



# AVANCES TÉCNICOS

# 248

# Cenicafé

Gerencia Técnica / Programa de Investigación Científica / Febrero de 1998

## UTILIZACIÓN DEL MUCÍLAGO DE CAFÉ EN LA ALIMENTACION DE CERDOS<sup>1</sup>

Adriana Garavito Rozo\*; Gloria Inés Puerta Quintero\*\*



*Cerdos consumiendo mucílago de café*

**E**n Colombia, el proceso de beneficio del café se hace tradicionalmente por vía húmeda, siendo uno de los factores a los cuales se atribuye la excelente calidad del café colombiano. En este proceso se generan subproductos y efluentes acuosos que por su composición química, microbiológica y sus características físicoquímicas como su carga orgánica, acidez y contenido de material sedimentable, ocasionan al contacto con el agua, cambios en algunas propiedades.

Se puede entonces afectar la viscosidad del agua, el color, la turbiedad, la transparencia, la temperatura, el olor, la tensión superficial y el sabor, y elevarse la demanda química y biológica de oxígeno, causando impacto biológico y desequilibrio en el ecosistema acuático (2, 19, 37).

Por medio de investigaciones desarrolladas en CENICAFÉ en el campo del beneficio, la

<sup>1</sup> Fragmento de la tesis presentada por la primera autora a la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA. Santafé de Bogotá.

\* Zootecnista. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales UDCA.

\*\* Investigador Científico I. Química Industrial. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas.

utilización y la disposición de subproductos, se ha logrado controlar en parte esta contaminación y reducir el consumo de agua por medio de los desmucilaginosos mecánicos (Figura 1), hasta 1 litro de agua por cada kilogramo de café pergamino procesado. En este proceso se obtiene un producto viscoso con alto contenido de sólidos (96 g/L de mucílago), el cual es también altamente contaminante debido a su carga orgánica, la cual equivale a

aproximadamente 110.000 ppm de Demanda Química de Oxígeno (DQO) (2, 19, 22, 34, 35, 36); pero al mismo tiempo facilita su aprovechamiento y conversión a nivel agrícola, industrial y pecuario.

El mucílago o mesocarpio del fruto de café es la capa que se localiza entre la pulpa y el pergamino, constituida por tejidos halinos que no contienen cafeína ni taninos ricos en azúcares y pectinas. Representa el 20% del

fruto en base húmeda y alrededor del 5% en base seca (4, 10). El contenido de agua en el mucílago de café varía entre 85 y 90% (4, 10, 21, 27, 31). La mayor parte de la materia seca está representada por carbohidratos, en particular, compuestos pécticos y azúcares reductores y no reductores. El mucílago presenta valores de 0,95% de proteínas, 0,08% de grasas y 0,45% de cenizas. En mayor proporción se encuentran los elementos K, Ca, Mg y P. El poder calorífico del mucílago es bajo, del orden de 500 kcal/kg y está dado, principalmente, por el contenido de carbohidratos (25).

En los últimos años se le ha dado un enfoque diferente a la producción animal donde el reto es producir carne y leche en forma sostenible, utilizando las fuentes disponibles, principalmente los residuos agroindustriales. Se busca así adecuar los sistemas de producción dentro de un marco social, económico y conservacionista del agua y de los recursos naturales (5, 6, 8, 11, 13, 15, 17, 24, 29).

Es por esto que las características físicoquímicas del mucílago concentrado, junto con su composición química basada en azúcares, compuestos pécticos y minerales, y la ausencia de factores antifisiológicos (4, 12, 18), hacen de este subproducto un residuo potencialmente adecuado como suplemento en la alimentación animal. Su uso representa una solución parcial al problema de la contaminación causada en el proceso de beneficio húmedo del café.



**Figura 1.** El mucílago de café es obtenido mediante desmucilaginosos mecánicos

# MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en instalaciones diseñadas y construidas especialmente para la distribución de los tratamientos y de los animales, ubicadas en la Fundación Manuel Mejía en el municipio de Chinchiná - Caldas.

Con el fin de evaluar la aceptación del mucílago de café por los cerdos, suministrado como suplemento de la cantidad total del alimento requerida por el animal según su peso, se realizaron dos ciclos de engorde utilizando lechones con un promedio de peso de 35 kg y una edad de 90 días. Se establecieron cinco períodos dentro del ciclo, determinándose como fechas de pesaje los días 0, 14, 28, 42, 56 y 70.

Dentro de los tratamientos se incluyó el suministro de



**Figura 2.** Aspecto del mucílago con diferentes temperaturas y tiempo de almacenamiento

concentrado en un 100% (T1), el suministro de mucílago fresco y fermentado para consumo a voluntad (T14 y T15) y mezclas al 20% y al 30% de mucílago de café en base seca, tanto en estado fresco como fermentado y de café

seleccionado, como de café de recolección normal (Figura 2). Se incluyó en algunos tratamientos el suministro adicional de una premezcla mineral, como se muestra en la Tabla 1.

