

## **DIGESTIBILIDAD DE RACIONES DE SORGOS CON TANINOS Y SUS EFECTOS EN EL METABOLISMO DEL CERDO. (1)**

Digestibility of sorghum rations with different tannin levels content  
and their effect on pig metabolism

Recibido 10/10/91 Aceptado 20/10/92.

**ESTEVEZ LEYTE R. (2), R.O. BRAUN (2), J.E. CERVELLINI (2),  
A.L. RONCHI (3), A. GRASANO (3) y M.I. CERVELLINI (3).**

CONICET. Area de Producción Animal, Fac. de Agronomía y Depto de Química,  
Facultad de Cs. Exactas y Naturales, UNLPam, Argentina.

### **RESUMEN**

Se probaron cuatro dietas para cerdos en crecimiento a base de sorgo con distintos tenores de taninos: alto (T3); medio (T2); bajo (T1); y muy bajo (T0), esta última como testigo.

Las dietas se formularon con igual contenido en proteína (16% P.B.), y en energía (13,8 MJ EM/kg); se evaluaron en cuatro repeticiones en un diseño al azar con un cerdo DxHxLW por repetición en jaulas individuales de metabolismo. No se encontraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) para la ganancia diaria y consumo de alimento en los tratamientos, pudiéndose observar una pequeña diferencia biológica desfavorable en el T3 en la eficiencia de conversión alimenticia (T0: 2,7:1 vs. T1 2,8:1; T2: 2,8:1; y T3: 3,0:1. La mayor pérdida de energía fue para las heces y relativamente pequeña en la orina. El costo energético para mantenimiento fue favorable significativamente ( $p < 0,05$ ) para el testigo 12,81 MJ/kg<sup>0,75</sup> vs. T1: 14,77; T2: 15,73; y T3: 14,33. El pasaje de proteína bruta a proteína digestible fue menos eficiente en los tratamientos con alto contenido de taninos, estos actúan de inmediato en el tracto digestivo inhibiendo en parte el metabolismo de las proteínas. La eficiencia del nitrógeno y de la energía se obtuvo en función de las diferencias que existen a raíz del metabolismo digestivo, y se midió teniendo en cuenta la proteína consumida y retenida; y el coeficiente de metabolización. No se encontraron diferencias significativas en los valores de digestibilidad de las distintas raciones. El costo de energía para producir grasa fue favorable para los tratamientos con taninos (4,56 MJ/kg<sup>0,75</sup> para el testigo vs. T1: 3,76; T2: 2,63; y T3: 4,52), valores semejantes a los costos de producción de músculo (4,35 MJ/kg<sup>0,75</sup> para el testigo vs. T1: 4,43; T2: 4,64; y T3: 3,84), pero la composición corporal resultó ser inferior para la producción de grasa. El método espectrométrico indirecto fue exitoso para determinar taninos cuya base química

(1) Trabajo presentado en el 15° Congreso Argentino de Producción Animal-Huerta Grande-Córdoba. Del 6 al 8 de Junio de 1990.

(2) Ing. Agr., Docente de la Facultad de Agronomía-UNLPam. CC 300. (6300). La Pampa.

(3) Lic. en Química. Docente de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UNLPam, Santa Rosa, (6300), La Pampa.

es la catequina, que son los verdaderamente antimetabólicos frente al de Folin Denis que es sumamente lento y determina todos los compuestos polifenoles de la muestra expresándolos en % de equivalente ácido tánico, asignando un valor que no es correcto.

