

# **ZAMORANO**

**ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

## **NIVELES DE PROTEÍNA PARA CERDOS DE CRECIMIENTO Y ENGORDE ALIMENTADOS CON JUGO DE CAÑA DE AZÚCAR**

**Tesis presentada como requisito para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo  
en el grado académico de licenciatura**

**Por**

**SANDRA JANET PANTING CRESPO**

**ZAMORANO, HONDURAS  
DICIEMBRE DE 1997.**

**El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana  
permiso para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas ó jurídicas, se reservan los derechos del autor.**

---

**Sandra Janet Panting Crespo**

**Zamorano, Honduras, Noviembre de 1997.**

Por

Sandra Janet Panting Crespo

Esta tesis fue preparada bajo la dirección del Consejero Principal del comité de Profesores que asesoró a la candidata y ha sido aprobada por todos los miembros del mismo. Fue sometida a consideración del Jefe y Coordinador del Departamento, Decano y Director de El Zamorano y fue presentada como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.

11 de Noviembre de 1997

---

Marco Esnaola, Ph. D.  
Asesor Principal

---

Dr. Jairo Hincapié  
Coordinador PIA

---

Isidro Matamoros, Ph. D  
Asesor

---

Daniel E. Meyer, Ph. D  
Jefe de Departamento de  
Zootecnia

---

Abel Gernat, Ph. D  
Asesor

---

Antonio Flores  
Decano Académico

---

Keith Andrews, Ph. D.  
Director de EAP

## **DEDICATORIA**

*A mi Papa Dios, por las inmensas oportunidades que me ha brindado a lo largo de toda mi vida, y por haber guiado siempre mis pasos.*

*A mi Padres Edna y Sidney, por el ejemplo de siempre, por los consejos y por toda la confianza puesta en mí. Sin ustedes, nada de ésto se hubiera podido realizar . “LOS AMO”.*

*A mis Hermanos, Nina, Michelle y Jeffrey, por todo el apoyo que me ofrecieron siempre.*

*Al amor de mi vida, Fernel, por alentarme siempre a salir adelante, y por creer siempre en mí.*

Dedico a todos ellos, por hacerme completamente feliz.

v

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Dr. Marco Esnaola, por los consejos oportunos y toda la atención puesta para realizar este trabajo.

Al Dr. Isidro Matamoros y Dr. Abel Gernat, por compartir sus conocimientos conmigo.

Al Ing. Rógel Castillo, por toda su ayuda, sus consejos y la orientación que me dio en estos últimos años, GRACIAS.

A Hermes Castillo: por su tiempo dedicado, paciencia y en especial la gran amistad que formamos en todo este tiempo.

Un agradecimiento muy especial a Enid, Ever, Julio H., Julia, Francisca, Pablo, Leandro, René, Luis, Oscar, Francisco, Juan, a todos mis compañeros del Departamento de Zootecnia y del PIA por hacer de mi estadía en El Zamorano, una muy placentera y de ambiente sano.

A todo el personal de Zootecnia, por las facilidades brindadas para la realización de mi proyecto de investigación.

Al Zamorano por todos estos años en que nos enseñó a formarnos tanto como profesionales como personas maduras, humildes y sensatas.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

A mis padres, que son las personas que me apoyaron en todo momento, tanto económicamente como espiritualmente.

A la Decanatura Académica por la ayuda financiera brindada para completar mis estudios de Ingeniería Agronómica.

## RESÚMEN

Para la mayoría de los países tropicales, los sistemas de alimentación de cerdos no son los apropiados ya que tienen una gran dependencia en materias primas importadas, como lo son el maíz y la harina de soya, con un aumento en los costos y una competencia con la alimentación del hombre. La búsqueda de alimentos alternos que estén disponibles en el trópico y que a la vez favorezcan la integración de los cerdos con los sistemas agrícolas, es un aspecto importante a considerar. La caña de azúcar, en estudios anteriores ha demostrado ser un cultivo con potencial ya que al extraer el jugo y darlo a los cerdos se obtienen ganancias de peso tan eficientes como las de dietas basadas en cereales. El presente estudio, se realizó con el objetivo de comparar el efecto de la suplementación del jugo de caña (JC) con distintos niveles de proteína cruda (PC), sobre el comportamiento animal, características de canal y los efectos económicos. Se utilizaron 80 cerdos híbridos de 25 kg de peso vivo, 40 hembras y 40 machos castrados divididos en 20 grupos de 4 cerdos cada uno. Estos se asignaron al azar a los siguientes tratamientos: T1, JC *ad-libitum* suplementado con PC según los requerimientos del NRC, 1988; T2, JC+ 240 g de PC; T3, JC + 200 g de PC; T4, JC + 160 g de PC/cerdo/día; T5, igual que T3 pero reemplazando el JC por cantidades fijas de aceite crudo de palma (ACP) y semolina de arroz (SA). El JC fue extraído dos veces al día con un trapiche artesanal. El suplemento proteico contenía 40% de PC y fue formulado en base a harina de soya fortificada con vitaminas y minerales. Se observaron diferencias significativas en las ganancias de peso ( $P=0.0001$ ) siendo el T1, T2 y T3 estadísticamente iguales. El T4 con 160 g de PC al día, mostró las menores ganancias de peso (503 g/día). El T5 de ACP con 200 g de PC mostró ganancias similares a las del T4, pero con la eficiencia de conversión más alta (2.21) de todos los tratamientos. Las ganancias de peso mostraron un efecto cuadrático ( $P=0.0001$ ) con respecto al consumo de proteína. En cuanto al consumo de JC, consumo total de MS, eficiencia de conversión, grasa dorsal, longitud de la canal y rendimiento de canal caliente y fría, no hubo diferencia significativa para los tratamientos con JC. Los tratamientos con JC presentaron las mejores rentabilidades, siendo el T3 el que resultó ser el más rentable (61%). Esto confirma resultados anteriores en el sentido de que una dieta con JC y 200 g/día de PC en base a harina de soya, produce en cerdos de engorde ganancias de peso rentables, con buenas características de canal que no difieren grandemente de los cerdos alimentados con maíz y harina de soya.

**INDICE GENERAL**

Portada.....	i
Derechos de autor.....	ii
Hoja de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimientos.....	
v	
Agradecimientos a Patrocinadores.....	vi
Resumen.....	vii
Índice General.....	viii
Índice de Cuadros.....	x
Índice de Figuras.....	xii
Índice de Anexos.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Caña de azúcar.....	3
2.1.1 Composición química de la caña de azúcar.....	4
2.1.2 Fermentación del jugo de la caña.....	5
2.1.3 Uso de la caña en la alimentación porcina.....	..
6	
2.1.4 Suplementación proteica.....	8
2.2 Palma africana.....	9
2.2.1 Aceite Crudo de Palma.....	11

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
3.1 Localización.....	12
3.2 Selección de animales.....	12
3.3 Tratamientos experimentales.....	12
3.4 Alimentación.....	13
3.4.1 Tratamientos con jugo de caña.....	13
3.4.2 Tratamientos con aceite crudo de palma.....	13
3.4.3 Suplemento proteico.....	14
ix	
3.5 Controles experimentales.....	14
3.5.1 Características de comportamiento animal.....	14
3.5.2 Características de canal.....	15
3.5.3 Diseño experimental y análisis estadístico.....	15
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	16
4.1 Antecedentes de resultados de Motta.....	16
4.2 Características de comportamiento animal.....	18
4.2.1 Etapa de crecimiento.....	18
4.2.2 Etapa de engorde.....	21
4.2.3 Etapa total.....	24
4.3 Características de canal.....	27
4.4 Análisis económico.....	28
V. CONCLUSIONES.....	30
VI. RECOMENDACIONES.....	31
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	32
VIII. ANEXOS.....	36

## INDICE DE CUADROS

### Cuadro

	<b>Página</b>
1. Rendimientos promedio de la caña de azúcar en Centro América.....	4
2. Composición química de la caña de azúcar.....	5
3. Composición química del jugo de caña.....	6
4. Resultados de cerdos alimentados con jugo de caña ad-libitum y una fuente de suplemento proteico restringido.....	7
5. Efecto del consumo de proteína en el comportamiento de cerdos alimentados con jugo de caña.....	9
6. Producción mundial de la palma africana.....	10
7. Ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en la etapa de crecimiento, de 25 hasta 50 kg.....	18
8. Consumo de proteína y amino ácidos esenciales en la etapa de crecimiento, de 25 hasta 50 kg.....	20
9. Ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia de la etapa de engorde, de 50 hasta 85kg.....	21
10. Consumo de proteína y amino ácidos esenciales en la etapa de engorde, de 50 hasta 85 kg.....	23
11. Ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en la etapa total, de 25 hasta 85 kg.....	24
12. Características de la canal.....	27
13. Análisis económico para los diferentes tratamientos.....	28

