

SUPLEMENTACION PROTEICA PARA CERDOS
DE CRECIMIENTO Y ENGORDE ALIMENTADOS
CON JUGO DE CAÑA DE AZUCAR

Por

Mario Roberto Motta Padilla

TESIS

PRESENTADA A LA

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION
DEL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

BIBLIOTECA WILSON POPINOT
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
PARTADO 89
TEGUCIGALPA HONDURAS

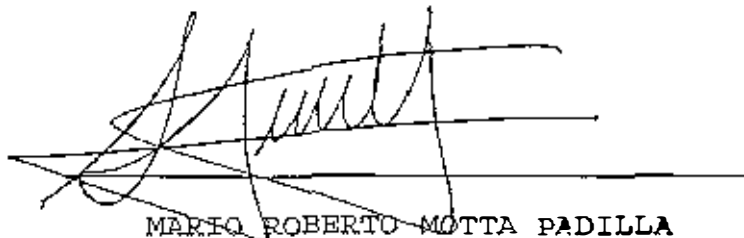
EL ZAMORANO, HONDURAS
OCTUBRE, 1994

SUPLEMENTACION PROTEICA PARA CERDOS
DE CRECIMIENTO Y ENGRDE ALIMENTADOS
CON JUGO DE CAÑA DE AZUCAR

POR:

MARIO ROBERTO MOTTA PADILLA

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines, se reservan los derechos del autor.



MARIO ROBERTO MOTTA PADILLA

OCTUBRE DE 1994

DEDICATORIA

A Dios nuestro Señor, por haber iluminado mi camino.

A mis padres y hermanos, por su apoyo y su fe depositada en mí.

A toda América Latina, especialmente a mi país de origen, Guatemala.

Al colegio Liceo Javier de Guatemala, y de manera muy especial, al Padre Alonzo, por haber formado en mis 13 años de estudio, unas bases sólidas de fe, ciencia y trabajo.

A mis padrinos, Gustavo Adolfo y Ana María Camas, por su cariño y orientación durante todos estos años.

A Roberto Ordoñez, por haber sido la persona que me dió la idea de venir a Zamorano, y que a la vez me brindó todo su apoyo.

A todos mis amigos en Guatemala, que siempre me apoyaron y que siempre confiaron en mí, y a los cuales es imposible nombrarlos a todos en unas pocas líneas.

A mis amigos Luis, Ever y Marco, con los cuales compartí la mayor parte de mi tiempo en la Escuela.

A todos mis amigos de todos los departamentos de la Escuela, especialmente para los del Departamento de Zootecnia, de las clases 93 y 94 del PIA.

AGRADECIMIENTOS

A Marco Esnaola, Abel Gernat y Beatriz Murillo, por su invaluable aporte e incondicional apoyo para el desarrollo de este trabajo.

A los trabajadores de la Sección de Cerdos, Javier, Giovanni y Carlos, por su ayuda en las pesadas y largas labores de campo para el desarrollo de éste trabajo.

Al personal de la Sección de Maquinaria Agrícola, especialmente a Urquiza, Don Mario y Roberto (alias "Roky"), y al conductor de Zootecnia, Abraham, por su rápida y oportuna colaboración.

Al doctor Miguel Vélez, por el interés puesto en este trabajo desde sus inicios.

A la empresa Avícola Villalobos por su ayuda económica para la realización de mas estudios en Zamorano, y de manera muy especial a Juan Luis Bosch y Mauricio Bonifasi.

	Página
5. Conclusiones.....	41
6. Recomendaciones.....	43
7. Resumen.....	44
8. Bibliografía.....	45
9. Anexos.....	47

INDICE DE CUADROS

	Página
CUADRO 1. Rendimientos promedio de la caña de azúcar en Centro América.....	4
CUADRO 2. Desempeño de cerdos alimentados con jugo de caña versus aquellos alimentados con dietas convencionales basadas en granos de cereales.....	9
CUADRO 3. Consumo de jugo de caña	12
CUADRO 4. Grasa dorsal de cerdos alimentados con jugo de caña versus granos.....	13
CUADRO 5. Cantidad de suplemento proteico (SP) de acuerdo al peso vivo (PV) para el Tratamiento 2 (NRC, 1988) con jugo decaña.....	16
CUADRO 6. Ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión de energía y alimenticia en la etapa de crecimiento, de 30 hasta 50 kg.....	22
CUADRO 7. Consumo de proteína y aminoácidos esenciales en la etapa de crecimiento, de 30 hasta 50 kg.....	24

CUADRO 8.	Ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión de energía y alimenticia en la etapa de engorde, de 50 hasta 90 kg.....	25
CUADRO 9.	Consumo de proteína y aminoácidos esenciales en la etapa de engorde, de 50 hasta 90 kg.....	26
CUADRO 10.	Ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión de energía y alimenticia en la etapa total, de 30 hasta 90 kg.....	29
CUADRO 11.	Características de la canal.....	33
CUADRO 12.	Características de las vísceras.....	36
CUADRO 13.	Peso de los órganos.....	38
CUADRO 14.	Análisis económico de los diferentes tratamientos.....	39

INDICE DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1. Potencial de producción de carne de cerdo y novillo a partir de una hectárea de caña de azúcar.....	7
FIGURA 2. Ganancias de peso de cerdos alimentados con jugo de caña y diferentes niveles de proteína en las etapas de crecimiento y engorde.....	11
FIGURA 3. Ganancias de peso de los tratamientos con jugo de caña y diferentes niveles de proteína en la etapa de crecimiento, de 30 hasta 50 kg.....	23
FIGURA 4. Consumo real de suplemento proteico para las etapas de crecimiento y engorde para los tratamientos en que éste fue ofrecido en cantidades fijas..	27
FIGURA 5. Consumo de MS de los tratamientos con jugo de caña y diferentes consumos de proteína en la etapa de engorde, de 50 hasta 90 kg.....	28
FIGURA 6. Ganancias de peso de los tratamientos con jugo de caña y diferentes consumos de proteína en la etapa total, de 30 hasta 90 kg.....	30

	Página
FIGURA 7. Grosor de la grasa dorsal de los cerdos alimentados con jugo de caña y diferentes niveles de proteína.....	34
FIGURA 8. Area de lomo de los cerdos alimentados con jugo de caña y diferentes consumos de proteína.....	35

INDICE DE ANEXOS

	Página
ANEXO 1. Composición de los suplementos proteicos de los tratamientos con jugo de caña....	48
ANEXO 2. Composición de los concentrados de crecimiento y engorde.....	50
ANEXO 3. Análisis de costos del experimento, realizados con una tasa de cambio de Lps.8.94 por \$1.00.....	51
ANEXO 4. Análisis de varianza, separación de medias por la prueba de Duncan y regresión para las variables de comportamiento en la etapa de crecimiento, de 30 hasta 50 kg.....	53
ANEXO 5. Análisis de varianza, separación de medias por la prueba de Duncan y regresión para las variables de comportamiento en la etapa de engorde, de 50 hasta 90 kg.....	55
ANEXO 6. Análisis de varianza, separación de medias por la prueba de Duncan y regresión para las variables de comportamiento en la etapa total, de 30 hasta 90 kg.....	58

	Página
ANEXO 7. Análisis de varianza y covarianza separación de medias por prueba de Duncan y regresión para las variables de calidad de canal.....	60
ANEXO 8. Análisis de covarianza, separación de medias por prueba de Duncan y regresión para las variables de características de vísceras.....	63
ANEXO 9. Análisis de covarianza, separación de medias por prueba de Duncan y regresión para las variables de peso de órganos...	65

BIBLIOTECA WILSON POPENOK
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 88
TEGUCIGALPA HONDURAS

1. INTRODUCCION

En las explotaciones de cerdos, la eficiencia reproductiva y alimenticia, son dos parámetros muy importantes para el éxito económico de dichas empresas.

En zonas tropicales en desarrollo hay una tendencia a copiar tecnologías extranjeras, usando sistemas de alimentación para cerdos que no son apropiados para el medio tropical.

Estos sistemas de alimentación convencional son inapropiados debido a que tienen una alta dependencia de materias primas importadas, como lo son los granos básicos (maíz) y fuentes proteicas de origen vegetal y animal (harina de soya y harina de pescado). Esta dependencia ha conllevado a una fuerte competencia entre la alimentación del hombre y la alimentación animal en los países en desarrollo. (Mena, 1988)

Por esta razón, se deben buscar sistemas de alimentación para los cerdos que usen recursos disponibles en el trópico, como lo son el banano, yuca, caña de azúcar y los subproductos agro-industriales (Sarria y col, 1990).

La caña de azúcar ha servido tradicionalmente para la extracción de azúcar, panela, sirope, etc., pero hoy día se están desarrollando tecnologías para la alimentación animal usando el jugo, el bagazo y el cogollo de la caña.

Con base a lo anterior, el presente trabajo planteó los siguientes objetivos:

- 1.- Determinar el nivel óptimo de suplementación proteica en cerdos alimentados en base a jugo de caña y como ésta puede afectar las ganancias de peso y la conversión alimenticia.
- 2.- Evaluar la calidad de canal de los cerdos alimentados con jugo de caña en comparación con cerdos alimentados convencionalmente, y medir el efecto que tiene el nivel de proteína suplementaria en sus características, como área de lomo y grasa dorsal.
- 3.- Identificar algunos de los cambios morfológicos a nivel de vísceras y órganos relacionados con la digestión, que puedan ser ocasionados por la dieta líquida en base a jugo de caña.
- 4.- Hacer en base a los datos productivos una evaluación económica sencilla del costo de producción por kilogramo de peso vivo para los distintos tratamientos estudiados.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 GENERALIDADES DE LA CAÑA DE AZUCAR

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* fam. Gramineae) es originaria de Nueva Guinea, de donde se distribuyó a Asia y a las islas de Pacífico. Fue cultivada por primera vez en la India y sudeste asiático. Hoy día es cultivada extensamente en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Skerman y Riveros, 1992; Sánchez y col., 1982; Edgerton, 1955).

La caña crece desde los 500 hasta los 3000 m.s.n.m. y necesita por lo menos 1500 mm de precipitación o de riego al año, para poder obtener una producción económicamente rentable. Sin embargo es un cultivo bastante resistente a sequías y a períodos cortos de inundaciones. Se adapta a gran diversidad de suelos y tiene cierta tolerancia a la salinidad (Skerman y Riveros, 1992).

Los rendimientos promedio de caña de azúcar para Centro América se presentan en el Cuadro 1, donde se puede observar que los mayores rendimientos se obtienen en Guatemala, seguido por El Salvador y Honduras. Todos los países centroamericanos, excepto Panamá, están por arriba del promedio de rendimiento anual para América Latina, el cual es estimado por la FAO (1992) en 59.2 toneladas/ha.

Sin embargo, ciertos cultivares de caña pueden alcanzar hasta 149 ton/ha de materia fresca o 69.9 ton/ha de materia seca (MS) total (Skerman y Riveros, 1992).

CUADRO 1. Rendimientos promedio de la caña de azúcar en Centro América.

PAIS	RENDIMIENTO kg/ha'	PRODUCCION TOTAL ANUAL X 1000 TM
Guatemala	79.976	9.797
El Salvador	77.522	3.334
Honduras	71.259	2.909
Costa Rica	65.725	2.629
Nicaragua	65.714	3.018
Panamá	41.946	1.272

* Material total cosechado

Fuente: FAO 1992

2.2 FRACCIONAMIENTO DE LA CAÑA DE AZUCAR

Para poder aprovechar eficientemente la caña de azúcar en la alimentación de no rumiantes, es necesario separar el líquido, conocido como jugo de caña o guarapo, de la fracción sólida, llamada bagazo.

2.2.1 Extracción del jugo de caña

La fracción líquida se separa del resto de la planta mediante el proceso de molienda y prensa. Este proceso de separación de los azúcares solubles puede alcanzar una eficiencia del 97% a nivel de ingenio azucarero industrial. Sin embargo, cuando la extracción se realiza con un trapiche artesanal, la eficiencia se reduce hasta un 50%-66% de los azúcares totales (Sarria y col., 1990; Figueroa y Ly, 1990).

En cuanto a la tasa de extracción de jugo, se espera obtener con uno o dos pases de caña por el trapiche, un

rendimiento entre 40 y 55 kg de jugo por 100 kg de tallos (Speedy y col., 1991; Preston, 1988; Preston y Solarte, 1988).

