de cerdaza varía de 2,4tn de materia fresca/año para cerdas en lactación hasta 0,2 para el caso de lechones [2]. Basado en lo anterior, se puede estimar la producción en el país en 192.867,2tn de cerdaza fresca. En la actualidad, y en contravención de la Ley Penal del Ambiente vigente en el país, muchas granjas vierten estos desechos en cauces de agua o terrenos baldíos, causando contaminación y/o muerte de la fauna presente, además de hacer un uso ineficiente de energía y nutrientes que pueden ser reciclados dentro del sistema.

El carácter orgánico de estos desechos y la capacidad que tienen los vacunos para utilizar los carbohidratos estructurales y el nitrógeno no proteico, hacen que la cerdaza se presente como una alternativa alimenticia para esta especie animal, posibilitando el desarrollo de sistemas integrados de producción (porcinos-vacunos) de mayor estabilidad económica y menor impacto ambiental. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar química y nutricionalmente cerdazas generadas de la separación de sólidos por gravedad y en forma mecánica, y evaluar su incorporación en la ración de vacunos de ceba en confinamiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Caracterización química y nutricional de la cerdaza

Se consideraron tres granjas comerciales ubicadas en los estados Aragua (02) y Carabobo (01), en las cuales se separan los sólidos mediante tres formas: a) por gravedad con un separador de tamiz inclinado, b) en forma mecánica a través de sistema de rodillos encontrados “Roll-Press” y c) forma mecánica a través de tornillo “sin fin”. En cada caso, se colectaron cinco muestras frescas de aproximadamente 10kg cada una, tomadas a una hora constante en forma aleatoria e interdiaria del área de depósito de sólidos. Las muestras colectadas se mezclaron y se tomó una fracción representativa por método de procesamiento, la cual fue secada a 65°C y molida en criba de 3mm para determinar nitrógeno total, cenizas, azufre y extracto etéreo [1]; fibra detergente neutro y ácida, lignina y celulosa [21]; fósforo [7]; calcio, cobre y hierro [5]. La fracción de proteína indigestible a nivel intestinal [10], se obtuvo determinando nitrógeno total en la fibra en detergente ácido. La desaparición ruminal de la materia seca a las 48h. se estimó a través de la técnica de la bolsa de nylon [15], colocando tres bolsas con 5gr de

muestra por cada método de procesamiento en tres vacunos adultos fistulados al rumen con cánulas de 12cm Ø.

### Incorporación de cerdaza en las raciones de vacunos en ceba en confinamiento

Esta experiencia se llevó a cabo en la Granja “Casa Blanca”, ubicada en Zuata Municipio Ricaurte/ Edo. Aragua, durante los meses de octubre 1999 a enero 2000. La unidad se ubica a una altitud de 530m.s.n.m., con precipitación media anual de 910mm, temperatura promedio de 23,1°C y una humedad relativa de 35-75% [13]. Treinta y nueve vacunos enteros con un nivel de mestizaje indefinido *Bos taurus* x *Bos indicus* fueron identificados individualmente con hierro caliente y desparasitados con Ivermectina® 21 días previos al inicio de una fase de evaluación de 90 días. Grupos de 13 animales se alojaron en tres corrales colectivos techados (32 m<sup>2</sup> cada uno), con piso de concreto, y suministro agua y alimento *ad libitum*, siendo estratificados de acuerdo a su peso vivo (427 ± 20,6kg/animal) y condición corporal (3,6 ± 0,3 puntos) para ser asignados a tres tratamientos en los cuales a una ración constituida por afrechillo de trigo (59,5%), cama de pollo (20%), melaza de caña (20%) y sal (0,5%), se le incorporó cerdaza procedente de separador tipo rodillos “Roll-Press” a niveles de 10, 20 y 30% en base seca en sustitución del afrechillo de trigo. La escogencia de este tipo de cerdaza responde a que es el esquema de procesamiento presente en la granja integral donde se desarrolló el estudio. El consumo de alimento se determinó por la diferencia en base seca entre el alimento ofrecido y dejado semanalmente por lote de animales asignados a cada tratamiento. Los animales se pesaron individualmente al inicio de la evaluación y luego una vez al mes en una balanza electrónica (RUDDWEIGH, Mod. 1200Km2E) con apreciación de 0.5kg.

