

ARTÍCULOS ORIGINALES



Evaluación productiva y análisis microeconómico del maní forrajero perenne (*Arachis pintoï*) en un sistema de levante-ceba de porcinos en confinamiento

Revista
Colombiana de
Ciencias
Pecuarias

Sandra L Posada¹, Zoot, Esp; Jaime A Mejía¹, MV, MS; Ricardo Noguera¹, Zoot, Ph.D; Margarita M Cuan², Est; Lina M Murillo², Est

¹Grupo de Investigación en Ciencias Animales-GRICA; ²Estudiante de Zootecnia.
Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Producción Agropecuaria, Universidad de Antioquia,
AA 1226, Medellín, Colombia
slposada@epm.net.co

(Recibido: 18 marzo, 2004; aceptado: 2 junio, 2006)

Resumen

*Con el fin de evaluar la respuesta productiva y microeconómica del maní forrajero (*Arachis pintoï*) como reemplazo parcial de la proteína cruda en cerdos en las etapas de levante y ceba, se realizó una investigación con 12 hembras, divididas al azar en cuatro tratamientos: T1. Grupo testigo, alimentado con concentrado comercial; T2, T3 y T4, con 10, 20 y 30%, respectivamente, de reemplazo de la proteína de la dieta a partir de maní. Las variables evaluadas fueron consumo de alimento, peso corporal, ganancia diaria de peso, grasa dorsal, conversión alimenticia y la relación valor del alimento/valor de la ganancia de peso. No se encontró diferencia estadística significativa entre los diferentes tratamientos para todas las variables evaluadas, excepto para el promedio de la ganancia diaria de peso durante la etapa de levante ($p < 0.01$), la cual reportó los mayores valores para el T1 (1.01 kg) y los menores para T4 (0.78 kg /animal/día). En el análisis microeconómico se observó que el menor costo asociado con la producción de 1 kg de cerdo en pie se obtuvo para el T3, siendo 45% más bajo con respecto al T1. El comportamiento de la utilidad parcial bruta fue superior para el T3, estando un 46% más alta en relación con el T1, que fue el tratamiento que mejor desempeño presentó en la conversión alimenticia.*

Palabras clave: *costos, forraje, parámetros productivos, sustitución proteica.*

Introducción

Tanto la producción como el consumo de carne de origen porcino son procesos importantes para la obtención de proteína de excelente calidad biológica. Las preocupaciones por la inocuidad de los alimentos, particularmente en el caso de la carne de ave y vacuna, han promovido un crecimiento en la producción mundial de carne de cerdo, que en el año 2004 correspondió a 2.4%, un poco más de 100

millones de toneladas (22). La producción de carne de cerdo a nivel nacional fue de 96.202 toneladas para el año 2000 y de 129.082 toneladas para el 2004, registrando un incremento del 34.18%. Antioquia es el mayor productor en Colombia, seguido por el Distrito Capital, departamentos que para el año 2005 sacrificaron 347.129 y 198.166 cabezas, respectivamente, con respecto a 885.293 cabezas, correspondiente al promedio nacional (3).

Aunque los países en desarrollo representan más del 60% de la producción mundial de carne de cerdo, el consumo anual por habitante se mantiene bajo si se compara con la media de los países desarrollados, 12.3 kg y 30 kg, respectivamente (22). Según Cuellar (s.f.) (5), el consumo *per capita* de carne de cerdo muestra grandes diferencias entre países desarrollados y el contexto latinoamericano, Dinamarca tiene un consumo anual de 66 kg, mientras el promedio latinoamericano no sobrepasa los 8 kg. A nivel nacional, Antioquia y Caldas son las zonas de mayor consumo *per cápita* con 8.6 y 5.4 kg, correspondientemente, en tanto que el promedio nacional no supera los 3 kg (3). Estas cifras reflejan patrones culturales, publicidad y, sin duda, altos costos de producción con recursos no disponibles, que aumentan el precio de venta al consumidor.

La competitividad del sector no es la mejor a nivel del continente, teniendo en cuenta la dependencia de granos importados, la heterogeneidad de los productores y el alto costo de producción (6, 23). Para enfrentar el desafío de la producción y la globalización, e igualmente para poder llegar a ser competitivos con el mercado externo, se necesita reducir los costos de producción entre un 30 y 50%. La variable más importante en su reducción es la alimentación, porque ésta participa con más del 50% de los costos totales (18). Una de las formas de reducir el costo de los alimentos es a través de la utilización de materiales vegetales que se produzcan localmente, por lo que se requiere la implementación de programas de investigación que evalúen especies forrajeras, arbóreas y arbustivas que tengan potencial como reemplazo parcial de los nutrientes dietarios, conociendo sus efectos en los diferentes parámetros productivos. El maní forrajero (*Arachis pintoi*) es una especie relativamente novedosa, tanto para investigadores como para los agricultores, reduciéndose la experiencia principalmente a Australia, Bolivia, Brasil, Colombia y Costa Rica (2, 21).