**Palabras claves:** taninos, digestibilidad, metabolismo del cerdo.

## SUMMARY

Four diets for growing pigs based on grain sorghums with different tannin levels were approved: High (T3), medium (T2), low (T1), and a very low one as a control (T0). Diets were isonitrogenous (16%GP) and isoenergetic (13,8 MJ/kg) ones; they were valued in four replicate animals received each diet using a randomized design, with one pig D<sub>x</sub>H<sub>x</sub>LW, in metabolism cages. No significant differences were found ( $p > 0,05$ ) for daily gain and daily feed intake on treatments, observing an unfavorable slight biological difference on T3 on feed gain (control: 2,7:1 vs. T1: 2,8:1, T2: 2,8:1 and T3: 3,0:1). The largest energy loss was on the feces and relatively slight on urine. The energetic maintenance cost significantly favorable ( $p < 0,05$ ) for the control 12,81 MJ/kg<sup>0,75</sup> vs. T1: 14,77; T2: 15,73; and T3: 14,33. GP to DP conversion was less efficient on treatments with high tannin content, indicating that tannins act immediately at digestive tract inhibiting part of protein metabolism. Nitrogenous and energy's efficiency was obtained due to differences that exist owing to the digestive metabolism. It was measured taking into account the protein wasted away and retained and the metabolic coefficient. No significant differences were found on the digestibility values of different diets. The energy cost to produce fat was favorable for tannin treatments (4,56 MJ/kg<sup>0,75</sup> for the sample vs. T1: 3,76; T2: 2,63; and T3: 4,52) values similar to muscle production (4,35 MJ/kg<sup>0,75</sup> for the sample vs. T1: 4,43; T2: 4,64 and T3: 3,84), but corporal composition resulted to be inferior for fat production. The indirect spectrometric method was successful in time and drug saving and for the analysis of tannin with "catequina" as a chemical base which is the real antimetabolic factor, compared to Folin Denis method which is very slow and determines all the polyphenol composed in the sample expressing in equivalent percentage of tannin acid, giving an incorrect value.

**Key words:** tannin, digestibility, pig metabolism.

## INTRODUCCION

En nuestro país el sorgo se ha convertido en uno de los principales cereales; su espectacular evolución data de unos quince años, marcando un notable cambio en el panorama agrícola del país. El sorgo tiene la particularidad de adaptarse muy bien a las regiones semiáridas como así también a las de climas más húmedos. En los países africanos, donde es originario este cereal, se usa en una alta proporción (80%) para la alimentación humana, mientras que en el resto del mundo se lo utiliza casi en su totalidad como alimento para el ganado. La íntima relación existente entre la producción porcina y la cerealera parte del hecho de que los granos constituyen el alimento básico; en las raciones balanceadas integran cerca del 75% al 85% de los costos de producción de un animal listo para faena (CUHNA, T.J., 1983, y PINHEIRO MACHADO, L.C., 1973).

La calidad del sorgo como alimento está influenciada por varios factores, entre ellos el tenor de proteínas, composición de aminoácidos, valor energético y la presencia de sustancias inhibitoras. Uno de los mayores problemas quizá sea su bajo contenido en lisina, el cual es posible mejorar por parte de los

fitomejoradores, o bien mediante una correcta formulación de las raciones. Otro problema es el que atañe al efecto negativo que ejercen las sustancias tánicas del grano de sorgo sobre los animales alimentados con este cereal; prácticamente la información sobre los efectos perjudiciales de los taninos está relacionada con la alimentación de las aves, quedando algunos interrogantes sobre los posibles efectos de los taninos en la nutrición de los cerdos

Featherston y Rogler, (1975), ponen de manifiesto una inferioridad en el crecimiento y en la asimilación entre los animales alimentados con alto nivel de taninos frente a los alimentados con sorgos de bajo contenido tánico. Almond, Smith, Savage y Lawrance, (1979), y Fekete y Casting, (1987), han observado menor digestibilidad de la energía y de la proteína en algunas variedades de sorgo en que los granos tenían color pardo, presumiblemente ricos en taninos, que en las variedades de color amarillo; y citan una asociación negativa entre el contenido de taninos en el grano y la digestibilidad de la fracción proteica por inhibición de las enzimas digestivas.

Esteves, Braun y Cervellini (1989), señalan que algunos sorgos con valores altos en taninos se comportan de la misma manera que sorgos con bajo contenido en el metabolismo animal cuando integran raciones perfectamente balanceadas, atribuyendo probablemente estas discordancias a los procedimientos de análisis químicos que no se adecúan específicamente a los taninos con efectiva acción antimetabólica, sobre todo para aquellos métodos químicos utilizados para determinar taninos que marcan polifenoles totales y no los funcionales.

Rostagno y Garriz (1986), reemplazaron el maíz de las raciones para cerdos por sorgo, encontrando que cuando se trata de sorgos con alto contenido de taninos sólo puede reemplazarse hasta el 50% del maíz en la ración, mientras que en los de bajo tenor se puede sustituir al maíz completamente. Por otro lado, Pond y Maner (1974), se refieren a la falta de palatabilidad en los sorgos ricos en taninos.

