

## EFFECTO DEL SULFATO DE SODIO Y SULFATO DE CALCIO EN LA DETOXIFICACION DE LOS TANINOS PRESENTES EN LA PULPA DEL CAFE

Miguel A. Marín C.  
José Rodríguez Z.  
Rafael Arroyo G.  
Carlos Sáenz Ch.

Escuela de Ciencias Agrarias,  
Universidad Nacional,  
Heredia, Costa Rica

### RESUMEN

Se distribuyeron 48 ratas blancas (*Rattus norvegicus albinus*) con un peso promedio de 118 g. y de ambos sexos en un diseño irrestrictamente al azar con 8 tratamientos y 6 repeticiones por tratamiento para determinar el efecto de 3 niveles de  $\text{CaSO}_4$  y 3 niveles de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (0.1, 0.3 y 0.5 %) como agentes detoxificantes de los taninos presentes en la pulpa de café, que se incluyó en la dieta en un nivel fijo de 20 %. La duración del experimento fue de 28 días. Se evaluaron las variables ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. En la tercera semana, durante 3 días consecutivos se recolectaron muestras de heces para realizar pruebas de digestibilidad de la materia seca, proteína cruda, energía y fibra cruda. Los resultados obtenidos en este trabajo demuestran que ninguna de las fuentes de sulfato, en los niveles utilizados, tuvieron algún efecto sobre las dietas que contenían pulpa de café, en lo referente a ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia. La digestibilidad de la materia seca, proteína cruda y energía de las dietas que contenían pulpa mejoró cuando se utilizó 0.1 % de  $\text{CaSO}_4$ . Los niveles más altos (0.3 y 0.5 %) de las fuentes de sulfato en las dietas no produjeron ningún efecto positivo en los animales, por el

contrario, en algunos casos produjeron una depresión en su rendimiento.

### ABSTRACT

48 white rats (*Rattus norvegicus albinus*) with an average body weight of 118 g. from both sexes were distributed in a complete randomized design to determine the effect of 3 levels of  $\text{CaSO}_4$  and 3 levels of  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (0.1, 0.3 y 0.5 %) detoxificant agents of the tannins present in the coffee pulp, which was included in the diet at a fixed level of 20 %. The experiment last for 28 days and weight gain, feed intake and feed conversion were evaluated. On the third week, during 3 consecutive days, samples of feces were collected to perform digestibility trials of dry matter, crude protein, energy and crude fiber. The results show that any of the sulfate sources at any of the levels used had any effect on the diets with coffee pulp regarding to weight gain, feed intake and fee conversion. The digestibility of the dry matter, crude protein and energy of the diets containing pulp was improved when the 0.1 % level of  $\text{CaSO}_4$  was used. The levels of 0.3 and 0.5 % of the sulfate sources in the diet did not have any positive effect on the performance of the animals, on the contrary, in some cases they caused a decrement of their performance.

## INTRODUCCION

La pulpa de café es uno de los principales subproductos del grano de café y representa entre un 45 y 65 % del peso del grano fresco (Cabezas et al, 1977).

La continua escasez de ingredientes alimenticios para la elaboración de dietas para animales ha despertado interés por el aprovechamiento de este subproducto de desecho; su materia seca contiene alrededor de un 10 % de proteína cruda y menos de un 25 % de fibra cruda, lo que proporciona un material potencial como alimento en producción animal.

La pulpa de café ha sido objeto de numerosas investigaciones con el fin de evaluar su uso en la alimentación animal. Se ha determinado que presenta concentraciones altas de compuestos fenólicos de acción fisiológica adversa para el animal, dentro de los cuales se encuentran los taninos que hacen decrecer el valor nutritivo de este material. Estos compuestos poseen una gran capacidad para ligar proteínas, atribuida a una fuerte afinidad que tienen sus enlaces de hidrógeno por el oxígeno del grupo carboxilo en los péptidos. La proteína, al unirse con los taninos, es protegida de la hidrólisis enzimática y se incorpora a la fracción lignificada que no es aprovechable por el animal (Bressani, 1979).

Taninos de bajo peso molecular son absorbidos en el tracto digestivo, acumulándose en el hígado donde deben ser detoxificados. Para ello se han adicionado a las dietas diferentes compuestos químicos, con el objeto de que formen complejos, o interactúen con los taninos, por medio del grupo activo hidroxilo. De esta manera se libera la proteína y puede ser aprovechada por el organismo. Cuando se usan sulfatos en estas reacciones, los taninos aparecen en la orina como sulfatos etéreos (Blair y Mitara, 1983; Reddy et al, 1985).

