

# ALIMENTACIÓN DE CERDOS DURANTE LA FASE DE CEBA CON SUBPRODUCTOS DE MARACUYÁ Y OTRAS FRUTAS PROCESADAS

Adriana Garavito-Rozo\*; Arthemo López-Ríos\*\*

---

## RESUMEN

**GARAVITO R., A.; LÓPEZ R., A. Alimentación de cerdos durante la fase de ceba con subproductos de maracuyá y otras frutas procesadas. Cenicafé 53(3): 178-192. 2002**

Se evaluó el uso de los subproductos de maracuyá y otras frutas procesadas en la alimentación de cerdos durante la fase de ceba (84 días) y se determinó la mejor proporción en la dieta como suplemento del concentrado según el peso durante la etapa de levante (42 días), para un período total de 126 días. Se utilizaron 45 lechones Landrace x Yorkshire x Pietrain con peso inicial de 18kg y 60 días de edad. El material se suministró tal como se obtenía en el proceso hasta 4 y 5 días después, manteniéndose a temperatura ambiente sin fermentarse o descomponerse, excepto para el caso de la cáscara de piña y de mango. Se obtuvo el mejor resultado al suplementar hasta el 20% en peso del concentrado, obteniéndose ganancia en peso y conversión alimentaria similar a la del grupo testigo. El peso final superó la ganancia económica por kilogramo de animal vendido, respecto al concentrado. La calidad de la carne no se afectó, sólo su color característico (rojo intenso), que no afecta la comercialización. Se obtuvo un bajo contenido de grasa, con niveles normales de fibra, proteína y minerales.

**Palabras claves:** *Pasiflora edulis*, cerdos, ceba, dieta, subproductos, suplemento, residuos de frutas procesadas.

---

## ABSTRACT

Maracuyá and its by-products as well as other processed fruits were evaluated in some pigs fatten phase (84 days). In this diet, the best proportion as supplement of the chow was determined according to the animals weigh during the east stage in a time of 42 days, for a whole period of 126 days. 45 pigs Landrace x Yorkshire x Pietrain, with an initial weight of 18 kilos and age of 60 days were used. The material was supplied as obtained in the process 4 to 5 days later, at milieu temperature without being fermented or decomposed except for the case of the pineapple and mango peeling. The best result was achieved when supplying up to 20% of the chow weight, profit in weight and nutritional conversion similar to that of the control group was obtained. The final weights surpassed the economic profit per sold animal kilogram with respect to the chow. The meat quality was not affected, only its characteristic color (dark red), which does not affect the trade. Low fat content with normal fiber levels, protein and minerals was found.

**Keywords:** *Pasiflora edulis*, pigs, lean, by-products, supplement, processed fruit residues.

---

\* Joven Investigador, Zootecnista.

\*\* Investigador Científico III, Programa ETIA. Centro Nacional de Investigaciones de Café, CENICAFÉ. Chinchiná, Caldas, Colombia.

Las producciones animal y vegetal generan un conjunto de materiales fibrosos llamados «residuos» los cuales no han sido totalmente aprovechados y que pueden ser considerados como recursos utilizables. Estos materiales se clasifican de acuerdo a su origen como: residuos de cosecha, residuos fibrosos agroindustriales, desechos urbanos y desechos animales, que representan entre un 75 y un 80% de la totalidad de los materiales considerados como residuos.

El principal factor para el uso limitado de estos subproductos es el alto costo, principalmente por su baja densidad ( $\text{kg/m}^3$ ) y su transporte; pero tal vez es el paradigma de sistemas agrícolas propios de otras latitudes que han conducido al desarrollo de tecnologías para la producción especializada de un producto. Los cultivos integrados a los sistemas de producción animal son una de las mejores alternativas para el desarrollo de sistemas de alimentación que permitan una producción animal más productiva, económica y estable, es decir sostenible.

En el procesamiento de frutas para la obtención de su jugo o la pulpa, se generan residuos sólidos (cáscaras, semillas, bagazo, etc.) y afluentes acuosos (lodos), que por su composición química, microbiológica y sus características fisicoquímicas (en particular su carga orgánica, acidez y contenido de material sedimentable), al contacto con el agua ocasionan una alteración de la demanda química y biológica de oxígeno, causando un impacto biológico y desequilibrio en el ecosistema.

De acuerdo con los datos de las principales plantas procesadoras de jugos de la zona cafetera, durante 1998 se generaron grandes volúmenes de desechos registrándose valores de 3.102,6tn/ año (de maracuyá, cítricos, papaya, piña, entre otras) en Passicol; 600tn/ año (de naranja Valencia) en Frutasa y 2.490,0tn/ año (maracuyá 330tn y naranja 2.160tn) en

Cicolsa, que fueron destinados a relleno sanitario.

Otro factor importante para tener en cuenta es el costo de la alimentación animal; el cual en el caso del concentrado comercial para cerdos representa alrededor del 70 o el 80%; al suplementar con este tipo de desechos pueden reducirse los costos de alimentación y en consecuencia, aumentar la rentabilidad del proceso de producción animal.

En busca de una solución parcial al problema de la contaminación generada por dichos procesos y de acuerdo con lo mencionado anteriormente, se formuló esta investigación para evaluar la ganancia en peso, calidad y composición del alimento a suministrar (desechos de frutas) en ganado porcino.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó con cerdos de levante, con el fin de determinar el mejor comportamiento de acuerdo a la dieta a suministrar. El sitio de realización fue la Fundación Manuel Mejía, ubicada en el municipio de Chinchiná (Caldas), a una altitud 1.400m, latitud de  $4^{\circ} 59' \text{N}$ , longitud de  $75^{\circ} 39' \text{W}$ , con temperatura media de  $20,8^{\circ}\text{C}$ , humedad relativa promedio de 78%, precipitación total anual de 2.646mm, 249 días de lluvia y 1.817 horas de brillo solar.