Muestras de las raciones en evaluación fueron colectadas a lo largo del ensayo, secadas a 65°C y molidas a través de una criba de 1 mm para determinar proteína cruda y extracto etéreo, fibra detergente neutro y ácido, calcio, fósforo, azufre y desaparición ruminal de la materia seca a las 48 h, de acuerdo a las metodologías descritas previamente.

### Análisis estadístico

La ganancia de peso vivo se obtuvo por ajuste a través de un modelo autoregresivo de primer orden utilizando el método de estimación iterativo de Yule-Walker por cada animal, donde la variable respuesta fue el peso registrado y la variable independiente el tiempo. Las medias de peso vivo inicial y ganancia diaria de peso se evaluaron a través de un diseño completamente aleatorizado, analizando la información con el paquete estadístico SAS, mediante el procedimiento GLM y la prueba de rangos múltiples de Duncan [19, 20].

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química y valor nutricional de las cerdazas se presentan en la TABLA I. En líneas generales, se ob-

serva una gran variabilidad en las fracciones consideradas, la cual según diversos autores está sujeta la concurrencia de factores como el estado fisiológico de los animales, sistema de alimentación y las diferentes estrategias que se pueden utilizar para procesamiento o recolección de los residuos [2, 3, 4, 11]. El efecto más resaltante de los mecanismos de separación evaluados es sobre el contenido de humedad de los sólidos, obteniéndose un material con 81,9 % de humedad para el caso de la separación por gravedad y 73,3 y 72,9% en los sistemas mecánicos; diferencia atribuida, a la mayor eficiencia de estas dos estrategias.

La proteína cruda ( $17,6 \pm 0,6\%$ ) presenta poca variabilidad asociada a las estrategias de procesamiento, con un valor dentro del rango de 8-28% reportado por otros autores [2, 4, 6, 8, 11, 18]. Del estudio de la fracción de proteína indigestible en el intestino (PI), se desprende que un  $18,5 \pm 1,6\%$  de la proteí-

na total presenta restricciones en su disponibilidad para el metabolismo animal. Aunque no fue evaluado, se estima que el valor reportado como PI representa no sólo al componente asociado a la pared celular, sino también al contenido en la cutina (pelos y otras descamaciones de los animales) y/o queratina (exoesqueleto de insectos). Los valores correspondientes a las fracciones de FND ( $65,8 \pm 9,5\%$ ) y FAD ( $35,4 \pm 6,8\%$ ) son similares a los citados para pastos tropicales de mediana a baja calidad nutricional, aunque muestran una relación celulosa:lignina de 2,3:1, inferior al nivel de 4,4:1 frecuentemente alcanzado por estos mismos pastos. La degradabilidad *in situ* de la materia seca ( $37,2 \pm 8,8\%$ ) es equivalente a lo reportado en la literatura para este material (31,6%), y se puede considerar como consecuencia directa del nivel y estructura de la fracción fibrosa [2, 8].

El contenido de minerales (TABLA II) se presenta elevado ( $12 \pm 5,6\%$ ), con una buena participación del calcio y

**TABLA I**  
**COMPOSICIÓN QUÍMICA (% BS) Y VALOR NUTRICIONAL DE CERDAZAS DE ACUERDO A SU ESTRATEGIAS DE PROCESAMIENTO**

	Procesamiento*		
	A	B	C
Materia seca (105°C)	26,7	18,1	27,1
Proteína cruda	18,4	17,5	17,1
PI	3,0	3,5	3,3
Extracto etéreo	4,0	3,5	1,4
FND	73,0	55,1	69,5
FAD	30,9	30,2	45,0
Lignina	8,4	8,2	14,9
Celulosa	21,3	19,9	27,9
DMSIS	44,2	40,1	27,4

\*Estrategias de procesamiento: Tamizado y extracción de líquidos con sistema de rodillos Roll-Press (A) ó separador de tamiz inclinado (B) o sistema de tornillos "sin fin" (C), PI: Proteína indigestible, FND: Fibra neutro detergente, FAD: Fibra ácido detergente, DMSIS: Degradabilidad de la materia seca *in situ* (48 h).