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de tres niveles de sulfato de calcio y tres de sulfato de sodio, como agentes detoxificantes de los taninos presentes en la pulpa de café.

## MATERIAL Y METODOS

El ensayo experimental se llevó a cabo en el bioterio de la Escuela de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional. 48 ratas blancas (*Rattus norvegicus albinus*) de ambos sexos, con un peso promedio de 118 g, fueron alojados en jaulas metá-

licas individuales y divididas en ocho grupos según el tratamiento. Se utilizó un diseño irrestrictamente al azar, con seis repeticiones por tratamiento. Las dietas se balancearon para que fueran isoproteicas e isocalóricas. El alimento y el agua se suministraron *ad libitum*.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- A Dieta control (maíz-soya).
- B Dieta control (maíz-soya y pulpa, sin sulfatos).
- C Dieta con 20 % de pulpa de café + 0.1 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
- D Dieta con 20 % de pulpa de café + 0.3 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
- E Dieta con 20 % de pulpa de café + 0.5 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
- F Dieta con 20 % de pulpa de café + 0.1 %  $\text{CaSO}_4$ .
- G Dieta con 20 % de pulpa de café + 0.3 %  $\text{CaSO}_4$ .
- H Dieta con 20 % de pulpa de café + 0.5 %  $\text{CaSO}_4$ .

La duración del experimento fue de 28 días, recolectándose muestras de heces en la tercera semana, durante tres días consecutivos, para realizar las respectivas pruebas de digestibilidad, según el método descrito por Bateman (1970). Además, diariamente se pesó el alimento suministrado y el rechazado para determinar, por diferencia, el consumo. Los animales se pesaron cada ocho días. Se evaluaron los siguientes parámetros.

- 1 Ganancia de peso (g).
- 2 Consumo de alimento (g).
- 3 Conversión alimenticia.
- 4 Digestibilidad de la materia seca (%).
- 5 Digestibilidad de la proteína (%).
- 6 Digestibilidad de la energía (%).
- 7 Digestibilidad de la fibra cruda (%).

La composición química de las dietas se presenta en el cuadro 1, cuyo análisis se realizó utilizando el método de la A.O.A.C. (1970).

El contenido energético, en términos de energía bruta de las diferentes dietas y de las heces recolectadas, se determinó usando una bomba calorimétrica Parr.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en este experimento en lo referente a ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia se presentan en el cuadro 2 y los de digestibilidad en el cuadro 3.

### GANANCIA DE PESO

No hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $P \geq 0.05$ ). Las ganancias de peso fueron similares para todos los tratamientos; sin embargo, las ratas que recibieron la dieta de maíz y soya,

presentaron ganancias superiores, siguiéndoles los animales que consumieron raciones con pulpa de café más 0.1 % del  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Por el contrario, los animales que consumieron las raciones que contenían pulpa sin agentes detoxificantes, así como las que contenían  $\text{CaSO}_4$ , produjeron las ganancias más pobres.

Ross y Harms (1970) trabajando con pollos tampoco observaron diferencias significativas en cuanto a ganancias de peso al usar  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y  $\text{Ca}_2\text{SO}_4$  y  $\text{CaSO}_4$  a niveles de 0.1, 0.3 y 0.5 %.

Harms y Miles (1983) no observaron efecto alguno del  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (0.2 %) cuando las raciones contenían niveles adecuados de metionina, como sucedió en este experimento.

Las pruebas de ortogonalidad mostraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los niveles de  $\text{CaSO}_4$  y el control positivo. El uso de  $\text{CaSO}_4$  produjo un efecto adverso sobre la ganancia diaria

CUADRO 1

### ANALISIS PROXIMAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES EN BASE SECA (%)

COMPONENTE	A	B	C	D	E	F	G	H
MATERIA SECA	92.66	92.42	92.62	92.36	92.69	92.94	92.45	92.66
PROTEINA	16.62	15.91	15.12	16.73	15.86	17.32	16.28	15.11
FIBRA	3.11	7.55	7.88	7.89	7.92	7.85	7.93	7.62
EXTRACTO ETHEREO	10.56	9.06	8.41	9.61	9.53	9.64	9.07	9.63
CFNIZAS	5.89	6.60	6.87	7.32	7.04	6.75	6.67	7.35
EXT. LIBRE DE NITROGENO	63.82	60.88	61.72	58.45	59.65	58.44	60.05	60.29
ENERGIA BRUTA K CAL / KG	4577.66	4603.58	4436.98	4372.56	4504.13	4491.03	4521.15	4308.83