Las especies forrajeras de *Arachis pintoi* presentan una digestibilidad de la materia seca entre

el 60 y el 70%, niveles de energía digestible del orden de 2.3 Mcal/kg, y valores de proteína entre 13 y 18% y entre 9 y 10% en las hojas y en los tallos, respectivamente (16, 17). Según Figueroa (1996), el cerdo, al ser un animal prolífero y adaptable a diferentes condiciones de manejo y alimentación no convencional, puede convertirse en la principal fuente de proteína animal para consumo humano, necesiéndose por lo tanto, aplicar modelos de producción porcina sostenibles, más apropiados a los recursos y a las condiciones prevalecientes en los países en vía de desarrollo (12). La presente investigación evaluó la incorporación de niveles crecientes de maní forrajero (*Arachis pintoi*), en reemplazo de la proteína dietaria, en la elaboración de alimentos completos para las etapas de levante y ceba en cerdos, realizando el respectivo análisis productivo y microeconómico, con el objetivo de generar información que pueda ser adaptada o replicada en granjas de pequeños productores, para así mejorar sus ingresos y su calidad de vida.

Materiales y métodos

Localización

El presente experimento se realizó en la Estación experimental El Nus, ubicada en el municipio de San Roque, departamento de Antioquia, a 6°29' de latitud norte y 74°09' de latitud oeste, en una zona de vida transicional entre bosque húmedo tropical (bh-T) y bosque muy húmedo premontano (bmh - PM). Las condiciones medioambientales de esta zona son: temperatura entre 23-30°C en el día y 15-20°C en la noche, altitud entre 800 - 1200 msnm, humedad relativa promedio anual del 87% y una precipitación anual de 2.200 mm (11).

Suelos y establecimiento del maní forrajero

Los suelos de esta región son derivados del batolito antioqueño, moderadamente profundos, de baja fertilidad, muy ácidos, deficientes en fósforo, calcio y molibdeno, con alguna toxicidad por

aluminio y manganeso y poseen baja capacidad de intercambio catiónico. Taxonómicamente se clasifican como inceptisoles y entisoles de poca evolución, con textura franco arenosa a franco arcillosa (8).

La siembra del maní forrajero se realizó a través de semilla asexual, por estolones, procedentes de bancos y viveros existentes en la Estación experimental El Nus. La preparación del terreno se hizo mediante pastoreo porcino durante dos meses y al establecimiento se fertilizó con 50 kg de N/ha, utilizando como fuente la porquinaza líquida sin separación de sólidos. El control de malezas fue manual.

Animales

Se evaluaron 12 cerdos trihíbridos (landrace x large white x pietran) de granjas genéticas comerciales, divididos al azar en cuatro tratamientos, cada uno con tres animales del mismo sexo (hembras), para evaluar su desempeño productivo en las etapas de levante y ceba.

Al iniciar el experimento, las 12 hembras promediaron 25.6 kg de peso y 88 días de edad y fueron alojadas individualmente en corrales de 1.20 x 1 m. Durante el desarrollo del trabajo los animales no registraron patologías, por lo que no se aplicó ningún tratamiento farmacológico.

Alimento

Se emplearon cuatro tratamientos dietarios, tres de los cuales, incluyeron maní forrajero (hojas y tallos) en reemplazo de un 10, 20 y 30% de la proteína de la dieta, en los tratamientos 2, 3 y 4, respectivamente.

El tratamiento 1 correspondió al testigo y consistió en un concentrado comercial. Todos los alimentos empleados fueron específicos para cada una de las etapas productivas evaluadas.

La composición nutricional del alimento comercial empleado en la etapa de levante fue 17% PB, 3% EE, 7% FC y 9% Cenizas; la del utilizado en la etapa de ceba fue 14% PB, 3% EE, 8% FC y 9% Cenizas (valores expresados en base fresca).

Para formular las dietas que incluyeron maní forrajero se utilizó el sistema Brill W-95, al cual se ingresaron los requerimientos nutricionales de las etapas de levante y ceba contemplados en las tablas brasileras para aves y suinos (24).

El maní forrajero se cortó a los 45 días de edad, tres días antes de la fabricación de alimento, con el fin de deshidratarlo en una marquesina tipo federación. La descripción químico-bromatológica de este material se realizó en el Laboratorio Integrado de Nutrición Animal, Bioquímica y Pastos y Forrajes de la Universidad de Antioquia, cuyos valores se presentan en la tabla 1. En el proceso de elaboración del alimento se evaluó el tiempo óptimo de mezcla a través de la prueba de microtrazadores.

Tabla 1. Descripción nutricional promedio del maní forrajero (*Arachis pintoi*).