2.2.2 Características nutricionales del jugo de caña

El jugo de caña o guarapo está constituido principalmente por sacarosa y azúcares reductores. Tiene de 16% a 20% de MS, de la cual 80% son azúcares solubles. Su contenido de proteína cruda (PC) llega hasta un 2%, aunque el contenido de proteína verdadera es prácticamente nulo (Figueroa y Ly, 1990; Sarria y col., 1990).

El jugo presenta una baja concentración energética si se compara con los cereales. A diferencia de estos, el sustrato energético principal es la sacarosa y no almidón. En términos de energía metabolizable, si se comparan la sacarosa y el almidón, este último sale favorecido, probablemente por un mejor aprovechamiento de la glucosa por parte del organismo del cerdo en comparación con la fructosa. Por otro lado, el jugo de caña es una fuente desbalanceada de vitaminas y minerales (Figueroa y Ly, 1990).

2.2.3 Fermentación del jugo de caña

Debido a la baja cantidad de MS, el jugo de caña sufre un proceso veloz de descomposición por fermentación. Una vez fermentado el jugo, su valor energético disminuye y el consumo por parte de los cerdos baja drásticamente. Esta fermentación

se realiza entre 8 y 12 horas después de su extracción, lo que dificulta su manipulación y manejo como fuente de alimento (Figueroa y Ly, 1990; Mena, 1988).

Se han investigado diversos productos que facilitan la conservación de jugo de caña. Entre ellos están el benzoato de sodio, el metasilicato de sodio, formaldehído e hidróxido de amonio. Con estos compuestos se puede almacenar jugo de caña por un periodo de tres a siete días a temperatura ambiente (Larrahondo y Preston, 1989; Figueroa y Ly, 1990; Mena, 1988). Sin embargo, el uso práctico de estos aditivos se ve severamente limitado por su alto costo. También se han identificado plantas con sustancias que pueden hacer la función de preservantes, como la planta de Sauce (*Salix humboldtiana*) y la planta de Quereme (*Cavendishia quereme*). Con el extracto de estas plantas se ha logrado conservar el jugo por períodos que oscilan entre 24 y 48 horas (Larrahondo y Preston, 1989).

En ensayos realizados con jugo de caña fresco y conservado, se han obtenido mejores ganancias de peso y conversiones alimenticias, con el jugo conservado. La razón de estos mejores resultados, es la inversión de los azúcares que facilita su utilización por parte de los cerdos (Santana y Jiménez, 1985 citado por Mena, 1988).

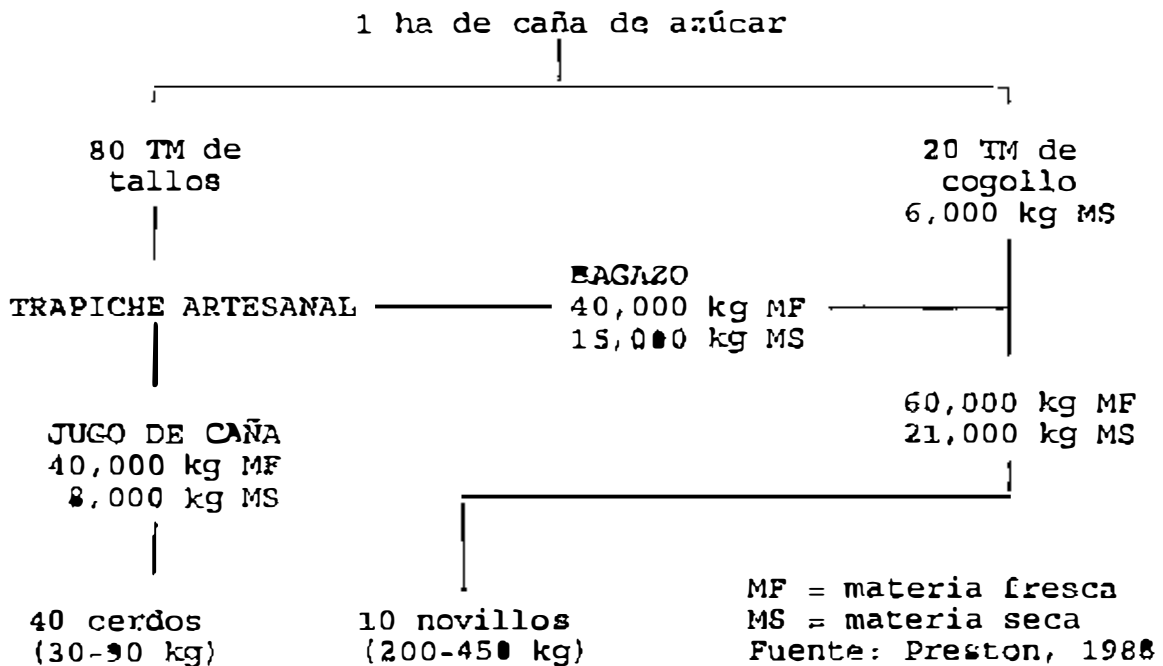
Otra forma práctica de evitar la fermentación del jugo de caña, es realizando varias extracciones al día, de manera tal

que el jugo siempre esté fresco.

2.3 SISTEMA INTEGRADO DEL USO DE LA CAÑA DE AZÚCAR PARA LA ALIMENTACION ANIMAL

Preston (1988) ha estimado el potencial de producción de carne a partir de una hectárea de caña de azúcar (Figura 1), utilizando un sistema integrado en que el jugo de caña se usa para la engorda de cerdos, y el bagazo para la engorda de bovinos.

FIGURA 1. Potencial de producción de carne de cerdo y novillo a partir de una hectárea de caña de azúcar.



El potencial que ofrece una hectárea de caña de azúcar es para engordar 40 cerdos de 30 hasta 90 kg con el jugo de caña,

y 10 novillos de 200 hasta 450 kg con el bagazo. La producción por hectárea es mucho mayor que la obtenida en base a cultivos de cereales o praderas.

2.3.1 Sustitución de los granos como fuente de energía

El engorde de cerdos mediante la sustitución total de cereales por jugo de caña como fuente de energía, ha sido comprobada en varios experimentos. Los primeros trabajos de investigación fueron realizados en México por Mena en 1981. Sin embargo, la primera aplicación de esta tecnología en fincas productoras fue en República Dominicana y Colombia (Mena, 1988; Sarria y col., 1990).

El jugo de caña es un alimento básicamente energético, por lo que es necesario proporcionarle la proteína a los cerdos mediante un suplemento proteico.

Los cerdos alimentados con jugo de caña y suplemento proteico, necesitan altos consumos para compensar la baja densidad energética de la dieta base, para lograr de esta manera buenas ganancias de peso.

Por las características del jugo de caña descritas anteriormente, los cerdos que se alimentan con esta tecnología deberían ser menos eficientes en su conversión alimenticia que los alimentados con granos (Figueroa y Ly, 1990). Sin embargo, los resultados experimentales donde el jugo de caña se ha usado para reemplazar la fuente energética, maíz o

sorgo, han dado resultados variables. En el Cuadro 2 se han resumido los principales resultados de los experimentos citados en la literatura con jugo de caña.

CUADRO 2. Desempeño de cerdos alimentados con jugo de caña versus aquellos alimentados con dietas convencionales basadas en granos de cereales.

ETAPA		DIETA CONVENCIONAL	JUGO DE CAÑA	AUTOR
CRECIMIENTO	g/día ¹	552	555	Mena y col. 1982
	kg MS/día	1.63	1.86	
CRECIMIENTO Y ENGORDE	g/día	890	991	Fermín 1983 [*]
	conversión	3.99	3.36	
	kg MS/día	3.56	3.29	
CRECIMIENTO Y ENGORDE	g/día	579	781	Fernández 1984 ^{**}
	conversión	3.82	3.40	
	kg MS/día	2.24	2.51	
CRECIMIENTO Y ENGORDE	g/día	497	527	Nhu Phuc 1993
	conversión	3.75	3.68	
	kg MS/día	1.86	1.93	
INICIO CRECIMIENTO Y ENGORDE	g/día	473	495	Hong Van y Thi Men 1992
	conversión	3.33	3.88	
	kg MS/día	1.58	1.92	
CRECIMIENTO Y ENGORDE	g/día ¹	697	674	Speedy y col. 1991

1 Promedio de dos experimentos.

* Citado por Mena, 1988; y Solano, 1989.

** Citado por Mena, 1988; y Sarria y col., 1990.

Se puede observar que los cerdos alimentados con jugo de caña igualan e incluso superan en algunos casos, las ganancias de peso y conversiones alimenticias logradas por los tratamientos con concentrado convencional, en la etapa de

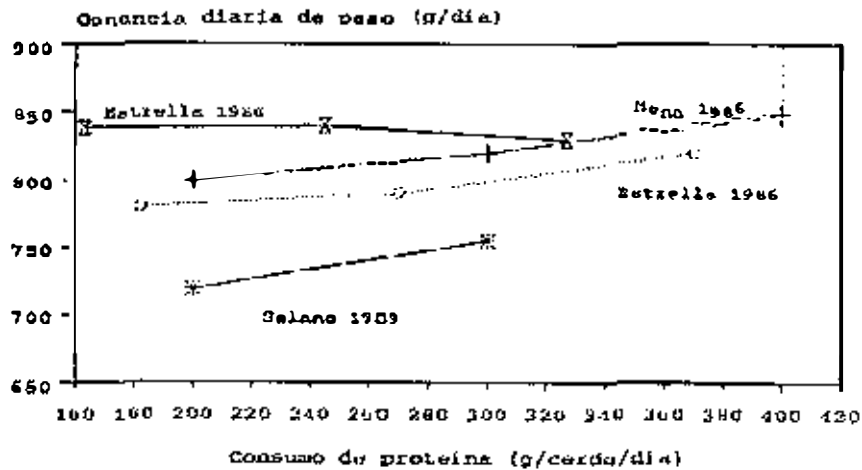
crecimiento y engorde, e incluso desde la etapa de inicio. Se puede observar que tampoco se han encontrado diferencia en el consumo de MS total.

2.3.2 Efecto de los niveles de consumo de proteína cuando se usa jugo de caña en sustitución de los granos

Cuando hay restricción de proteína en una dieta en base a miel B (miel de ingenio a la cual se le ha extraído el 86% de azúcares cristalizables), pero llenando los requisitos de aminoácidos esenciales planteados por el NRC (1988), los cerdos durante las etapas de crecimiento y engorde logran ganancias de peso y conversiones alimenticias similares a las obtenidas por un alimento balanceado (Figueroa y col., 1991).

Cuando se usa jugo de caña como fuente de energía en las etapas de crecimiento y engorda, con niveles de proteína por debajo del requerimiento planteado por el NRC (1988), los cerdos alcanzan buenas ganancias de peso (Figura 2). Como se puede observar en, las ganancias de peso no varían considerablemente a partir de 200 g PC/cerdo/ día para las etapas de crecimiento y engorde, y a partir de 162 g PC/cerdo/día en cerdos de engorde con un peso inicial de 75 kg. Esto ha hecho que a la fecha la recomendación práctica dada por Preston (1988) y Sarria y col. (1990) para cerdos de crecimiento y engorde, cuando se suministra jugo de caña, sea una cantidad fija de 200 g PC/cerdo/día.

FIGURA 2. Ganancia de peso de cerdos alimentados con jugo de caña y diferentes niveles de proteína en las etapas de crecimiento y engorde



Estrella (1986, citado por Mena, 1988); Estrella (1986, citado por Figueroa y Ly, 1990, Mena, 1988, Barria, y col., 1990); Mena (1986, citado por Preston 1988); Solano (1989)

2.4 CONSUMO DE JUGO DE CAÑA

En cuanto al consumo de jugo de caña, se reportan en la literatura diferentes consumos diarios por cerdo, los cuales se encuentran en el Cuadro 3. Como se puede observar, los consumos de jugo de caña son variables. Esta variabilidad depende del peso inicial y final, y de la calidad del jugo en cuanto a grados Brix.

CUADRO 3. Consumo de jugo de caña.