A. Control positivo (maíz-soya).

B. Control negativo (maíz-soya y pulpa).

C. Dieta con 20 % de pulpa de café (P.C.) más 0.1 % de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).

D. Dieta con 20 % de P.C. más 0.5 % de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

E. Dieta con 20 % de P.C. más 0.3 % de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

F. Dieta con 20 % de P.C. más 0.1 % de sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ).

G. Dieta con 20 % de P.C. más 0.3 % de  $\text{CaSO}_4$ .

H. Dieta con 20 % de P.C. más 0.5 % de  $\text{CaSO}_4$ .

CUADRO 2

## EFECTO DE LAS DIFERENTES DIETAS SOBRE LA GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSION ALIMENTICIA (PERIODO COMPLETO DE EXPERIMENTACION)

TRATAMIENTO*	A	B	C	D	E	F	G	H
PESO INICIAL (g)	118.27	118.15	118.53	118.95	118.98	118.28	118.60	118.60
PESO FINAL (g)	271.15	250.15	262.12	257.3	259.6	237.52	254.55	257.78
GANANCIA DIARIA (g)	5.45 <sup>a</sup>	4.71 <sup>a</sup>	5.13 <sup>a</sup>	4.94 <sup>a</sup>	5.03 <sup>a</sup>	4.25 <sup>a</sup>	4.86 <sup>a</sup>	4.97 <sup>a</sup>
CONSUMO DIARIO (g)	19.66 <sup>a</sup>	20.54 <sup>a</sup>	21.88 <sup>a</sup>	20.91 <sup>a</sup>	21.34 <sup>a</sup>	19.97 <sup>a</sup>	21.21 <sup>a</sup>	21.61 <sup>a</sup>
CONVERSION ALIMENTICIA alimento (g)								
peso ganado (g)	3.90 <sup>a</sup>	4.80 <sup>bc</sup>	4.43 <sup>b</sup>	4.40 <sup>b</sup>	4.51 <sup>b</sup>	5.27 <sup>c</sup>	4.71 <sup>b</sup>	4.59 <sup>b</sup>

a,b,c, Medias en la misma línea, con distinta letra, difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ).

A. Dieta control positivo (maíz-soya).

B. Dieta control negativo (maíz-soya-pulpa).

C. Dieta con 20 % de pulpa de café (P.C.) más 0.1 % de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).

D. Dieta con 20 % de P.C. más 0.3 de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

E. Dieta con 20 % de P.C. más 0.5 de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

E. Dieta con 20 % de P.C. más 0.5 de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

F. Dieta con 20 % de P.C. más 0.1 de sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ).

G. Dieta con 20 % de P.C. más 0.3 de  $\text{CaSO}_4$ .

H. Dieta con 20 % de P.C. más 0.5 de  $\text{CaSO}_4$ .

\* Para cada tratamiento se usó un grupo de 6 ratas.

respecto del control positivo, pero no respecto del control negativo ni de los diferentes niveles de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (Cuadro 4).

## CONSUMO DE ALIMENTO

El consumo de alimento no varió significativamente ( $P \geq 0.05$ ) entre los tratamientos. El mayor consumo se obtuvo en los tratamientos que recibieron las dietas con  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , seguidas por las que contenían  $\text{CaSO}_4$ , como agentes detoxificantes. El menor consumo se dio en los animales de la dieta control (maíz-soya). Lucas (1949) indica que el consumo voluntario de alimento en animales monogástricos está relacionado con el contenido de fibra en la dieta y que conforme éste aumenta también el consumo aumenta, compensando de esta manera valores más bajos de energía digestible en la dieta. El nivel de pulpa utilizado en este experimento (20 %) pudo haber tenido un efecto

negativo sobre el consumo de alimento, ya que a pesar de que el nivel de fibra aumentó en las dietas en que se incluyó, el consumo no fue mayor. Otro aspecto es que las dietas se balancearon isocalóricas por lo que los animales llenaron sus requerimientos nutricionales con cantidades de alimento muy similares.