Material vegetal: Se utilizaron desechos de frutas (semillas, cáscaras, lodos) obtenidos del procesamiento para la obtención de diferentes jugos (piña, maracuyá, guayaba, entre otros) suministrados por PASSICOL, Passiflora Colombiana S.A. Vereda el Edén, en Chinchiná, Caldas.

Material animal: Se utilizaron cerdos de la raza Landrace x Pietrain x Yorkshire, con un

promedio de peso inicial de 18kg, en un rango de  $\pm$  5kg y 60 días de edad.

Metodología: Los tratamientos estuvieron constituidos por diferentes dietas para la alimentación de los cerdos, así:

- 1) 100% Concentrado (Grupo Testigo)
- 2) 80% Concentrado + 20% de desechos diferentes a maracuyá.
- 3) 70% Concentrado + 30% de desechos diferentes a maracuyá.
- 4) 50% Concentrado + 50% de desechos diferentes a maracuyá.
- 5) 20% Concentrado + 80% de desechos diferentes a maracuyá.
- 6) 80 % Concentrado + 20 % desechos de maracuyá.
- 7) 70 % Concentrado + 30 % desechos de maracuyá.
- 8) 50 % Concentrado + 50 % desechos de maracuyá.
- 9) 20 % Concentrado + 80 % desechos de maracuyá.

Los subproductos frutícolas se suministraron como suplemento y parte de la cantidad total de alimento requerida por el animal según su peso, teniendo en cuenta que la formulación se realizó en base seca.

Tanto para los animales del tratamiento testigo (concentrado), como para los otros tratamientos, se ajustó la ración cada 14 días con base en el peso obtenido para cada animal a la fecha de pesaje. Los cerdos permanecieron en porquerizas durante el experimento.

A los cerdos (unidades experimentales), se les hizo el manejo sanitario empleado para la explotación porcina: vacunas y control de parásitos internos y externos, incluyendo desinfección de las instalaciones.

Se establecieron 3 períodos de pesaje para la etapa de levante, determinándose como fechas los días 14, 28 y 42; y 6 períodos de pesaje para la etapa de ceba, determinándose como fechas correspondientes a los días 14, 28, 42, 56, 70 y 84 del ciclo de engorde, que permiten obtener resultados de ganancia en peso y conversión alimentaria.

Para la evaluación de los tratamientos se utilizó un diseño experimental completamente aleatorio. La unidad experimental utilizada fue el animal (cerdo), y por tratamiento 5 repeticiones asignadas aleatoriamente a los tratamientos.

## VARIABLES EVALUADAS

**Ganancia diaria de peso.** Se obtuvo de la siguiente manera: se buscó para cada unidad experimental de cada tratamiento la mejor expresión (mayor coeficiente de determinación y coeficiente de regresión, estadísticamente diferente a 0), que describió el comportamiento del peso a través el tiempo.

Una vez estimados los parámetros de dichas expresiones, se tomó la tasa de ganancia en peso diario y con esta variable se procedió a evaluar el efecto de los tratamientos, bajo el análisis de varianza del diseño experimental propuesto.

**Ganancia en peso total.** Se obtuvo para cada tratamiento y unidad experimental, determinándose como la diferencia entre el peso a los 84 días y el peso inicial del animal.

**Conversión alimentaria.** La conversión alimentaria diaria por animal y por tratamiento se determinó como la relación entre el alimento

consumido diariamente y la tasa diaria de ganancia en peso.

**Rendimiento en canal.** Se determinó por tratamiento y por unidad experimental, como la relación entre el peso de la canal del animal eviscerado y el peso final antes del sacrificio.

Calidad de la carne para consumo. Se tomó como variable la proporción de personas que aceptaron la carne proveniente de cada tratamiento.

## ANÁLISIS COMPLEMENTARIOS

**Análisis bromatológicos.** Como información complementaria se realizó el análisis bromatológico de los desechos obtenidos de cada una de las frutas para evaluar, determinando los contenidos de humedad, carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y el valor calórico.

**Exámenes clínicos.** Información complementaria que permitió establecer un diagnóstico de sanidad a los animales a los cuales se les suministró desechos frutícolas como parte de su dieta alimenticia. Dentro de los exámenes se realizaron:

- Cuadro hemático: Se determinó como un perfil o conjunto de exámenes de los diferentes elementos celulares de la sangre. Como prueba de laboratorio tiene gran valor en el diagnóstico, clasificación y seguimiento de diferentes patologías.

- Química sanguínea: Se evaluó por medio de pruebas bioquímicas la función renal, hepática (proteína total, glucosa, colesterol), pancreática (glucosa), lipídica (enzimas), cardíaca, entre otras, mostrando un perfil del metabolismo de cada individuo.

- Coprológicos: Las heces son una ruta importante de excreción para algunos elementos minerales y para compuestos nitrogenados y lípidos. En este caso se realizó el análisis con el fin de determinar la sanidad de los animales (parásitos intestinales).

**Pruebas de digestibilidad.** Se utilizó para determinar la proporción de nutrimentos que se encuentran en un alimento o dieta, y que pueden absorberse en el aparato digestivo. La prueba se realizó *in vitro*, sobre la materia seca, a las 48 horas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Etapas de levante y ceba (126 Días). Con base en la metodología se evaluó la etapa de levante que comprende desde los 18 hasta los 45kg de peso, durante 42 días y la etapa de ceba a partir de los 45kg de peso, hasta completar 84 días de ceba, estimados para la evaluación de cada uno de los tratamientos. El tiempo del ciclo de levante y ceba fue de 126 días.

Para las variables: ganancia en peso, conversión alimentaria (kg/animal) y peso alcanzado (kg), el análisis de varianza mostró efecto de los tratamientos (Tabla 1). Al realizar la prueba de contrastes se observaron diferencias del tratamiento testigo con los grupos de desechos 1 y 2, no encontrándose diferencias entre estos dos últimos.