AUTOR	RANGO DE PESO	LITROS DE JUGO/ CERDO/DIA
Fermín 1983 ¹	40 a 100 kg	11.7
Fernández 1984 ²	16 a 93 kg	9.5
Mena 1986 ³	60 a 110 kg	12.0
Estrella 1986 ⁴	76 a 103 kg	18.0
Hong Van y Thi Men 1992 ⁵	9 a 91 kg	6.4

1 Citado por Mena, 1988; y Solano, 1989.

2 Citado por Mena, 1988; y Sarria y col., 1990.

3 Citado por Preston, 1988.

4 Citado por Mena, 1988; Figueroa y Ly, 1990; Sarria y col., 1990.

5 Utilizó jugo con 18 grados brix.

La concentración, en grados Brix, de azúcares en el jugo, está influenciado en parte por la precipitación pluvial y por la época del año o la zona donde se cosecha la caña. De esta manera se tiene que la concentración de azúcares es menor en invierno que en verano, y de igual forma se tiene que la caña de una zona húmeda tiene menor concentración de azúcares que una caña sembrada en una zona monsonica.

2.5 CARACTERISTICAS DE LA CANAL, VISCERAS Y ORGANOS

En general, los estudios de las características de canal de los experimentos con jugo de caña son escasos y muy incompletos. Por ejemplo, el rendimiento de canal para los cerdos alimentados con jugo de caña en comparación con cerdos alimentados convencionalmente, es presentado en solo tres experimentos, y los datos no muestran una tendencia definida,

ya que en diferentes experimentos este parámetro fue mayor, menor o no hubo diferencia significativa entre las canales (Speedy y col., 1991; Nhu Phuc, 1993).

Para la grasa dorsal, tampoco hay una tendencia definida como se muestra en el Cuadro 4, para los cerdos alimentados con jugo de caña en comparación con cerdos alimentados con dietas convencionales.

CUADRO 4. Grasa dorsal de cerdos alimentados con jugo de caña versus granos.

AUTOR	GRANOS	JUGO DE CAÑA
Speedy y col., 1991**	13.5 mm b	14.7 mm a
Speedy y col., 1991**	13.2 mm a	11.1 mm b
Hong Van y Thi Men, 1992	40.2 mm	42.0 mm
Nhu Phuc, 1993	27.1 mm	28.7 mm

* Letras distintas difieren estadísticamente

** Medida P2, a nivel de la última costilla

En cuanto al área de lomo, ha sido evaluada únicamente en el experimento de Hong Van y Thi Men (1992), y no encontraron diferencia significativa en el área de lomo de los cerdos alimentados con jugo de caña (34.4 cm²) y los cerdos alimentados con la dieta convencional (32.9 cm²).

Para las características de vísceras, peso de estómago y de intestino delgado y largo del intestino delgado, no hay datos publicados para cerdos alimentados con jugo de caña.

En cuanto al peso de órganos, también es muy escasa la información. Gallwey y Tarrant (1977, citado por Figueroa y

Ly, 1990) reportan un aumento en el peso del hígado cuando los cerdos fueron alimentados con soluciones de azúcares antes del sacrificio. Sin embargo, Hong Van y Thi Men (1992) y Nhu Phuc (1993) en experimentos más recientes, no encontraron diferencias estadísticas para el peso del hígado entre cerdos alimentados convencionalmente versus cerdos alimentados con jugo de caña.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION DEL ESTUDIO

Este trabajo se realizó en la Sección de Cerdos de Zamorano, ubicado en el departamento de Francisco Morazán, a 32 km al este de Tegucigalpa, a 800 m.s.n.m. Este experimento se empezó el 1° de febrero de 1993 y concluyó el 19 de mayo del mismo año, teniendo una duración total de 108 días.

3.2 ANIMALES UTILIZADOS

Se usaron 40 cerdos, 20 machos castrados y 20 hembras, híbridos de las razas Duroc X Yorkshire X Landrace, y cruces con verracos híbridos de la compañía PIC, de tres meses de edad con un peso inicial promedio entre 30.5 kg y 32.8 kg.

Los cerdos se asignaron de acuerdo a su peso inicial y sexo en 10 grupos, dos machos y dos hembras por grupo, los cuales fueron colocados en corrales independientes.

3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

Para este experimento se utilizó un diseño de Bloques (repeticiones) Completamente al Azar con cinco tratamientos.

3.4 TRATAMIENTOS

Este experimento constó de cinco tratamientos:

Tratamiento 1: Concentrado convencional de crecimiento desde los 30 hasta los 50 kg, y concentrado de engorda de los 50 hasta los 90 kg (ANEXO 2) sin jugo de caña.

Tratamiento 2: Jugo de caña ad libitum más suplemento protéico suministrado de acuerdo a los requerimientos de proteína planteados por el NRC (1988), los cuales se ajustaron de acuerdo a una tabla elaborada en relación al peso vivo de los cerdos con intervalos de cinco kilogramos (Cuadro 5).

Tratamiento 3: 600 g de suplemento protéico/cerdo/día, el cual suministró 240 g de PC/cerdo/día, más jugo de caña ad libitum.

Tratamiento 4: 500 g de suplemento protéico/cerdo/día, el cual suministró 200 g de PC/cerdo/día más jugo de caña ad libitum.

Tratamiento 5: 400 g de suplemento protéico/cerdo/día, el cual suministró 160 g de PC/cerdo/día más jugo de caña ad libitum.

CUADRO 5. Cantidad de suplemento proteico (SP) de acuerdo al al peso vivo (PV) para el Tratamiento 2 (NRC, 1988) con jugo de caña.

kg de PV	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
g de PC/ cerdo/día	200	220	240	260	280	295	305	315	325	335	345	355	365
g de SP/ cerdo/día	521	570	618	668	717	738	763	788	817	838	863	888	913

3.5 ALIMENTACION

3.5.1 Jugo de caña

La caña de azúcar utilizada fue de tres procedencias: caña sembrada en un lote anexo a la Sección de Cerdos de Zamorano; caña traída de un lote en la población de San Francisco; y caña de un lote cosechado en las Mesas, a 6 y 15 km del Zamorano, respectivamente, en el departamento de Francisco Morazán.

El jugo de las primeras dos procedencias fue de similar calidad en cuanto a grados Brix (21.5°) y MS (22%); la tercera procedencia fue mayor en grados Brix (24.5°) y MS (25%).

El corte de caña se realizó de cuatro a seis veces por semana. La extracción del jugo de caña se realizó por la mañana y por la tarde, con un trapiche de tres masas impulsado por un motor diesel de 15.5 HP.

El jugo se suministró fresco medido en botes de 19 litros, los cuales fueron calibrados con precisión de dos litros. La cantidad de jugo consumida se calculó diariamente, suministrando un excedente de aproximadamente dos litros de jugo, de manera tal que los cerdos siempre tuvieran acceso al jugo. Los sobrantes fueron recogidos y medidos en los mismos botes todas las mañanas.

3.5.2 Suplemento proteico

Se formuló un suplemento proteico con 40% de PC para cada tratamiento, con el fin de balancear el consumo de calcio, fósforo y vitaminas de los distintos tratamientos; de manera tal que estos nutrientes no fueran elementos variables en el experimento. El suplemento proteico se formuló con harina de soya, harina de pescado y maíz. La composición de los suplementos proteicos se presenta en el Anexo 1.

Los cerdos de los tratamientos con jugo de caña se alimentaron dos veces por día, mañana y tarde. El suplemento se proporcionó aproximadamente una hora antes de suministrar el jugo, para dar tiempo a los cerdos de consumirlo. Los sobrantes de suplemento proteico se recogieron y se pesaron cada semana, para poder calcular el consumo real de suplemento por corral.

3.6 CONTROLES EXPERIMENTALES

3.6.1 Características de comportamiento en ganancias de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia.

Para las ganancias de peso, los cerdos se pesaron individualmente una vez por semana hasta que alcanzaron en promedio 90 kg de peso vivo por corral. A medida que los cerdos alcanzaron este peso promedio fueron sacrificados para hacer los estudios de canal y de vísceras.

El consumo de jugo de caña se evaluó todos los días,

mientras que el consumo de suplemento proteico se evaluó semanalmente. La conversión alimenticia se calculó al final de las etapas de crecimiento y engorda, y en un consolidado para las dos etapas.

La variable de conversión energética, no fue medida directamente, sino que fue estimada. En los tratamientos con jugo de caña se estimó a partir de la MS del jugo, a la cual se le calculó un 80% de sacarosa. Este valor fue multiplicado por 3.8, que son las Mcal/kg de sacarosa, y se le sumó la energía metabolizable suministrada por el suplemento.

3.6.2 Características de canal, vísceras y órganos

Para la evaluación de la canal se tomaron en cuenta cuatro variables: 1) el rendimiento de canal, el cual se calculó en caliente, pesando las canales inmediatamente después del sacrificio, sin cabeza ni patas; 2) la grasa dorsal, para la cual se promedió el espesor en milímetros en la primera y décima costilla, y en la última vértebra lumbar; 3) la longitud de la canal, que se midió en centímetros desde la pelvis hasta la primera costilla y; 4) el área de lomo, la cual se midió en centímetros cuadrados a nivel de la décima costilla, copiando el perímetro del lomo sobre un plástico transparente, y luego se determinó el área con la ayuda de un planímetro.

En cuanto a las vísceras se midió el largo y peso del

intestino delgado y el peso del estómago. Los órganos evaluados fueron el hígado, riñones y bazo, para los cuales únicamente se tomó el peso.

3.7 ANALISIS ESTADISTICO

Para las variables de ganancia diaria de peso, características de canal y de vísceras se obtuvieron datos por cerdo (unidad experimental), teniendo en total 8 observaciones por tratamiento. Para las variables de consumo de suplemento, consumo de jugo de caña, conversión alimenticia y conversión energética, se consideraron los corrales como unidades experimentales, con un total de dos observaciones por tratamiento.

Para las variables de la canal, vísceras y órganos, se hizo un análisis de covarianza por peso final, debido a que los cerdos fueron sacrificados con igual peso promedio por corral, pero diferentes pesos finales individuales.

Los datos de los tratamientos que recibieron jugo de caña fueron analizados en regresión usando el sistema de coeficientes ortogonales, para determinar los efectos lineales y cuadráticos.

Los datos fueron procesados y analizados con el paquete estadístico MSTAT.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de este trabajo se presentan divididos en tres partes, de acuerdo a las variables que fueron evaluadas:

- 1.- Características de comportamiento en ganancias de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia
- 2.- Características de la canal, vísceras y órganos
- 3.- Análisis económico de los tratamientos

4.1 CARACTERISTICAS DE COMPORTAMIENTO EN GANANCIAS DE PESO, CONSUMO DE ALIMENTO Y CONVERSION ALIMENTICIA.

Las características de comportamiento se presentan en tres etapas: a) período de crecimiento, de 30 hasta 50 kg, b) período de engorde, de 50 hasta 90 kg y c) período total, de 30 hasta 90 kg.

4.1.1 Etapa de crecimiento, de 30 hasta 50 kg.

Las ganancias diarias de peso fueron significativamente diferentes ($P=0.03$), donde el Tratamiento 1 (Control) y el Tratamiento 2 (NRC) con jugo de caña fueron estadísticamente iguales (Cuadro 6). Los tratamientos con jugo de caña, mostraron una respuesta de tipo lineal con respecto al consumo de proteína, aumentando las ganancias de peso a medida que aumentó la cantidad de proteína en la dieta (Figura 3).

Las ganancias de peso del Tratamiento (NRC) con 255 g de PC/cerdo/día, son similares a las obtenidas por Speedy y col. (1991) en esta misma etapa.

CUADRO 6. Ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión de energía y alimenticia en la etapa de crecimiento, de 30 hasta 50 kg.