En este caso las pruebas de ortogonalidad mostraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los niveles de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y el control positivo. El uso de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  produjo un efecto favorable sobre el consumo diario de alimento con respecto al control positivo, pero no respecto del control negativo ni de los niveles de  $\text{CaSO}_4$  (Cuadro 4).

## CONVERSION ALIMENTICIA

Se presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ). La mejor conversión alimenticia se ob-

La composición química de las dietas se presenta en el cuadro 1, cuyo análisis se realizó utilizando el método de la A.O.A.C. (1970).

El contenido energético, en términos de energía bruta de las diferentes dietas y de las heces recolectadas, se determinó usando una bomba calorimétrica Parr.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en este experimento en lo referente a ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia se presentan en el cuadro 2 y los de digestibilidad en el cuadro 3.

### GANANCIA DE PESO

No hubo diferencias significativas entre tratamientos ( $P \geq 0.05$ ). Las ganancias de peso fueron similares para todos los tratamientos; sin embargo, las ratas que recibieron la dieta de maíz y soya,

presentaron ganancias superiores, siguiéndoles los animales que consumieron raciones con pulpa de café más 0.1 % del  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Por el contrario, los animales que consumieron las raciones que contenían pulpa sin agentes detoxificantes, así como las que contenían  $\text{CaSO}_4$ , produjeron las ganancias más pobres.

Ross y Harms (1970) trabajando con pollos tampoco observaron diferencias significativas en cuanto a ganancias de peso al usar  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y  $\text{Ca}_2\text{SO}_4$  y  $\text{CaSO}_4$  a niveles de 0.1, 0.3 y 0.5 %.

Harms y Miles (1983) no observaron efecto alguno del  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (0.2 %) cuando las raciones contenían niveles adecuados de metionina, como sucedió en este experimento.

Las pruebas de ortogonalidad mostraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los niveles de  $\text{CaSO}_4$  y el control positivo. El uso de  $\text{CaSO}_4$  produjo un efecto adverso sobre la ganancia diaria

CUADRO 1

### ANALISIS PROXIMAL DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES EN BASE SECA (%)

COMPONENTE	A	B	C	D	E	F	G	H
MATERIA SECA	92.66	92.42	92.62	92.36	92.69	92.94	92.45	92.66
PROTEINA	16.62	15.91	15.12	16.73	15.86	17.32	16.28	15.11
FIBRA	3.11	7.55	7.88	7.89	7.92	7.85	7.93	7.62
EXTRACTO ETereo	10.56	9.06	8.41	9.61	9.53	9.64	9.07	9.63
CENIZAS	5.89	6.60	6.87	7.32	7.04	6.75	6.67	7.35
EXT. LIBRE DE NITROGENO	63.82	60.88	61.72	58.45	59.65	58.44	60.05	60.29
ENERGIA BRUTA K CAL / KG	4577.66	4603.58	4436.98	4372.56	4504.13	4491.03	4521.15	4308.83

A. Control positivo (maíz-soya).

B. Control negativo (maíz-soya y pulpa).

C. Dieta con 20 % de pulpa de café (P.C.) más 0.1 % de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).

D. Dieta con 20 % de P.C. más 0.5 % de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

E. Dieta con 20 % de P.C. más 0.3 % de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

F. Dieta con 20 % de P.C. más 0.1 % de sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ).

G. Dieta con 20 % de P.C. más 0.3 % de  $\text{CaSO}_4$ .

H. Dieta con 20 % de P.C. más 0.5 % de  $\text{CaSO}_4$ .

CUADRO 2

**EFFECTO DE LAS DIFERENTES DIETAS SOBRE LA GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSION ALIMENTICIA (PERIODO COMPLETO DE EXPERIMENTACION)**

TRATAMIENTO*	A	B	C	D	E	F	G	H
PESO INICIAL (g)	118.27	118.15	118.53	118.95	118.98	118.28	118.60	118.60
PESO FINAL (g)	271.15	250.15	262.12	257.3	259.6	237.52	254.55	257.78
GANANCIA DIARIA (g)	5.45 <sup>a</sup>	4.71 <sup>a</sup>	5.13 <sup>a</sup>	4.94 <sup>a</sup>	5.03 <sup>a</sup>	4.25 <sup>a</sup>	4.86 <sup>a</sup>	4.97 <sup>a</sup>
CONSUMO DIARIO (g)	19.66 <sup>a</sup>	20.54 <sup>a</sup>	21.88 <sup>a</sup>	20.91 <sup>a</sup>	21.34 <sup>a</sup>	19.97 <sup>a</sup>	21.21 <sup>a</sup>	21.61 <sup>a</sup>
CONVERSION ALIMENTICIA alimento (g)								
peso ganado (g)	3.90 <sup>a</sup>	4.80 <sup>bc</sup>	4.43 <sup>b</sup>	4.40 <sup>b</sup>	4.51 <sup>b</sup>	5.27 <sup>c</sup>	4.71 <sup>b</sup>	4.59 <sup>b</sup>