Los taninos son un grupo de polifenoles que se los clasifica en: a) Hidrolizables: se componen de varios grupos de ácido gálico unidos a un residuo central de glucosa por un enlace ester, el término ácido tánico se refiere a estos compuestos; y b) Condensados: se basan en los compuestos flavan-3-ol (catequina), y flavan 3-4-diol. Los taninos condensados en general son polímeros del flavan 3-4-diol y de la catequina. Según Bate, Smith y Rasper (1969), el principal tanino del sorgo sería del tipo de los condensados, recibiendo el nombre de "luteoforol", y que un mg de éste equivale aproximadamente a 1,5 mg de ácido tánico, y que representaría del 1% al 25% del tanino total del sorgo medido por el método de Folin Denis. El hecho de ser un tanino condensado pone en tela de juicio algunas experiencias realizadas por algunos investigadores que trabajaron

ácido tánico industrial agregado a las dietas, que por ser hidrolizable es de composición química muy diferente.

La determinación del contenido de taninos en sorgos es aún un problema no del todo resuelto por la química analítica, ya que los patrones utilizados, sea ácido tánico o catequina, presentan sus diferencias con los taninos del sorgo.

En el presente trabajo se trato de determinar el contenido de taninos de diferentes híbridos de sorgo, utilizando distintos métodos químicos para determinar esta sustancia. Se observó la influencia de estos sorgos como ingredientes de dietas para cerdos en la "performance" animal, evaluándose la digestibilidad de las distintas raciones; el balance y la eficiencia de utilización del nitrógeno y de la energía, completándose un balance de los taninos en el metabolismo animal.

## **MATERIALES Y METODOS**

Se ensayaron 4 dietas para cerdos en crecimiento con distintos tenores de taninos: alto (A9802), medio (relámpago R), bajo (NK180) y un testigo (GR112) con un tenor muy bajo (Cuadro 2). Las dietas se formularon a partir de distintos híbridos de sorgo, a los cuales se les determinó su contenido en ácido tánico, utilizando para ello dos métodos para dosaje de taninos en grano de sorgo (Cuadro 1), las dietas se formularon con 16% de P.B., y 13,80 MJ/kg de energía digestible, con agregados de suplementos proteicos y vitamínicos minerales hasta alcanzar los requerimientos nutritivos de los cerdos tratados de 50 kg promedio de peso vivo (Cuadro 3).

Todas las dietas se evaluaron cuantitativamente tomando como parámetros el aumento de peso diario, consumo de alimento y eficiencia de conversión alimenticia; y cualitativamente a través de la digestibilidad "in vivo", la eficiencia del nitrógeno y de la energía que se midió teniendo en cuenta la proteína consumida y retenida, y el coeficiente de metabolibilidad, y se determinó taninos en las heces de cada una de las raciones ensayadas (Whittemore, C.T. y Elsey, F.W.H., 1978).

Para cada dieta o tratamiento se efectuaron 4 repeticiones con un individuo por repetición, en un diseño completamente al azar, todos machos castrados cruzas Duroc Jersey x Hampshire x Large White.

Respecto a los distintos métodos de determinación de taninos, se probaron el tradicional de Folin Denis, el espectrométrico indirecto y el de vainillina-HCl, éste último solamente se lo utilizó en la determinación de taninos en las heces como alternativa de comparación de valores con el método indirecto.

La determinación de proteína en todos los casos se realizó por el método de Kjeldhal, la humedad se determinó sobre 10 grs. de muestra secado durante seis horas en estufa de aire forzado a 130°C .

Respecto a la metodología de trabajo para probar las raciones en las jaulas de digestibilidad fue la siguiente:

- 1.-Se probaron las raciones simultáneamente.
- 2.-Se procedió a 10 días de acostumbramiento a la jaula y a la ración; posteriormente se hicieron 8 días de medición.
- 3.-Se alimentó dos veces por día , una a la mañana y otra a la tarde durante 40-45 minutos, pesando posteriormente el sobrante en bandejas taradas.
- 4.-Al día siguiente de comenzado el ensayo se recogían las heces en recipientes tarados donde se procedía al peso de las mismas.
- 5.-Posteriormente, en recipientes adecuados, se homogeneizaban las heces con un taladro o batidor; se agregaba agua destilada al doble del peso en heces, de allí se tomaba una alícuota para calcular la materia seca excretada por día. Al cabo de los ocho días se medía el total de materia seca excretada, con ésta y junto al valor de la materia seca del alimento y el consumo, se calculaba el porcentaje de digestibilidad de cada ración.
- 6.-De otra alícuota obtenida en el punto 5 se procedía al calculo de proteína para determinar junto a la proteína del alimento la retención del nitrógeno. Los cálculos de energía fueron ponderados teniendo en cuenta las pérdidas de energía a través del metabolismo animal de esta especie; en este caso particular se trabajó con cerdos de 50 kg promedio; valor que le corresponde 18,8 kg<sup>0,75</sup> de tamaño metabólico, a los cuales se le calculó una demanda mínima de energía por día de 570 a 800 KJ de EM/kg<sup>0,75</sup>, para mantener sus procesos vitales de metabolismo basal, (Whittemore, C.T. y Elsey, F.W.H. (1978).