TRATAMIENTO	1 Control	2 NRC	3 600 g	4 500 g	5 400 g	P=
Ganancia de peso (g/día)	634 a	645 a	529 ab	562 ab	465 b	0.03
Consumo de jugo litros/cerdo	---	7.0	6.2	6.6	6.7	ns
MS kg/cerdo	---	1.53	1.33	1.46	1.51	ns
Consumo total de MS kg/cerdo	2.39	2.11	1.86	1.88	1.86	ns
Conversión kg MS/kg PV	3.77	3.27	3.52	3.77	4.08	ns
Mcal EM/kg PV	13.74	10.42	11.03	10.55	12.36	ns

ns = P > 0.05

PV = peso vivo

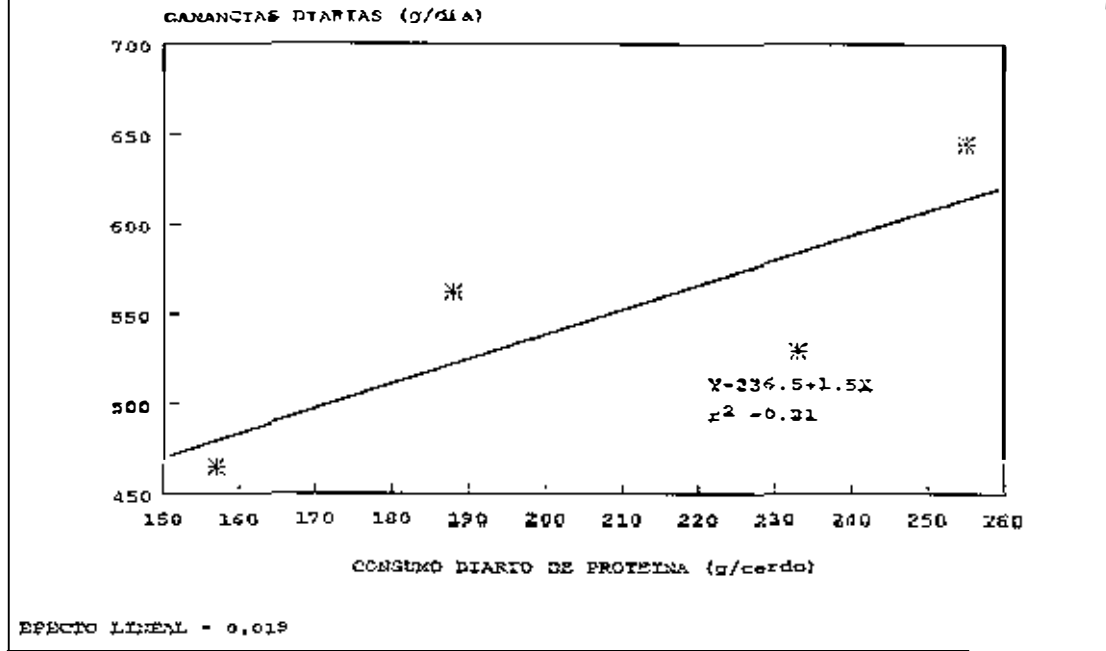
MS = materia seca

EM = Energía Metabolizable

Es necesario señalar de que las ganancias de peso en los tratamientos con jugo de caña en esta primera etapa, pudieron ser afectadas por una diarrea persistente que presentaron todos estos tratamientos, por un período de aproximadamente 30 días. Posteriormente, las heces fueron de tipo sólido y de un color verde oscuro. La diarrea inicial se pudo deber a que los cerdos no tenían la capacidad enzimática para desdoblar toda la sacarosa presente en el jugo de caña y eso provocó que pasara sacarosa no desdoblada al intestino grueso, produciendo una diarrea de tipo fisiológico.

BIBLIOTECA WILSON POPENOE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 83
TEGUCIGALPA HONDURAS

FIGURA 3. Ganancias de peso de los tratamientos con jugo de caña y diferentes niveles de proteína en la etapa de crecimiento, de 30 hasta 50 kg.



El consumo de proteína del Tratamiento 1 (Control) alcanzó los niveles recomendados por el NRC (1988), y fue superior al consumo de proteína de todos los tratamientos con jugo de caña (Cuadro 7).

El consumo de los principales aminoácidos esenciales, que es lo más importante (Cuadro 7), indican que solamente el Tratamiento 1 (Control) y el Tratamiento 2 (NRC) alcanzaron a consumir los requerimientos dados por el NRC (1988) para la etapa de crecimiento, lo que explica el por qué no se encontraron diferencias entre estos tratamientos.

CUADRO 7. Consumo de proteína y aminoácidos esenciales en la etapa de crecimiento, de 30 hasta 50 kg.

TRATAMIENTO	1 Control	2 NRC	3 600 g	4 500 g	5 400 g	RECOMENDACION NRC
Proteína (g/día)	395	255	233	188	157	285
Aminoácidos (g/día)						
Lisina	19.9	17.0	15.3	12.4	10.4	14.3
Metionina + Cisteína	10.9	8.1	7.3	5.9	4.9	7.8
Treonina	12.7	10.3	9.3	7.5	6.3	9.1
Triptófano	3.2	3.6	3.2	2.6	2.2	2.3

El resto de tratamientos con jugo de caña tuvieron uno o más aminoácidos limitantes en la dieta, particularmente los tratamientos con los niveles más bajos de proteína, lo que probablemente afectó las ganancias diarias de peso en esta primera etapa.

En cuanto al consumo de jugo de caña, consumo total de alimento, conversión de energía y conversión alimenticia, no presentaron diferencias significativas para esta etapa.

4.1.2 Etapa de engorde, de 50 hasta 90 kg.

Como se puede observar en el Cuadro 8, la ganancia diaria de peso no presentó diferencias estadísticas significativas ($P=0.17$). En el análisis de regresión para los tratamientos con jugo de caña, los resultados muestran una tendencia lineal ($P=0.058$), similar a la encontrada en la etapa de crecimiento. Es importante señalar que al comparar las ganancias diarias de peso en esta etapa, se observa que hubo una diferencia de 188 g de ganancia diaria de peso entre el Tratamiento 5 (160 g de

PC/cerdo/día), y el Tratamiento 4 (200 g de PC/cerdo/día), la que no alcanza a ser significativa debido a que en este período la variabilidad dentro del experimento, para este parámetro, fue alta (CV=22.8%).

CUADRO 8. Ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión de energía y alimenticia en la etapa de engorde, de 50 hasta 90 kg.

TRATAMIENTO	1 Control	2 NRC	3 600 g	4 500 g	5 400 g	P=
Ganancia de peso (g/día)	764	780	747	790	602	ns
Consumo de jugo litros/cerdo	...	8.7	9.2	8.7	7.4	ns
MS kg/cerdo	...	1.82	1.94	1.83	1.62	ns
Consumo total de MS kg/cerdo	2.92 a	2.37 b	2.33 ab	2.24 b	1.93 b	0.05
Conversión MS kg/kg PV	3.72	3.03	3.12	2.83	3.20	ns
Mcal EM/kg PV	13.53 a	9.78 b	10.50 b	9.38 b	10.62 b	0.05

ns = P > 0.05

PV = peso vivo

MS = materia seca

EM = Energía Metabolizable

Se debe hacer notar que a partir de un consumo de 182 gramos diarios de proteína en el Tratamiento 4, todas las dietas con jugo de caña en la etapa de engorde, logran prácticamente las mismas ganancias de peso. Esto parece indicar que los cerdos en la etapa de crecimiento serían más susceptibles a bajos niveles de proteína en la dieta que en la etapa de engorde.

Estos resultados para la etapa de engorde coinciden con

los obtenidos por Mena (1986, citado por Preston, 1988); Estrella (1986, citado por Figueroa y Ly, 1990; Mena, 1988; Sarria y col., 1990); y Estrella (1986, citado por Mena 1988); en los cuales a partir de 162 g de PC/cerdo/día en la etapa de engorde, se obtienen prácticamente las mismas ganancias de peso que con cerdos alimentados con mayores cantidades de proteína.

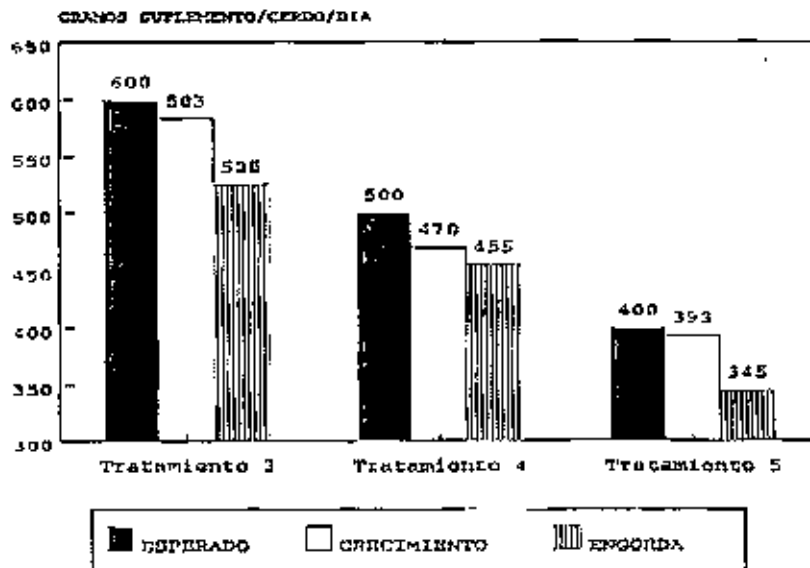
En cuanto al consumo de proteína y aminoácidos esenciales en la etapa de engorde (Cuadro 9), el Tratamiento 1 (Control) alcanzó los niveles recomendados por el NRC (1988), por encima de todos los tratamientos con jugo de caña, los cuales presentaron marcadas deficiencias de proteína y de todos los aminoácidos esenciales evaluados, siendo particularmente bajos en lisina y metionina + cistina en los Tratamientos 4 y 5. Este consumo de aminoácidos esenciales es inferior al reportado por Figueroa y col. (1991) en cerdos alimentados con miel B y niveles bajos de proteína.

CUADRO 9. Consumo de proteína y aminoácidos esenciales en la etapa de engorde, de 50 hasta 90 kg.

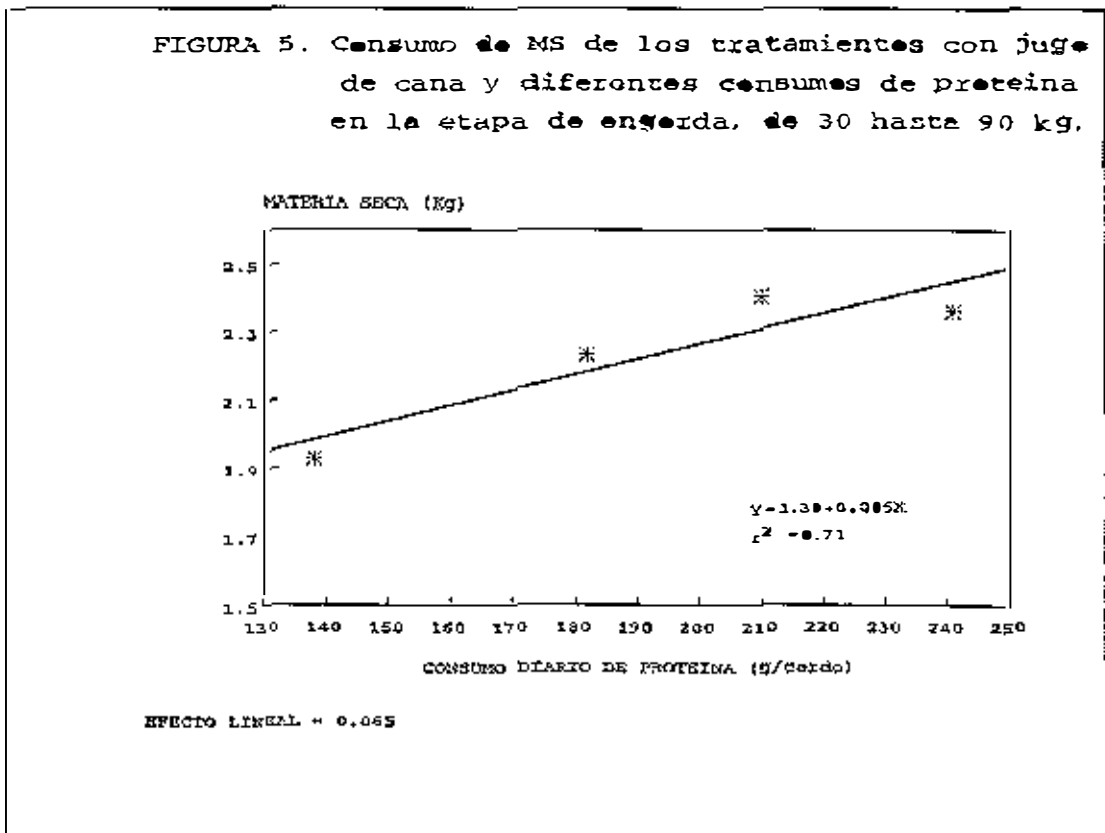
TRATAMIENTO	1 Control	2 NRC	3 500 g	4 500 g	5 400 g	RECOMENDACION NRC
Proteína (g/día)	421	241	214	182	138	404
Aminoácidos (g/día)						
Lisina	19.4	15.7	13.8	12.0	9.1	18.7
Metionina + Cistina	11.0	7.6	6.6	5.7	4.3	10.6
Treonina	13.0	9.6	8.3	7.2	5.5	12.4
Triptófano	3.2	3.3	2.9	2.5	1.9	3.1

Hay que destacar que, tanto en la etapa de crecimiento como en la de engorde, hubo cierta cantidad del suplemento proteico que no fue consumido por los cerdos. El rechazo del suplemento puede atribuirse a problemas de palatabilidad o al efecto de saciedad en los cerdos. La cantidad real de consumo de suplemento proteico se presenta en la Figura 4. Se puede observar que el rechazo fue mayor en la etapa de engorde que en la etapa de crecimiento. Este tipo de rechazo no ha sido reportado por otros autores en experimentos anteriores.