**INDICE DE FIGURAS**

<b>Figura</b>	<b>Página</b>
1. Resultados para las ganancias de peso en experimento de Motta, 1994.....	17
2. Comparación de las ganancias de peso en la etapa de crecimiento del presente experimento con el de Motta, 1994.....	19
3. Ganancias de peso para los tratamientos de jugo de caña con diferentes niveles de proteína cruda.....	22
4. Comparación de las ganancias de peso en la etapa de engorde del presente experimento con el de Motta, 1994.....	23
5. Ganancias de peso para los tratamientos de jugo de caña con los diferentes niveles de proteína cruda .....	25
6. Comparación de las ganancias de peso en la etapa total del presente experimento con el de Motta, 1994.....	26

**INDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo</b>	<b>Página</b>
1. Composición de los suplementos proteicos de los tratamientos con jugo de caña y aceite crudo de palma.....	36
2. Análisis de varianza y separación de medias por prueba SNK para las variables de comportamiento en la etapa de crecimiento, de 25 hasta 50 kg.....	41
3. Análisis de varianza, separación de medias por la prueba SNK y regresión para las variables de comportamiento en la etapa de engorde, de 50 hasta 85 kg.....	44
4. Análisis de varianza, separación de medias por la prueba SNK y regresión para las variables de comportamiento en la etapa total, de 25 hasta 85 kg.....	47
5. Análisis de varianza y separación de medias por prueba de SNK para las variables de calidad de canal.....	50

## I. INTRODUCCIÓN

En producción moderna de cerdos, la alimentación representa el 70% de los costos. En países desarrollados de ambiente templado, la porción energética de esta alimentación está basada en el uso de cereales como el maíz, la cebada y el sorgo. En zonas tropicales que no tienen ventajas comparativas para producir cereales, se recomienda utilizar alimentos que estén disponibles en el trópico tales como papa, yuca, malanga, camote, caña de azúcar y algunos subproductos agro-industriales (Sarria y col. 1990).

Estos sistemas con recursos tropicales, ofrecen al productor una alternativa de producción menos dependiente de los cereales, y a la vez, favorecen la integración del sistema animal con el uso de cultivos tropicales que presentan ventajas productivas por estar mejor adaptadas al trópico. Ejemplos de estos cultivos tropicales de alta capacidad de síntesis de biomasa lo constituyen la caña de azúcar y la palma africana. (Figuerola, 1994 y Ocampo 1996).

La sección de Cerdos del Zamorano ha venido desarrollando trabajos de investigación con el objeto de buscar alternativas al uso de los granos de cereales. Uno de estos trabajos fue realizado por Motta, 1994 quien con un número pequeño de animales realizó un trabajo preliminar con jugo de caña, en el cual se evaluó la respuesta a la suplementación con distintos niveles de proteína en cerdos de crecimiento y engorde.

En Colombia, Ocampo, 1996 ha demostrado que el uso de altos niveles de aceite crudo de palma (ACP) es otra alternativa energética para dietas de crecimiento y engorde que ha mostrado buenos resultados en cuanto a ganancias de peso con altas tasas de eficiencias de conversión; esto se cree que se debe a la presencia en el ACP de ácidos grasos no saturados como el oléico y palmítico que serían los responsables del elevado porcentaje de energía digestible para los cerdos.

Basado en estos antecedentes, el presente estudio pretende confirmar los resultados obtenidos con jugo de caña por Motta, 1994, en un estudio anterior en Zamorano, y a la vez, obtener una comparación tanto biológica como económica entre el JC y el ACP, éste último usado de acuerdo a las recomendaciones dadas por Ocampo 1996.

Los objetivos que se plantean para el estudio son:

- a.- Comparar el efecto que tiene la suplementación del JC con distintos niveles de proteína cruda en el comportamiento animal, ganancias de peso, consumos y eficiencia alimenticia.
- b.- Medir el efecto que tienen los niveles de proteína y las fuentes de energía sobre las características de canal, particularmente sobre la grasa dorsal.
- c.- Evaluar la dietas desde el punto de vista de los costos de alimentación de tal manera de dar recomendaciones en cuanto a los tratamientos que resulten más económicos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 CAÑA DE AZÚCAR

La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es una planta perteneciente a la familia de las gramíneas, que tiene numerosas variedades. Es una planta perenne, originaria de las islas del Sur del Pacífico y Sureste de Asia, probablemente India, encontrada por primera vez 325 A.C. De aquí, se fue esparciendo lentamente a Egipto y España, llegando finalmente a lo años de 1500 al Norte, Centro y Sur de América. (Halliday,1956; Edgerton,1955; Sánchez y col.,1982).

La caña de azúcar es esencialmente una planta del trópico que crece mejor a temperaturas arriba de 20° C y una altura de 400 hasta 3000 msnm, con una precipitación anual de 1150 mm. Su período de cosecha oscila entre los 11 y 16 meses después de sembrada, lo que permite la acumulación de nutrientes. Su composición varía dependiendo del clima, tipo de suelo, irrigación, fertilización, variedad, control de enfermedades e insectos (Meade y Chen,1977). El rendimiento promedio de la caña es de 60 t/ha/año (FAO,1992), éste variando entre 30 y 180 t/ha/año.

La caña de azúcar ha sido usada como sustituto de los cereales en la alimentación de cerdos obteniendo ganancias diarias de peso muy similares a las de éstos, debido a su alta concentración energética en el jugo.(Piña, 1988).

El jugo extraído de ésta forma, contiene de 10-13% más de azúcares totales comparado con el de la industria, ya que en su proceso, no agregamos agua; el inconveniente es que debido a que hay menos presión y no hay agua, su tasa de extracción disminuye en un 50%.

El principal uso de la caña es para la producción de azúcar, limitando así su empleo en la alimentación animal. Pero la necesidad que se ha ido creando a través del tiempo de reemplazar la alimentación animal a base de granos por fuentes no convencionales debido al elevado costo que estos representan por ser mayormente importados y la enorme competencia en su consumo entre el humano y el animal, ha incrementado el interés de las personas para usar la caña de azúcar en la alimentación del cerdo como alternativa.

La caña es, además uno de los cultivos tropicales que más se cultiva ya que produce más biomasa por unidad de superficie y tiene una mayor eficiencia en cuanto a la captura de energía solar con respecto a otras plantas (Mena, 1987.)

Como se observa en el Cuadro 1, en Centro América, Panamá es el único país que está por debajo del rendimiento promedio anual a nivel del mundo que es de 60 t/ha/año.(FAO;1993). De estos países, Guatemala es el que más destaca en cuanto a una producción y rendimiento promedio.

**Cuadro 1.** Rendimientos promedio de la caña de azúcar en Centro América.

<b>País</b>	<b>Rendimiento (kg/ha)*</b>	<b>Producción total annual X 1000 TM</b>
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 cosechado

Fuente: FAO 1992

La caña de azúcar puede usarse como principal fuente de alimentación en animales, tanto por pequeños productores que cultiven entre 1 y 5 has y que tienen algunos cerdos y rumiantes (Preston & Murgueitio, 1992) como las fábricas que manejan hasta 10,000 has (FAO, 1988).

### **2.1.1 Composición química de la caña de azúcar**

La caña de azúcar está constituida básicamente por dos fracciones: una soluble, de azúcares simples, principalmente sacarosa, y otra insoluble de compuestos estructurales como la celulosa, hemicelulosa y lignina como podemos ver en el Cuadro 2. Posee muy bajo contenido de Proteína, aproximadamente 2%, y la lignificación y el índice de cristalinidad de la celulosa le proveen cierto nivel de rigidez. (Figuroa, 1996).

Estos factores químicos obligan al fraccionamiento de la caña para que el animal pueda consumirla. El fraccionamiento permite la utilización más eficiente de la caña para poder alimentar a los cerdos. Este consiste en separar la fracción soluble, el jugo de caña ó guarapo (15-20% de MS, de los cuales 80% son azúcares solubles), de el bagazo, que

puede ser usado para alimentar rumiantes. La fracción soluble está constituida principalmente por sacarosa y azúcares reductores (Figuroa, 1996).