**TABLA 1.** Descripción de los tratamientos de ceba de cerdos alimentados con alimento concentrado y mucílago de café.

Tratamiento	Porcentaje de concentrado	Porcentaje de mucílago	Formulación	Estado del mucílago	Tipo de café	Adición de sales
1	100	0	b.s	-		-
3	80	20	b.s	Fresco	Seleccionado	Si
4	80	20	b.s	Fermentado	Seleccionado	Si
5	80	20	b.s	Fermentado	Seleccionado	No
8	70	30	b.s	Fresco	Seleccionado	Si
9	70	30	b.s	Fermentado	Seleccionado	Si
13*	74	26	b.s	Fermentado	Seleccionado	No
14	0	Voluntad	b.s	Fresco	Seleccionado	Si
15	0	Voluntad	b.s	Fermentado	Seleccionado	Si

b.s.: Base seca

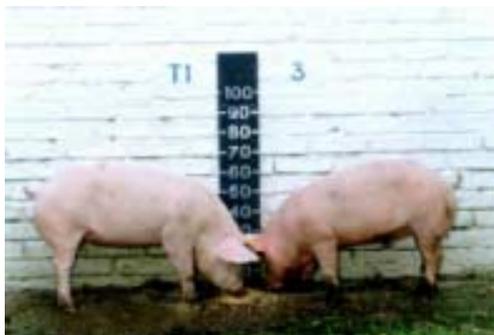
13\*: El alimento se suministró variando la proporción entre los cinco períodos de engorde, así: 20 - 30 - 30 - 30 - 20 en los días 0, 14, 28, 42, 56 y 70.

El mucílago se almacenó en canecas plásticas con el fin de suministrarlo fresco (con menos de 18 horas de almacenamiento a temperatura ambiente o hasta 72 horas en refrigeración a 4 °C, y fermentado a temperatura ambiente por un período mayor de 24 horas de almacenamiento.

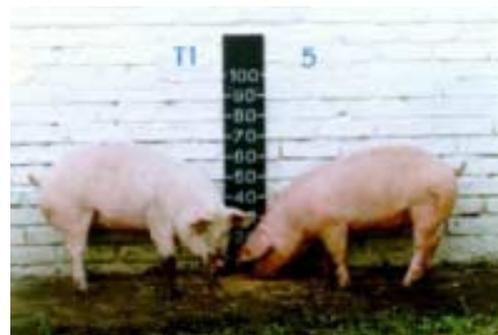
**Diseño experimental:** Cada tratamiento constó de cinco animales asignados al azar, donde el animal constituyó la unidad experimental. Al inicio de cada ciclo se realizó el pesaje de los animales.

Durante la investigación se llevaron registros de peso entre períodos, peso vivo, ganancia en peso, conversión alimenticia, controles sanitarios, así como las características y composición de los materiales utilizados para la alimentación. Además, se realizó la evaluación zoométrica de la canal, se midió el espesor de la grasa dorsal, la longitud y el rendimiento en canal. Del mismo modo se determinó la calidad nutritiva de la carne y a través de evaluaciones de consumidor, la calidad organoléptica del lomo, costillas, pernils y tocino.

También se calcularon los beneficios brutos y netos por tratamiento y animal, en donde se tuvo en cuenta el total de costos directos de producción por tratamiento (costo de porcinos, concentrado, mucílago de café, premezcla mineral y la mano de obra empleada para el manejo de la explotación). También el total de costos indirectos, donde se incluyó la selección del café.



**Figura 3.** Cerdos que consumieron 80% - 20% concentrado-mucílago fresco seleccionado en b.s, con adición de sales



**Figura 4.** Cerdos que consumieron 80% - 20% concentrado-mucílago fermentado sin selección en b.s, con adición de sales

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que todos los animales que consumieron concentrado solo o mezcla con mucílago de café, ganaron peso a través de los períodos del ciclo de engorde independientemente de la dieta, estado del mucílago y tipo de café. Por el contrario, los animales alimentados con mucílago a voluntad en ambos estados, perdieron peso desde el inicio del ciclo de engorde: 6 kg los primeros 14 días y 1,5 kg en promedio en cada una de las etapas siguientes. Alcanzaron un promedio de peso final de 28 kg (Tabla 2).

Basados en el tipo de alimentación y el peso final alcanzado, se encontró que para obtener 95 kg de peso de animal vivo, alimentado 70 días con solo concentrado y partiendo de un peso inicial de 42,9 kg, se requiere de 204 kg de alimento. Se obtuvo una conversión de 3,98:1 kg, con ganancia de 52,7 kg de peso. En el caso de la mezcla 80-20 concentrado-mucílago se necesita en promedio 309,95 kg de

alimento con una conversión de 7,63 :1 kg, con una ganancia de 43,2 kg de peso durante el ciclo y alcanzando 81,25 kg de peso vivo.