**TABLA II**  
**COMPOSICIÓN MINERAL DE CERDAZAS DE ACUERDO A SU ESTRATEGIA DE PROCESAMIENTO**

	Procesamiento*		
	A	B	C
Cenizas (%)	5,6	14,6	15,8
Calcio (%)	1,21	3,12	3,48
Fósforo (%)	0,55	1,54	1,74
Azufre (%)	0,28	0,42	0,62
Cobre (ppm)	145	418	265
Hierro (ppm)	1334	3215	3665
Relación:			
Ca:P	2,2:1	2,0:1	2,0:1
N:S	10,3:1	6,7:1	4,3:1

\* Estrategias de procesamiento: Tamizado y extracción de líquidos con sistema de rodillos "Roll Press" (A) ó separador de tamiz inclinado (B) o sistema de tornillos "sin fin" (C), Ca: Calcio, P: Fósforo, N: Nitrógeno, S: Azufre.

fósforo, lo que sitúa a la cerdaza como una importante fuente de estos elementos. A pesar de la alta variabilidad, los contenidos de cobre ( $276 \pm 136,8$  ppm) y hierro ( $2738 \pm 1236,5$  ppm) están por encima de los niveles considerados como máximos permitidos en raciones para bovinos de carne, identificados en 115 ppm y 1000 ppm para cobre y hierro, respectivamente [12]. La relación nitrógeno: azufre es de 6,4:1, siendo inferior al 12:1 requerido por bovinos de carne para una eficiente síntesis de proteína microbiana [12,14]. Con respecto a lo anterior, es importante señalar que los niveles considerados como umbral para la presencia de efectos tóxicos en bovinos a consecuencia de altas concentraciones dietarias de cobre y hierro son dependientes de las concentraciones de molibdeno y azufre en la ración, ya que estos últimos minerales regulan la tasa de absorción intestinal de cobre y hierro [12], así como de la participación relativa de los vehículos de estos minerales en la ración total.

En la TABLA III se muestra la composición química y el valor nutricional de las raciones evaluadas. Los valores obtenidos reflejan la participación de las materias primas empleadas, y dentro de lo reportado para animales con similar manejo alimentario [2, 9], resaltando la relación directa entre el nivel de inclusión de cerdaza y el contenido de humedad de la ración. A pesar de lo anterior, las raciones fueron manipuladas con facilidad, y partiendo de su elaboración interdiaria, no se observaron signos evidentes de descomposición a nivel de comedero.

El consumo relativo de alimento, estimado como valor medio para grupos de animales por tratamiento, fue de  $3,3 \pm 0,4\%$  del peso vivo, lo cual es superior al 2,1% estimado de acuerdo a la degradabilidad de las raciones empleadas [12]. Esto es atribuido a la elevada tasa de pasaje esperada con materiales de granulometría fina y bajo suministro *ad libitum*. En términos absolutos, el consumo presentó un valor promedio de  $14,1 \pm 1,4$  kg MS/animal/día, con una conversión de

alimento de  $14,2 \pm 0,5$  kg alimento BS/kg de ganancia. La ganancia de peso fue independiente del nivel de inclusión de cerdaza, con un valor de  $0,958 \pm 0,06$  kg/animal, similar a lo reportado por Campabadal [2], quien obtiene ganancias de peso de 0,850 y 1,010 kg/animal en vacunos en ceba bajo raciones con 27 y 50% de inclusión de cerdaza, respectivamente.

La oferta de fracciones nutricionales en todos los tratamientos se ubicó por encima de los requerimientos estimados para bovinos de carne de 450kg de peso vivo con ganancias diarias de peso de 900g [12], siendo que el elevado aporte de la cerdaza en lo relativo a minerales, particularmente calcio y fósforo, generó excedentes en estos nutrientes. La relación P/E a nivel ruminal, expresada como la proporción entre el consumo de nitrógeno fermentable y la materia orgánica degradable en el rumen presentó un valor estimado de  $29,4 \pm 2,9$ g/kg, lo cual se ajusta al rango considerado como de máxima eficiencia de uso de recursos fibrosos [16].