Nutriente	Valor
Humedad (% Hm)	8.96
Cenizas (% Cen)	8.32
Calcio (% Ca)	0.92
Fósforo (% P)	0.17
Proteína Bruta (Nt*6.25)	15.92
Fibra Cruda (% F.C.)	25.49
Extracto etéreo (%E.E.)	--
Energía Bruta (Kcal/Kg)	3957

Laboratorio Integrado de Nutrición Animal, Bioquímica y Pastos y Forrajes
Facultadde Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia.

Las materias primas y el contenido nutricional de las dietas elaboradas en la granja puede observarse en las tablas 2 y 3.

Tabla 2. Materias primas y contenido nutricional de las dietas ofrecidas durante la etapa de levante.

	Tratamiento		
	2	3	4
	Participación (%)		
Materias primas			
Maíz amarillo	51.4	45.3	45.1
Soya torta P:46	21	18.3	18.7
Arroz harina	12	12	3
Maní forrajero P.	10	20	29.7
Núcleo cerdos	2.5	2.5	2.5
Biofos Ca:21, P:1	1.7	0.2	0.3
Carbonato de calcio	1	1.3	0.3
Sal yodada	0.4	0.4	0.4
Contenido nutricional			
Proteína (%)	17.05	17.01	17.7
EM (Kcal/Kg)	3029.5	2970.4	2923.9
Lisina (%)	0.92	0.84	0.82
Metionina (%)	0.30	0.28	0.27
Met+Cis (%)	0.58	0.54	0.52
Triptófano (%)	0.17	0.15	0.14
Treonina (%)	0.60	0.53	0.50
Calcio (%)	1.16	1.15	0.88
Fósforo total (%)	1.03	0.70	0.63
Fósforo disp. (%)	0.75	0.43	0.45
Fibra (%)	5.60	7.89	9.65
Extracto etéreo (%)	4.10	3.87	2.65
Cenizas (%)	9.05	8.49	7.67

Variables evaluadas

Una semana antes de iniciar las mediciones se ofrecieron las dietas experimentales con el fin de adaptar el tracto digestivo de los animales. Durante el período de evaluación se suministró alimento *ad libitum* diariamente a las 7 a.m., supervisando que los animales dispusieran en todo momento del mismo. La cantidad garantizada era previamente pesada y consignada en el registro. Antes del suministro, se retiró y se pesó la cantidad no consumida el día anterior y al final de la semana se cuantificó el consumo acumulado real.

El pesaje de los animales se realizó al momento de iniciar la investigación, a la semana cinco, correspondiente al final del levante, y a la semana doce, momento en que finalizó el período experimental. Los mismos días en que se realizó el pesaje intermedio y el final se midió la grasa dorsal a través del método de ultrasonido.

Tabla 3. Materias primas y contenido nutricional de las dietas ofrecidas durante la etapa de ceba.

	Tratamiento		
	2	3	4
	Participación (%)		
Materias primas			
Maíz amarillo	56.1	46.8	50.6
Soya torta P:46	15.3	15	16.3
Arroz harina	14	14	1.7
Maní forrajero P.	10	20	28
Núcleo cerdos	2.5	2.5	2.5
Carbonato de calcio	1.7	1.3	0.3
Sal yodada	0.4	0.4	0.4
Biofos Ca:21, P:1			0.2
Contenido nutricional			
Proteína (%)	15.00	15.84	16.62
EM (Kcal/Kg)	3.061.9	2.973.3	2.951.2
Lisina (%)	0.78	0.76	0.75
Metionina (%)	0.27	0.26	0.26
Met+Cis (%)	0.52	0.51	0.49
Triptófano (%)	0.14	0.13	0.13
Treonina (%)	0.51	0.49	0.47
Calcio (%)	1.16	1.12	0.83
Fósforo total (%)	0.68	0.67	0.58
Fósforo disp. (%)	0.39	0.39	0.41
Fibra (%)	5.57	7.91	9.11
Extracto etéreo (%)	4.48	4.16	2.64
Cenizas (%)	7.99	8.33	7.19

Con los datos de consumo y los pesos corporales obtenidos al finalizar el levante y la ceba, se calculó la conversión alimenticia de cada una de las etapas, la conversión acumulada y la ganancia de peso (g/d).

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño de clasificación experimental completamente aleatorizado, balanceado, efecto fijo y un número de replicaciones por tratamiento de tres animales. Los tratamientos consistieron en cuatro niveles de inclusión de maní forrajero en reemplazo del 0, 10, 20 y 30% de la proteína del alimento completo, generando el tratamiento 1, 2, 3 y 4, respectivamente.