Para la variable conversión alimentaria el mejor resultado lo presentó el testigo con un valor de 3,73kg. En los grupos de desechos 1 y 2 los valores promedios de conversión fueron de 26,59 y 24,36kg, respectivamente.

Se observa que los cerdos requieren mayor cantidad de desechos para la conversión de 1 kilo a carne, destacándose que éstos repre-

**Tabla 1.** Tasa de conversión alimentaria (CA), ganancia en peso (GP) y peso ganado (PG), para los diferentes tratamientos.

Grupo	Tto Descripción	CA	CV(%)	GP	CV(%)	PG	CV(%)
<b>Testigo</b>	1 100% concentrado	3,7316	11,928	0,84316	10,612	103,82	9,7547
<b>Desechos 1</b>	2 20% desechos dif. a maracuyá – 80% concentrado	10,5814 a*	9,3485	0,83098 a	7,3242	101,56 a	9,3485
	3 30% desechos dif. a maracuyá – 70% concentrado	15,2023 b	12,5716	0,71539 b	10,982	90,74 b	10,224
	4 50% desechos dif. a maracuyá – 50% concentrado	24,1468 c	4,6606	0,61961 b	3,2744	80,68 b	2,0317
	5 80% desechos dif. a maracuyá – 20% concentrado	56,4306 d	7,7523	0,42666 c	7,3999	59,00 c	7,0334
	Promedio	26,5903	69,6242	0,64816	24,6305	82,995	20,466
<b>Desechos 2</b>	6 20% desechos de maracuyá - 80% concentrado	8,2641 a	10,7686	0,82821 a	9,9063	101,10 a	10,0543
	7 30% desechos de maracuyá - 70% concentrado	10,908 b	5,1574	0,73844 a	4,7697	90,60 a	3,756
	8 50% desechos de maracuyá - 50% concentrado	26,471 bc	68,1538	0,42677 b	64,285	50,08 b	82,7959
	9 80% desechos de maracuyá - 20% concentrado	51,828 c	11,8093	0,28928 b	8,4003	34,90 b	10,4122
	Promedio	24,3681	81,2667	0,57068	45,9612	69,17	49,7258

\*Valores seguidos por letras diferentes presentan diferencia estadística. Tukey al 5%

sentan un mínimo costo en la dieta (\$7/kg), con relación al costo del concentrado (\$625/kg).

En la variable ganancia de peso, el tratamiento testigo obtuvo una tasa de crecimiento de 0,84kg/día. En el grupo de desechos 1 la mejor tasa de crecimiento se logró con el tratamiento 2, con 0,83kg/día y en el grupo de desechos 2, con los tratamientos 6 y 7 con 0,82 y 0,73kg/día (Tabla 1).

Se observó aumento de peso en los animales durante todo el ciclo, independiente de la dieta y el tipo de alimento suministrado. El mayor peso ganado ocurrió con el tratamiento testigo con 103,8kg, seguido del grupo de desechos 1, con un promedio de 82,99kg y desechos 2 con 69,17kg (Tabla 1).

Aunque estadísticamente el mejor comportamiento lo obtuvo la proporción: 20% desechos - 80% concentrado, con un peso total ganado promedio de 101,0kg, los valores obtenidos en los tratamientos en los cuales se

empleó 30% de desechos son iguales, ya que se mantienen los niveles de proteína requeridos (más del 12%) para el crecimiento del animal durante las etapas de levante y ceba.

La ganancia de peso en los tratamientos 5 y 9 fue de 0,426 y 0,28kg/día; la conversión alimentaria de 56,4kg y 51,8kg, y el peso alcanzado de 59,0 y 34,9kg, respectivamente (Tabla 1).

Los resultados obtenidos en el tratamiento 9 pueden explicarse por el bajo aporte de proteína de la cáscara de maracuyá (4,1%), que junto con el aporte del 20% de concentrado (2,8%), no suplen las necesidades proteínicas (12%) requeridas por el animal, dando un valor total de 6,9% de proteína cruda (Tabla 6).

Durante las etapas de levante y ceba se emplearon un total de 37tn, representados en 22tn de desechos diferentes a maracuyá y 15tn de desechos de maracuyá, para 45 animales durante los 126 días.

Aspecto de los animales. En la Figura 1,

se puede apreciar que los animales no presentaron diferencias fenotípicas respecto al grupo testigo, con una buena conformación y tonicidad muscular característica de este tipo de cruce (Landrace x Yorkshile x Pietrain). En los tratamientos en que se suministró la misma proporción de desechos (Figuras 2, 3 y 4) no se observan diferencias en las características físicas de los animales. En el caso de la Figura 5, la diferencia con el grupo testigo esta dada por el peso y tamaño de los animales, con una apariencia corporal propia de cerdos entre 40 y 50 kg de peso. Es de anotar que este tipo de animal tiene un mercado importante (fiestas y reuniones familiares, etc.)

Medidas zoométricas. Una vez los animales culminaron su ciclo de ceba fueron sacrificados tres por tratamiento, y se les realizaron las siguientes medidas zoométricas con el fin de clasificar las canales a nivel comercial