Los animales de los tratamientos T14 y T15 consumieron hasta 6 litros de mucílago en promedio diario, con conversiones negativas debido a su pérdida de peso, y disminuyeron 300 g durante los primeros 14 días y 100 g diarios en los períodos siguientes, igual que el primer ciclo.

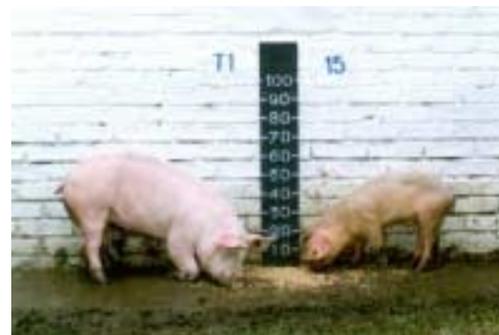
En las Figuras 3, 4, 5, 6 y 7 se puede comparar el aspecto de los animales que consumieron mezclas, 80 - 20 concentrado - mucílago fresco seleccionado en b.s. (T5); 70 - 30 concentrado - mucílago fermentado en b.s. (T9); la mezcla de concentrado y mucílago de café sin seleccionar en proporción del 26% de mucílago en b. s. y el 74% de concentrado (T13); y cerdos que consumieron 100% mucílago de café (T15) en relación al grupo testigo con 100% de concentrado.



**Figura 5.** Cerdos que consumieron 70% - 30% concentrado mucílago fermentado en b.s, con sales



**Figura 6.** Cerdos que consumieron mezcla de concentrado y mucílago de café sin selección, con proporción variable entre períodos del 20% al 30% de mucílago en base seca y sin adición de sal (T13).



**Figura 7.** Cerdos que consumieron 100% mucílago de café en relación al grupo testigo 100% concentrado.

**TABLA 2.** Promedios de peso (kg) a través de los períodos de engorde, ganancia diaria de peso y conversión alimenticia de cerdos alimentados con concentrado y mucílago de café

Trat.	Peso final A los 70 días	Ganancia De peso Cada 14 días/kg	Ganancia de peso Diaria durante 70 días	Conversión Total Promedio (kg)	Consumo total de alimento (kg)	Ganancia de peso a los 70 días (kg)	Cantidad total de alimento para alcanzar 90 (kg)
1	95,60	10,54	0,77	3,98	204,40	52,7	192,6
2	83,04	8,86	0,62	7,49	309,95	44,2	335,7
4	81,32	8,66	0,51	7,80	309,95	43,2	342,9
5	79,40	8,50	0,62	7,61	309,95	42,2	278,1
8	78,92	8,15	0,62	9,99	372,42	40,7	424,0
9	77,52	8,01	0,56	10,01	372,42	40,0	432,0
13	80,20	8,28	0,58	8,54	356,16	41,4	399,6
14	28,56	-2,38	0,17	-	1,852	--	--
15	28,10	-2,60	0,18	-	1,852	--	--

## MEDIDAS ZOOMÉTRICAS

Se observó una relación directa entre el tipo de alimentación y la cantidad de concentrado suministrado al cerdo, con su conformación muscular, grasa dorsal y rendimiento en canal. Las carnes producidas con alimentación de 100% concentrado y mezclas de concentrado - mucílago no se diferenciaron en sus características de peso de canal, espesor de

grasa dorsal, área del músculo, rendimiento en canal y demás medidas zoométricas.

En tanto que los cerdos que consumieron sólo mucílago a voluntad presentaron diferencias muy marcadas en las medidas zoométricas con respecto al resto de los tratamientos, debido al peso final de los animales (Tabla 3).

Las características zoométricas de la canal se clasificaron según las normas europeas (1, 2, 8); las carnes de los cerdos de los tratamientos que consumieron mucílago a voluntad fueron clasificadas de tercera como consecuencia de la dieta suministrada. Todas las demás carnes fueron catalogadas como extra, es decir, muy magras, con buen desarrollo muscular y buena apariencia (7, 9, 16, 30).