Respecto a las pérdidas por orina se midieron recolectando la misma en recipientes donde se medía el volumen excretado diariamente, se agregaba ácido sulfúrico 10N para mantener el ph bajo y evitar pérdidas de nitrógeno por evaporación ; de allí se tomaba una alícuota proporcional al volumen del recipiente y se procedía al cálculo de nitrógeno retenido. Los cálculos de energía fueron ponderados de la misma forma que en heces.

El análisis estadístico se realizó por Anova y las diferencias de las medias por el test de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La digestibilidad de las raciones no tuvieron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ), aunque los valores presentan una ligera tendencia a favor de los tratamientos con dietas de menor contenido en taninos; son valores muy aceptables en este tipo de raciones. Las pérdidas en heces de proteína bruta fueron mayores en los tratamientos con alto contenido en taninos, asimismo es notorio observar las diferencias en el contenido de proteína bruta en la orina pero en forma inversa, esto estaría directamente relacionado de alguna manera a la cantidad de orina excretada por cada animal, valor que osciló entre 1.200 a 1.800 ml/día/animal, para animales del mismo peso vivo. Estas situaciones determinarían que los taninos inhiben en parte el metabolismo de las proteínas en forma inmediata, situación que se manifiesta en el porcentaje de proteína bruta en las heces, como lo señalado por Almond, et al. (1979), y Whittemore, et al. (1978), (Cuadro 4).

Si tomamos en cuenta la sumatoria de pérdida de nitrógeno en heces y orina, hay similitud en todos los tratamientos, aparentemente los taninos bloquean parte del nitrógeno proteico que se ingiere con la ración antes de que sea metabolizado, haciéndose más eficientes en la retención del mismo aquellos tratamientos que sufrieron mayores pérdidas al inicio del proceso digestivo (Cuadro 8).

No existieron diferencias significativas en el aumento de peso, consumo de alimento y eficiencia de conversión alimenticia (Cuadro 5), el cálculo de la energía retenida para formar músculo y grasa se obtuvo en función de la ganancia diaria y de la composición de la misma (Cuadro 9), resultando que el gasto de energía para mantenimiento fue favorable para el testigo, en tanto que para formar músculo osciló entre 3,84 MJ de Em/kg<sup>0,75</sup> en el T3; 4,64 en T2; 4,43 en T1; y 4,35 en el testigo, los gastos energéticos para producir grasa fueron de 4,52 MJ de EM/kg<sup>0,75</sup> en T3; 2,63 en T2; 3,76 en T1; y 4,56 en el testigo, valores semejantes a los anteriores pero la composición corporal de grasa resultó ser inferior (Cuadros 6 y 9).

La mayor pérdida de energía fue a través de las heces, mientras que para la orina fue relativamente pequeña; no se consideró la pérdida por gases puesto que en los monogástricos es prácticamente nula. Los valores de pérdida de energía por mantenimiento pueden admitirse como adecuados si se tiene en cuenta que se trabajó en una edad fisiológica joven donde se debe considerar que hay una mayor superficie corporal expuesta al medio; si bien la actividad física determina un costo excedente de energía, en este caso no se tuvo en cuenta ya que los animales se encontraron durante el ensayo sin posibilidad de desplazarse, limitándose a pararse y a acostarse.

El Cuadro 7 nos señala la eficiencia del uso de la energía en función del consumo diario. El Cuadro 10 señala valores cercanos al 60 % de eficiencia en el uso de la proteína, remanente que los cerdos utilizaron para su mantenimiento y composición corporal; este valor se puede mejorar provocando una buena relación proteína-energía, y una adecuada disponibilidad y relación de aminoácidos esenciales; podríamos suponer que en el caso de suministrar dietas con valores altos en taninos deberíamos formularlas de manera que las proteínas de las mismas sean altamente digestibles para mejorar la eficiencia en el pasaje de proteína bruta a metabolizable.