FIGURA 4. Consumo real de suplemento proteico para las etapas de crecimiento y engorde para los tratamientos en que este fue ofrecido en cantidades fijas.



Los consumos de jugo de caña en esta etapa tampoco presentaron diferencias estadísticas. Sin embargo, el consumo de MS total mostró ser estadísticamente diferente ($P=0.05$), siendo el consumo de MS total del Tratamiento 1 (Control) mayor que el de todos los tratamientos con jugo de caña, los cuales mostraron una tendencia de tipo lineal (Figura 5), aumentando conforme aumentó el nivel de proteína en la dieta.



La conversión calculada en base a la energía metabolizable estimada, también fue estadísticamente

diferente, requiriendo más energía para ganar un kilogramo de peso vivo en el Tratamiento 1 (Control) que en los tratamientos con jugo de caña. La conversión de alimento no fue estadísticamente diferente, pero contradictoriamente a lo que se espera en esta etapa, los cerdos alimentados con jugo de caña mejoraron su conversión energética y alimenticia con respecto a la etapa de crecimiento. Esto podría explicarse en base a que, al no presentar la diarrea, como en la etapa inicial, los cerdos mejoraron la utilización de la dieta.

4.1.3 Etapa total, de 30 hasta 90 kg.

El Cuadro 10 presenta los datos de comportamiento de la etapa total de crecimiento y engorde.

CUADRO 10. Ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión de energía y alimenticia en la etapa total, de 30 hasta 90 kg.

TRATAMIENTO	1 Control	2 NRC	3 600 g	4 500 g	5 400 g	P-
Ganancia de peso (g/día)	728 a	739 a	656 ab	570 ab	548 b	0.037
Consumo de jugo litros/cerdo	---	8.1	7.9	7.9	7.1	ns
MS kg/cerdo	---	1.70	1.76	1.75	1.63	ns
Consumo total de MS kg/cerdo	2.73	2.34	2.25	2.16	1.96	0.082
Conversión MS kg/kg PV	3.75	3.17	3.42	3.22	3.50	ns
Mcal EM/kg PV	13.64	10.70	10.66	9.73	11.21	ns

ns = P > 0.05

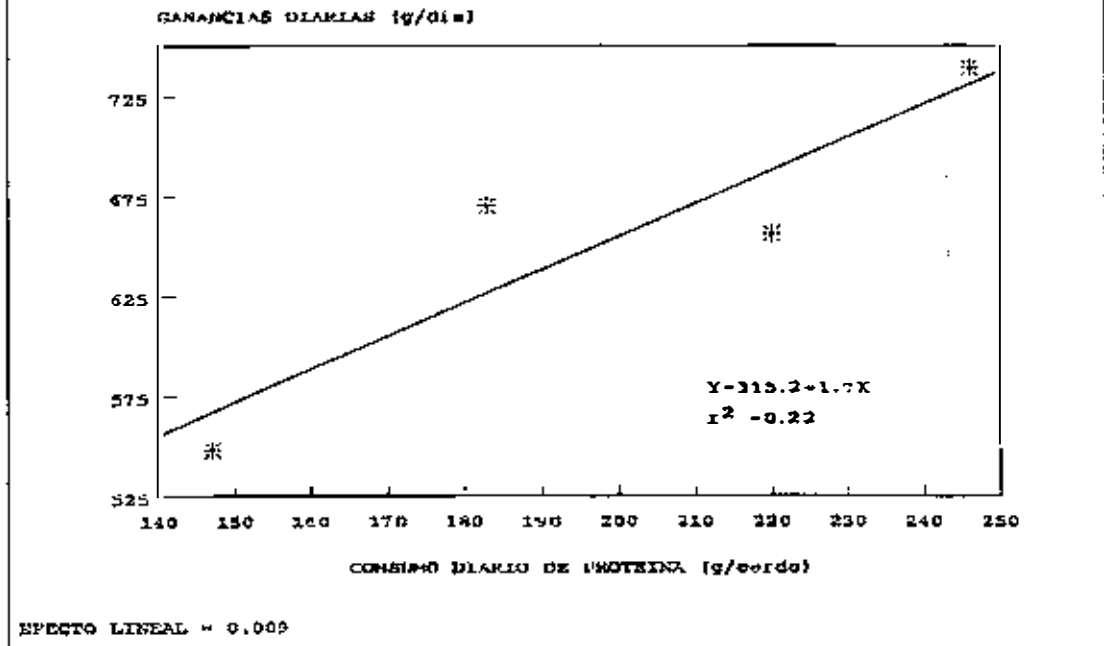
MS = materia seca

PV = peso vivo

EM = Energía Metabolizable

Las ganancias diarias de peso fueron estadísticamente diferentes ($P=0.037$). El Tratamiento 1 (Control) y el Tratamiento 2 (NRC) no fueron diferentes entre ellos, mientras que los tratamientos con jugo de caña mostraron una tendencia lineal (Figura 6), aumentando conforme aumentó la cantidad de proteína en la dieta.

FIGURA 6. Ganancias de peso de los tratamientos con jugo de caña y diferentes consumos de proteína en la etapa total, de 30 hasta 90 kg.



Estos resultados para las ganancias de peso concuerdan con los resultados experimentales reportados por Mena y col. 1982; Fermín (1983, citado por Mena, 1988 y Solano, 1989);

Fernández (1984, citado por Mena, 1988 y Sarria y col., 1990); Speedy y col. (1991); Hong Van y Thi Men (1992); y Nhu Phuc (1993); en donde al sustituir el maíz o sorgo en su totalidad por jugo de caña como fuente de energía, en la etapa de crecimiento y engorde se obtienen ganancias de peso que son comparables a las obtenidas en cerdos alimentados convencionalmente.

Por otro lado, estos resultados también concuerdan con los obtenidos por Solano, 1989; en donde los cerdos alimentados con jugo de caña con niveles de proteína por debajo de lo recomendado por el NRC (1988), alcanzan ganancias de peso similares a partir de 200 g de PC/cerdo/día. El hecho de que no hayan diferencias estadísticas entre el Tratamiento 1 (Control) y el Tratamiento 4 (500 g de suplemento proteico/cerdo/día) con jugo de caña, soporta las recomendaciones señaladas por Preston (1988) y Sarria y col. (1990), de usar una cantidad fija de 200 g de PC/cerdo/día durante toda la etapa de crecimiento y engorde.

Para el consumo de MS total, los resultados muestran una tendencia ($P=0.082$) a ser diferentes, teniendo el Tratamiento 1 (Control) un consumo de MS superior a los tratamientos con jugo de caña. Estos resultados difieren con los de otros autores (Mena y col. (1982); Fermín (1983, citado por Mena, 1988 y Solano, 1989); Fernández (1984, citado por Mena, 1988 y Sarria y col., 1990); Hong Van y Thi Men (1992); y Nhu Phuc

(1993), los cuales no reportan diferencia en consumo de MS total entre cerdos alimentados con jugo de caña y cerdos alimentados convencionalmente.

Para las variables de consumo de jugo, conversión de energía y conversión alimenticia no fueron estadísticamente diferentes a pesar de mostrar diferencias bastante notables, probablemente debido al bajo número de unidades experimentales.

En cuanto al consumo de jugo, son menores a los reportados por otros autores, probablemente debido a que los experimentos se realizaron con cerdos de diferente peso inicial y final, y también a que el jugo usado en el presente experimento, presentó consistentemente mayores niveles de azúcares, medidos como grados Brix (21.5° y 24.5°) y también mayores porcentajes de MS (22% y 25%) que el usado por otros autores, (Fermín, 1983, citado por Mena, 1988; Fernández, 1984, citado por Mena, 1988; Estrella, 1986, citado por Mena, 1988; Mena, 1986, citado por Mena, 1988; Hong Van y Thi Men, 1992), los cuales reportan que el jugo usado oscila entre 16° y 20° Brix.

4.2 CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL, VISCERAS Y ORGANOS

Los resultados de las características lineales de canal se encuentran en el Cuadro 11.

CUADRO 11. Características de la canal.

TRATAMIENTO	1 Control	2 NRC	3 600 g	4 500 g	5 400 g	P=
Grasa dorsal (mm)	29.8 b	33.2 a	29.2 b	32.1 ab	34.5 a	0.009
Área de lomo (cm ²)	33.8 a	31.0 ab	33.1 a	28.2 bc	25.8 c	0.001
Longitud de la canal (cm)	81.5 a	78.8 b	78.2 b	79.6 b	78.5 b	0.001
Rdto. de la canal caliente (%)	73.0 b	75.6 a	75.9 a	75.0 a	74.9 a	0.017

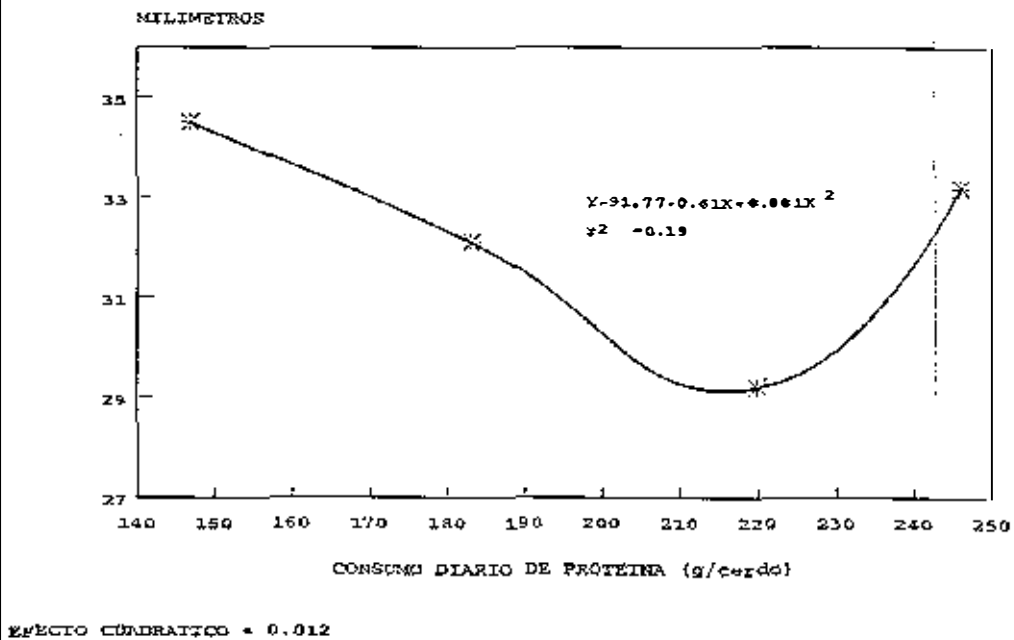
La grasa dorsal mostró diferencias estadísticas ($P=0.009$), para la cual el Tratamiento 1 (Control) presentó un espesor de grasa dorsal significativamente menor que el Tratamiento 2 (NRC). Al analizar los resultados de grasa dorsal de los tratamientos con jugo de caña, se observa que éstos muestran una tendencia cuadrática, disminuyendo la grasa dorsal a medida que aumenta la proteína en la dieta hasta los 220 g de PC/cerdo/día, del Tratamiento 3, para posteriormente volver a aumentar (Figura 7).

El por qué el Tratamiento 2 (NRC) presentó una alta acumulación de grasa, podría ser explicado por la alta ganancia diaria de peso durante todo el experimento. El Tratamiento 5 con el nivel más bajo de proteína, también presentó una alta acumulación de grasa, probablemente debido a su bajo consumo de proteína.