**TABLA 3.** Características zoométricas de carnes de cerdo alimentados con concentrado y mucílago, segundo ciclo.

Trata.	Peso final (kg)	Longitud del canal (cm)	Observación	E.G.D. (cm)	Observación	Rendimiento en canal (%)	Observación
1	87,60	75	Normal	2,25	E	83,33	Excelente
3	98,20	75	Normal	4,01	IA	81,46	Excelente
4	92,60	72	Normal	3,83	IA	76,67	Excelente
5	100,0	70	Normal	3,36	E	80,00	Bueno
8	92,60	79	Bueno	2,77	E	80,99	Excelente
9	89,60	75	Superior	4,18	IIA	88,16	Excelente
13	96,00	72	Normal	3,16	E	77,08	Bueno
14	32,20	55	Inferior	1,13	IVA	48,82	Malo
15	27,20	55	Inferior	1,05	IVA	66,29	Malo

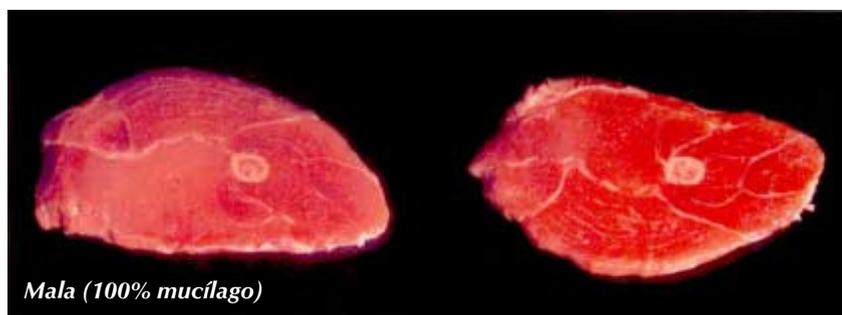
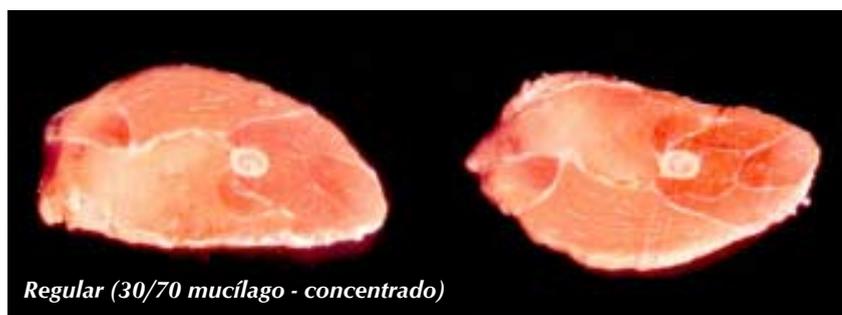
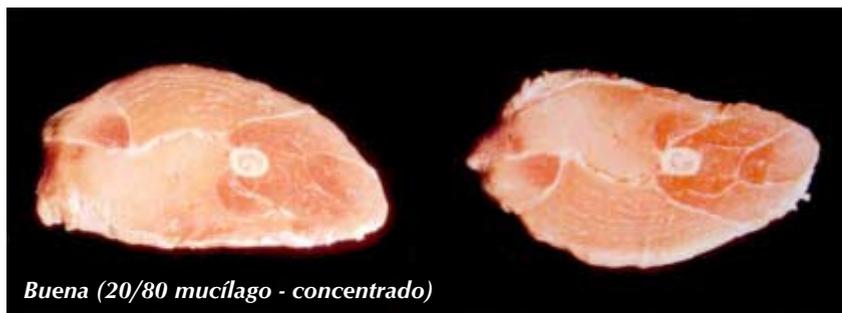
**E.G.D.:** Espesor de grasa dorsal

**E:** Muy magra con buen desarrollo muscular

**IA:** Magra

**IIA** : Presenta buena relación músculo-grasa

**IVA:** Carnes con mala conformación muscular



## ANÁLISIS SENSORIAL DE LA CARNE

Las carnes de los cerdos que consumieron sólo mucílago de café durante el segundo ciclo (T14 y T15) fueron totalmente rechazadas por el 52% de los participantes debido al color oscuro, olor extraño, textura dura, no masticable, elástica y sabor desagradable (Figura 8). Las carnes del tratamiento testigo y de las mezclas fueron aceptadas por más del 90% de las personas (1, 3, 23, 26, 28).

En general, de las pruebas de aceptación para cada tipo de carne no se percibieron diferencias entre las características de color, olor y textura del lomo, pernil y tocino (Figuras 8 y 9). El sabor de la costilla de los tratamientos aceptados fue preferido por el 92,3% de las personas. El 91,9% de los participantes calificaron muy bien el sabor del pernil, en tanto que el tocino fue evaluado como

**Figura 8.** Evaluación sensorial de la carne de cerdo obtenida mediante comparación de parámetros internacionales con muestras provenientes de: grupo testigo 100% concentrado y los cerdos que consumieron 20/80% mucílago-concentrado y 100% mucílago. Los parámetros se tomaron de: "La Carne de Cerdo" - Manual práctico para su comercialización y consumo (Jorge Santiago Eusse G.).