Las variables de respuesta fueron el consumo de alimento, el peso corporal, la ganancia de peso, la conversión alimenticia y la grasa dorsal. Se realizó ANOVA (Análisis de la Varianza), comparación del efecto promedio de los tratamientos por medio de la

prueba de Tukey al 5% de significancia, validación de los supuestos de normalidad, e igualmente se desarrollaron los análisis descriptivos por tratamiento.

Para el análisis de la información se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, versión 8.02) (26). El modelo empleado fue:

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \epsilon_{j(i)}$$

Donde: Y_{ij} = Observación de la i -ésima unidad experimental

μ = Media general

A_i = Efecto de la dieta

$\epsilon_{j(i)}$ = Error experimental asociado con la i -ésima unidad experimental

Análisis microeconómico

Se utilizó el análisis de presupuestos parciales, cuyo propósito fue calcular el cambio esperado en la utilidad con relación a la variación tecnológica por concepto de introducción de maní forrajero dentro

de la formulación en la dieta alimenticia para las correspondientes etapas productivas (15).

Para cada uno de los tratamientos evaluados se relacionó el ingreso por concepto de venta de la ganancia de peso obtenida, con el costo del alimento consumido durante el período experimental, el cual a su vez incluyó los costos por concepto de siembra, fertilización, cosecha y tratamiento poscosecha del maní forrajero, además de los relacionados con el valor de las demás materias primas y la elaboración del suplemento. Con esta información se obtuvo la utilidad de cada tratamiento, la cual se expresó como un índice, correspondiendo el valor de 1 a la mayor utilidad obtenida.

Adicionalmente, a partir del índice de conversión acumulada al finalizar el período experimental, se determinó el costo de producción de 1 kg de cerdo en pie con base en el costo del alimento, donde al menor valor obtenido se le asignó un índice de 1.

Resultados

Los pesos obtenidos al final del trabajo no presentaron diferencia estadística significativa ($p > 0.05$); siendo mayor el promedio para el T1, seguido por el T2, T3 y T4, respectivamente (véase Tabla 4).

Tabla 4. Peso corporal inicial y final del levante y la ceba (kg).

Tratamiento ¹	Peso inicial			Peso final levante			Peso final ceba		
	Prom ²	DE	CV	Prom	DE	CV	Prom	DE	CV
1	26.00 a	1.00	3.8	61.17a	2.36	3.9	105.00 a	6.50	6.2
2	25.00 a	1.73	6.9	58.17a	3.40	5.9	97.33 a	10.21	10.5
3	25.67 a	2.75	10.7	53.50a	2.65	4.9	95.00 a	5.29	5.6
4	25.67 a	3.78	14.8	53.00 a	6.06	11.4	93.17 a	8.22	8.8

¹Valores con letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$)

²Prom = Promedio, DE = Desviación estándar, CV = Coeficiente de variación

En cuanto a las ganancias diarias de peso, durante todo el período experimental (doce semanas) tampoco se observó diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos, mostrando la misma tendencia que el peso final.

Durante la etapa de levante si se presentó diferencia estadística altamente significativa ($p < 0.01$), reportándose los mayores valores para el T1 y los menores para T4 (véase Tabla 5).

Tabla 5. Ganancia diaria de peso durante el levante y la ceba (kg).

Tratamiento ¹	Levante			Ceba			Levante y Ceba		
	Prom ²	DE	CV	Prom	DE	CV	Prom	DE	CV
1	1.01 a	0.04	4.1	0.89 a	0.09	9.7	0.93 a	0.07	7.2
2	0.95 ab	0.09	10.1	0.79 a	0.14	17.4	0.85 a	0.11	13.4
3	0.79 bc	0.02	2.8	0.85 a	0.05	6.4	0.82 a	0.03	4
4	0.78 c	0.07	8.6	0.82 a	0.05	6.3	0.79 a	0.05	7.1

¹Valores con letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.01$).

²Prom = Promedio, DE = Desviación estándar, CV = Coeficiente de variación

En cuanto al consumo de alimento promedio por animal por día, no presentó diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos,

registrándose el menor valor para el T4 durante la etapa de levante y para el T1 en la etapa de ceba (véase Tabla 6).

Tabla 6. Consumo de alimento promedio diario durante el levante y la ceba (kg).

Tratamiento ¹	Levante			Ceba		
	Prom ²	DE	CV	Prom	DE	CV
1	2.18 a	0.29	13.4	2.73 a	0.32	11.8
2	2.23 a	0.09	3.9	2.83 a	0.32	11.3
3	2.04 a	0.34	16.7	2.77 a	0.47	17.1
4	1.98 a	0.32	16.4	2.87 a	0.23	8.1

¹Valores con letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$)

²Prom = Promedio, DE = Desviación estándar, CV = Coeficiente de variación

La conversión alimenticia en cada una de las etapas evaluadas tampoco registró diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos, siendo el mejor desempeño para el T1 (véase Tabla 7).