Otros resultados experimentales, muestran que no hay una tendencia definida en cuanto a la acumulación de grasa dorsal

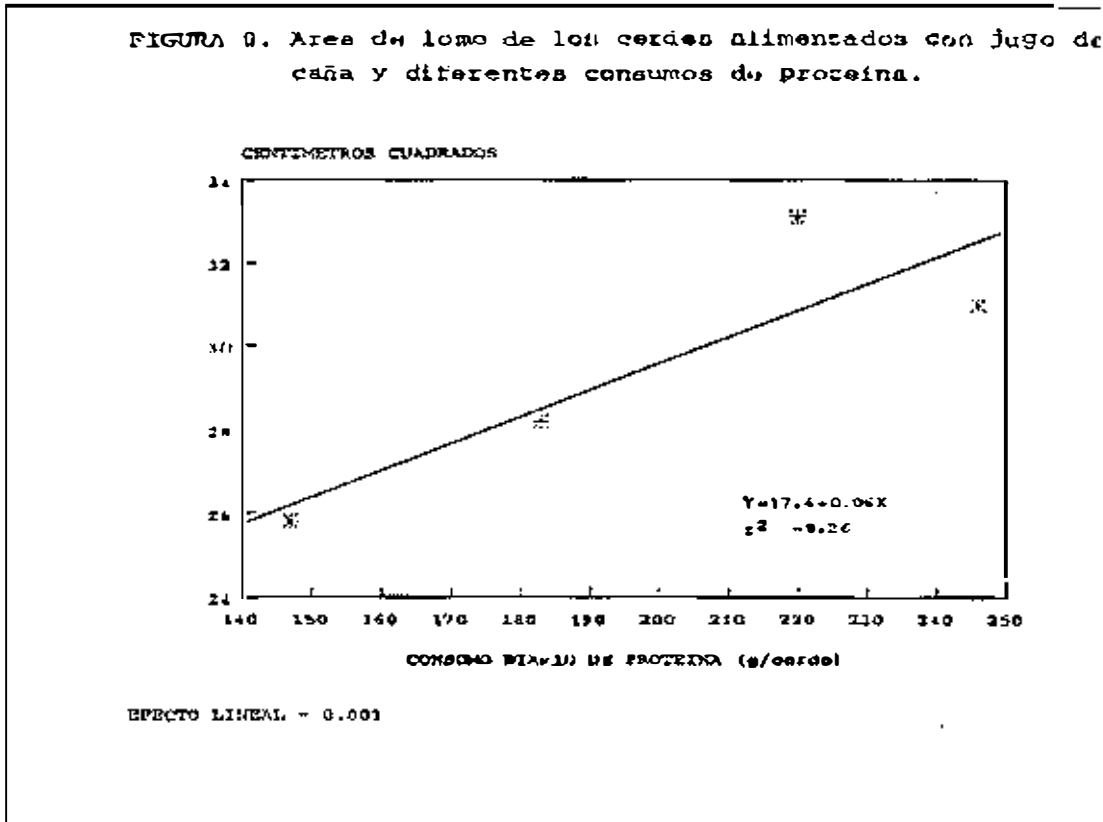
comparando dietas convencionales versus jugo de caña (Speedy y col., 1991; Hong Van y Thi Men, 1992; Nhu Phuc, 1993). Por otro lado, no hay resultados experimentales comparables para cerdos alimentados con diferentes niveles de proteína.

FIGURA 7. Grosor de la grasa dorsal de los cerdos alimentados con jugo de caña y diferentes niveles de proteína.



En el área de lomo también se observaron diferencias significativas ($P=0.001$), sin haber diferencia entre el Tratamiento 1 (Control) y Tratamiento 2 (NRC). El área de lomo de los tratamientos con jugo de caña presentaron una tendencia lineal con respecto al consumo de proteína,

aumentando el área conforme aumentó la proteína en la dieta (Figura 8).



Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Hong Van y Thi Men (1992), quienes no encontraron diferencia en el área de lomo de cerdos alimentados convencionalmente versus con jugo de caña.

La longitud de la canal presentó diferencias significativas ($P=0.001$), teniendo el Tratamiento 1 (Control) mayor longitud de canal que todos los tratamientos con jugo de

caña. Estos resultados difieren de los reportados por Nhu Phuc (1993), quien no reportó diferencia alguna en la longitud de canal entre cerdos alimentados con jugo de caña y cerdos alimentados convencionalmente.

Por último, los resultados de rendimiento de canal caliente también fueron estadísticamente diferentes ($P=0.017$), siendo en este caso el rendimiento de todos los tratamientos con jugo de caña superiores en un 2% a los rendimientos del Tratamiento 1 (Control). El mayor rendimiento de canal de los cerdos alimentados con jugo de caña, que se reporta en este experimento, puede estar asociado a un menor peso de estómago y de intestino delgado, que el de los cerdos alimentados con dietas convencionales, como se reporta más adelante. Estos resultados de rendimiento de canal también son difíciles de comparar, pues la literatura muestra algunos resultados contradictorios (Speedy y col., 1991; Nhu Phuc, 1993).

El Cuadro 12 muestra los resultados relacionados a las características de las vísceras evaluadas.

CUADRO 12. Características de las vísceras.

TRATAMIENTO	1 Control	2 NRC	3 600 g	4 500 g	5 400 g	P-
Estómago (g)	528 a	390 c	432 bc	478 ab	390 c	0.001
Intestino delgado (g)	1321 ab	1371 a	1202 b	1289 ab	1207 b	0.03
Intestino delgado (m)	20.9	20.3	19.8	19.8	19.6	0.0727

El peso del estómago presentó diferencias significativas ($P=0.001$) entre los tratamientos, mostrando un 20% más de peso el Tratamiento 1 (Control) que el promedio de los tratamientos con jugo de caña. Este mayor desarrollo del estómago del Tratamiento 1 (Control), se podría deber a un mayor contenido de fibra cruda en la dieta.

El peso del intestino delgado también mostró una diferencia que fue significativa ($P=0.03$), mostrando que los cerdos de los tratamientos con jugo de caña tienden a tener menor peso de intestino delgado en comparación con el Tratamiento 1 (Control), lo que coincide con el resultado del peso del estómago.

Por último, el largo del intestino delgado presentó también una tendencia ($P=0.073$) a ser más largo en el Tratamiento 1 (Control) que en los tratamientos con jugo de caña.

Esta reducción en tamaño y peso del aparato digestivo de los cerdos alimentados con jugo de caña, se puede especular que se debe a la poca cantidad de fibra cruda en la dieta, por lo que no se requirió de mayor esfuerzo de conducir la digesta a través del tracto, ocasionando esto menor desarrollo muscular. Para todas estas variables no hay datos publicados hasta el momento para cerdos alimentados con jugo de caña.

El resultado de la medición de los órganos está resumido en el Cuadro 13. El peso del hígado mostró una tendencia

($P=0.089$) a ser mayor en los tratamientos con jugo de caña, en aproximadamente un 18%, que en el Tratamiento 1 (Control).

CUADRO 13. Peso de los órganos.

TRATAMIENTO	1 Control	2 NRC	3 600 g	4 500 g	5 400 g	P _a
Peso (g)						
Hígado	1.470	1.621	1.621	1.754	1.574	0.089
Riñón	263	248	240	235	231	ns
Bazo	125	132	140	136	134	ns

ns = $P > 0.05$

Este mayor peso del hígado en los tratamientos con jugo de caña, se puede deber a una mayor acumulación de glucógeno y a una mayor formación de triglicéridos. Estos resultados concuerdan con el efecto reportado por Gallwey y Tarrant (1977, citado por Figueroa y Ly, 1990) de que el hígado de los cerdos aumenta en tamaño cuando reciben soluciones con azúcar; pero difieren con los encontrados por Hong Van y Thi Men (1992) y Nhu Phuc (1993), quienes no encontraron diferencia en el peso del hígado.

En cuanto al peso del bazo y del riñón no se encontró ninguna diferencia entre los diferentes tratamientos.

4.3 ANALISIS ECONOMICO DE LOS TRATAMIENTOS

El análisis económico consistió en el cálculo del costo e ingreso por kg de cerdo para los diferentes tratamientos.

El valor monetario de los ingresos y costos está dado en Lempiras (L.), con una tasa de cambio de L.8.94 por \$US1.00. Este análisis se encuentra resumido en el Cuadro 14.

CUADRO 14. Análisis económico de los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTO	1 Control	2 NRC	3 600 g	4 500 g	5 400 g
Costo por kg de PV (L.)	7.29	6.30	6.79	6.33	6.07
Ingreso por kg de PV (L.)	9.31	9.57	9.57	9.57	9.57
Beneficio bruto por kg de PV (L.)	2.02	3.27	2.78	3.24	3.50
Rentabilidad bruta (%)	27.8	51.9	40.9	51.2	57.7

Se puede observar que el costo por kilogramo de peso vivo es mayor en el Tratamiento 1 (Control) que en los tratamientos con jugo de caña.

El ingreso por kg de peso vivo es mayor en los cerdos alimentados con jugo de caña que en los cerdos del Tratamiento 1 (Control). Esto se debe a que en el rastreo pagan de acuerdo al peso en canal, por lo que al expresarlo como peso vivo, los tratamientos con jugo de caña salen beneficiados, debido a su mayor rendimiento de canal.

En cuanto a las rentabilidades, se puede notar que todos los tratamientos con jugo de caña tienen aproximadamente el doble de las rentabilidades logradas por el Tratamiento 1 (Control). Dentro de los tratamientos con jugo de caña, la mejor rentabilidad estimada fue para el Tratamiento 5 (400 g de suplemento proteico/cerdo/día), el cual presentó la menor

productividad. De que manera la mayor cantidad de grasa dorsal y menor área de lomo obtenida por este tratamiento, pueda penalizar el precio de las canales en un mercado exigente, es algo que debe ser evaluado.

5. CONCLUSIONES

- 1.- Cerdos de crecimiento y engorde alimentados con jugo de caña y con un suplemento proteico con 40% de PC ofrecido a nivel de las recomendaciones del NRC (1988), tienen ganancias de peso y conversiones alimenticias similares a las obtenidas con una dieta convencional formulada en base a granos de cereales, suplemento proteico y aditivos.
- 2.- Con respecto al nivel óptimo de suplementación proteica para cerdos alimentados con jugo de caña, los resultados indican que para la etapa de crecimiento (de 25 a 50 Kg de peso vivo) lo recomendable sería usar niveles variables de acuerdo al peso vivo siguiendo las normas del NRC (1988), pudiéndose en la etapa de engorde cambiar a una estrategia mas simple de restringir el nivel de suplemento proteico para proveer un mínimo fijo de 200 g/día de PC por cerdo, equivalente a 500 g/cerdo/día de un suplemento con 40% de PC.
- 3.- Los resultados de características de la canal, particularmente en lo referente al espesor del manto de grasa y área de lomo, indican que la alimentación con jugo de caña asociado a niveles bajos de proteína (200 g de PC o menos), a pesar de no producir un efecto importante en ganancias de peso, tiende a producir

canales con mayor manto de grasa y menor área de lomo, lo cual en mercados exigentes podría ser un problema.

- 4.- Desde el punto de vista económico y basado en los costos actuales del concentrado balanceado y el precio pagado a nivel de los ingenios en Honduras para la caña de azúcar, en la temporada 93-94 el sistema de engordar cerdos con jugo de caña presenta una rentabilidad por Kg de cerdo producido de mas de 50%. Esta rentabilidad es muy superior a la determinada para el sistema con concentrado balanceado (27%). Esta rentabilidad del sistema podría ser potencialmente mayor, si al sistema cerdos-jugo de caña se le integrara el componente de novillos de engorde que usaran el bagazo y suplementos estratégicos.

5. RECOMENDACIONES

- 1.- Hacer una mejor caracterización de la canal de los cerdos, particularmente en cuanto a la relación grasa/músculo, caracterizando en forma más detallada su composición química (humedad, proteína cruda, saturación de la grasa, retención de agua y pH de los músculos).
- 2.- Estudiar el efecto que tienen niveles variables de proteína para las etapas de crecimiento y engorde.
- 3.- Evaluar el uso productivo del bagazo producido por el fraccionamiento de la caña de azúcar, integrando el componente restante al sistema de producción.
- 4.- Repetir el experimento con un mayor número de animales y repeticiones para aumentar la confiabilidad de los datos.