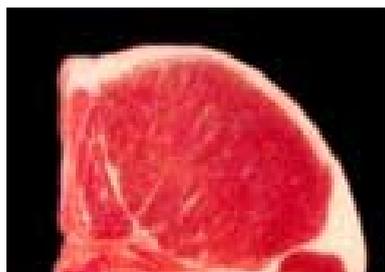
COLOR



1. Pálido rosado - grisáceo



2. Rosado rojizo



3. Rojo púrpura

TEXTURA Y HUMEDAD



1. Muy suave y húmedo



2. Poco firme y jugoso

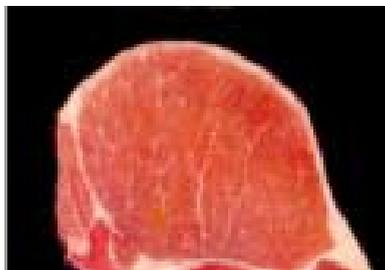


3. Firme y moderadamente seca

GRASA INTRAMUSCULAR



1. Inexistente o prácticamente inexistente



2. Pocas fibras



3. Moderado o poco abundante

**Figura 9.** Diferentes aspectos físicos de la carne de cerdo, de acuerdo a su textura y color. (Tomadas de: La Carne de Cerdo - Manual práctico para su comercialización y consumo. Jorge Santiago Eusse G.) Estos parámetros se utilizaron como patrón de comparación en la evaluación físico química de la carne en este estudio.

excelente por el 87% y el lomo o cordón de todos los tratamientos (T1 a T13) resultó de muy buena aceptación en el 85,6% de los encuestados (Tabla 4). Los contenidos nutritivos del tocino estuvieron dentro de los valores normales, a excepción del bajo contenido de grasa del tocino de los animales que consumieron sólo mucílago en su dieta, contenido de solo el 35% del valor normal (26).

**TABLA 4.** Aceptación sensorial y química de la carne de cerdos alimentados con concentrado y mucílago de café (segundo ciclo).

Tratamiento	Aceptación Carnes (%)	Humedad (%)	Proteína (%) b.h	Grasa (%) b.h	Cenizas (%) b.h
1	91,5	74,1	19,5	3,0	1,52
3	93,52	74,2	20,2	1,7	1,91
4	93,7	74,5	18,3	1,7	1,41
5	95,57	70,0	19,9	6,4	1,14
8	94,4	64,0	28,7	1,8	1,31
9	93,9	72,0	20,1	3,3	1,53
13	85,57	70,0	22,6	7,6	0,80
14	68,0	77,0	17,0	1,7	1,40
15	0*	74,3	17,1	3,1	1,60

\* Textura rechazada por todos los participantes por dura, elástica y no masticable.

## ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA CARNE DE CERDO

Todas las carnes presentaron contenidos de calcio, potasio y fósforo normales.

Las carnes de los tratamientos de sólo mucílago se destacaron por «su alto contenido de humedad», superior al 77%, pero con contenidos de grasa de 1,7% propio de carnes muy magras y presentaron un contenido proteínico ligeramente inferior a lo normal (Tabla 4). Por su bajo contenido de grasa y proteínas y éstas carnes contribuyeron energéticamente con sólo el 60% de las kilocalorías aportadas a la dieta humana por 100 g de carne de cerdo (1, 25, 26, 28).

Se concluye que las diferencias en los contenidos de grasa, proteína y humedad de las carnes depende del contenido nutricional y cantidad de alimento de la dieta suministrada.

## ANÁLISIS COMPLEMENTARIOS

- **Exámenes clínicos.** Los hemogramas no variaron según el

tipo de alimento suministrado en la dieta de los cerdos. Con relación a los resultados de química sanguínea no se presentó ningún tipo de afección hepática ni pancreática, ocurriendo sí una baja en la proteína total dada por la ausencia de aminoácidos o por condiciones de estrés, en particular, para las dietas en las cuales no se incluyó concentrado.

- **Pruebas de digestibilidad.** Se utilizan para determinar la proporción de nutrimentos que se encuentran en un alimento o dieta y que pueden absorberse en el aparato digestivo. En muchos casos se busca evaluar la digestibilidad de un alimento cuando se proporciona en una mezcla con otros o más alimentos, que normalmente no constituirían un alto porcentaje de una dieta completa por sí solos, como es el caso del mucílago de café. Las pruebas se hicieron «*in sacco*» en base seca, a las 48 horas.

En la Tabla 5 se observa que el mucílago de café presenta una digestibilidad mayor del 90%, fácilmente asimilable por el animal, lo cual puede estar dado por sus características físicoquímicas y por su alto contenido de agua, que permiten este proceso. La información puede carecer de significado evidente para algunos

nutrimentos, como las vitaminas y algunos minerales debido a que se encuentran en cantidades extremadamente pequeñas o a que se excretan por vía fecal (20, 32, 33).