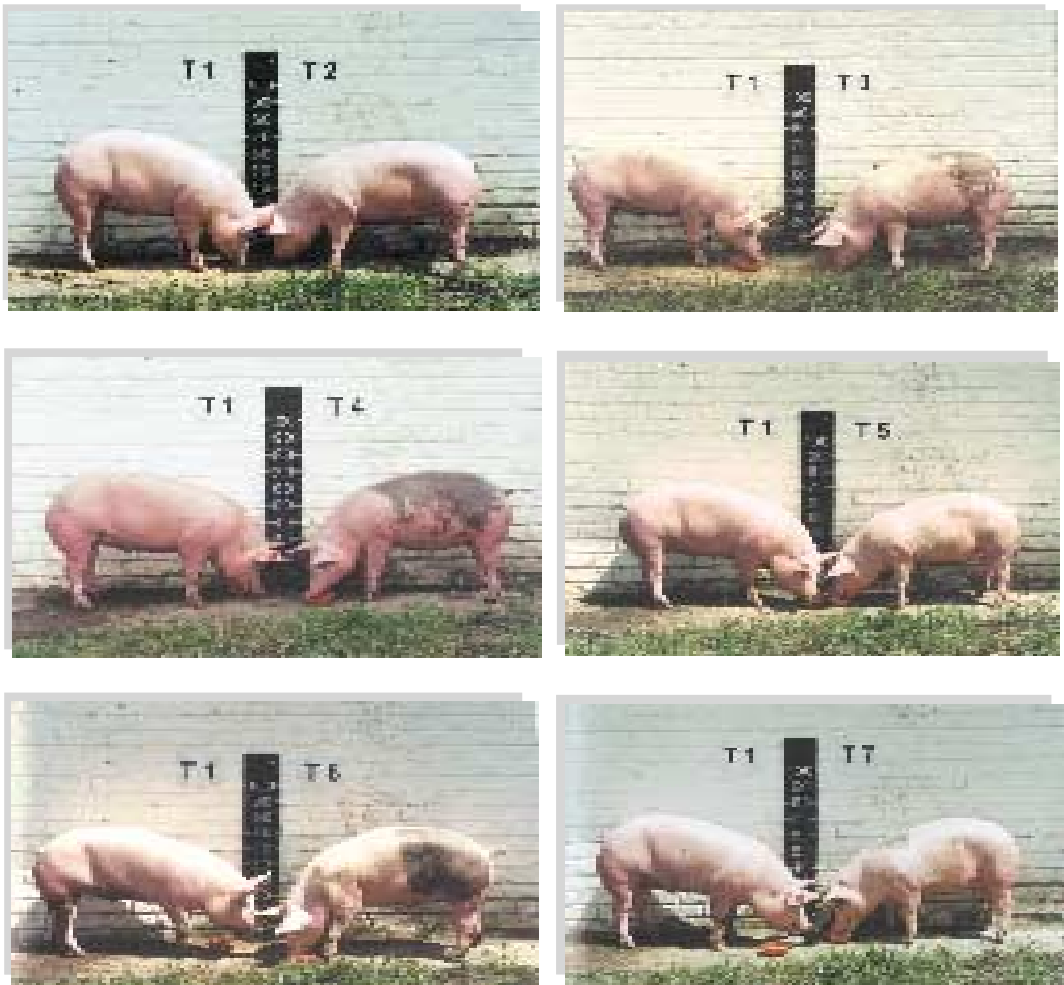
Estas medidas se tomaron directamente sobre la canal, la cual comprende el músculo, la grasa y el hueso del cuerpo del animal sacrificado y eviscerado. En la canal, el tejido muscular representa el 25% del peso del animal, el 11,9% corresponde al esqueleto y los

intestinos, y el 17% a las vísceras. En la Tabla 2 se presentan los resultados correspondientes.

Las canales presentaron una longitud de más de 76cm, medida con la cual se cataloga una canal de longitud normal. En el caso del espesor de grasa dorsal (E.G.D.), la medida tradicional en cerdos alimentados con concentrado es de 3,5cm. En el caso del grupo testigo estos niveles se mantienen y a medida que se aumenta la proporción de los desechos la grasa dorsal disminuye a un promedio de 2,5cm; en el caso de los tratamientos en que se empleó la mayor proporción de desechos (80%), el contenido de grasa es mínimo. Esto indica que al alimentar cerdos en esta forma se obtienen animales con una mejor distribución de la grasa y mayor masa muscular, lo que comercialmente produce carne y canales de mejor calidad y por ende, mayor valor. En cuanto al rendimiento en canal, que se define como la relación en porcentaje entre el peso del animal y el peso de la canal, los valores están por encima del 66%, rango en el que se considera una canal de muy buen rendimiento a carne (Tabla 2).

**Tabla 2.** Medidas zoométricas de los cerdos alimentados con concentrado y desechos de frutas

Tratamiento	Peso Final (kg)	Longitud de la canal (cm)	E.G.D. (cm)	Tocino (cm)	Rendimiento en canal %
1	127,00	87,33	3,60	2,51	71,89
2	123,53	83,33	3,36	2,73	71,88
3	117,73	84,33	2,58	2,74	69,75
4	101,93	77,67	2,24	2,31	68,35
5	83,40	80,33	1,89	1,90	63,20
6	131,63	92,33	2,63	2,86	70,16
7	110,87	84,00	2,46	2,44	68,82
8	86,20	85,00	2,54	2,27	70,79
9	56,67	77,67	1,35	1,32	68,42

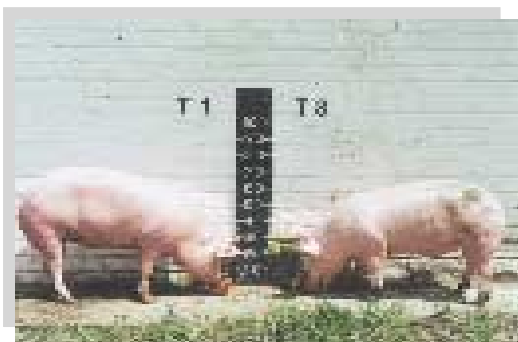


**Figura 1.** Comparación del desarrollo de los cerdos (Tratamientos 2 al 7) con el testigo

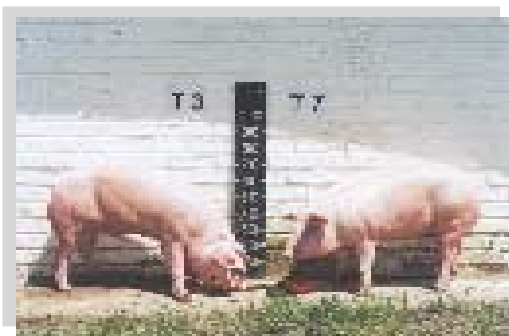
**Calidad de la carne.** Actualmente el mercado de alimentos esta demandando productos que reúnan una serie de características tales como: que sean saludables, nutritivos, apetitosos y de buena apariencia. Dentro de los parámetros que se aplican para la carne de cerdo se exige un color característico (rojo a rosado pálido), agradable a la vista, textura blanda y bajo contenido de grasa. En este caso, el análisis visual dio como resultado que a medida que se van aumentando las proporciones de

suministro de los desechos, la coloración varía de un rojo pálido a un rojo intenso, siendo más marcado este aspecto cuando se utiliza la mezcla de desechos dado posiblemente a la presencia de carotenos, carotenoides, betacarotenos, antocianinas, entre otros, que le confieren el color a la cáscara de las frutas.