7. RESUMEN

Cuarenta cerdos cruzados de 3 meses de edad y 30 kg de peso promedio, fueron divididos en diez grupos de cuatro cerdos cada uno (dos machos castrados y dos hembras). Los grupos fueron asignados al azar a los siguientes tratamientos: 1) concentrado convencional formulado con maíz, harina de soya y melaza (CC), suministrado ad libitum; 2) jugo de caña fresco (JC) ad libitum más suplemento proteico (SP) ajustado a los requerimientos del NRC; 3) JC más 600 gramos de SP/cerdo/día; 4) JC más 500 gramos de SP/cerdo/día; 5) JC más 400 gramos de SP/cerdo/día. El JC fue extraído dos veces por día con un trapiche artesanal. El SP de todos los tratamientos con JC contenían 40% de PC, y fue formulado con harina de soya, harina de pescado y maíz. Las ganancias diarias de peso ($p=0.037$) fueron iguales entre los Tratamiento 1 y el Tratamiento 2, mostrando los tratamientos con JC un incremento lineal ($p=0.009$) con respecto al consumo de proteína. El área de lomo ($P=0.001$) resultó ser igual entre el Tratamiento 1 y el Tratamiento 2, reduciendo linealmente ($P=0.001$) en los tratamientos con JC conforme disminuyó la cantidad de proteína en la dieta. La grasa dorsal fue menor ($p=0.009$) en el Tratamiento 1 que en el Tratamiento 2, y disminuyó en forma cuadrática ($p=0.012$) conforme aumentó el consum de PC. En los cerdos alimentados con JC, el rendimiento de canal fue mayor ($p=0.001$) y la longitud de canal menor ($P=0.001$) al del Tratamiento Control. El peso del estómago ($p=0.001$) y de intestino ($p=0.03$), fueron menores en los tratamientos con JC. Los tratamientos con JC presentaron una rentabilidad bruta superior al 50%, superando al Tratamiento 1, el cual sólo alcanzó una rentabilidad del 28%. En conclusión 1.) es posible lograr ganancias de peso similares a las logradas por la dieta convencional con jugo de caña, ofreciendo proteína según las recomendaciones del NRC en la etapa de crecimiento y una cantidad fija de 200 g/cerdo/ día en la etapa de engorda; 2) el bajo nivel de proteína en la dieta de los tratamientos con jugo de caña está asociada a una mayor cantidad de grasa dorsal y a una menor área de lomo y; 3) con los precios actuales de los granos y de la caña de azúcar, es más rentable engordar cerdos con JC que con concentrado convencional.

8. BIBLIOGRAFIA

- Edgerton, C.W. 1955. Sugarcane and its diseases. Louisiana State University Press. Baton Rouge, U.S.A. p. 301.
- FAO. 1992. Anuario de Producción 1991. Vol. 45. Roma, Italia, p. 156.
- Figueroa, V. y Ly, J. 1990. Alimentación porcina no convencional a partir del cultivo de la caña de azúcar. Instituto de Investigaciones Porcinas de Cuba. La Habana, Cuba.
- Figueroa, V., Maylin, A. y Novo, O. 1991. Efecto de bajos niveles de proteína sobre el comportamiento y las características de canal de cerdos alimentados con miel B y levadura de torula. Investigación Pecuaria para el Desarrollo Rural (3)3:6-13.
- Hong Van, B. and Thi Men, L. 1992. Feeding of sugar cane juice and "A" molasses to fattening pigs. Livestock Research for Rural Development (4)3:1-5
- Larrahondo, J.E. y Preston, T.R. 1989. Control químico de la inversión de jugos de caña para la alimentación animal. Investigación Pecuaria para el Desarrollo Rural (1)1:56-60
- Mena, A., Elliott, R. and Preston, T.R. 1982. The substitution of grain sorghum by sugarcane juice in diets for growing pigs. Tropical Animal Production (7)3:226-231.
- Mena, A. 1988. La producción de cerdos con base en la caña de azúcar. Memorias del seminario taller: Sistemas intensivos para la producción animal y de energía renovable con recursos tropicales. Convenio Interinstitucional para la Producción Agropecuaria en el Valle del Río Cauca. Cali, Colombia. Julio 26 a Julio 30. p.128-135.
- Nhu Phuc, B.H. 1993. The use of sugar cane juice and molasses in the diet of growing pigs. Livestock Research for Rural Development (5)2:7-10
- NRC. 1988. Nutrient requirements of swine. National Academy Press. 9th Revised Edition. Washington, D.C. p.93

- Preston, T.R. 1988. La caña de azúcar como base de la producción pecuaria en el trópico. Memorias del seminario taller: Sistemas intensivos para la producción animal y de energía renovable con recursos tropicales. Convenio Interinstitucional para la Producción Agropecuaria en el Valle del Río Cauca. Cali, Colombia. Julio 26 a Julio 30. p. 41-65.
- Preston, T.R. y Solarte, A. 1988. La granja intensiva familiar con base en la caña de azúcar y los árboles forrajeros. Memorias del seminario taller: Sistemas intensivos para la producción animal y de energía renovable con recursos tropicales. Convenio Interinstitucional para la Producción Agropecuaria en el Valle del Río Cauca. Cali, Colombia. Julio 26 a Julio 30. p. 119-135.
- Sánchez P., A., Kirchner S, F.R., López G, E., Paulín T., N. y Usami O., C.R. 1982. Cultivos de plantación. Manuales para Educación Agropecuaria. Editorial Trillas. Primera Edición. Mexico. p.63-79.
- Sarria, P., Solano, A. y Preston, T.R. 1990. Utilización de Jugo de caña y cachaza panelera en la alimentación de cerdos. Livestock Research for Rural Development (2)2:92-101.
- Skerman, P.J. y Riveros, F. 1992. Gramíneas tropicales, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Italia, Roma. p. 640-646.
- Solano, L.A. 1989. Jugo de caña, dos fuentes de proteína y dos niveles proteicos en la alimentación de cerdos en levante-ceba. Producción Animal Tropical y Desarrollo Rural (14)1:91-101.
- Speedy, A.W., Seward, L., Langton, N., Du Plessis, J. and Dlamini, B. 1991. A comparison of sugar cane juice and maize as energy sources in diets for growing pigs with equal supply of essential aminoacids. Livestock Research for Rural Development 3(1):65-73.

9 . ANEXOS

ANEXO 1. Composición de los suplementos proteicos de los tratamientos con jugo de caña.

Tratamiento NRC, de 30 hasta 50 Kg

INGREDIENTES	%	COMPOSICION	%
Maiz blanco	14.40	Proteína	40.00
Harina de soya	68.18	Calcio	1.91
Harina de pescado	10.02	Fósforo disponible	0.64
Sal común	1.50	Lisina	2.66
Carbonato de calcio	3.05	Met + Cis	1.27
Fosfato dicalcico 21%	2.22	Triptofano	0.56
Vitamelk cerdos	0.63	Treonina	1.62
TOTAL	100.00%		

Tratamiento NRC, de 50 hasta 90 Kg

INGREDIENTES	%	COMPOSICION	%
Maiz blanco	17.69	Proteína	40.00
Harina de soya	66.15	Calcio	1.92
Harina de pescado	10.02	Fósforo disponible	0.64
Sal común	1.50	Lisina	2.61
Carbonato de calcio	2.99	Met + Cis	1.26
Fosfato dicalcico 21%	1.16	Triptofano	0.55
Vitamelk cerdos	0.50	Treonina	1.59
TOTAL	100.00%		

Dieta Tratamiento 3, de 30 hasta 90 kg

INGREDIENTES	%	COMPOSICION	%
Maiz blanco	11.92	Proteína	40.00
Harina de soya	67.52	Calcio	3.30
Harina de pescado	10.07	Fósforo disponible	0.95
Sal común	1.51	Lisina	2.62
Carbonato de calcio	5.63	Met + Cis	1.25
Fosfato dicálcico 21%	2.69	Triptofano	0.55
Vitamelk cerdos	0.66	Treonina	1.59
TOTAL	100.00%		

Dieta Tratamiento 4, de 30 hasta 90 kg

INGREDIENTES	%	COMPOSICION	%
Maiz blanco	8.99	Proteína	40.00
Harina de Soya	68.22	Calcio	3.95
Harina de pescado	10.10	Fósforo disponible	1.14
Sal común	1.52	Lisina	2.63
Carbonato de calcio	6.75	Met + Cis	1.25
Fosfato dicalcico 21%	3.63	Triptofano	0.55
Vitamelk cerdos	0.80	Treonina	1.59
TOTAL	100.00%		

Dieta Tratamiento 5, de 30 hasta 90 kg

INGREDIENTES	%	COMPOSICION	%
Maiz blanco	4.77	Proteína	40.00
Harina de soya	68.57	Calcio	4.94
Harina de pescado	10.64	Fósforo disponible	1.43
Sal común	1.52	Lisina	2.65
Carbonato de calcio	8.48	Met + Cis	1.24
Fosfato dicalcico 21%	5.02	Triptofano	0.55
Vitamelk cerdos	1.00	Treonina	1.59
TOTAL	100.00%		

ANEXO 2. Composición de los concentrados de crecimiento y engorde.

Concentrado de crecimiento, de 30 kg hasta 50 kg

INGREDIENTES	%	COMPOSICION	%
Maíz blanco	70.00	Proteína	15.00
Harina de soya	13.80	Calcio	0.60
Harina de carne	4.12	Fósforo disponible	0.23
Harina de hueso	1.45	Lisina	0.75
Sal común	0.50	Met + Cis	0.41
Melaza	10.00	Triptofano	0.48
Vitamelk cerdos	0.13	Treonina	0.12
TOTAL	100.00%		

Concentrado de engorde, de 50 kg hasta 90 kg

INGREDIENTES	%	COMPOSICION	%
Maíz blanco	75.13	Proteína	13.00
Harina de soya	9.30	Calcio	0.50
Harina de carne	2.97	Fósforo disponible	0.15
Harina de hueso	2.00	Lisina	0.60
Sal común	0.50	Met + Cis	0.34
Melaza	10.00	Triptofano	0.40
Vitamelk cerdos	0.10	Treonina	0.10
TOTAL	100.00%		

Anexo 3. Análisis de costos del experimento, realizados con una tasa de cambio de Lps. 8.94 por \$1.00.

Costo del concentrado y suplemento proteico usado en el experimento, para los diferentes tratamientos.

TRATAMIENTO	PRECIO Lps.
Tratamiento 1 Control Concentrado Convencional Crecimiento Engorde	82.89 79.76
Tratamiento 2 NRC con JC* de 30 Kg a 50 Kg de PV** de 50 Kg a 90 Kg de PV	135.42 128.66
Tratamiento 3 con 600 g de suplemento y JC	134.48
Tratamiento 4 con 500 g de suplemento y JC	136.83
Tratamiento 5 con 400 g de suplemento y JC	138.33

* Jugo de caña

** Peso Vivo

Costo de la caña de azúcar.

Tonelada de caña de azúcar	Lps. 127.50
Costo de Trabajador extra	16.00
Depreciación de Trapiche y Motor	13.07
Costo de hidrocarburos para la molienda (diesel, aceite, etc.)	10.00
Imprevistos	3.43
Costos totales por tonelada de caña	Lps. 170.00

Costo por kilogramo de peso vivo en cada uno de los tratamientos.

TRATAMIENTO	Costo del suplemento Lps.	Costo de la caña Lps.	Costo total por Kg/PV Lps.
1 Control	7.29	----	7.29
2 NRC	2.42	3.88	6.30
3 600 g suplemento	2.53	4.26	6.79
4 500 g suplemento	2.07	4.26	6.28
5 400 g suplemento	2.05	4.02	6.07

ANEXO 4. Análisis de varianza, separación de medias por la prueba de Duncan y regresión para las variables de comportamiento en la etapa de crecimiento, de 30 hasta 50 kg

Ganancia diaria de peso.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	7	114648.44	16378.349	1.22	0.3364
Tratamiento	4	178436.49	44609.121	3.33	0.0304
Error	20	268008.77	13400.438		
Total	31	561093.70	CV=20.42%		

Separación de medias por la prueba de Duncan

Tratamiento 1 = 633.64 A
 Tratamiento 2 = 644.59 A
 Tratamiento 3 = 529.01 AB
 Tratamiento 4 = 562.08 AB
 Tratamiento 5 = 465.13 B

Análisis de regresión

Lineal

Suma de cuadrados = 87783.469
 Efecto = 0.344
 Error = 0.135
 Valor F = 6.551
 Probabilidad = 0.019

Cálculo de ecuación

Coefficiente de correlación = 0.463
 Intercepto en Y = 236.526
 Intercepto en X = 1.507
 Prueba t = 2.44

BIBLIOTECA WILSON POPENOR
 ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
 APARTADO 88
 TEGUCIGALPA HONDURAS

Consumo de litros de jugo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	1	0.22	0.224	0.30	0.6370
Tratamiento	3	0.70	0.232	0.31	0.8192
Error	2	1.48	0.739		
Total	6	2.40		CV=12.93	

Consumo de materia seca de jugo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	1	13412.98	13412.982	0.30	0.6370
Tratamiento	3	41537.73	13845.909	0.31	0.8192
Error	2	88358.25	44179.127		
Total	6	143308.96		CV=12.93%	

Consumo de materia seca total.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	1	6295.84	6295.84	0.11	0.7576
Tratamiento	4	557190.32	139297.58	2.53	0.2361
Error	3	165336.57	55112.18		
Total	8	728822.73		CV=10.49%	

Conversión de energía.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	1	7131	7131.4	0.00	0.9735
Tratamiento	4	15892800	3973200.2	0.72	0.6301
Error	3	16451621	5483873.7		
Total	8	32351553		CV=20.15%	

Conversión alimenticia.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	1	0.01	0.012	0.02	0.8986
Tratamiento	4	0.83	0.209	0.33	0.8444
Error	3	1.90	0.634		
Total	8	2.75		CV=19.85%	

ANEXO 5. Análisis de varianza, separación de medias por la prueba de Duncan y regresión para las variables de comportamiento en la etapa de engorde, de 50 hasta 90 kg.