Los resultados demuestran la posibilidad de sustitución por cerdaza de hasta el 30% en base seca de materiales fibrosos de medio valor nutricional, como el afrechillo de trigo, en raciones completas para vacunos de ceba en confinamiento, sin deterioro de los índices productivos de estos animales, TABLA IV.

## CONCLUSIONES

Independientemente de las estrategias de procesamiento y/o recolección de la cerdaza, su composición química y valor nutricional la ubican como un material similar a subproductos del procesamiento agroindustrial de cereales con elevado contenido de nitrógeno. Su inclusión en raciones para vacunos de ceba en confinamiento hasta un 30% en sustitución de la fracción de afrechillo de trigo, no generó diferencias en la respuesta animal en términos de ganancia de peso vivo ( $0,958 \pm 0,06$ kg/animal/día), con consumos de  $14,1 \pm 1,4$ kg MS/animal. En general, de acuer-

TABLA III  
COMPOSICIÓN QUÍMICA (% BS) Y VALOR NUTRICIONAL DE RACIONES EXPERIMENTALES PARA CEBAS DE VACUNOS EN CONFINAMIENTO

	Raciones*		
	Cerdaza-10	Cerdaza-20	Cerdaza-30
Materia seca (105 °C)	67,8	58,3	49,3
Proteína cruda	16,4	15,8	16,5
Cenizas	12,4	11,9	12,5
Extracto etéreo	2,8	3,0	3,7
FND	37,0	36,5	51,1
FAD	18,3	19,4	21,3
Ca	1,29	1,28	1,55
P	1,05	0,90	0,87
S	0,40	0,47	0,49
DMSIS	80,1	80,5	77,0

\* Nivel de inclusión de cerdaza en la ración: 10 % (cerdaza-10), 20 % (cerdaza-20) y 30 % (cerdaza-30), FND: Fibra neutro detergente, FAD: Fibra ácido detergente, Ca: Calcio, P: Fósforo, S: Azufre, DMSIS: Degradabilidad de la materia seca *in situ* (48 h).

TABLA IV  
**CONSUMO, PESO VIVO INICIAL, GANANCIA DE PESO Y CONVERSIÓN DE ALIMENTO DE VACUNOS DE CEBAS EN CONFINAMIENTO UTILIZANDO RACIONES CON DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE CERDAZA**

	Raciones*			DE**
	Cerdaza-10	Cerdaza-20	Cerdaza-30	
Consumo				
kg MS/animal/día	15,5	14,7	12,2	
kg MS/PV <sup>0.75</sup>	0,154	0,150	0,118	
Peso vivo inicial (kg)	423,7	412,3	444,0	
GDP (kg/animal/día)	0,980	1,024	0,870	20,6
Conversión (kg MS/kg GDP)	14,9	14,1	13,6	0,1

\* Nivel de inclusión de cerdaza en la ración: 10 % (cerdaza-10), 20 % (cerdaza-20) y 30 % (cerdaza-30), \*\* DE: Desviación estándar.

do a las respuestas obtenidas en este trabajo, la cerdaza se presenta como una alternativa potencial a la integración vertical de sistemas de producción animal, reduciendo la contaminación producida por la acumulación de éstos desechos en las granjas porcinas. Su elevado contenido de humedad (72,9-81,9%) debe ser considerado en el diseño de esquemas para su incorporación a sistemas de producción animal.