Esta separación se hace pasando el tallo de caña por un trapiche artesanal, del cual se obtiene aproximadamente entre el 50-55% de rendimiento de jugo, (Figuroa y Ly. 1990), a diferencia de un ingenio industrial, en el cual el proceso de separación de los azúcares solubles puede llegar a tener un 95-97% de eficiencia, ésto atribuyéndose a la tecnología que utilizan. Según Preston, 1980, se espera obtener entre 40-55 kgs de jugo por cada 100 kgs de tallo pasados por el trapiche.

**Cuadro 2.** Composición química de la caña de azúcar.

<b>Indicador</b>	<b>% Materia Seca</b>
Materia Seca	29
Proteína Bruta ( N*6.25)	2
Hemicelulosa	20
Celulosa	27
Lignina	7
Azúcares Solubles	40
Cenizas	5

Fuente: Cuarón y Shimada Citado por Figueroa,(1996).

### **2.1.2 Fermentación del Jugo de Caña**

El jugo de caña es un alimento líquido básicamente energético, de difícil conservación por su rápida fermentación (aproximadamente 10-12 horas, dependiendo de la temperatura), debido a su bajo contenido de Materia Seca (15-20%) y constituida mayormente de sacarosa y azúcares reductores; dificultándose así su integración en la alimentación animal. Se recomienda que el jugo de caña sea extraído dos veces al día para evitar su fermentación. (Mena, 1988; Figueroa,1996)

Se ha demostrado que la inclusión de formaldehído al 30% conserva hasta 72 horas el jugo (Bobadilla & Preston, 1981). También se señala que el hidróxido de amonio a niveles de 1.5% logró un período de conservación de 6 días (Duarte, 1981), el Benzoato de Sodio al 0.15% y Metasilicato de Sodio de 5-7g/lt (Larrahondo & Preston,1989) puede preservar el jugo de caña de 3-7 días (Santana y Jiménez, 1985). Sin embargo, en la práctica comercial, éstos procedimientos raramente se utilizan debido a su alto costo, por lo que se han buscado algunas alternativas con plantas que tienen sustancias que pueden hacer la función de preservantes, como el Sauce (*Salix humboldtiana*) y el Quereme (*Cavendishia quereme*). Con el extracto de estas plantas se ha logrado conservar el jugo entre 24-48 horas (Larrahondo y Preston, 1989).

Debido a que el jugo de caña no es sometido a procesos en el ingenio azucarero, tiene ventajas en la alimentación porcina ya que conserva la composición química original de la gramínea, sin la aparición de compuestos químicos indeseables, en especial, polímeros.(Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Composición química del jugo de caña.

<b>Indice %</b>	<b>Binkley y Wolfrom (1953)</b>	<b>Almazán et al (1982)</b>	<b>Wu-Leung y Flores (1961)</b>
Materia Seca	14 - 22	21.2	15.4 - 18.3
Nitrógeno	---	0.05	0.07 - 0.08
Cenizas	0.3 - 0.7	0.30	1.70 - 5.15
Azúcares Totales	---	20.5	11.8 - 16.2
Sacarosa	10-20	---	7.8 - 8.2
Glucosa	4.3 - 7.8	---	2 - 4
Fructosa	---	---	2 - 4
Ácidos Orgánicos	1.79 - 3.48	---	1.17 - 3.07
Calcio	---	---	0.15 - 0.29
Fósforo	---	---	0.001 - 0.006

Citado por Figueroa, (1996).

### **2.1.3 Uso de la caña en la alimentación porcina**

Uno de los países en publicar buenos resultados en el reemplazo de granos por el jugo de caña en dietas de cerdos fue Brasil (De Felicio y Speers, 1973), seguido por México. Al final de 1986, 10,000 cerdos habían sido alimentados con jugo de caña en la República Dominicana (Mena,1987).

Se ha demostrado que el fraccionamiento de la caña de azúcar es una alternativa para alimentar cerdos, sustituyendo el uso de cereales. De el molido de la caña de azúcar, resulta la separación del jugo de caña ó guarapo (aproximadamente 48%) usado como fuente energética en la dieta de los cerdos; y el bagazo (aproximadamente 52%) usado en la alimentación de rumiantes.

Estudios hechos en México reportan que cerdos con dieta en base a jugo de caña y un suplemento proteico obtenían ganancias de peso y eficiencias de conversión 20 y 25% superior que cerdos con la dieta convencional (Mena,1981). Sin embargo, otros estudios realizados usando jugo de caña como fuente energética han mostrado resultados muy variables. También se han realizado estudios donde se demostró que siguiendo las indicaciones del NRC para el suplemento proteico y dando jugo de caña, se obtiene un comportamiento muy parecido al de la alimentación convencional. (Speedy et al.1991). Dado que el jugo de caña no contiene proteína, cuando se balancea una dieta con este recurso energético, toda la proteína y consecuentemente los aminoácidos provienen del suplemento proteico. Esta situación es muy distinta a la que se presenta en una dieta convencional en base a cereales donde normalmente el 50% o mas de la proteína viene del cereal, siendo esta proteína en terminos de aminoácidos esenciales de mucho menor calidad. Basado en estos conceptos nutricionales se ha desarrollado un sistema de alimentación con jugo de caña el cual consiste en proporcionar una cantidad restringida de proteína cruda ( aproximadamente 200 g/día/cerdo) generalmente obtenida de 500 g de harina de soya fortificada con vitaminas y minerales (Preston, 1990; Sarria et al. 1990)., la cual a pesar de de no cubrir los requerimientos del NRC,1988, se cree que estaría llenando los requerimientos del animal para la obtención de ganancias de peso buenas y

más económicas que las obtenidas con cereal y harina de soya. El consumo de jugo por parte del cerdo dependerá de factores como variedad de caña, grados Brix que contenga, época del año, y cantidad de suplemento proteico ofrecido a los animales. En el Cuadro 4 se resumen algunos de los resultados que se han obtenido al alimentar cerdos de crecimiento y engorda con jugo de caña.

**Cuadro 4.** Resultados de cerdos alimentados con jugo de caña *ad-libitum* y una fuente de suplemento proteico restringida.

Región	Rango de Peso (kg)	Ganancia diaria de Peso (g)	País y Fuente
Asia	14.6 - 70.0	460	Filipinas: FAO (1991)
	09.4 - 91.2	495	Vietnam: Van & Men
Africa	24.2 - 89.5	732	Swaziland: Speedy et al (1991)
América Latina	49.3 - 91.2	729	México: Mena (1981)
	16.2 - 91.0	775	Rep. Dom.: Fernández (1988)
	25.0 - 91.0	640	
	25.0 - 85.0	710	Colombia: Sarria et al (1990)
	25.0 - 90.0	637 - 660	Trinidad/Tobago: FAO (1992) Cuba: IIP (1991)*

\*Mejores ganancias para 32,000 cerdos en cinco diferentes localidades alimentados con 0.8 kg/día con harina de soya y jugo de caña *ad-libitum*. Citado por Pérez, (1997).

#### 2.1.4 Suplementación Proteica

Se ha dicho que cuando las fuentes energéticas en una dieta son azúcares, la concentración de energía es inferior al almidón, lo que requiere aumentos en el consumo voluntario de los alimentos. Tal como se señaló anteriormente en una dieta de este tipo, prácticamente toda la proteína tiene su origen en la fuente proteica que se suplemente, por lo que el suplemento proteico a utilizar debe tener una buena cantidad y un buen balance de aminoácidos. Este buen balance y adecuada disponibilidad de aminoácidos esenciales, particularmente de lisina en suplementos proteicos como la harina de soya, harina de pescado y otros, permiten satisfacer los requerimientos proteicos de los cerdos con un menor consumo de proteína que los que la Tablas del NRC, 1988 señalan. (Figueroa, 1996). Se ha logrado determinar en una serie de estudios con jugo de caña, que a medida que aumenta el consumo de proteína por el animal, la eficiencia de utilización de ésta disminuye por lo que se requiere encontrar el nivel óptimo de esta suplementación.

Algunos de estos trabajos se presentan en Cuadro 5, donde se puede observar que a partir de 200 g PC/cerdo/día para la etapa total, las ganancias de peso no varían mucho, por lo que las recomendaciones dadas por Preston (1988) se confirman, en cuanto a que una cantidad fija de 200 g PC/cerdo/día, sería la estrategia más adecuada a usar con dietas basadas en jugo de caña..