La grasa dorsal no presentó diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos, obteniendo el mayor valor para el T1 y el menor valor para el T4 (véase Tabla 8).

Tabla 7. Conversión alimenticia durante el levante y la ceba.

Tratamiento ¹	Levante			Ceba		
	Prom ²	DE	CV	Prom	DE	CV
1	2.16 a	0.23	10.7	3.10 a	0.26	8.5
2	2.36 a	0.17	7.2	3.67 a	0.31	8.3
3	2.56 a	0.36	13.9	3.33 a	0.75	22.5
4	2.55 a	0.57	22.3	3.57 a	0.31	8.6

¹Valores con letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$)

²Prom = Promedio, DE = Desviación estándar, CV = Coeficiente de variación

Tabla 8. Grasa dorsal al finalizar el levante y la ceba (mm).

Tratamiento ¹	Levante			Ceba		
	Prom ²	DE	CV	Prom	DE	CV
1	12.70 a	2.18	12.7	16.00 a	2.11	13.2
2	12.23 a	0.64	5.3	15.03 a	1.76	11.7
3	11.07 a	0.23	2.1	13.83 a	1.72	12.5
4	10.50 a	0.20	1.9	12.43 a	0.60	4.9

¹Valores con letras diferentes en la columna indican diferencias estadísticas significativas ($p < 0.05$)

²Prom = Promedio, DE = Desviación estándar, CV = Coeficiente de variación

Análisis microeconómico

La utilidad parcial bruta fue superior para el T3 en relación al T1, T2 y T4 en 46, 5 y 6%, respectivamente (véase Tabla 9).

El menor valor asociado con la producción de 1 kg de cerdo en pie también se obtuvo para el T3, que fue 45, 8 y 3% más bajo con respecto al T1, T2 y T4, correspondientemente (véase Tabla 10).

Tabla 9. Utilidad parcial bruta con base en el valor del consumo de alimento y el ingreso generado por la ganancia de peso (\$).

Tratamiento	Valor de la ganancia de peso ^(a) (\$)	Valor del consumo de alimento ^(b) (\$)	Utilidad parcial bruta ^(a-b) (\$)	Índice ^(c)
T1	734.700	574.380	160.320	0.54
T2	672.700	388.967	283.733	0.95
T3	644.800	348.804,75	295.995.25	1.00
T4	627.750	347.774.7	279.975.3	0.94

Los valores corresponden a la sumatoria de las 3 unidades experimentales incluidas en el tratamiento.

^(a) El precio del kilogramo de cerdo en pie correspondió a \$ 3100.

^(b) El costo por kilogramo de alimento correspondió a: T1 = \$ 900; T2 = \$ 591; T3 = \$ 553; T4 = \$ 546.

^(c) El valor de 1 corresponde a la mayor utilidad obtenida.

Tabla 10. Costo asociado a la producción de 1 kg de cerdo en pie.

Tratamiento	ICA ^(a)	Costo/kg ^(b)	Costo de producción de 1kg de cerdo en pie ^(c)	Índice ^(d)
T1	2.69	1.0	2.69	1.45
T2	3.03	0.66	2.00	1.08
T3	3.03	0.61	1.85	1.00
T4	3.14	0.61	1.92	1.03

^(a) Índice de conversión acumulada.

^(b) El valor de 1 corresponde al mayor costo del kilogramo de alimento. Los restantes coeficientes representan el costo con respecto al alimento más costoso. (T1 = \$ 900; T2 = \$ 591; T3 = \$ 553; T4 = \$ 546)

^(c) Producto de a x b.

^(d) El valor de 1 corresponde al menor costo asociado a la producción de 1 kilogramo de cerdo en pie. Los restantes coeficientes representan el costo superior con respecto al tratamiento cuyo coeficiente es 1.

Discusión

Los tratamientos que presentaron un peso corporal inferior al finalizar el levante (T3 y T4), fueron los mismos que mostraron menor peso al terminar la ceba. Igual comportamiento mostraron los tratamientos que exhibieron mayores pesos corporales (T1 y T2).

Esto confirma lo enunciado por Whittemore, quien argumenta que bajo condiciones favorables los cerdos en etapa de crecimiento y acabado aumentan su peso corporal proporcionalmente a medida que avanza el período en dichas etapas (27).

En cuanto a los resultados obtenidos en la ganancia de peso y la conversión alimenticia, se observa una disminución en su desempeño al aumentar el porcentaje de inclusión de maní forrajero en la dieta, lo cual puede explicarse por la naturaleza fibrosa de este material, que disminuye la digestibilidad de la materia seca y de la proteína. De hecho, Siers afirmó que la ganancia media diaria se correlaciona negativamente con los índices digestivos (25). Así, los cerdos alimentados con maní forrajero no digirieron la ración tan completamente como los cerdos de la dieta testigo (T1).