a,b,c, Medias en la misma línea, con distinta letra, difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ).

A. Dieta control positivo (maíz-soya).

B. Dieta control negativo (maíz-soya-pulpa).

C. Dieta con 20 % de pulpa de café (P.C.) más 0.1 % de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ).

D. Dieta con 20 % de P.C. más 0.3 de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

E. Dieta con 20 % de P.C. más 0.5 de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

E. Dieta con 20 % de P.C. más 0.5 de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

F. Dieta con 20 % de P.C. más 0.1 de sulfato de calcio ( $\text{CaSO}_4$ ).

G. Dieta con 20 % de P.C. más 0.3 de  $\text{CaSO}_4$ .

H. Dieta con 20 % de P.C. más 0.5 de  $\text{CaSO}_4$ .

\* Para cada tratamiento se usó un grupo de 6 ratas.

respecto del control positivo, pero no respecto del control negativo ni de los diferentes niveles de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (Cuadro 4).

#### CONSUMO DE ALIMENTO

El consumo de alimento no varió significativamente ( $P \geq 0.05$ ) entre los tratamientos. El mayor consumo se obtuvo en los tratamientos que recibieron las dietas con  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , seguidas por las que contenían  $\text{CaSO}_4$ , como agentes detoxificantes. El menor consumo se dio en los animales de la dieta control (maíz-soya). Lucas (1949) indica que el consumo voluntario de alimento en animales monogástricos está relacionado con el contenido de fibra en la dieta y que conforme éste aumenta también el consumo aumenta, compensando de esta manera valores más bajos de energía digestible en la dieta. El nivel de pulpa utilizado en este experimento (20 %) pudo haber tenido un efecto

negativo sobre el consumo de alimento, ya que a pesar de que el nivel de fibra aumentó en las dietas en que se incluyó, el consumo no fue mayor. Otro aspecto es que las dietas se balancearon isocalóricas por lo que los animales llenaron sus requerimientos nutricionales con cantidades de alimento muy similares.

En este caso las pruebas de ortogonalidad mostraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los niveles de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y el control positivo. El uso de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  produjo un efecto favorable sobre el consumo diario de alimento con respecto al control positivo, pero no respecto del control negativo ni de los niveles de  $\text{CaSO}_4$  (Cuadro 4).

#### CONVERSION ALIMENTICIA

Se presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ). La mejor conversión alimenticia se ob-

CUADRO 3

**EFFECTO DE LAS DIFERENTES DIETAS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA, PROTEINA, ENERGIA Y FIBRA CRUDA**

TRATAMIENTO	A	B	C	D	E	F	G	H
DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA (°/o)	85.21 <sup>a</sup>	71.80 <sup>bc</sup>	71.72 <sup>bc</sup>	70.92 <sup>bc</sup>	71.85 <sup>bc</sup>	73.52 <sup>c</sup>	71.78 <sup>bc</sup>	70.23 <sup>b</sup>
DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA (°/o)	81.55 <sup>a</sup>	62.13 <sup>b</sup>	61.09 <sup>b</sup>	63.75 <sup>bd</sup>	62.94 <sup>bd</sup>	69.33 <sup>c</sup>	66.08 <sup>cd</sup>	59.99 <sup>b</sup>
DIGESTIBILIDAD DE LA ENERGIA (°/o)	87.93 <sup>a</sup>	75.39 <sup>b</sup>	74.33 <sup>bcd</sup>	72.55 <sup>cd</sup>	75.13 <sup>bc</sup>	76.74 <sup>b</sup>	75.51 <sup>b</sup>	72.23 <sup>d</sup>
DIGESTIBILIDAD DE LA FIBRA CRUDA (°/o)	77.78 <sup>a</sup>	64.49 <sup>b</sup>	54.23 <sup>c</sup>	60.77 <sup>bd</sup>	55.17 <sup>c</sup>	55.32 <sup>c</sup>	58.46 <sup>cd</sup>	54.10 <sup>c</sup>

a,b,c,d,e. Medias en la misma línea con diferente letra, difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ).