**Cuadro 5.** Efecto del consumo de proteína en el comportamiento de cerdos alimentados con jugo de caña.

ETAPA	CONSUMO DE PROTEÍNA (g/día)	GANANCIA DIARIA DE PESO (g/día)	REFERENCIA
CRECIMIENTO	200	785	Sarria et al (1990)
	300	756	
ENGORDE	200	674	
	300	756	
75-106 Kg	182	780	Estrella et al (1986)
	270	790	
	360	820	
30-90 Kg	160	548	Motta et al (1994)
	200	670	
	240	656	
	360	739	

Citado por Figueroa, (1996).

## 2.2 PALMA AFRICANA

El rendimiento de la Palma Africana es de aproximadamente 20 t/ha/año de fruto fresco (Pérez, 1997.) y es capaz de producir de 3-6 t/ha de Aceite Crudo. (Ocampo, 1992). Su productividad también está influenciada por el clima, tipo de suelo, madurez, factores genéticos, lluvia, fertilización y período de cosecha.

La Palma Africana requiere un mínimo de 1600 mm de precipitación promedio anual, una humedad no menor de 75%, y una temperatura de 17-28°C.(Mijares, 1985).

Las principales zonas de producción son el Sureste Asiático, seguido por la costa de Africa y Latinoamérica.

De la Palma Africana podemos obtener dos productos comerciales:

- a) Aceite Crudo de Palma, aproximadamente 22% del peso del fruto.
- b) La Nuez, que representa de 4-6% del peso del fruto.

En América Latina, la producción de Palma Africana se ha aumentado en los últimos años, y se ha reportado que la producción promedio anual de fruto es de 15 t/ha del cual

se sacan 3 toneladas de Aceite Crudo de Palma, lo que crea una excelente alternativa de fuente energética en la alimentación de cerdos.

Los rendimientos de Palma Africana en el mundo, se encuentran en el Cuadro 6.

**Cuadro 6.** Producción mundial de aceite crudo de Palma Africana . Ton ( FAO, 1992)

<b>Area</b>	<b>1979 - 1981</b>	<b>1992</b>
<b>Geográfica</b>		
Mundo	5,046,308	12,725,346
Africa	1,337,913	1,835,888
Nigeria	666,667	900,000
América Latina	190,780	753,251
Asia + Oceanía	3,502,851	10,136,207
Indonesia	720,826	3,16,228
Malasia	2,528,947	6,373,461

Citado por Pérez, (1997).

La integración de la producción porcina con la industria aceitera aumenta las oportunidades de empleo, y asimismo, ayuda a reducir la contaminación ambiental ya que los desechos del animal se utilizarán en la fertilización de la planta (Ocampo, 1996).

La Palma Africana tiene la ventaja que es un cultivo del cual se dispone el fruto durante todo el año, siendo mayores los rendimientos en la época lluviosa.

En los últimos años se ha enfocado el uso del Aceite Crudo de Palma como sustituto de granos supliendo la fuente energética en la alimentación porcina, proporcionando un suplemento proteico en forma separada y restringida.(Ocampo, 1996).

### **2.2.1 Aceite Crudo de Palma**

El Aceite Crudo de Palma (ACP) ha sido usado tradicionalmente en niveles de 5% en las dietas de cerdos con el objeto de mejorar palatabilidad, proveer vitaminas y mejorar la textura de las raciones (Devendra, 1977). Este contiene 80% de ácidos grasos insaturados y 10% de ácido linoléico, el cual es esencial en la dieta de cerdos (NRC, 1988).

Estudios hechos en Malasia con diferentes niveles de inclusión de ACP en la dieta, han reportado ganancias diarias de peso 10% mayor, y eficiencias de conversión que sobrepasan 17% a las dietas convencionales. (Devendra y Hew, citado por Devendra, 1977).

En Colombia, Ocampo (1996) demostró que el uso de altos niveles de ACP asociado a niveles restringidos de proteína, es una buena alternativa económica, en la cual se presentan ganancias diarias de hasta 500 g/día.

El reemplazo de maíz por subproductos de la fruta de palma, muestran buenos resultados en la ganancia diaria de peso y sorprendentes tasas de conversión, esto debiéndose a la presencia de ácidos grasos no saturados como el oléico y palmítico.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN**

El estudio se realizó en la sección de cerdos de la Escuela Agrícola Panamericana. El experimento comenzó el 7 de Febrero y concluyó el 18 de Junio de 1997, teniendo una duración de 132 días.

#### **3.2 SELECCIÓN DE ANIMALES**

Se utilizaron 80 cerdos, 40 machos castrados y 40 hembras, híbridos comerciales comprados en un lote de la finca de reproductores de Alcon, SA, los que fueron seleccionados de acuerdo a su homogeneidad de desarrollo, con una edad aproximada de dos y medio meses y un peso vivo promedio de 25 kgs.

Los cerdos se asignaron a 20 grupos experimentales de acuerdo a su peso inicial y sexo, ubicando dos machos y dos hembras por grupo. Cada grupo se colocó en un corral con piso ranurado parcial, el que tuvo disponible un bebedero para el jugo de caña, un bebedero automático de tazón para el agua y un comedero para el suplemento proteico.

#### **3.3 TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES**

Los corrales fueron asignados al azar a 5 tratamientos de los cuales consistió el ensayo:

Tratamiento 1: Jugo de Caña ad-libitum, más Suplemento Proteico (SP) suplementado 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 10 kg. (Anexo 1).

Tratamiento 2: Jugo de Caña ad-libitum, más una suplementación fija de 600 g de SP, ó 240 g de Proteína Cruda (PC)/cerdo/día.

Tratamiento 3: Jugo de Caña ad-libitum, más 500 g de SP, ó 200 g de PC/cerdo/día.

Tratamiento 4: Jugo de Caña ad-libitum, más 400 g de SP/cerdo/día, ó 160 g de PC/cerdo/día.

Tratamiento 5: Aceite Crudo de Palma (ACP) 400 g/cerdo/día, más Semolina de Arroz (SA) 150 g/cerdo/día, más 500 g de SP en la etapa de Crecimiento. Para la etapa de Engorde (50 a 90 kilos), la cantidad de ACP sube a 500 g/cerdo/día y la de SA a 200 g/cerdo/día, manteniendo el suplemento en 500 g/cerdo/día (el mismo que el Tratamiento 3 con Jugo de Caña).

## **3.4 ALIMENTACIÓN**

### **3.4.1 Tratamientos con Jugo de Caña**

Para la extracción del jugo se utilizó caña de azúcar de la variedad PINDAR.

La Caña fue cortada 2 ó 3 veces por semana, procediéndose a diario, a pasarla por un trapiche de dos masas, operado con un motor diesel de 5HP. El jugo suministrado fue medido en baldes de 16 litros, los que fueron calibrados con precisión de 2 litros, y proporcionados al animal 2 veces por día en forma manual.

Con el propósito de caracterizar mejor la calidad del Jugo de Caña, cada 15 días se hicieron determinaciones de los Grados Brix del jugo. El jugo de caña se ofreció ad libitum y la cantidad consumida de jugo por los animales fue calculada a diario.

### **3.4.2 Tratamientos con Aceite Crudo de Palma**

El Tratamiento 5 con ACP más SA y 500 g de SP fue alimentado a diario, para lo cual los ingredientes de la mezcla fueron previamente pesados y luego revueltos en forma manual en un balde plástico para cada corral.

### **3.4.3 Suplemento Proteico**

El SP fue formulado con 40% de Proteína Cruda, con base en harina de soya, fortificada con minerales y vitaminas. Con el propósito de ajustar los niveles de consumo de minerales, calcio, fósforo y vitaminas entre los distintos tratamientos, se formuló un suplemento para cada tratamiento. Su composición se presenta en Anexo 1.

A los cerdos de los tratamientos con Jugo de Caña se les proporcionó el jugo dos veces por día, en la mañana y en la tarde. En lo que respecta al suplemento, este se proporcionó solamente una vez al día, aproximadamente 2 horas antes de suministrar el jugo de la mañana, con el objeto de que los cerdos tuvieran tiempo suficiente para consumirlo.

Cuando en algún corral se presentaron rechazos de SP, éste fue recolectado y pesado para poder calcular el consumo real de cada grupo.