Ganancia diaria de peso.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	7	177592.73	25370.390	0.89	0.5315
Tratamiento	4	201793.89	50448.472	1.77	0.1740
Error	20	569288.62	28464.431		
Total	31	948675.24	CV=22.78%		

Consumo de litros de jugo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	1	1.57	1.571	1.69	0.3233
Tratamiento	3	3.54	1.180	1.27	0.4693
Error	2	1.86	0.930		
Total	6	6.97	CV=11.40%		

Consumo de materia seca de jugo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	1	78495.42	78495.424	2.24	0.2733
Tratamiento	3	147793.38	49264.460	1.40	0.4416
Error	2	70147.36	35073.681		
Total	6	296436.17	CV=9.33%		

Consumo de materia seca total.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	1	79406.9	79406.87	2.24	0.2313
Tratamiento	4	1258901.8	314725.45	8.88	0.0518
Error	3	146315.9	35438.635		
Total	8	1444624.6	CV=7.15%		

Separación de medias por la prueba de Duncan

Tratamiento 1 = 3237.48 A
 Tratamiento 2 = 2626.37 B
 Tratamiento 3 = 2674.85 AB
 Tratamiento 4 = 2484.43 B
 Tratamiento 5 = 2142.91 B

Análisis de regresión

Lineal

Suma de cuadrados = 2895477.687
 Efecto = 1.261
 Error = 0.441
 Valor F = 0.168
 probabilidad = 0.065

Cálculo de ecuación

Coeficiente de correlación = 0.844
 Intercepto en Y = 1.441936
 Intercepto en X = 0.005279
 Prueba t = 3.513

Conversión de energía.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	1	1590536	1590536.1	2.57	0.2075
Tratamiento	4	211943.11	5298585.4	8.55	0.0545
Error	3	1859501	619833.64		
Total	8	24644378	CV=7.31%		

Separación de medias por la prueba de Duncan

Tratamiento 1 = 13527.38 A
 Tratamiento 2 = 9783.50 B
 Tratamiento 3 = 10504.77 B
 Tratamiento 4 = 9381.50 B
 Tratamiento 5 = 10618.94 B

Conversión alimenticia.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	1	0.15	0.152	2.42	0.2173
Tratamiento	4	0.99	0.247	3.93	0.1451
Error	3	0.19	0.063		
Total	8	1.33	CV=7.01%		

ANEXO 6. Análisis de varianza, separación de medias por la prueba de Duncan y regresión para las variables de comportamiento en la etapa total, de 30 hasta 90 kg.

ganancia diaria de peso.

Puente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	7	162921.18	23274.454	1.5777	0.1993
Tratamiento	4	185020.91	46255.228	3.1354	0.0373
Error	20	295046.97	14752.348		
Total	31	642989.06	CV=18.18%		

Separación de medias por la prueba de Duncan

Tratamiento 1 = 727.82 A
 Tratamiento 2 = 739.45 A
 Tratamiento 3 = 655.61 AB
 Tratamiento 4 = 669.65 AB
 Tratamiento 5 = 548.47 B

Análisis de regresión

Lineal

Suma de cuadrados = 122889.343
 Efecto = 0.413
 Error = 0.143
 Valor F = 8.330
 Probabilidad = 0.009

Cálculo de ecuación

Coefficiente de correlación = 0.471
 Intercepto en Y = 315.200
 Intercepto en X = 1.707
 Prueba t = 2.506

Consumo de litros de jugo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	1	0.74	0.744	1.39	0.3601
Tratamiento	3	1.16	0.387	0.72	0.6256
Error	2	1.07	0.537		
Total	6	2.98		CV=9.44%	

Consumo de materia seca de jugo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	1	49721.03	49721.032	1.63	0.3304
Tratamiento	3	27848.34	12616.115	0.41	0.7637
Error	2	61167.79	30583.893		
Total	6	148737.16		CV=9.07%	

Consumo de materia seca total.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	1	28702.87	20702.87	0.91	0.4106
Tratamiento	4	788742.90	197185.72	6.25	0.0821
Error	3	94663.38	31554.46		
Total	6	912109.15		CV=6.99%	

Separación de medias por la prueba de Duncan

Tratamiento 1 = 3028.57 A
 Tratamiento 2 = 2597.26 AB
 Tratamiento 3 = 2495.98 AB
 Tratamiento 4 = 2396.59 B
 Tratamiento 5 = 2179.56 B

Conversión de energía.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	valor F	Prob
Repeticiones	1	677180	677179.6	0.65	0.4778
Tratamiento	4	19157231	4789307.8	4.63	0.1193
Error	3	3104618	1034872.6		
Total	8	22939029		CV=9.20%	

Conversión alimenticia.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	1	0.10	0.103	0.85	0.4241
Tratamiento	4	0.73	0.183	1.52	0.3797
Error	3	0.36	0.120		
Total	8	1.20	CV=9.11%		

ANEXO 7. Análisis de variación y covarianza, separación de medias por prueba de Duncan y regresión para las variables de calidad de canal.

Grasa dorsal.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	7	182.96	26.138	2.92	0.0282
Tratamiento	4	162.26	40.564	1.40	0.0091
Error	20	179.01	8.951		
Total	31	524.23	CV=9.42%		

Separación de medias por la prueba de Duncan

Tratamiento 1 = 29.81 B
 Tratamiento 2 = 33.24 A
 Tratamiento 3 = 29.19 B
 Tratamiento 4 = 32.05 AB
 Tratamiento 5 = 34.51 A

Análisis de regresión

Cuadrático

Suma de cuadrados = 68.945
 Efecto = 51.757
 Error = 18.649
 Valor F = 7.702
 Probabilidad = 0.012

Cálculo de ecuación

Coefficiente de correlación = 0.44
 Intercepto en Y = 91.772023
 Coeficiente de X = -0.605261
 Coeficiente de X^2 = 0.001491

Longitud de canal.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	7	21.814	3.073	1.9846	0.1113
Tratamiento	4	54.898	13.725	8.8616	0.0003
Covariable	1	129.328	129.328	83.5030	
Error	19	29.427	1.549		
Total	31	235.167	CV=1.57%		

Separación de medias por la prueba de Duncan

Tratamiento 1 = 81.47 A
 Tratamiento 2 = 78.76 B
 Tratamiento 3 = 78.23 B
 Tratamiento 4 = 79.62 B
 Tratamiento 5 = 78.50 B

Rendimiento de canal caliente.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	7	12.807	1.830	0.7441	
Tratamiento	4	39.547	9.887	4.0213	0.0168
Covariable	1	0.056	0.056	0.0226	
Error	18	2.459	2.459		
Total	30	54.869	CV=2.09%		

Separación de medias por la prueba de Duncan

Tratamiento 1 = 73.01 B
 Tratamiento 2 = 75.58 A
 Tratamiento 3 = 75.86 A
 Tratamiento 4 = 74.97 A
 Tratamiento 5 = 74.86 A

Area de lomo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	7	181.510	25.930	2.0601	0.0997
Tratamiento	4	357.023	89.256	7.0913	0.0011
Covariable	1	37.053	37.053	2.9438	
Error	19	239.146	12.587		
Total	31	814.732	CV=11.68%		

Separación de medias por la prueba de Duncan

Tratamiento 1 = 33.83 A
 Tratamiento 2 = 31.01 AB
 Tratamiento 3 = 33.10 A
 Tratamiento 4 = 28.18 BC
 Tratamiento 5 = 25.77 C

Análisis de regresión

Lineal

Suma de cuadrados = 186.947
 Efecto = 0.816
 Error = 0.804
 Valor F = 14.852
 Probabilidad = 0.001

Cálculo de ecuación

Coeficiente de correlación = 0.506
 Intercepto en Y = 17.432
 Coeficiente de X = 0.060
 Prueba t = 2.755

ANEXO 8. Análisis de covarianza, separación de medias por prueba de Duncan y regresión para las variables de características de vísceras.

Peso del estómago.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	7	37711.19	5387.313	2.1314	0.089
Tratamiento	4	114117.66	28529.417	11.2874	0.001
Covariable	1	32278.87	32278.874	12.7706	
Error	19	48023.53	2527.554		
Total	31	232131.25	CV=11.33%		

Separación de medias por la prueba de Duncan

Tratamiento 1 = 528.82 A
 Tratamiento 2 = 390.21 C
 Tratamiento 3 = 431.85 BC
 Tratamiento 4 = 477.65 AB
 Tratamiento 5 = 390.16 C

Análisis de regresión

Cuadrática
 Suma de cuadrados = 37337.804
 Efecto = -1204.455
 Error = 313.376
 Valor F = 14.772
 Probabilidad = 0.001

Peso del intestino delgado.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	7	182829.5	26118.5	2.0869	0.0959
Tratamiento	4	169309.4	42327.35	3.3821	0.0299
Covariable	1	426937.6	426937.63	34.1135	
Error	19	237769.2	12515.22		
Total	31	1016865.7	CV=8.75%		

Separación de medias por la prueba de Duncan

Tratamiento 1 = 1321.02 AB
 Tratamiento 2 = 1371.38 A
 Tratamiento 3 = 1201.86 B
 Tratamiento 4 = 1289.42 AB
 Tratamiento 5 = 1207.29 B

Análisis de regresión

Lineal

Suma de cuadrados = 56090.372
 Efecto = 0.279
 Error = 0.132
 Valor F = 4.482
 Probabilidad = 0.048

Cálculo de ecuación

Coeficiente de correlación = 0.300
 Intercepto en Y = 937.911
 Intercepto en X = 1.741
 Prueba t = 1.473

Largo del intestino delgado.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	7	27.064	3.866	4.5018	0.0042
Tratamiento	4	8.767	2.192	2.5519	0.0727
Covariable	1	4.987	4.897	5.8070	
Error	19	16.318	0.859		
Total	31	57.136	CV=4.62%		

Separación de medias por la prueba de Duncan

Tratamiento 1 = 20.88	A
Tratamiento 2 = 20.31	AB
Tratamiento 3 = 19.76	B
Tratamiento 4 = 19.75	B
Tratamiento 5 = 19.59	B

ANEXO 9. Análisis de covarianza, separación de medias por prueba de Duncan y regresión para las variables de peso de órganos.

Peso del hígado.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	7	437599.2	62514.17	1.7989	0.1460
Tratamiento	4	328718.3	82179.57	2.3648	0.0895
Covariable	1	459387.5	459387.52	13.2191	
Error	19	660281.9	34751.68		
Total	31	1885986.8	CV=11.59%		

Separación de medias por la prueba de Duncan

Tratamiento 1 = 1469.58	B
Tratamiento 2 = 1621.33	AB
Tratamiento 3 = 1621.49	AB
Tratamiento 4 = 1754.13	A
Tratamiento 5 = 1573.60	AB

Pase del bazo.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	7	4800.637	685.805	1.3599	0.2794
Tratamiento	4	1218.067	304.517	0.6021	
Covariable	1	653.565	653.565	1.2922	
Error	19	9609.797	505.779		
Total	31	16282.066	CV=16.84%		

Pase del riñón.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor F	Prob
Repeticiones	7	8705.91	1243.701	0.8202	
Tratamiento	4	3087.63	771.908	0.5091	
Covariable	1	8171.66	8171.656	5.3891	
Error	19	28810.42	1516.338		
Total	31	62346.77	CV=15.99%		