## CONSUMO DE AGUA

El consumo diario de agua, para los animales del tratamiento 100% concentrado fue de 7,54 L considerado como normal. En aquellos en los cuales se realizó la mezcla mucílago-concentrado, el promedio de consumo de agua fue de 7,9 L. Uno de los mayores consumos de agua lo presentaron los tratamientos en los cuales se suministró mucílago sin selección, donde el consumo diario de agua por animal alcanzó 18,8 L, en promedio. Los animales con suministro de mucílago a voluntad, consumieron menor cantidad diaria de agua que los otros tratamientos, equivalente a 3,96 L/ animal, valor que está relacionado con las características húmedas del mucílago, del cual consumieron de 6 a 8 litros diarios. Además, se observó que es mayor el consumo de agua para los animales cuando se suministra el material fermentado en comparación con el mucílago fresco, debido al mayor estímulo ejercido por el olor y sabor ácido del producto fermentado (8, 20).

## EVALUACIÓN ECONÓMICA

Al considerar los promedios finales de peso alcanzado por los animales en cada tratamiento, la calidad nutritiva y organoléptica de la carne, así como el promedio de

TABLA 5. Digestibilidad «*in sacco*» del mucílago de café en cerdos (32).

Muestra	Digestibilidad
Mucílago seleccionado fresco	95,06
Mucílago seleccionado fermentado	93,93
Mucílago sin seleccionar fermentado	92,40

la conversión alimenticia de los tratamientos y compararlos con los beneficios brutos y netos por tratamiento y animal, se observa que el tratamiento T1 (testigo 100% concentrado) presentó los mayores beneficios netos, equivalentes a \$30.911,00 por animal, con los menores costos (Tabla 6). Le siguieron los tratamientos en los cuales se hizo variación de la dosis de mucílago a través del ciclo de engorde con \$14.657,74 de beneficio neto por animal y de \$359,92 por animal.

*El objetivo de alimentar los cerdos con el mucílago de café consiste en reemplazar en parte el alimento concentrado.*



## CONCLUSIONES

Hubo buenas respuestas en el tratamiento (T13), en el cual se varió la proporción del mucílago de café en la formulación; por tanto, al disminuir drásticamente el suministro de alimento y posteriormente aumentar la cantidad de nutrimentos en la formulación, se genera un estímulo y una mejor asimilación del alimento, que generan aumento en la conversión alimenticia y ganancia en peso. Se constituye ésta, en una buena manera de ahorrar concentrado, disminuyendo los costos en la producción porcina.

- El mucílago de café no debe emplearse como única fuente de alimento en la dieta de cerdos, porque no contiene los elementos nutritivos ni la energía requerida por el animal.
- Al suplir hasta el 20% de concentrado por mucílago, no se afectan los requerimientos de nutrición del cerdo ni su rendimiento en producción de carne, y se obtienen buenas respuestas en conversión alimenticia y aceptable rendimiento económico por kg de peso ganado por animal.
- La calidad de la carne en su aspecto físico, sabor y calidad nutritiva no se afecta cuando se suministra el mucílago como suplemento del concentrado requerido según el peso del animal.
- Al emplearse el mucílago de café como suplemento o complemento de la dieta porcina, se está contribuyendo a evitar parcialmente el problema de la contaminación ocasionada por este subproducto, favoreciéndose así la preservación del ecosistema acuático y del medio ambiente en la zona cafetera.

**TABLA 6.** Determinación de beneficios netos por tratamiento de cerdos alimentados con concentrado y mucílago de café.

Tratamiento	Peso fina Promedio por tratamiento	Beneficio bruto \$ por animal	Costos que varían \$ por animal	Beneficios netos \$ por animal
1	95,60	30.911,00	0,00	30.911,00
13	80,20	15.017,66	359,92	14.657,74
3	82,04	11.571,22	6.425,53	145,69
14	28,56	(88.953,11)	33.189,10	(122.142,21)
15	28,14	(89.372,51)	33.189,10	(122.561,01)

## RECOMENDACIONES

- De acuerdo con los resultados obtenidos se recomienda que la ración diaria de mezcla de concentrado y mucílago de café para alimentar cerdos, según el peso de animal y la edad se suministre como se muestra en la Tabla 7.
- Dada la composición química del mucílago de café, se recomienda comenzar a suministrarlo después de 40 kg de peso del cerdo, con el fin de obtener mejores conversiones alimenticias, ganancias en peso y beneficio económico.
- De acuerdo a la composición físicoquímica del mucílago de café se recomienda suministrar el material fresco, es decir, obtenido directamente del desmucilaginador, sin dejar períodos tan largos de fermentación, ya que el aporte nutricional es deficiente de acuerdo a los requerimientos del animal, conservándose el subproducto máximo por 24 h bajo condiciones ambientales, o hasta por tres días bajo refrigeración (4 °C).
- Se recomienda que al suplementar mucílago en proporciones mayores del 20%, se debe suministrar cualquier otro tipo de subproductos o premezcla mineral que supla el faltante nutritivo requerido por el animal en la fase de finalización.