- A. Dieta control positivo (maíz-soya).
- B. Dieta control negativo (maíz-soya-pulpa).
- C. Dieta, con 20 °/o de pulpa de café más 0.1 de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
- D. Dieta con 20 °/o de P.C. más 0.3 de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
- E. Dieta con 20 °/o de P.C. más 0.5 de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
- F. Dieta con 20 °/o de P.C. más de 0.1 de  $\text{CaSO}_4$ .
- G. Dieta con 20 °/o de P.C. más 0.3 de  $\text{CaSO}_4$ .
- H. Dieta con 20 °/o de P.C. más 0.5 de  $\text{CaSO}_4$ .

CUADRO 4

**RESULTADO DE LA PRUEBA DE CONTRASTES ORTOGONALES ENTRE LOS EFECTOS DE TRATAMIENTOS Y LAS VARIABLES: GANANCIA DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSION ALIMENTICIA**

	CONTROL POSITIVO	CONTROL NEGATIVO	NIVELES DE $\text{Na}_2\text{SO}_4$	NIVELES DE $\text{CaSO}_4$
Ganancia diaria (g)	a	ab	ab	b
Consumo diario (g)	a	ab	b	ab
Conversión alimenticia $\frac{\text{alimento (g)}}{\text{peso ganado (g)}}$	a	bc	c	bd

a,b,c,d. Tratamientos con diferente letra en la misma línea difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ).

tuvo con la dieta control (maíz-soya), siguiéndole los grupos de ratas que consumieron las dietas con diferentes niveles de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Las dietas a las que se adicionó  $\text{CaSO}_4$  como agente detoxificante presentaron las conversiones más altas. El uso de los sulfatos en las dietas con pulpa, no mejoraron sig-

nificativamente la conversión alimenticia respecto del tratamiento con pulpa sin los detoxificantes. Ross y Harms (1970) encontraron que una suplementación de sulfato de sodio y sulfato de calcio junto con la adición a la dieta de colina, causa una mejor respuesta de los animales que si la fuente de

sulfato fuera agregada sola. Harms y Miles (1983) obtuvieron mejores pesos corporales al suplementar la dieta con colina más 0.1 % de sulfato de potasio y Murillo (1973) obtuvo resultados similares utilizando en la dieta 0.1 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  más metionina.

Por su parte Maxson et al (1971) y Campabadal (1976) obtuvieron una respuesta negativa al adicionar  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  a la dieta, ya que éste provocaba una menor ganancia diaria de peso y bajas conversiones alimenticias. Miles y Harms (1983) indicaron resultados similares.

Los contrastes ortogonales mostraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre el control positivo y el resto de los tratamientos. La mejor conversión la presentó el control positivo. Además existieron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los diferentes niveles de  $\text{CaSO}_4$  y  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ , no así entre el control negativo y los niveles de  $\text{CaSO}_4$ . Los diferentes niveles de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  produjeron un efecto favorable sobre la conversión de alimento (Cuadro 4).

#### DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA SECA

Hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos. Las ratas que recibieron la dieta control (maíz-soya) obtuvieron los mayores coeficientes de digestibilidad de la materia seca, respecto del resto de los tratamientos.

Datos de otros ensayos realizados por Cordeiro (1980) y Segura (1983) indican que la digestibilidad para la materia seca se reduce con el uso de pulpa de café en la dieta, ya que se incrementa el nivel de fibra cruda en la misma. Roux (1957) y Russell et al (1968) coinciden en que la reducción de la digestibilidad de la materia seca es el producto en sí de la reducción en la digestibilidad de la proteína cruda, que se ve afectada por los taninos, al formarse complejos insolubles entre éstos y las proteínas.

Los contrastes ortogonales mostraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre el control positivo y el resto de los tratamientos. La mayor digestibilidad de la materia seca la presentó el control positivo y no hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los efectos de los diferentes niveles de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y  $\text{CaSO}_4$  (Cuadro 5).

#### DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA

El grupo que consumió la dieta control (maíz-soya) obtuvo los mejores coeficientes de di-

gestibilidad ( $P \leq 0.05$ ) respecto de los otros tratamientos.