## **3.5 CONTROLES EXPERIMENTALES**

### **3.5.1 Características de Comportamiento animal.**

Se evaluaron las ganancias de peso para los cerdos fueron pesados en forma individual cada 14 días, hasta llegar a un peso promedio de 85 kgs de peso vivo por corral. Se finalizó el trabajo a este peso, ya que la disponibilidad de caña no era la suficiente para un tiempo mayor. Se llevó un registro diario del consumo de alimentos y rechazos en el evento en que ocurrieran. La conversión alimenticia se calculó cada 14 días, al final de las etapas de crecimiento y engorde, y en un consolidado para las dos etapas.

También se llevaron registros de los aspectos sanitarios, particularmente en lo que se refiere a diarreas. A medida que los grupos experimentales fueron alcanzando el peso promedio de 85 kg, fueron sacrificados para hacer los estudios de canal.

### **3.5.2 Características de Canal**

A todos los cerdos se les midió las siguientes características:

- ◆ Rendimiento en canal caliente.
- ◆ Rendimiento en canal frío.
- ◆ Area del lomo ó chuleta, la cual se midió en centímetros cuadrados a nivel de la décima costilla, copiando el perímetro del lomo sobre un plástico transparente, para lograr determinar el área con un planímetro.
- ◆ Grosor de manto de grasa para la cual se promedió el espesor en milímetros en la primera y décima costilla y en la vértebra lumbar.
- ◆ Longitud de la canal, que se midió en centímetros desde la pélvis hasta la primera costilla.

### **3.5.3 Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

El análisis estadístico de las variables de comportamiento animal y características de canal fueron evaluadas usando un diseño de Bloques al Azar. El efecto de los niveles de proteína cruda sobre las principales variables fueron sometidos también a comparaciones ortogonales con el propósito de conocer la naturaleza de la respuesta.

En lo que respecta a ganancias diarias de peso y características de canal, se obtuvieron datos por cerdo (unidad experimental), teniendo un total de 16 observaciones por tratamiento. En cambio, para las variables de consumo de alimento, consumo de jugo de caña y conversión alimenticia, los corrales fueron considerados como unidad experimental, con un total de cuatro observaciones por tratamiento.

Los datos de los tratamientos con jugo de caña fueron analizados en regresión usando el sistema de coeficientes ortogonales, con el propósito de determinar los efectos lineales y cuadráticos. Todos los datos fueron procesados y analizados en el paquete estadístico SAS.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de éste trabajo se presentan de acuerdo a las variables evaluadas en tres diferentes partes:

- 1.- Todas las características del comportamiento animal, que incluyen ganancias de peso, conversión alimenticia y consumo de alimentos, para la etapa de crecimiento (25-50 kg), engorde (50-85 kg) y total (25-85 kg).
- 2.-Características de la canal.
- 3.-Un análisis económico, comparando los diferentes tratamientos.

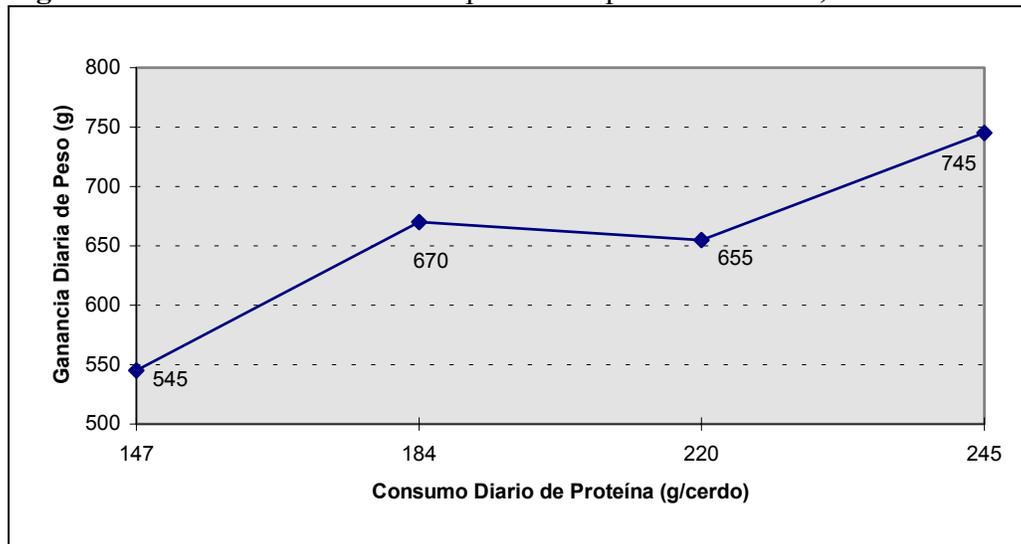
### **4.1 Antecedentes sobre los resultados del Experimento de Motta, 1994**

Los resultados generales de Motta se presentan en la Figura 1. Estos datos se originan en un experimento preliminar en que debido a las limitantes en la disponibilidad de caña, sólo se usaron 8 cerdos por tratamiento, distribuidos en 2 repeticiones de corral. Se observa en la Figura 1 que la curva de las respuestas de las ganancias diarias a los niveles de PC presentan variabilidad y una tendencia poco clara, ya que hay una respuesta positiva al suministrar 200 g PC/cerdo/día; pero al aumentar la PC a 240 g de PC/cerdo/día, se presenta un descenso, pero nuevamente con el tratamiento de NRC, vuelve a haber una respuesta positiva.

La variabilidad en este trabajo puede deberse a:

- a) Algunos problemas que se presentaron con el consumo del SP que tenía en su composición 25% de harina de pescado.
- b) Al relativo bajo número de animales por tratamiento empleado en el trabajo, lo que se traduce en una fuente de variación por un mayor error experimental.

**Figura 1.** Resultados Ganancias de peso en Experimento Motta, 1994 .



Con el propósito de aclarar la variabilidad que presenta el trabajo de Motta, 1994, en el presente estudio se vuelven a repetir los tratamientos de los niveles de suplementación proteica para el jugo de caña (NRC, 240; 200 y 160 g/de PC por cerdo/dia) y se modifica el suplemento protéico, aumentándose el número de cerdos por tratamiento a 16.

## 4.2 Características de comportamiento animal

### 4.2.1 Etapa de crecimiento.

Estos resultados se encuentran en el Cuadro 7. Se observa que las ganancias diarias de peso durante este período no presentan diferencias estadísticas (  $P= 0.11899$  ). En términos del consumo de jugo, consumo de Materia Seca y eficiencia de conversión de la materia seca en los tratamientos con jugo de caña, no se observaron diferencias para esta etapa, coincidiendo con los resultados de Motta, 1994. En cuanto a la conversión alimenticia, en el Cuadro 7 se observa que el tratamiento con ACP fue el que mejor eficiencias de conversión obtuvo con 2.47 kg de MS/ kg de cerdo producido, lo cual es similar a los resultados de Ocampo, 1996 y los de Castillo, 1997, en otro experimento realizado en el Zamorano.

**Cuadro 7.** Ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en la etapa de crecimiento, de 25 hasta 50 kg.

TRATAMIENTO	1 NRC	2 240 PC	3 200 PC	4 160 PC	5 ACP+200 PC	P=
Ganancia de Peso (g/día)	526	524	526	464	420	ns
Consumo de Jugo (litros/cerdo)	7.2	6.7	7.2	7.4	----	ns
(MS kg/cerdo)	1.6	1.5	1.6	1.7	----	ns
Consumo Total de MS ( kg/cerdo)	2.2	2.0	2.1	2.1	1.0	ns
Conversión (kg MS/kg PV)	4.17 a	3.86 a	3.94 a	4.49 a	2.47 b	0.0002
Consumo de PC (g/cerdo/día)	258	239	200	160	200	----
Eficiencia Proteica	2.04 a	2.19 a	2.63 b	2.90 b	2.10	0.0006