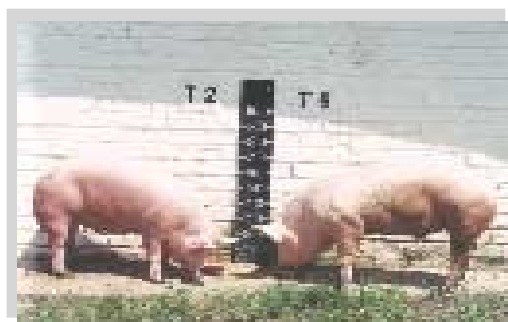
En la Figura 6 se aprecia el aspecto físico de la carne de cerdo de acuerdo a cada uno de los tratamientos con relación al grupo testigo (T1).



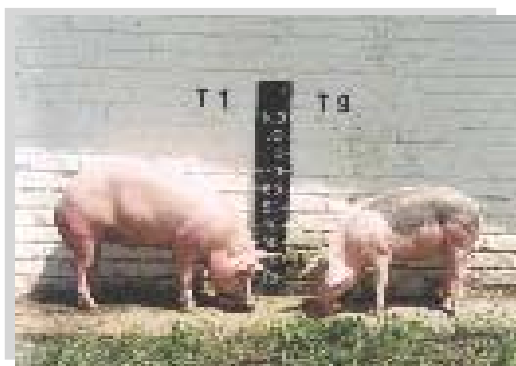
**Figura 2.** Comparación del desarrollo T8 con el testigo



**Figura 3.** Muestra el estado corporal de los cerdos de los T3 y T7.



**Figura 4.** Comparación del desarrollo de los animales de los tratamientos T2 y T6.



**Figura 5.** Se aprecia el estado de los animales, tratamiento 9 (80% de desechos) con el testigo (100% concentrado).

**Composición y valor nutritivo de la carne de cerdo.** Bromatológicamente, la carne contiene una combinación esencial de aminoácidos, vitaminas solubles en agua, especialmente

tiamina, algunos minerales principalmente hierro y lípidos altamente energéticos, incluyendo ácidos grasos esenciales (Tabla 3). Se comprobó que la calidad de la carne no se afecta cuando se suministran desechos de frutas en la dieta, independientemente de la proporción utilizada. Se observó que los niveles de grasa son inferiores (calidad magra) y su aporte de proteína y minerales es importante, para la contribución en la dieta diaria del consumidor.

**Análisis sensorial.** Mediante pruebas de degustación en una población de 280 participantes, se evaluaron los siguientes aspectos: color, olor, textura y sabor, para las carnes de pernil, costilla, tocino y lomo. De acuerdo con los resultados (Tabla 5), la carne fue aceptada por más del 80% de los participantes sin diferencias entre los tratamientos y los tipos de carne evaluados. Se destacó más el sabor





**Figura 6.** Aspecto de la carne de los diferentes tratamientos, comparación con el testigo (T1)

**Tabla 3.** Contenido nutricional de la carne de cerdos alimentados con concentrado y desechos de frutas.

<u>Tratamiento</u>	<u>Referencia</u>	<u>Humedad %</u>	<u>N%</u>	<u>Proteína%</u>	<u>Cenizas%</u>	<u>Fibra%</u>	<u>Grasa%</u>	<u>E.L.N%</u>
1	Pernil	73,9	3,4	21,4	1,3	0,1	0,6	76,6
2	Pernil	69,9	3,5	21,8	1,3	0,5	0,3	76,2
3	Pernil	72,9	3,6	22,6	1,2	0,7	0,4	75,1
4	Pernil	56,5	3,6	22,4	1,2	0,2	1,8	74,4
5	Pernil	70,4	3,5	21,6	1,0	0,2	0,9	76,4
6	Pernil	72,3	3,4	21,3	1,1	0,2	4,9	72,6
7	Pernil	73,0	3,3	20,6	1,2	0,4	1,3	76,6
8	Pernil	71,5	3,8	23,9	1,2	0,4	1,2	73,4
9	Pernil	72,0	2,8	17,5	1,0	0,1	3,5	77,9
1	Lomo	52,0	3,2	20,1	1,2	0,2	2,2	76,3
2	Lomo	71,9	3,5	22,1	1,3	0,3	1,9	74,4
3	Lomo	65,4	2,9	18,4	1,2	1,6	4,7	74,1
4	Lomo	71,8	3,7	23,1	1,2	0,9	2,0	72,8
5	Lomo	59,9	3,2	20,3	1,3	0,4	6,0	72,0
6	Lomo	59,5	4,0	24,9	1,1	1,2	2,2	70,5
7	Lomo	68,3	3,3	20,5	1,0	0,1	2,3	76,1
8	Lomo	71,0	3,8	23,8	1,2	0,1	0,3	74,6
9	Lomo	70,2	3,5	21,7	1,3	0,3	1,2	75,6
1	Tocino	16,2	1,4	8,8	0,2	8,0	14,5	68,5
2	Tocino	26,7	1,7	10,5	0,5	0,1	43,7	45,2
3	Tocino	19,7	1,7	10,6	0,4	1,6	26,0	61,4
4	Tocino	21,7	3,7	23,2	0,1	1,1	38,1	37,6
5	Tocino	18,5	1,6	10,3	0,3	10,8	19,0	59,7
6	Tocino	28,7	1,6	9,8	0,1	0,1	64,3	25,7
7	Tocino	11,0	2,5	15,6	0,2	2,4	34,3	47,6
8	Tocino	40,4	2,4	15,0	0,6	0,1	35,7	48,6
9	Tocino	59,7	2,4	14,7	0,7	0,7	18,5	66,8
1	Costilla	70,8	3,0	19,0	1,2	0,9	2,8	76,1
2	Costilla	51,2	3,1	19,3	2,6	0,5	10,9	66,8
3	Costilla	72,6	3,4	20,9	1,0	1,7	5,4	71,0
4	Costilla	68,3	2,5	15,6	2,3	0,9	4,0	77,2
5	Costilla	73,8	3,0	19,0	1,6	0,7	2,2	76,5
6	Costilla	61,4	2,8	17,4	1,5	0,1	27,7	53,3
7	Costilla	64,5	3,2	19,9	2,2	2,8	3,4	71,8
8	Costilla	73,5	2,8	17,4	3,6	0,1	0,2	78,7
9	Costilla	64,1	2,9	18,3	2,0	0,3	4,2	75,3