En el Cuadro 2 se pueden observar los valores de taninos suministrados en cada dieta y los obtenidos en las heces; estos se obtuvieron a través del método espectrométrico indirecto y Folin Denis para el alimento, el método de la Vainillina-HCl reemplazó al de Folin Denis en las heces, puesto que este último presentó dificultades en la lectura de dichos valores, el hecho de ser colorimétrico las sustancias polifenoles fueron enmascaradas por componentes de las heces, en tanto el de la Vainillina-HCl extrae a estas sustancias con metanol y HCl al 1%, evitando así esta dificultad.

## CONCLUSIONES

Si bien lo ideal hubiera sido utilizar el método de la Vainillina-HCl para la determinación de los taninos en los sorgos ensayados, valores que hubieran significado adecuados para compararlos con los de las heces, la utilización del método espectrométrico indirecto significó un ahorro de tiempo importante en las determinaciones debido a su baja complejidad para llevarlo a cabo, como así también en insumos de drogas de muy bajo costo. Se destaca el éxito del mismo en la determinación de taninos en heces, datos que pueden considerarse inéditos, ya que en la mayoría de los casos los autores señalan estos valores únicamente en los granos. En este método los valores se expresan en mg de ácido tánico valor que refleja una mayor seguridad respecto al tradicional de Folin Denis que lo hace en % en equivalente de ácido tánico, posibilitando así la valoración de otras sustancias polifenoles diferentes a las que componen los taninos en cuestión.

Los animales que ingirieron dietas con valores altos de ácido tánico excretaron en heces más proteínas bruta que los que fueron alimentados con raciones de menor contenido, en tanto que en la excreción de orina se presentó una situación inversa. Podríamos suponer que los taninos bloquean parte de la proteína bruta ingerida antes de que sea metabolizada. Este proceso es más eficiente cuanto más digestible es la proteína ingerida.

Los valores de digestibilidad de las distintas raciones son muy aceptables, como así también los valores de eficiencia en el uso de la proteína que rondaron en

el 60%, aunque se podría mejorar en este estado fisiológico provocando una buena relación proteína-energía y adecuada disponibilidad y relación de aminoácidos esenciales, es decir con una dieta de alto valor digestible.

Si bien los costos energéticos para la síntesis de grasa y músculo fueron semejantes, la composición corporal resultó mucho más eficiente para la producción de músculo. Cuanto más indigestible sea una ración las necesidades energéticas de mantenimiento van a ser mayores, siendo escaso el remanente para producir músculo y grasa.

## BIBLIOGRAFIA

- ALMOND, M., SMITH, W.C., SAVAGE, G.P. y LAWRENCE, T.L.V., 1979. A comparison of two contrasting types of grain sorghum in the diet of the growing pigs. *Animal Production*, 29: 149-150.
- BATE, SMITH, E.C., y RASPER, V., 1969. Tannins of grain sorghum. Luteoforol (leucoluteolinidin), 3,4,4,5,7-pentahydroxiflavan. *J. Food Sci.* 34: 203.
- CUNHA, T.J., 1977. Nutrición y alimentación de los cerdos. Primera edición en español, 1983. Ed. Hemisferio Sur, 352 pp.
- ESTEVEZ LEYTE, R., BRAUN, R.O., y CERVellini, J.E., 1989. Utilización de sorgos con diferentes tenores de taninos en las dietas para cerdos en crecimiento y engorde. *Rev. Fac. de Agronomía, U.N.L.Pam, Argentina*, vol. 4, N°2: 11-28.
- FEATHERSTON, W.R. Y ROGLER, J.C., 1975. La interferencia de los taninos en la asimilación del grano de sorgo por los animales monogástricos. Universidad de Purdue, West Lafayette, Indiana. *EE.UU.* 47:907.
- FEKETE, J. y CASTING, J., 1987. Utilisation de sorghos á diferentes teneurs en tanins par le porcelet sevre. 19 émes journées de la recherche porcine en France. París, France. *Institute Technique du Porc*, 327-331.
- PINHEIRO MACHADO, L.C., 1973. Los cerdos. Trad. de la 1a ed. por Vieytes, C. Porto Alegre, Brasil. Hemisferio Sur. 526 pp.
- POND, W.C., y MANER, J.H., 1974. Producción de cerdos en climas templados y tropicales. Ed. Acribia. 875 pp.
- ROSTAGNO, H.S. y GARRITZ, P., 1986. 1 - Valor nutritivo de híbridos comerciales de sorgo granífero. Tanino. Crecimiento, digestibilidad "in vitro" y energía metabolizable. 2 - Valor nutritivo de híbridos comerciales de sorgo granífero. Combinaciones de sorgos y suplementación con proteína y metionina. *Rev. A.A.P.A.* vol 4 371: 388.
- WHITTEMORE, C.T. y ELSEY, F.W.H., 1978. Alimentación práctica del cerdo. Editorial Aedos. 213pp.