ns = P > 0.05

PV = peso vivo

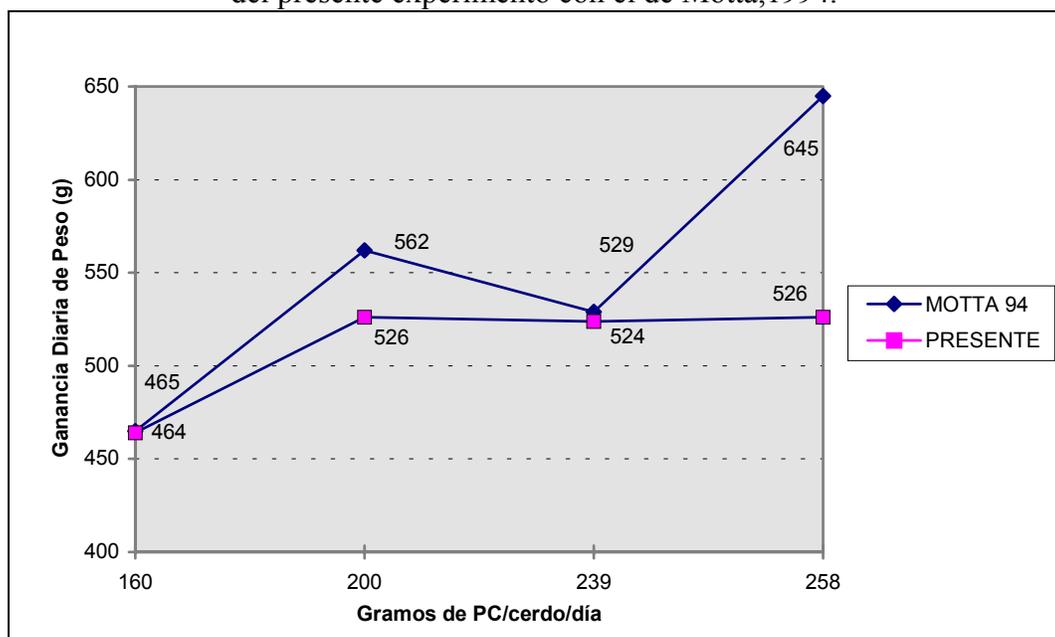
MS = Materia Seca

Eficiencia Proteica: g.ganancia/g.PC.consumida

Figuroa (1996) ha sugerido que una forma de ver la eficiencia proteica de dietas con fuentes de energía casi puras, como el jugo de caña que se suplementan con niveles bajos de proteína; esta es relacionar la ganancia obtenida por gramo de PC consumida. En el Cuadro 7 también se observa que cuando se calcula la eficiencia proteica, ésta vá en aumento a medida que la cantidad consumida de PC disminuye.

Al comparar estos datos con los obtenidos por Motta en 1994, (Figura 2) se observa que difieren particularmente porque este muestra que para este período diferencias significativas en ganancias de peso que se deben a que el tratamiento con JC + NRC presenta ganancias de peso superiores (645 g/día) a los del presente estudio (526 g/día). Las diferencias entre experimentos para los restantes tratamientos con niveles fijos de PC no fueron muy marcadas, observándose, al igual que en el experimento de Motta,1994, una mejor respuesta en la ganancia diaria al pasar de 160 g de PC/día a 200 g de PC/día (464 g/día a 526 g/día de SP).

**Figura 2.** Comparación de la ganancias diarias de peso en la etapa de crecimiento del presente experimento con el de Motta, 1994.



En el Cuadro 8 se presentan los consumos de PC y de aminoácidos esenciales alcanzados para cada tratamiento. Se observa que de acuerdo a las tablas de NRC (1988), particularmente los tratamientos con 200 y 160 g de PC/cerdo/día presentan varios aminoácidos esenciales que no cumplen con los requerimientos, principalmente en lo que se refiere a metionina + cistina que es el principal aminoácido limitante en la harina de soya.

**Cuadro 8.** Consumo de proteína y aminoácidos esenciales en la etapa de crecimiento, de 25 hasta 50 kg.

Tratamiento	1 NRC	2 240 PC	3 200 PC	4 160 PC	5 ACP+ 500 PC	RECOMEN DACIÓN NRC, 1988
Proteína (g/día)	258	239	200	160	200	285
Aminoácidos (g/día)						
Lisina	17.54	16.31	<u>13.55</u>	<u>10.76</u>	<u>13.55</u>	14.30
Metionina + Cistina	7.93	<u>7.35</u>	<u>6.15</u>	<u>4.88</u>	<u>6.15</u>	7.80
Treonina	10.64	9.92	<u>8.25</u>	<u>6.56</u>	<u>8.25</u>	9.10
Triptofano	3.87	3.59	3.00	2.40	3.00	2.30

#### 4.2.2 Etapa de Engorde.

Estos resultados se presentan en el Cuadro 9.

**Cuadro 9.** Ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en la etapa de engorde, de 50 hasta 85 kg.

TRATAMIENTO	1 NRC	2 240 PC	3 200 PC	4 160 PC	5 ACP+200 PC	P=
Ganancia de Peso (g/día)	814 a	722 b	675 b	539 c	582 c	0.0001
Consumo de Jugo (litros/cerdo)	10.5	10.9	9.0	8.9	----	Ns
(MS kg/cerdo)	2.6	2.7	2.2	2.2	----	ns
Consumo Total de MS (kg/cerdo)	3.3	3.3	2.7	2.5	1.2	ns
Conversión (kg MS/kg PV)	5.43 a	5.52 a	4.57 a	5.09 a	2.53 b	0.0003
Consumo de PC (g/cerdo/día)	317	239	200	160	200	----
Eficiencia Proteica	2.56 a	3.02 b	3.38 b	3.37 b	2.91	0.0012

ns =  $P > 0.05$

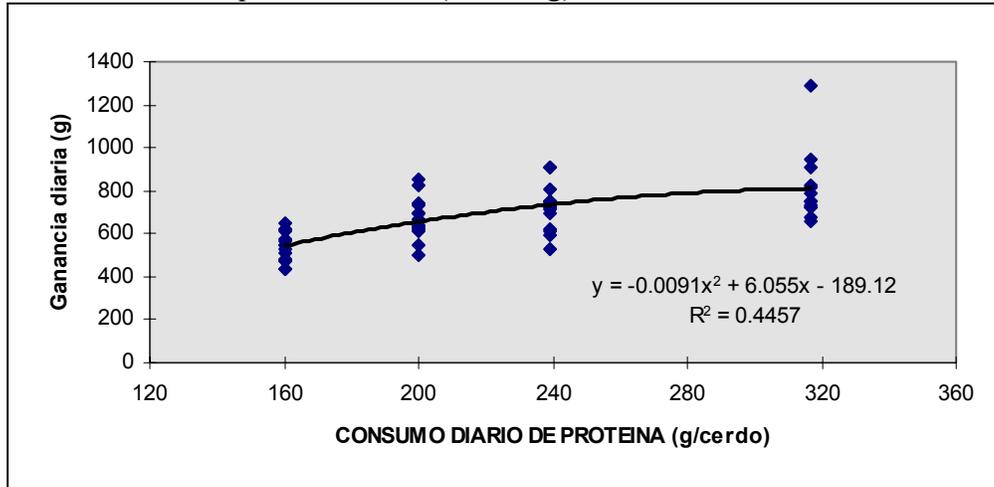
PV = peso vivo

MS = materia seca

Eficiencia Proteica: g.ganancia/g.PC.consumida

Se observa que las ganancias diarias de peso para este periodo sí presentaron diferencias significativas ( $P= 0.0001$ ), donde el tratamiento con JC + NRC presentó las mejores ganancias diarias (814 g/día) y el tratamiento de 160 g de PC las menores ganancias (539 g/día). Al hacer las comparaciones ortogonales, se observa en la Figura 3 que los tratamientos con JC muestran un aumento significativo de tipo cuadrático al aumentar los niveles de PC suministrados, presentándose una correlación positiva ( $CORR= 0.64$ ) entre la ganancia de peso y el consumo diario de proteína en la dieta.