**Tabla 4.** Contenido de minerales de la carne de cerdo.

Tratamiento	Referencia	P %	K mg/100 g	Ca mg/100 g	Mg mg/100 g	Fe ppm	Zn ppm	Cu ppm	B ppm
1	Pernil	0,3	360,0	45,0	25,0	14,9	18,0	1,6	1,9
2	Pernil	0,3	355,0	35,0	25,0	11,4	46,0	2,5	2,0
3	Pernil	0,3	350,0	40,0	25,0	4,7	23,0	2,0	0,9
4	Pernil	0,3	360,0	40,0	25,0	14,5	42,0	1,5	1,7
5	Pernil	0,3	340,0	35,0	25,0	8,0	14,0	1,3	1,6
6	Pernil	0,3	310,0	35,0	25,0	9,5	23,0	1,0	2,0
7	Pernil	0,3	460,0	30,0	35,0	5,7	13,1	0,9	1,5
8	Pernil	0,3	335,0	35,0	25,0	8,2	22,0	2,5	1,9
9	Pernil	0,3	345,0	40,0	25,0	10,9	23,0	1,4	1,9
1	Lomo	0,3	355,0	45,0	25,0	15,0	22,0	1,0	1,7
2	Lomo	0,3	390,0	45,0	30,0	9,6	16,0	0,7	1,9
3	Lomo	0,3	465,0	50,0	30,0	8,7	37,0	0,7	1,3
4	Lomo	0,3	330,0	45,0	25,0	12,0	18,0	1,5	1,9
5	Lomo	0,3	360,0	45,0	25,0	7,3	14,0	0,3	0,9
6	Lomo	0,2	240,0	40,0	25,0	11,8	30,0	1,3	2,0
7	Lomo	0,3	295,0	35,0	20,0	19,5	33,0	1,8	2,0
8	Lomo	0,3	360,0	45,0	25,0	8,6	15,0	1,6	0,9
9	Lomo	0,3	375,0	40,0	25,0	7,2	15,0	0,6	0,9
1	Tocino	0,0	20,0	45,0	0,0	5,5	6,0	0,9	0,0
2	Tocino	0,1	110,0	50,0	10,0	6,4	10,0	0,9	1,0
3	Tocino	0,0	35,0	55,0	5,0	4,5	6,0	0,8	0,8
4	Tocino	0,0	15,0	40,0	0,0	2,0	1,0	0,3	0,8
5	Tocino	0,0	40,0	45,0	5,0	5,5	4,0	0,4	0,9
6	Tocino	0,0	35,0	45,0	0,0	5,4	2,0	1,3	0,8
7	Tocino	0,0	40,0	45,0	0,0	5,1	3,0	1,1	0,8
8	Tocino	0,1	120,0	40,0	5,0	6,3	6,0	1,2	0,9
9	Tocino	0,1	170,0	40,0	10,0	7,1	10,0	1,1	0,9
1	Costilla	0,3	350,0	50,0	25,0	11,8	33,0	1,0	1,8
2	Costilla	0,2	320,0	65,0	20,0	8,8	26,0	0,2	1,1
3	Costilla	0,2	275,0	50,0	20,0	10,9	38,0	0,7	1,8
4	Costilla	0,7	200,0	60,0	15,0	15,7	31,0	0,2	2,0
5	Costilla	0,2	300,0	50,0	20,0	12,1	39,0	1,0	1,9
6	Costilla	0,2	265,0	80,0	15,0	15,7	31,0	0,1	1,8
7	Costilla	0,3	335,0	50,0	20,0	12,3	50,0	0,1	1,9
8	Costilla	0,2	340,0	50,0	20,0	12,0	44,0	0,3	1,8
9	Costilla	0,2	250,0	55,0	15,0	15,5	45,0	0,8	1,8

y el color del pernil y del lomo, presentándose sólo algún tipo de rechazo en estos mismos parámetros en los tratamientos en los que se empleó la mayor proporción de desechos (80%).

**Análisis complementarios.** Con el fin de determinar el aporte nutritivo de los desechos, se realizó un análisis bromatológico para cada uno de ellos y de esta manera establecer su participación nutrimental en cada una de las dietas. Desde este punto de vista los desechos aportan principalmente proteína, grasa, fibra, carbohidratos y humedad. La fibra es de gran importancia para los monogástricos ya que estimula los movimientos intestinales facilitando su digestión, ésta debe estar por encima del 5%.

La grasa, que es un material energético, debe estar alrededor del 3%. De acuerdo con esto, se observó que los desechos suplen las necesidades del cerdo (Tabla 6), a pesar de tener un alto contenido de humedad, con valores superiores al 80%. Sin embargo, hay algunos como el caso del mango que registran valores del 60%, dado a su alto contenido de fibra y grasa. Conociendo estos parámetros los resultados arrojaron que el uso de cáscara y lodo de maracuyá proporciona un buen aporte de proteína, fibra y grasa (mezcla 1), al igual que la mezcla 2 de todos los 18 desechos analizados, manteniéndose los valores.