## Agradecimiento:

Los autores agradecen a la Lic. en Química, Susana Boeris y a la profesora Mirta Arhex, del Dpto. de Química de la Fac. de Cs. Exactas y Naturales de la

U.N.L.Pam., por las facilidades que ofrecieron para llevar adelante todos los análisis químicos necesarios para este estudio; y al Dr. Pedro Stritzler, Profesor Asociado de la Cátedra de Nutrición Animal de la Fac. de Agronomía de la U.N.L.Pam, por la colaboración prestada en la orientación de la metodología utilizada.

Cuadro 1. Contenido de taninos y nitrógeno de distintos cultivares de sorgo utilizados para formular las distintas raciones, en base seca.

DETERMINACIONES QUIMICAS

Cultivar	Método Indirecto (++)	Follin Denis (+++)	% Nitrógeno
GR121RP	1.999	1.5242	1
GR112	0.273	0.3175	1.49
GA405	no sensible	0.3342	0.9376
MORGAN851	0.818	0.7533	1.50
NK 180	1.131	1.0958	1.2
PIONEER 8333	0.202	0.5142	1.45
NK 2670	0.414	0.6433	1.26
RELAMPAGO R	1.535	1.4108	1.16
X 178	0.121	0.5300	1.57
BRAVO	0.485	0.6850	1.36
MORGAN 852	0.202	0.5142	1.45
NK 188	1.313	1.3550	1.1
NK 266	0.444	0.6433	1.41
WAC 692G	0.131	0.7883	1.39
A 9703	0.131	0.3767	1.33
R 20 R	0.293	0.4388	1.1
MORGAN 854	1.970	1.5950	1.02
MAXIMO	1.747	1.6075	1
A 9802	2.273	1.4553	0.95
FRONTIER 4002	0.293	0.4898	1.44
BR 64 Rx	0.293	0.4525	1.68
WAC 652	no sensible	0.3175	1.26
PIONEER 8577	0.293	0.4342	1.23
GR 80	1.555	1.3772	0.90
R 50 R	1.253	1.4785	1.157
FRONTIER 4000R	0.242	0.4617	1.65
MORGAN 811	0.313	0.4804	1.55
NK 233	0.242	0.3342	1.07
DA 49	0.313	0.5942	1.36
FUNKS G 135	1.697	1.6317	0.98
DA 47	0.242	0.3808	1.20
L. RED	1.606	1.4785	1.367
SOJA HARINA	0.741	--	7.57

(++) mg de Ac. Tan/100 mg de muestra.

(+++)% equivalente de Ac. Tan./100 mg de muestra.

Cuadro 2 - Valores de taninos en el alimento y en heces determinados por Folin Denis. Espectrométrico indirecto y vainillina-HCl.

Criterio	Testigo	T1	T2	T3
<u>Alimento</u>				
Folin Denis (% Eq.Ac.Tan. 100 mg. de muestra)	0.3175	1.095	1.4108	1.4553
Espectrométrico indirecto (mg.Ac.Tan./100 mg. de muestra)	0.2730	1.1310	1.5350	2.2730
<u>Heces</u>				
Espectrométrico indirecto	0.3680	1.1717	1.4626	1.7374
Vainillina-HCl (mg. de catequina/100 mg.de muestra)	0.1400	0.1820	0.2570	0.2750

Cuadro 3 - Composición de las dietas administradas con 16% de P.B., 13,80 MJ/E.D./kg y 14% de humedad.