TABLA 7. Cantidad de concentrado y mucílago de café recomendada para alimentar cerdos, con base en el peso del animal.

Peso (kg)	Concentrado (kg)	Mucílago (L)	Café cereza (kg)	Concentrado kg/14 días	Mucílago kg /14 días	Café cereza Kg/14 días
40-50	1.200	1,5	7,5	16,8	21	105
50-60	1.600	2,0	10,0	22,4	28	140
60-70	1.760	2,5	12,5	24,64	35	175
70-80	2.080	3,0	15,0	29,12	42	210
80-90	2.400	3,5	17,5	33,60	49	245
90-100	2.720	4,0	20,0	38,08	56	280
<b>Promedio de Cantidad de alimento 1(kg/día)</b>	<b>1.960</b>	<b>2,75</b>	<b>13,8</b>			
<b>Cantidad total de alimento/kg (70 días)</b>				<b>164,4</b>	<b>231</b>	<b>1.155</b>

# LITERATURA CITADA

1. AID VERBRAUCHERDIENST INFORMIERT. Fleisch und Fleischerzeugnisse. Bonn. Auswertungs- und informationsdienst für Ernährung. Landwirtschaft und Forsten e. V. - AID, 1987. 51 p. (N1005).
2. ALVAREZ, G., J. Despulpado de café sin agua. Chinchiná CENICAFÉ, 1991. 5 P. (Avance Técnico No. 64).
3. BERNAL DE R., I. Análisis de alimentos. 2 ed. Bogotá, Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 1993. 481 p.
4. BRESSANI, R. Subproductos del fruto del café. *In*: BRAHAM, J. E.; BRESSANI, R. EDS. Pulpa de café: Composición, tecnología y utilización. Bogotá, CIID, 1978. P. 9-17.
5. CAMPABADAL C., M. Mejoramiento de la eficiencia nutricional del cerdo, aspectos biológicos y económicos. Asociación Americana de Soya. México D. F. 1988. P. 1-12.
6. CARROLL W., E.; KRIDER J., L.; ANDREWS F., N. Explotación del cerdo. Zaragoza Editorial Acribia, 1967. 475 p.
7. CUARON L., J. A.; VELÁSQUEZ M., A. P.; CERVANTES L., J.; ÁNGELES M., A. A. Juzgamiento de cerdos en pie y canal. *In*: Desarrollo porcícola. N. 3. Consejo mexicano de porcicultura. A. C. Enero 1992. P. 19-26.
8. CHURCH, D. C.; POND, W. G. Fundamentos nutrición animal y alimentación de animales. 4 ed. México, Noriega Editores, 1994. 539 p.
9. CHORNE, R. Evaluación de la calidad en carne de cerdo. PIC México Querétano QRO. 1983. P. 18-23.
10. ELÍAS, G. L. Composición química de la pulpa de café y otros subproductos. *In*: BRAHAM, J. E.; BRESSANI, R. eds. Pulpa de café: Composición, tecnología y utilización. Bogotá CIID, 1978. P. 19-29.
11. ESCAMILLA, A. L. El cerdo, su cría y explotación. México Editorial CECSA. 1989. P. 111-196.
12. FRANCO, A. C.; GALLO, C. A.; LOPEZ, A. R. efecto de la pulpa de café en el aumento de peso en cerdos. Chinchiná, Cenicafé, 24(2)33-46. 1973.
13. GALLEGO, G. M. Manual PIC. Producción porcina. Primera edición. Editor colección Contegral. Medellín, 1996. P. 93.
14. GARCÍA A., J. O.; CANO, P. H. La carne de cerdo: Características nutricionales y falsas creencias; subproductos, preparación. Editada por Asociación Colombiana de Porcicultores. Medellín, 1986. P. 17-24.
15. GUERRERO S., H. Volúmenes de producción de subproductos, costos e impacto social y ambiental. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. Departamento Producción Animal. 1996. P. 24.
16. HERNÁNDEZ, R. A. Estudio sobre pH, color, capacidad de retención de agua y su relación con la incidencia de carne PSE en cerdos sacrificados en mataderos de Santafé de Bogotá. ICTA, Santafé de Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. 1989. P. 76. (Tesis: Médico Veterinario y Zootecnista).
17. INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA. Curso avanzado sobre producción porcina. Medellín, 1975. 275 p.
18. JARQUIN, R.; ROSALES, F. A.; GONZÁLEZ J. M.; BRAHAM E. J.; BRESSANI, R. Uso de la pulpa de café en alimentación de cerdos en la fase de crecimiento y acabado. *In*: Revista Turrialba 24(4). 1974. P. 353-358.
19. MATUK V., V. PUERTA Q., G. I.; RODRÍGUEZ V., N. Impacto biológico de los efluentes del beneficio húmedo del café. Chinchiná, Cenicafé, 1997. 48(4):234-252.
20. MAXINE M., B. Manual de patología clínica veterinaria. Editado en México, editorial LIMUSA, 1984. P. 56-121.
21. MORALES R., O. M. Informe análisis bromatológico. Medellín, Universidad de antioquia (diciembre 1994, febrero 27 1995).
22. OLIVEROS T., C. E.; SANZ U., J. R.; RAMÍREZ G., C. A.; ÁLVAREZ H., J. R.; ROA, M. G.; ALVAREZ G., J. Desmucilaginosos mecánicos. Chinchiná, Cenicafé, 1995. 4 p. (Avances Técnicos No. 217).
23. PENAGOS, C. H. La carne de cerdo: Características nutricionales y falsas creencia, subproductos, preparación. Medellín, Asociación Colombiana de Porcicultores. 1985. 75 p.
24. PHINEIRO M., L. C. Los cerdos. Buenos Aires. Editorial Hemisferio Sur. 1973. 528 p.