#### AGRADECIMIENTO

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Granja "Casa Blanca" en Zuata-Edo. Aragua, por la colaboración prestada en el desarrollo experimental, así como al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH) de la Universidad Central de Venezuela por el financiamiento de esta investigación a través del Proyecto Individual N° 01-36-4239-1998.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AOAC. **Official Methods of Analysis** (14° ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington. 1984.
- [2] CAMPABADAL, C. Utilización de la cerdaza en la alimentación del ganado bovino. **Nutrición Animal Tropical**. 3 (1): 19-41. 1994
- [3] CIFUENTES, L.; SOTO, R. Aporte de los animales a la caicultura sostenible de los andes occidentales de Colombia. In: **Sistemas Pecuarios Sostenibles para las Montañas Tropicales**. (Eds. Moreno, F. Osorio, H. Walthan, N. y Espinel, R.) CIPAV y CENDI. Cali. 79-91 pp. 1995.
- [4] ESPEJO, ROSARIO. **Porcicultura intensiva y medio ambiente en México. Situación Actual y Perspectivas**. <http://www.cipav.org.co/conf/index.htm>. 1999.
- [5] FICK, K.; MCDOWELL, L.; MILES, P.; WILKINSON, N.; FUNK, J.; CONRAD, J. **Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales**. 2<sup>da</sup> ed. Universidad de Florida. Gainesville, USA. 1979.
- [6] FIGUEROA, VILDA. **Producción porcina con cultivos tropicales y reciclaje de nutrientes**. (Ed. Fundación CIPAV). Colombia. 155p. 1996.
- [7] FONTENOT, J.; SMITH, L.; SUTTON, A. Alternative utilization of animal wastes. **J. Animal Sci.** 57 (Suppl. 2): 221-233. 1983.
- [8] GERIG, NUVIA; RODRÍGUEZ, H.; COMBELLAS, J.; GABALDÓN, L. Influencia del nivel de cama de pollos en la ración sobre algunas características de la digestión ruminal y la ganancia de peso de toros en ceba. **Zootecnia Tropical**. 18: 323-335. 2000.
- [9] GUADA, J. Modelo de Cornell de valoración de dietas para rumiantes. In: **XII Curso de Especialización FEDNA. Avances en Nutrición y Alimentación Animal**. (Eds: Rebollar, P.; Blas, C.; Mateos, G.) Madrid. pp 307-327. 1996.
- [10] GUTIÉRREZ, E.; KU, J. Utilización del estiércol de cerdo en la alimentación de los rumiantes. **Nutrición Animal Tropical** 3 (1): 19-41. 1996.
- [11] HARRIS, W.; POPAT, P. Determination of phosphorus content of lipids. **J. Anim. Oil Chem. Soc.** 32: 124-127. 1954.
- [12] NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. National Academic Press. Washington D.C. 2000.
- [13] MARNR, 2001. Sistema Nacional de Información Hidrológica y Meteorológica (SINAIHME). Dirección de Hidrología y Meteorología. Caracas, Venezuela.
- [14] MCDOWELL, L.; CONRAD, J.; HEMBRY, F. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. 2<sup>da</sup> Ed. **Bulletin Department of Animal Science**. Center of Tropical Agriculture. University of Florida. Gainesville, Fla., USA. 76 pp. 1993.
- [15] RSKOV, E.; HOVELL R.; MOULD F. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. **Producción Animal Tropical**. 5 (3): 213-233. 1980.

- [16] PRESTON, T.; LENG, R. **Adecuando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados al nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico**. CONDRIT. Cali. 312 p. 1989.
- [17] SALAZAR, J. **Producción de cerdos según entidad federal**. Facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Cátedra de Economía Agrícola. Maracay. 20 p. 2000.
- [18] SALAZAR, G.; CUARÓN, J. Uso de los desechos de origen animal en México. In: **Tratamiento y Utilización de los Residuos de Origen Animal, Pesquero y Alimenticio en la Alimentación Animal**. (Eds Vilda Figueroa y M. Sánchez). FAO. Cuba. 111–127. 1997.
- [19] SAS. **Statistical Analysis System Institute Inc. SAS/STAT User's guide**. Version 6, Cary, NC. 1985.
- [20] STEEL, R.; TORRIE, J. **Bioestadística: Principios y Procedimientos**. 2<sup>da</sup> Edic. Mc Graw-Hill. Bogotá. 622 p. 1985.
- [21] VAN SOEST, P.; ROBERTSON J.; LEWIS B. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.** 74: 3583-3597. 1991.