Ingredientes Kg	T1	T2	T3	Testigo
Sorgo	85.75	82.75	78.75	86.75
Harina de soja	9.00	12.00	16.00	8.00
Harina de carne	4.00	4.00	4.00	4.00
Conchilla (CO <sub>3</sub> Ca)	0.500	0.500	0.500	0.500
Sal común	0.350	0.350	0.350	0.350
Premezcla (a)	0.400	0.400	0.400	0.400

- (a) Por kilogramo contiene: Vitamina A 1.500.000 UI; Vitamina D<sub>3</sub> 400.000 UI; Vitamina E, 1.000 UI; Vitamina K, 1.400 mg; tiamina, 280 mg; riboflavina, 2.800 mg; piridoxina, 20 mg; cloruro de colina, 50.000 mg; niacina 12.000 mg; pantotenato de calcio, 5.000 mg; ácido fólico, 5 mg; biotina, 60 mcg; inositol, 330 mcg; á. para-aminobenzoico, 78 mcg; BHT, 40.000 mg; hierro 58.000 mg; zinc, 42.000 mg; cobre, 10.000 mg; manganeso, 38.000 mg; iodo, 800 mg; cobalto, 4.200 mg; excipiente c.s.p., 1.000 g.

Cuadro 4 - Valores de P.B. en porcentaje, medidos en el alimento, heces y orina. Porcentaje de digestibilidad de las raciones.

Criterio	Alimento	Heces	Orina	Digesti- bilidad
Testigo	16.46 a	22.99 a	6.26 c	88.40 a
T1	15.89 a	23.63 a	5.28 a	88.03 a
T2	16.23 a	25.15 b	4.97 a	86.13 a
T3	16.15 a	26.47 b	3.76 b	85.64 a

Valores acompañados por igual letra no difieren al 5%.

Test de Tukey (P=0.05).

Cuadro 5 - Desempeño de los cerdos durante el ensayo.

Criterio	Testigo	$\sigma$	T1	$\sigma$	T2	$\sigma$	T3	$\sigma$
Aumento diario promedio en Kg.	0.750	$\pm 0.01$	0.750	$\pm 0.02$	0.750	$\pm 0.008$	0.700	$\pm 0.02$
Consumo diario promedio en Kg.	2.030	$\pm 0.04$	2.140	$\pm 0.05$	2.130	$\pm 0.01$	2.110	$\pm 0.01$
Eficiencia de conversión	2.7:1	$\pm 0.18$	2.8:1	$\pm 0.18$	2.8:1	$\pm 0.14$	3.0:1	$\pm 0.21$

Cuadro 6 - Gastos de energía para producir músculo, grasa y pérdidas de calor en función de la energía metabolizable retenida en MJ/kg<sup>0.75</sup>.

Criterio	Testigo	T1	T2	T3
Músculo	4.35 a	4.43 a	4.64 a	3.84 a
Grasa	4.56 a	3.76 a	2.63 b	4.52 a
Mantenimiento y pérdida por calor	12.81 a	14.77 b	15.73 b	14.33 b

Valores acompañados por igual letra no difieren al 5%.

Test de Tukey (P=0.05)

Cuadro 7 - Balance de energía MJ en función del consumo diario promedio Kg.

Criterio	Testigo	T1	T2	T3
Energía Bruta	25.62	26.86	26.90	26.59
Energía Digestible	22.12	23.36	23.40	23.09
Energía metabolizable	21.72	22.96	23.00	22.69

Cuadro 8 - Balance nitrógeno en g en función del consumo diario promedio

Criterio	Testigo	T1	T2	T3
N en la ración	48.05	48.51	53.87	48.50
N en heces	7.43 a	8.01 a	10.00 b	12.14 b
N en orina	12.00 a	10.92 a	13.03 b	10.80 a
N retenido	28.68 a	29.58 a	30.84 a	25.56 b

Valores acompañados por igual letra no difieren al 5%.

Test Tukey (P=0.05).

Cuadro 9 - Composición de la ganancia diaria promedio en g.

Criterio	Testigo	T1	T2	T3
Músculo	179.25 a	184.87 a	192.75 a	159.75 b
Músculo + Agua	635.52 a	655.44 a	683.38 a	566.38 b
Grasa	114.48 a	94.56 a	66.62 b	113.64 a

Valores acompañados por igual letra no difieren al 5%.

Test de Tukey (P=0.05).

Cuadro 10- Eficiencia en el uso de la proteína en porcentaje. Coeficientes de digestibilidad y metabolibilidad.

Criterio	Testigo	T1	T2	T3
P.B. - P.M.	59.69	60.97	57.25	52.70
Coeficiente de digestibilidad	86.34	86.96	86.98	86.83
Coeficiente de metabolibilidad	84.77	85.48	85.50	85.33