25. PUERTA Q., G. I. Cálculos sobre aporte calórico de mucílago según su composición. Chinchiná, Cenicafé, 1996. Sp. (Notas resultados experimento QIN-0801).
26. PUERTA Q., G. I. Evaluación sensorial de consumidor y caracterización química y nutricional de carnes de cerdos alimentados con concentrado y mucílago de café. Centro Nacional de Investigaciones de Café. Cenicafé. Informe anual de actividades 1995-1996 Disciplina Química Industrial. Chinchiná, Cenicafé, 1996. P. 11-12.
27. RÍOS, A. S.; PUERTA Q., G. I. Composición química del mucílago de café. Chinchiná, Cenicafé, 1996.
28. RÍOS, A. S.; ISAZA H., J. D. Informe análisis de laboratorio composición nutricional de la carne de cerdo. Chinchiná, Cenicafé, 1996.
29. SABOGAL, R. O.; PORTELA, C. R.; POVEDA, H. C.; MONCADA, B. A. Alimentación de cerdos con algunos productos y subproductos agroindustriales. Santafé de Bogotá, ICA. 1993. 44 p. (Boletín Divulgativo No. 097).
30. SOTO B., H. E.; MARTÍNEZ, C. L. Evaluación cuantitativa de canales porcinas de animales criollos y mejorados. Santafé de Bogotá, Universidad Nacional de Colombia. 1990. 76 p. (Tesis Médico Veterinario y Zootecnista).
31. UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES U.D.C.A. Informe análisis bromatológico del mucílago del café. Santafé de Bogotá. Laboratorio de Nutrición U.D.C.A. 1996.
32. UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES U.D.C.A. Informe pruebas de digestibilidad del mucílago del café. Santafé de Bogotá. Laboratorio de Nutrición U.D.C.A. 1996.
33. UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES U.D.C.A. Informe exámenes de química sanguínea y cuadro hemático para cerdos. Santafé de Bogotá. Laboratorio de Nutrición U.D.C.A. 1996.
34. ZAMBRANO F., D. La economía del agua como perspectiva para controlar la contaminación durante el lavado del café. Chinchiná, Cenicafé, 1992. (Seminario científico presentado el 11 de septiembre de 1992).
35. ZAMBRANO F., D. Fermente y lave su café en el tanque tina. Chinchiná, CENICAFÉ, 1993. 8 P. (Avances Técnicos No. 197).
36. ZAMBRANO F., D.; ISAZA H., J. D. Lavado del café en los tanques de fermentación. Chinchiná, CENICAFÉ, 1994. 45(3):106-118.
37. ZAMBRANO F., D.; ZULUAGA V., J. Balance de materia en un proceso de beneficio húmedo del café. Chinchiná, CENICAFÉ, 1993. 4 p. (Avances Técnicos No. 187).

*Los trabajos suscritos por el personal técnico del Centro Nacional de Investigaciones de Café son parte de las investigaciones realizadas por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. Sin embargo, tanto en este caso como en el de personas no pertenecientes a este Centro, las ideas emitidas por los autores son de su exclusiva responsabilidad y no expresan necesariamente las opiniones de la Entidad.*

**Cenicafé**

Centro Nacional de Investigaciones de Café  
"Pedro Uribe Mejía"

Chinchiná, Caldas, Colombia  
Tel. (6) 8506550 Fax. (6) 8504723  
A.A. 2427 Manizales  
cenicafe@cafedecolombia.com

**Edición:** Héctor Fabio Ospina O.  
**Fotografía:** Gonzalo Hoyos S.  
**Diagramación:** Gonzalo Gallego G.