Sin embargo, se quiso analizar el aporte de la mezcla de aquellos desechos que se sumi-

nistraron con mayor frecuencia, (mezcla 3), como el caso de la cáscara de piña, mango y papaya, registrándose que los niveles de humedad, proteína, grasa etc., se mantienen, destacándose que su aporte calórico es superior con relación a las otras mezclas.

Los minerales se encontraron en las cantidades adecuadas y normales para suplir las necesidades vitales del cerdo (Tabla 7).

Uno de los principales requerimientos nutritivos en una dieta es la proteína. Para el caso de la etapa estudiada (levante y ceba), el cerdo requiere en promedio un 12% como mínimo. Aunque los desechos no proporcionan estos niveles, su combinación con el concentrado sí, hasta la proporción del 30% de desechos y 70% de concentrado, para los dos casos (desechos diferentes de maracuyá y maracuyá). Las proporciones del 80% de desechos y 20% de concentrado presentaron deficiencias marcadas con 9,5 y 6,9%, respectivamente, como se observa en la Tabla 8.

**Pruebas de digestibilidad.** Estas pruebas se utilizan para determinar la proporción de nutrimentos que se encuentran en un alimento o dieta y pueden absorberse en el sistema digestivo. Para aquellos alimentos que tienen altos contenidos de fibra, el rango de digestibilidad debe estar por encima del 50%. Como se observa en los resultados (Tabla 9), los valores son mayores a dicho porcentaje.

**Tabla 5.** Valores promedios de aceptación de los tratamientos para las pruebas sensoriales de las carnes de cerdo.

	Costilla (%)	Lomo (%)	Pernil (%)	Tocino (%)	Promedios (%)
Color	85,3	94,0	91,8	82,2	88,3
Olor	90,8	90,8	90,8	92,4	91,2
Textura	85,1	92,2	87,7	75,0	85,0
Sabor	74,9	82,0	79,8	66,5	78,9

**Tabla 6.** Composición físico-química de los desechos de frutas.

Referencia	Humedad (%)	Proteína (%)	Cenizas (%)	Fibra (%)	Grasa (%)	E.L.N (%)	Aporte calórico (%)
Cáscara maracuyá	86,00	6,81	7,70	35,10	2,01	48,38	508,80
Lodo maracuyá	83,77	21,56	3,41	10,20	8,33	56,50	721,41
Mezcla 1	84,88	9,88	78,85	30,83	2,71	48,73	426,39
Piña verde	88,50	5,81	6,25	22,07	1,38	64,49	628,86
Mango	60,85	3,63	1,47	22,74	7,62	64,54	608,67
Papaya	91,92	12,38	7,57	18,81	4,18	57,06	763,74
Mezcla 2	84,70	8,70	6,00	20,60	4,00	60,80	736,72
Mezcla 3	84,47	7,13	4,12	20,65	1,72	66,38	486,68

Mezcla 1: Cáscara + lodo de maracuyá

Mezcla 2: piña verde, mango y papaya

Mezcla 3: Combinación de todos los desechos por partes iguales

**Tabla 7.** Contenido de minerales de los desechos utilizados.

Referencia	%						ppm			
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	B	Zn	Cu
Cáscara maracuyá	1,1	0,2	2,7	0,3	0,2	68	50	6	14	1
Lodo maracuyá	3,5	0,4	1,1	0,1	0,1	147	10	4	19	4
Mezcla 1	1,6	0,2	3,7	0,3	0,2	40	45	20	17	3
Cáscara piña	0,9	0,2	2,2	0,3	0,2	69	45	0	16	1
Mango	0,6	0,1	0,6	0,1	0,1	20	13	0	16	3
Papaya	2,0	0,4	2,4	0,7	0,4	101	44	12	50	1
Mezcla 2	1,1	0,2	0,4	0,1	0,1	57	27	13	13	6

Mezcla 1: Cáscara + lodo de maracuyá

Mezcla 2: piña verde, mango y papaya

**Tabla 8.** Cantidad de proteína cruda aportada con el suministro de concentrado y desechos de frutas en la dieta para cerdos durante la etapa de levante y ceba.

Proporción-Dosis/ Tratamiento	100 1	80/20 2	70/30 3	50/50 4	20/80 5	80/20 6	70/30 7	50/50 8	20/80 9
Consumo concentrado/ ración m.s/kg	107,7	89,1	74,8	52,7	23,1	91,5	81,2	53,2	22,2
Consumo proteína cruda concentrado /ración (kg)	13,5	11,2	9,4	6,6	2,9	11,5	10,2	6,7	2,8
Consumo desecho/ración m.s/kg	0,0	203,6	279,9	434,1	646,2	142,2	193,2	291,2	430,7
Consumo proteína cruda desechos /ración (kg)	0,0	2,1	2,8	4,4	6,6	1,4	1,8	2,8	4,1
Proteína cruda Total/ración (%)	13,5	13,3	12,2	11,0	9,5	12,9	12,1	9,5	6,9

**Análisis económico.** Se tuvieron en cuenta los costos del experimento y el valor de venta del kilo en pie. Se relacionan los ingresos por tratamiento de acuerdo a la producción de kilos de carne, enfrentados al valor de los costos de producción por tratamiento.

Se observa que los mayores ingresos netos se presentan para los tratamientos en los que se empleó el 20% de desechos y 80% de concentrado con una mejor respuesta cuando se emplean desechos de maracuyá. En el caso del grupo testigo se observó que este obtuvo un ingreso neto y rentabilidad similar al tratamiento 3. Esto indica que cerdos alimentados con concentrado que superan los 100kg de peso presentan conversión menor; por tanto no generan buena rentabilidad para el productor ya que el costo en que se incurre para

alimentarlos no compensa el valor total de la venta a pesar de su peso final.