Generalmente el aumento de fibra en la dieta produce un aumento en el consumo voluntario, debido a que el animal trata de alcanzar sus requerimientos de energía.

Esto quedó demostrado en el trabajo realizado por Gutiérrez *et al* (14), quienes al incluir 10% de *Lemna giba* (planta acuática) en la alimentación de cerdos en crecimiento, obtuvieron un consumo 140 gr superior con respecto al tratamiento control, que no incluyó la planta. En relación con lo anterior, Echeverri y Giraldo afirman que la presencia de fibra en los alimentos reduce la utilización eficaz de su energía bruta por parte de los cerdos (9). En el presente trabajo no se presentaron diferencias estadísticas ($p > 0.05$) entre los consumos registrados a medida que se incrementó la participación del maní forrajero, lo cual pudo deberse a que este material fue secado y molido, obviando el obstáculo de la voluminosidad. Además, en experimentos realizados por Holzgraefe, citado por Gaviria y Restrepo, se encontró que al disminuir el tamaño de la partícula,

había un aumento de la digestibilidad en razón a una mayor área superficial expuesta (13). En el presente trabajo, si bien la inclusión del maní forrajero pudo afectar negativamente la digestibilidad, la disminución en el tamaño de la partícula posiblemente compensó parcialmente su descenso.

La menor respuesta productiva de las dietas que contenían un mayor contenido de maní se explica por la menor digestibilidad de las mismas, ya que la pared celular de los vegetales pasa a constituir el factor limitante en el aprovechamiento efectivo del alimento. Esta debe ser la principal causa del empeoramiento relativo de los rasgos de comportamiento en los cerdos alimentados con fuentes foliares de proteína, si no hay una elevación concomitante en el consumo voluntario para compensar la disminución de la densidad energética del alimento, tal como aparece en la reseña de Mena (19) sobre pruebas hechas con cerdos alimentados con jugo de caña y harina de leucaena (*Leucaena leucocephala*) o de yuca (*Manihot esculenta*).

Fernández y Jorgensen (10), afirmaron que el contenido de fibra deprime la digestibilidad de la proteína debido a que un porcentaje de ésta puede estar ligada a la fibra; sin embargo D'Mello (7), argumenta que desafortunadamente poco se sabe sobre el aprovechamiento digestivo, no sólo de la proteína, sino del resto de los nutrientes contenidos en la ración cuando ésta es abundante en pared celular, como sucede en los alimentos tropicales. Según Echeverri y Giraldo (9), las tasas de pasaje determinan la digestibilidad y a su vez éstas son influenciadas por el nivel de forraje. Al respecto, Gaviria y Restrepo (13) sustentan que el menor tiempo de retención total de las dietas que contienen fibra aportada por forrajes puede ser el responsable de la menor digestibilidad del resto de la dieta.

La grasa dorsal presentó el mayor valor para el T1, y el menor para el T4. Dado que el consumo acumulado de alimento por animal durante todo el experimento fue semejante entre los tratamientos T1 y T4 (212.7 kg y 212.3 kg, respectivamente), al igual que su concentración energética, se esperaría una tendencia similar en el nivel de engrasamiento de los animales. Lo anterior es sustentado por Whittemore,

quien afirma que los cerdos por encima de los 40 kg, con un suministro ilimitado de alimento, acumulan grasa en proporción directa con el aumento en el aporte del mismo (27).

No obstante, la menor digestibilidad de las dietas que incluyeron mayores niveles de sustitución de la proteína a partir del maní, posiblemente determinaron una menor disponibilidad de aminoácidos para la síntesis proteica, lo que pudo haber originado la desaminación de algunos de ellos y se sabe que el valor energético efectivo de una ración descenderá según aumente la tasa de desaminación, con la disminución resultante de energía disponible para la deposición de grasa. La urea constituye el principal producto del catabolismo de los aminoácidos; por lo tanto es un producto de desecho que se obtiene a partir de la oxidación de los mismos. Cuando éstos son oxidados en el hígado, por medio de la desaminación oxidativa, se producen grandes cantidades de amoníaco, el cual debe ser eliminado del organismo, ya que este producto es extremadamente tóxico. En la síntesis de la urea se consume gran cantidad de energía, gastándose cuatro enlaces de ATP (20).

En los rumiantes y en otras especies que tienen poblaciones microbianas numerosas en el aparato digestivo, la fermentación anaeróbica de los glúcidos trae como resultado la producción de grandes cantidades de ácidos grasos volátiles, aún en los cerdos, cuya capacidad para utilizar la celulosa es inferior a la de los rumiantes, se obtiene hasta el 14% de la energía que necesitan para el mantenimiento (4).