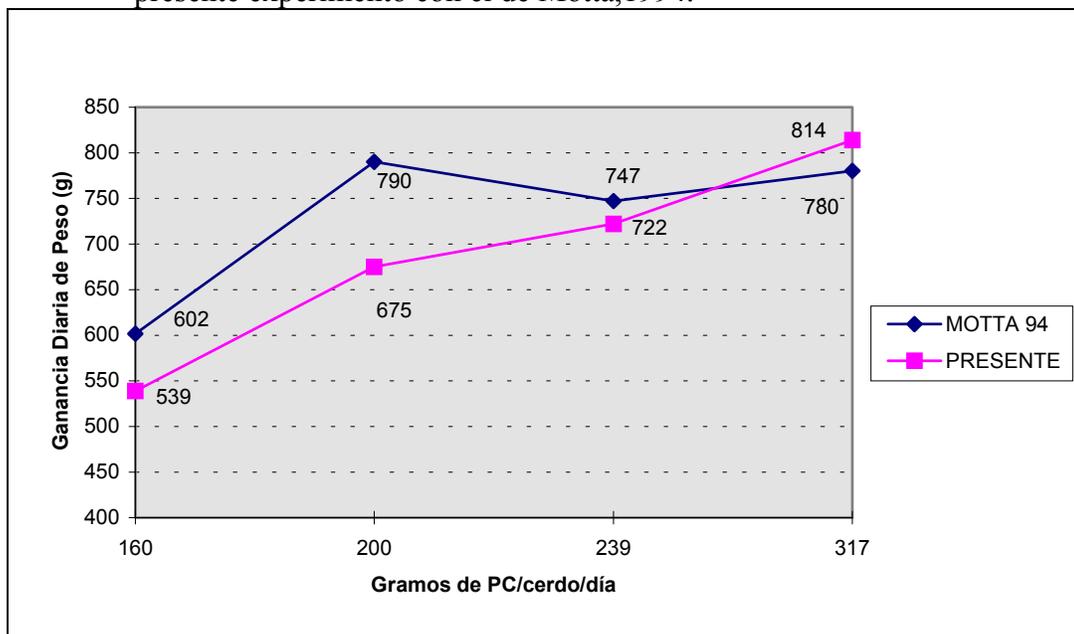
**Figura 3.** Ganancia diaria de peso para los tratamientos de JC con diferentes niveles de proteína cruda. (50-85 kg).



En cuanto al consumo de jugo, consumo de Materia Seca y eficiencia de conversión, no se observaron diferencias en los tratamientos con jugo de caña ni con el de ACP, lo cual coincide con los resultados de Motta (1994). Se observa también en Cuadro 9 que a medida que disminuye el nivel de PC, la eficiencia proteica se incrementa al igual que lo hizo para la etapa de crecimiento.

Al comparar estos datos con el experimento de Motta en 1994 (Figura 4) se observa que difieren, ya que este en esta etapa no mostró diferencias estadísticas en las ganancias diarias. Sin embargo en ambos experimentos se observa que las mejores respuestas en ganancias de peso se dieron al pasar de 160 g de PC/cerdo/día a 200 g de PC/cerdo/día, lo que se explica por el nivel muy bajo de aminoácidos esenciales que se aportan cuando solo se dan 160 g/PC/cerdo/día. Esto se puede observar en Cuadro 10, donde se presentan los consumos estimados de aminoácidos esenciales para la etapa de engorda, apreciándose que el tratamiento con 160g/PC/día, presenta los niveles mas bajos de consumo de amino ácidos esenciales, en relacion a lo recomentado por NRC, 1988.

**Figura 4.** Comparación de la ganancias diarias de peso en la etapa de engorde del presente experimento con el de Motta, 1994.



**Cuadro 10.** Consumo de proteína y amino ácidos esenciales en la etapa de engorde, de 50 hasta 85 kg.

Tratamiento	1 NRC	2 240 PC	3 200 PC	4 160 PC	5 ACP+ 500 PC	RECOMEN DACIÓN NRC
Proteína (g/día)	317	239	200	160	200	328
Aminoácidos (g/día)						
Lisina	21.56	<u>16.32</u>	<u>13.55</u>	<u>10.76</u>	<u>13.55</u>	18.70
Metionina + Cistina	10.75	<u>7.38</u>	<u>6.10</u>	<u>4.84</u>	<u>6.10</u>	10.60
Treonina	13.08	<u>9.96</u>	<u>8.25</u>	<u>6.56</u>	<u>8.25</u>	12.40
Triptofao	4.76	3.60	<u>3.00</u>	<u>2.36</u>	<u>3.00</u>	3.10

Cabe destacar que en este ensayo no se presentaron rechazos de suplemento proteico, a diferencia del experimento realizado por Motta, 1994, lo que podría explicar la menor variabilidad de la respuesta a los niveles de PC utilizados.

### 4.2.3 Etapa Total.

Los resultados consolidados para ambas etapas se presentan en el Cuadro 11. Se observa que las ganancias diarias de peso de todo el período mostraron diferencias significativas ( $P= 0.0001$ ). Para los tratamientos con jugo de caña se observa que no hay diferencia estadística entre los T1 NRC, T2 240 g y T3 200 g. Sin embargo, al bajar de 200g de PC a 160g de PC en T4 se observa una diferencia en ganancia diaria la cual baja de 612 a 503 g/cerdo/día. Este efecto es similar a los resultados obtenidos en el experimento de Motta, 1994; (Figura 6), donde se presentó una reducción de 670 a 548 g/cerdo/día al bajar el suministro 200 a 160g de PC/cerdo/día

**Cuadro 11.** Ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia en la etapa total, de 25 hasta 85 kg.

TRATAMIENTO	1 NRC	2 240 PC	3 200 PC	4 160 PC	5 ACP+200 PC	P=
Peso Inicial	26.0	25.5	25.9	25.5	26.5	----
Peso final	88.2	87.4	87.0	85.3	85.0	----
Ganancia de Peso (g/día)	662 a	636 a	612 a	503 b	509 b	0.0001
Consumo de Jugo (litros/cerdo)	9.2	9.2	8.3	8.3	----	ns
(MS kg/cerdo)	2.2	2.2	2.0	2.0	----	ns
Consumo Total de MS ( kg/cerdo)	2.9 a	2.8 ab	2.4 ab	2.3 b	1.1 c	0.0001
Conversión (kg MS/kg PV)	4.37 a	4.38 a	4.00 a	4.62 a	2.21 b	0.0002
Eficiencia Proteica (GDP/g PC)	2.26 a	2.65 a	3.07 b	3.15 b	2.55	0.0078