Sell et al (1983) indican que un nivel mayor de proteína enmascara el efecto de los taninos, pues al haber mayor cantidad de proteína, el animal tiene mayor disponibilidad. En el cuadro 1 se observa que la dieta que contiene 0.1 %  $\text{CaSO}_4$  tiene alrededor de 2 % más proteína que el resto y las dietas con 0.3 %  $\text{CaSO}_4$  y 0.3 %  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  tienen un 1 % más. Esto podría explicar la superioridad en digestibilidad de la proteína.

Murillo (1974) y Daqui (1974) indican que los complejos tanino-proteína, se incorporan a la fracción de lignina que no es digerible; constituyendo así el nitrógeno lignificado más del 50 % del nitrógeno total y afectando, de este modo, la digestibilidad de la proteína. Cabezas et al (1977) indican que la reducción de la digestibilidad de la proteína en raciones que continen pulpa es atribuida a la baja digestibilidad de la proteína de la pulpa, que es de aproximadamente 27 %.

Las pruebas de ortogonalidad mostraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre el control positivo y el resto de los tratamientos. La mayor digestibilidad de la proteína la presentó el control positivo. Además hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los efectos de los diferentes niveles de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  y  $\text{CaSO}_4$ . El  $\text{CaSO}_4$  produjo un efecto favorable sobre la digestibilidad de la proteína (Cuadro 5).

#### DIGESTIBILIDAD DE LA ENERGIA

Hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $P \leq 0.05$ ). La dieta control mostró los mayores coeficientes de digestibilidad de la energía. Segura (1983) indica que la energía digestible disminuye con el uso de pulpa en la dieta, ya que los alimentos fibrosos requieren una mayor cantidad de energía para su movilización a través del tracto digestivo y para su digestión.

Los contrastes ortogonales mostraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre el control positivo y el resto de los tratamientos. La mayor digestibilidad de la energía la presentó el control positivo (Cuadro 5).

#### DIGESTIBILIDAD DE LA FIBRA

Hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $P \leq 0.05$ ). Los animales que recibieron la dieta control obtuvieron los mayores coeficien-



CUADRO 5

**RESULTADO DE LA PRUEBA DE CONTRASTES ORTOGONALES ENTRE LOS EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS Y LAS VARIABLES, DIGESTIBILIDAD DE: MATERIA SECA, PROTEINA CRUDA, ENERGIA Y FIBRA CRUDA**

	<i>CONTROL POSITIVO</i>	<i>CONTROL NEGATIVO</i>	<i>NIVELES DE Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></i>	<i>NIVELES DE CaSO<sub>4</sub></i>
Digestibilidad de materia seca	a	b	b	b
Digestibilidad de proteína	a	bc	c	bd
Digestibilidad de energía	a	b	b	b
Digestibilidad de fibra cruda	a	b	c	c

a,b,c. Tratamientos con diferente letra en la misma línea difieren significativamente ( $P \leq 0.05$ ).

tes de digestibilidad de la fibra cruda. La adición de sulfatos a la dieta tuvo efectos negativos sobre la digestibilidad de la fibra. Reddy et al (1985) opinan que los taninos tienen un efecto negativo sobre la utilización de la fibra, ya que inhiben o reducen la actividad de enzimas como la celulasa, que es responsable de la hidrólisis de la fibra cruda.

En este caso las pruebas de ortogonalidad mostraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los efectos de los diferentes tratamientos. La mayor digestibilidad la presentó el control positivo. Ambas fuentes de sulfatos produjeron un efecto adverso sobre la digestibilidad de la fibra cruda, aunque entre ellas no hubo diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ ) (Cuadro 5).

Con base en los resultados obtenidos en este trabajo, se puede concluir que:

a. Las fuentes de sulfato no tuvieron ningún efecto sobre las dietas que contenían pulpa en lo referente a ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

b. La digestibilidad de la materia seca, proteína cruda y energía de las dietas que contenían pulpa se mejoraron cuando se utilizó 0.1 %  $\text{CaSO}_4$ .

c. Los niveles más altos (0.3 % y 0.5 %) de las fuentes de sulfato en las dietas no produjeron efectos positivos en los animales; por el contrario, en algunos casos produjeron una depresión en su rendimiento.

Se recomienda realizar más investigaciones en torno al uso de sustancias o compuestos químicos detoxificantes de las sustancias tóxicas presentes en la pulpa de café.