Con respecto a este punto, Agudelo (1) reporta que la fibra de la dieta puede aportarle al cerdo entre el 5 y el 28% de la energía para el mantenimiento mediante la formación de ácidos grasos volátiles en el intestino grueso. Adicionalmente, el mismo autor, indica que el nivel de fibra cruda en la dieta de los cerdos genera un alto porcentaje del incremento de calor, el cual, el organismo puede utilizar en casos de tensión o durante los períodos de baja temperatura ambiental para compensar la diferencia con la temperatura corporal (1). Lo anterior puede también explicar la

menor deposición de grasa dorsal a medida que se incrementó la participación del maní forrajero en la dieta, ya que si bien la formulación fue similar en términos de energía metabolizable, el incremento térmico generado por la actividad fermentativa del maní en el tracto posterior, disminuyó la disponibilidad de energía neta, no sólo para el mantenimiento de los cerdos, sino también para su producción. La síntesis de los triglicéridos se realiza a partir de los ácidos grasos libres y del glicerofostato producido a partir del metabolismo de los glúcidos; así, cuando los glúcidos son abundantes se utilizan para esterificar los ácidos grasos (20).

En la medida en que la inclusión de maní forrajero pudo afectar negativamente el nivel de energía neta de la ración, la formación de triglicéridos corporales mostró un comportamiento descendente.

La producción de cerdos utiliza, como fuentes de energía y proteína, altas cantidades de granos de cereales y tortas oleaginosas que, por lo general, no se producen en cantidades suficientes y rentables en el país, generando una fuerte dependencia de materias primas extranjeras y del cambio monetario. Considerando un promedio de 16% de proteína en los alimentos garantizados, cada unidad porcentual de este nutriente tuvo un costo de \$5.62, \$3.69, \$3.45 y \$3.41 para el T1, T2, T3 y T4, respectivamente.

De acuerdo a estos estimados, el costo por concepto de proteína disminuyó 34.3% para el T2 respecto al T1, y 6.50% para el T2 respecto al T3, en tanto que el cambio entre T3 y T4 no fue apreciable, aunque conserva su tendencia a disminuir. Con base en lo anterior, justifica incrementar la participación del maní forrajero hasta un punto donde el cambio porcentual en el valor asociado al aporte de proteína sea representativo, no obstante, el límite superior no puede ser la elección debido a que la mayor inclusión de este recurso alimenticio aumenta la naturaleza fibrosa de la ración, con lo cual disminuciones en la digestibilidad de la proteína estarían incrementando los valores previamente establecidos.

En próximos estudios donde se evalúe la potencialidad del maní forrajero o de cualquier recurso forrajero como materia prima para sustituir parcialmente la proteína total de la ración, se sugiere la realización de un aminograma y la evaluación de la digestibilidad de los materiales, con el fin de

formular dietas que garanticen mayores rendimientos productivos en los animales.

El análisis microeconómico permite concluir que el maní forrajero tiene potencial en la alimentación de los porcinos, dado el menor costo asociado a la elaboración del alimento, lo cual resulta de utilidad para pequeños y medianos productores que quieren mejorar sus ingresos y su calidad de vida.

A futuro resulta de interés evaluar el comportamiento productivo de los animales evaluando la utilización del maní forrajero como fuente de proteína conjuntamente con la

caña forrajera, que se caracteriza por su aporte energético.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al químico Silvio A. Ayala, a los profesores Manuel G. Cardona, Juan C. Carmona y Luis F. Restrepo por su disponibilidad y servicio al proyecto, al personal de la granja experimental de CORPOICA, por su participación activa en todas las actividades asignadas y a la empresa BIOMIX por su colaboración en el proceso de formulación de los alimentos.

Summary

*Productive evaluation and micro-economic analysis of perennial *Arachis pintoi* for raising and fattening pigs in confinement*

*To make an evaluation of the productive and micro-economic aspects of *Arachis pintoi* as a partial replacement of crude protein in pigs a group of 12 female pigs & was studied under four randomly assigned subgroups: T1: Witness group, was fed commercial concentrate; in subgroups T2, T3 and T4, 10, 20 and 30%, respectively, of their dietary protein was replaced by *Arachis pintoi*. The evaluated variables were intake, corporal weight, daily gain of weight, back fat, nutritional conversion and the relation between the feed cost and the value of the weight gained. The results indicate that there were no significant statistical differences between the different treatments for any of the evaluated variables, except for the average daily weight gained during the raising stage ($p < 0.01$), with the greater values for T1 (1.01 kg/animal/day) and the lowest for T4 (0.78 kg/animal/day). The microeconomic analysis shows that the smaller cost associated to the production of 1 kg of pig was obtained for T3, 45% with respect to T1. The behavior of the gross partial gain was superior for T3, 46% higher than T1. This was therefore the treatment presenting the better conversion.*

Key words: costs, forage, productive parameters, protein substitution.