De acuerdo al análisis de los resultados del experimento, se determinó que el mejor tratamiento es la proporción del 20% de desechos y 80% concentrado por su ganancia en peso, conversión alimentaria y rentabilidad económica.

Hasta la proporción del 30% de desechos de frutas se mantiene los niveles del 12% de proteína cruda, a partir del cual se suplen satisfactoriamente las necesidades nutrimentales del cerdo y se obtienen buenas respuestas en ganancia en peso y conversión alimenticia.

El empleo de desechos de frutas hasta un 80%, no supe los requerimientos nutrimentales y de energía necesarios para cerdos durante la etapa de levante y ceba.

Los animales alimentados con concentrado y desechos de frutas como suplemento de la dieta hasta un 50% presentan un rendimiento en canal del 66%, con buen desarrollo muscular y grasa corporal.

El color de la carne se ve afectado con la utilización de desechos de frutas, observán-

**Tabla 9.** Digestibilidad de los desechos de frutas

Referencia	% de Digestibilidad
Cáscara maracuyá	83,4
Lodo maracuyá	90
Maracuyá lodo y cáscara	79,5
Piña verde	90
Mango	65,9
Papaya	91,1
Mezcla frutas	69,4

**Tabla 10.** Análisis de los ingresos netos para cada uno de los tratamientos de cerdos alimentados con concentrado y desechos de frutas

Tto	Total kg	Vr.Precio Venta \$/kg canal	Vr.Total Venta \$/Tto	Vr.Costo Totales \$/Tto	Ingreso Neto \$/Tto	Ingreso Neto \$/Animal	Rentabilidad %	Costo Unitario Producción/kg
1	493	3.045,5	1.535.363,5	1.458.534,50	76.828,99	15.365,80	5,268	2.958.488
2	490	3.045,5	1.516.336,4	1.397.985,34	118.351,08	23.670,22	8,466	2.851.861
3	448	3.045,5	1.388.969,0	1.314.572,58	74.396,44	14.879,29	5,659	2.934.314
4	402	3.045,5	1.232.514,3	1.200.278,99	32.235,34	6.447,07	2,686	2.988.743
6	492	3.045,5	1.531.863,5	1.395.330,60	136.532,89	27.306,58	9,785	2.838.345
7	442	3.045,5	1.356.381,7	1.331.487,41	24.894,32	4.978,86	1,870	3.009.691
8	268	3.045,5	869.993,3	1.147.810,94	(277.817,60)	(55.563,52)	(24,204)	4.276.494

dose un color rojo intenso, en comparación con el grupo testigo que es rosado pálido, sin ser esta una característica que cause demérito a su comercialización.

La composición bromatológica de la carne no se afectó al suministrar desechos de frutas, independientemente de la proporción utilizada, se observó que el contenido de grasa, proteína y minerales es normal.

Los desechos de frutas, constituyen una alternativa de uso económica para la alimentación porcina, proporcionando una solución al problema de la contaminación y deterioro del medio ambiente.

Se recomienda no emplear desechos de frutas (en mezcla o solo), hasta la proporción del 80% durante la etapa de levante y ceba, ya que no se obtienen buenas ganancias en peso (0,30 kg), su conversión de 1 kilo a carne requiere de gran cantidad de alimento (50kg en promedio) y por consiguiente su beneficio económico es negativo.

Para los desechos en mezcla, se recomienda suministrarlos hasta un 50%, para obtener resultados favorables durante el ciclo de engorde de los animales.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de la investigación, en particular a los señores José Antonio Cano y Julián Ayala Aristizábal, por su apoyo logístico y a la Dra. María Cristina Cardona por su asesoría y colaboración en las prácticas sanitarias. A la Dra. Beatriz Mejía por su colaboración en los análisis fisicoquímicos. A la Dra. Marta Cortés - Jefe de calidad de Passicol y a Isaac Salcedo por su apoyo y oportuno suministro de los dese-

chos. A la Fundación Manuel Mejía por el préstamo de sus instalaciones y colaboración prestada.

### LITERATURA CITADA

1. EUSSE G. J. La Carne de Cerdo; Manual práctico para su comercialización y consumo. Medellín, Colombia. 1997. 88 p.
2. FIGUEROA V. Producción porcina con cultivos tropicales y reciclaje de nutrientes. Cali, Fundación CIPAV. 1996. 155 p.
3. GARAVITO R., A. Utilización del mucílago del café en alimentación de cerdos. Santafé de Bogotá, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 1996. 173 p. 79 Ref. Esp (Tesis: Zootecnista).
4. INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. INTAL. CAMPINAS. BRASIL. MAMAÓ. Cultura, materia – prima, procesamiento e aspectos economicos. 2. ed. Campinas, INTAL, 1995. 367 p. (Serie Frutas Tropicais No. 7)
5. INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. INTAL. CAMPINAS. BRASIL. MARACUJÁ. Cultura, materia – prima, processamento e aspectos economicos. 2. ed. Campinas, INTAL, 1995. 267 p. (Serie Frutas Tropicais No. 9).
6. JAGTIANI, J.; CHAN JUNIOR, H.T; SAKAI, W.S. Guava. In: JAGTIANI, J.; CHAN JUNIOR, H.T; SAKAI, W.S. eds. Tropical fruit processing. San Diego, Academic Press, 1998. p. 9 – 43.
7. MAYNARD, A. L.; LOOSLI, K.J; HINTZ, F. H.; WARNER G. R. Nutrición animal. Ed. McGraw-Hill. Cuarta edición (Mexico). 1989. 640 p.
8. SÁNCHEZ G., H. Volúmenes producción de subproductos, costos e impacto social y ambiental. In: Seminario Manejo de Subproductos Agroindustriales y Recursos no Convencionales en Alimentación Animal. Palmira, Octubre 28 – 29 de 1995. Palmira, CIPEC, 1995.1p.