## LITERATURA CITADA

- Association of Official Agricultural Chemists. 1970. Official methods of analysis (11 ed.). A.O.A.C. Washington D.C.
- Bateman, S.V. 1970. Nutrición Animal. Manual de métodos analíticos. Herrero. Méjico. 468. pp.
- Blair, R. and Mitara, B.N. 1983. New information on the role of tannins in the utilization of feedstuffs by growing birds. Florida Nutrition Conference. January 20-21. pp. 139-151.
- Bressani, R., Jarquin, R., Estrada, E. 1971. Composición química de la pulpa de café. ALPA. 6: 113-114.
- Bressani, R. 1979. Factores antifisiológicos en la pulpa de café. *In* Pulpa de Café: Composición, tecnología y utilización. INCAP. Colombia. pp. 143-152.
- Cabezas, M.T., Menjívar, J.M., Murillo, B. y Bressani, R. 1977. Alimentación de vacas lecheras con ensilaje de pulpa de café. Informe anual. INCAP. Colombia.
- Campabadal, C.M. 1976. Effect of different additives on the nutritional value of bird resistant sorghum grain for rats and pigs. Thesis Ph.D. University of Florida. 138 pp.
- Cordero, M.A. 1980. Evaluación de cuatro niveles de pulpa de café en dietas para animales de laboratorio. Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Escuela de Zootecnia. Universidad de Costa Rica. 85 pp.
- Daqui, L.E. 1974. Características químicas y nutricionales de la pulpa de café ensilada con pasto napier y planta de maíz. Tesis Magister Scientifiae. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad de San Carlos, Guatemala. INCAP CESNA. Guatemala. 103 pp.
- Harms, R.H and Miles, R.D. 1983. The interrelationships between methionine, choline and sulfate in turkey diets. *In* Florida Nutrition Conference. January 20-21. pp. 73-76.
- Lucas, H. 1949. The value of the digestibility trial as an adjunct to growth trial data in indicating the efficiency of hog rations. M.Sc. Thesis. Mc. Gill University. New York. 105 pp.
- Maxson, W.E., Houser, R.A., Shirley, R.L. and Palmer, A.Z. 1971. Sulfate, selenium or bentonite as feed additives for swine fed bird-resistant milo diets. Florida Agricultural Experiment Station. Mimeo series N° 71-2.
- Miles, R.D. and Harms, R.H. 1983. The interrelationships between methionine, choline and sulfate in chick diets. *In* Florida Nutrition Conference. January 20-21. pp. 67-70.
- Miles, R.D. and Harms, R.H. 1983. Methionine, choline and sulfate interactions in laying her diets. *In* Florida Nutrition Conference. January 20-21. pp. 79-85.
- Murillo B. 1974. Composición química y fraccionamiento de los componentes celulares de la pulpa de café ensilada con aditivos. 1era. reunión internacional sobre la utilización de subproductos de café en la alimentación animal y otras aplicaciones agrícolas e industriales. Informe final. Costa Rica. pp. 40-41.
- Murillo, M.G.R. 1973. Empleo del sulfato de sodio inorgánico como sustituto de la metionina suplemental en raciones para pollos de engorde. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Escuela de Zootecnia. Universidad de Costa Rica. 53 pp.
- Reddy, N.R., Pierson, M.D., Sathe, S.K. and Salnnkhe, D.K. 1985. Dry beans tannins: A review of nutritional implications. JAOCS 62 (3): 541-549. Texas.
- Ross, E. and Harms, R.H. 1970. The response of chicks to sodium sulfate supplementation of a corn-soy diet. Poultry Science 49: 1.605-1.610.
- Roux, D.G. 1957. Some recent advances in the identification of leucocyaninins and the chemistry of condensed tannins. Nature 180: 973.
- Russell, A.E., Schutteleworth, S.C. and Williams, D.A. 1968. Studies on mechanism of vegetable tannins. Journal Soc. Leather trader Chem. 51: 220.
- Segura, A. 1983. Determinación del nivel crítico de utilización de la pulpa de café deshidratada en ratas blancas. Tesis Ing. Agr. Escuela de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional. 43 pp.
- Sell, D.R., Rogler, J.O.C. and Feathergton, W.R. 1983. The effects of sorghum tannin and protejn level on the performance of laying hens maintained in two temperature environments. Poultry Science 62: 2.420-2.428.