Referencias

1. Agudelo G. Fundamentos de nutrición animal aplicada. 1ª ed. Medellín: Universidad de Antioquia; 2001.
2. Argel PJ, Villarreal M. Nuevo maní forrajero perenne (*Arachis pintoi* Krapovickas y Gregory) cultivar porvenir. Costa Rica: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); 1998.
3. Asociación Colombiana de Porcicultores, Fondo Nacional de la Porcicultura. Temas económicos: Producción porcina en Colombia y consumo *per cápita* departamental. URL: <http://www.porcinoscolombia.org.co/index.php>
4. Church DC. Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. México: Limusa SA; 1990.
5. Cuellar P. Alimentación no convencional de cerdos mediante la utilización de recursos disponibles. Cali (Colombia): Fundación CIPAV, s.f. URL: <http://www.cipav.org.co/cipav/research/livestock/piedad.htm>
6. Daza NE. Manual básico de porcicultura. Asociación Colombiana de Porcicultores, Fondo Nacional de la Porcicultura. 1ª ed. Bogotá (Colombia): Scripto Ltda; 2002.
7. D'Mello JPF. Chemical constraints to the use of tropical legumes in animal nutrition. Anim Feed Sci Technol 1992; 38:237-261
8. Echeverri J. Evaluación del sistema silvopastoril leucaena-puntero bajo dos densidades de siembra en suelos de ladera en el Nordeste Antioqueño. Trabajo de grado, Facultad de Ciencias Agropecuarias Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 1997. 43 p.

9. Echeverri V, Giraldo L. Diferentes niveles de ramio (*Bohemeria nivea* Gaud) como reemplazo parcial de concentrado en cerdas gestantes. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 1988. 60 p.
10. Fernández JA, Jorgensen JN. Digestibility and absorption of nutrients as affected by fibre content in the diet of the pig. Quantitative aspects. *Livest Prod Sci* 1986; 15:33
11. Fernández RD. Evaluación de la Morera (*Morus alba*) como reemplazo parcial de la proteína cruda en la dieta de cerdas gestantes a la intemperie. Trabajo de grado, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, Medellín, 2001. p. 11.
12. Figueroa V. Producción porcina con cultivos tropicales y reciclaje de nutrientes. Cali (Colombia): Fundación CIPAV, 1996. 155 p.
13. Gaviria J, Restrepo LA. Utilización de forrajes en cerdos. Seminario, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, 1986. 96 p.
14. Gutiérrez K, Sanginés L, Pérez F, Martínez L. Estudios del potencial de la planta acuática *Lemma gibba* en la alimentación de cerdos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* 2001; 35:319-420.
15. Kay R. Administración agrícola y ganadera. 1ª ed. México: Compañía editorial Continental; 1986.
16. Kerridge PC. Biología y agronomía de especies forrajeras de *Arachis*. Cali (Colombia): Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), No. 245, 1995.
17. Laredo AM, Cuesta A. Tabla de contenido nutricional en productos y subproductos agroindustriales. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario; 1990
18. Mejía J. Contribución a la producción porcina sostenible bajo un sistema de cría a la intemperie. Medellín (Colombia): CORPOICA, Boletín Técnico No. 11, 2001.
19. Mena A. Sugar-cane juice as a substitute for cereal-based feeds for monogastric animals. *Rev World Anim* 1987; 62:51-56
20. Mendoza R, Mohar F. *Metabolismo animal*. 1ª ed. Bogotá: EDIUDCA, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA); 2001
21. Moreno IR, Maas BL, Peters M, Cárdenas EA. Evaluación de germoplasma nuevo de *Arachis pintoi* en Colombia. 1. Bosque Tropical, Valle del Cauca. *Pasturas Tropicales* 1999; 21:18-32
22. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. *Perspectivas alimentarias: Carne y productos cárnicos*. Roma, No.4, diciembre de 2004; URL: http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/007/j3877s/j3877s08.htm
23. Roppa L. Perspectivas de la producción de cerdos en América del Sur. En: *Memorias X Congreso Nacional V Internacional de Porcicultura*. San Andrés Islas, Colombia, 2000.
24. Rostagno HS, Teixeira LF, Lopes J, Gomes PC, Ferreira A, et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos (composição de alimentos e exigências nutricionais)*, UFV-DZO Coopasul – campusda UFV, 2000.
25. Siers DG. Chromic oxide determined digestion coefficients and their relationship to rate of gain and feed efficiency in individually fed Yorkshire boars, barrows and gilts. *J Anim. Sci* 1975;41:1266.
26. *Statistical Analysis Systems. SAS®*, versión 8.2 para Windows; User's Guide. Statistics. Statistical Analysis Systems Institute. Inc., Cary, NC. 2001.
27. Whittemore C. *Ciencia y práctica de la producción porcina*. 1ª ed. Zaragoza: Acribia S.A.; 1996.