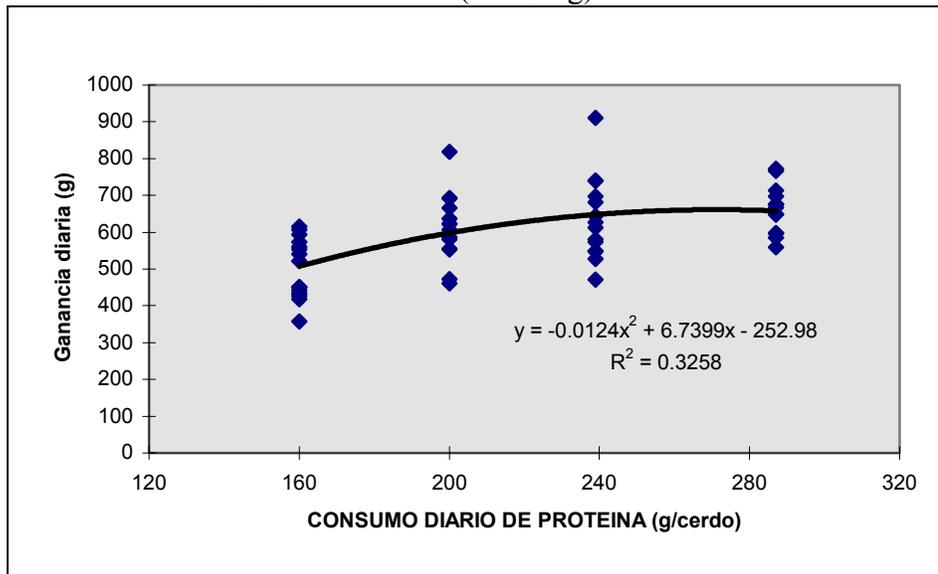
ns =  $P > 0.05$

PV = peso vivo

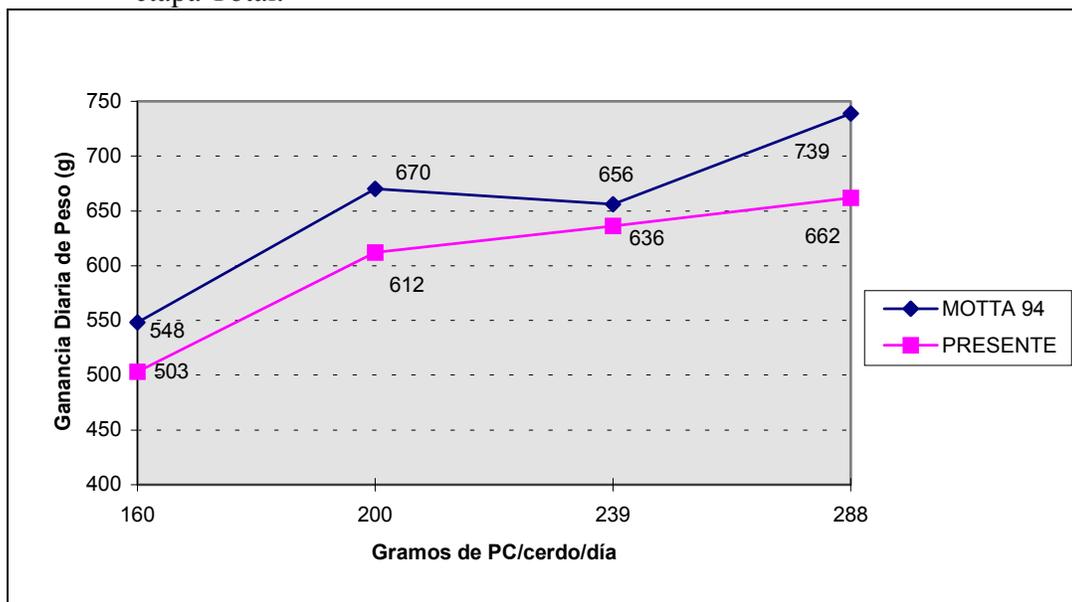
MS = materia seca

Como se señala en Figura 5 las ganancias muestran una repuesta de tipo cuadrática (P=0.0001) a aumentar a medida que aumentan las cantidades de PC ofrecida. Esta relación presenta una correlación (CORR= 0.529) (Figura 5). Como no hay diferencias significativas entre los tratamientos 1 JC+NRC; 2 JC+240PC; y 3 JC+200 PC; las recomendaciones señaladas por Preston (1988) y Sarria y col (1990) de usar una cantidad fija de 200 g de PC/cerdo/día, y así alcanzar ganancias de peso muy parecidas a las establecidas por el NRC, son nuevamente confirmadas.

**Figura 5.** Ganancias diarias de peso para los tratamientos de JC con los diferentes niveles de PC (25-85 kg).



**Figura 6.** Ganancia Diaria de Peso para los diferentes Niveles de PC en la etapa Total.



En esta misma Figura 6, se observa que las ganancias de peso de Motta, 1994, son superiores a los del presente experimento. Esto probablemente se deba a que los cerdos se sacrificaron a un menor peso final (85 kg vs 90 kg) y a que también empezaron el experimento con un peso vivo inicial promedio menor (25 kg vs 30 kg). El otro factor que puede haber afectado a los cerdos del presente experimento es que venían de otro plantel de cerdos ubicado en una región más caliente, por lo que pudieron presentarse problemas de adaptación.

### 4.3 Características de Canal

Los resultados de características de canal se presentan en el Cuadro 12.

**Cuadro 12.** Características de canal de cerdos alimentados con JC y ACP y distintos niveles de PC.

TRATAMIENTO	1 NRC	2 240 PC	3 200 PC	4 160 PC	5 ACP + 200 PC	P=
Grasa dorsal (mm)	29.0	29.1	27.9	26.7	24.1	ns
Área de lomo (cm <sup>2</sup> )	25.9 ab	24.4 ab	24.7 ab	22.3 b	28.7 a	0.0072
Longitud de la canal (cm)	75.6	74.9	74.7	74.7	76.8	ns
Rdto. de canal caliente (%)	71.4	70.8	70.4	69.5	65.9	ns
Rdto. de canal fría (%)	69.7	69.3	69.4	68.0	64.4	ns

Se observa que la única característica que presentó diferencias significativas fue con respecto a area de lomo (  $P= 0.0072$  ). Esta diferencia se debe a que el Tratamiento 5 ACP presentó un area de lomo de 28.7 cm<sup>2</sup> que fue superior a la de todos lo tratamientos con JC los cuales no presentaron una tendencia definida en relación a los consumos de PC. Motta 1994, tambien mostró resultados inconsistentes en cuanto al efecto de area de lomo y grasa dorsal cuando se alimentan cerdos con distintos niveles de PC y JC. Estos resultados son consistentes con los de Hong Van y Thi Men, 1992; Nhu Phu, 1993 y Speedy 1991, quienes no mostraron efectos importantes de area de lomo y grasa dorsal con cerdos alimentados con JC. El Tratamiento 5 (ACP + 200 PC) no presentó mayores niveles de grasa dorsal lo que indica que el ACP utilizado en forma restringida no produce animales más grasos, lo cual también ha sido demostrado por Ocampo, 1996 y por Castillo, 1997.

#### **4.4 Análisis Económico**

Este análisis consistió en calcular el costo e ingreso por año para los diferentes tratamientos. El valor monetario de los costos e ingresos está dado en Lempiras (L.), con una tasa de cambio de L. 13.20 por \$ US 1.00. El análisis se encuentra resumido en el Cuadro 13.

**Cuadro 13.** Análisis económico de los diferentes tratamientos.

<b>Tratamiento</b>	<b>JC</b>	<b>+ JC</b>	<b>+ JC</b>	<b>+ JC</b>	<b>+ ACP</b>	<b>+</b>
	<b>NRC</b>	<b>240 PC</b>	<b>200 PC</b>	<b>160 PC</b>	<b>200 PC</b>	
<b>COSTOS</b>						
<i>Alimentación</i>	557.65	495.09	450.95	467.35	816.17	
<i>Depreciación Trapiche</i>	17.45	16.80	17.14	19.04	0.00	
<i>Diesel</i>	38.02	36.61	37.36	41.49	0.00	
<i>Mano de Obra</i>	56.70	54.60	55.71	61.88	31.42	
<i>Depreciación Balanza</i>	3.50	3.15	3.21	3.57	4.33	
<i>Depreciación Baldes</i>	0.58	0.56	0.57	0.63	0.77	
<i>Gas</i>	0.00	0.00	0.00	0.00	3.94	
<i>Lechón</i>	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00	
<b>CO. TOTAL / PERÍODO</b>	1173.90	1106.81	1064.9	1093.9	1356.63	
			4	6		
<b># DE CICLOS / AÑO</b>	3.86	3.72	3.65	3.07	3.15	
<b>CO. TOTAL / AÑO</b>	<b>4531.25</b>	<b>4117.33</b>	<b>3887.0</b>	<b>3358.4</b>	<b>4273.38</b>	
			3	6		
<b>CO. TOTAL / KG DE CARNE</b>	13.31	12.66	12.24	12.82	15.96	
<b>PRECIO / KG DE CARNE</b>	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	
<b>UTILIDAD</b>	6.49	7.14	7.56	6.98	3.84	
<b>INGRESO TOTAL (BENEFICIO BRUTO)</b>	<b>6742.4</b>	<b>6439.6</b>	<b>6286.8</b>	<b>5185.8</b>	<b>5301.5</b>	
<b>UTILIDAD (BENEFICIO NETO)</b>	<b>2211.2</b>	<b>2322.3</b>	<b>2399.7</b>	<b>1827.3</b>	<b>1028.1</b>	
<b>RENTABILIDAD</b>	<b>48.80</b>	<b>56.40</b>	<b>61.74</b>	<b>54.41</b>	<b>24.06</b>	

Se puede observar que tanto el costo como el ingreso anual es mayor en el Tratamiento 1 (JC + NRC) que en los demás tratamientos. Sin embargo, al calcular las rentabilidades, el el Tratamiento 3 (JC + 200 PC), es el que presenta una rentabilidad superior a todos los tratamientos con JC. Se observa que bajo las condiciones de precio utilizadas, los tratamientos con JC presentaron rentabilidades muy superiores a las del tratamiento con ACP.

## V. CONCLUSIONES

Basado en estos resultados se puede concluir que:

- 1.- Se comprueba que niveles de 200 g de PC/cerdo/día son suficientes para lograr buenas ganancias de peso, cuando la fuente de energía utilizada es JC.
- 2.- Los resultados de jugo de caña muestran que a medida que se incrementa la PC ofrecida, la Eficiencia Proteica disminuye y como resultado de esto, económicamente, la dieta más conveniente es la de JC + 200 g de PC, la cual presenta una rentabilidad superior a la de los demás tratamientos.
- 3.- Las ganancias diarias de peso con ACP son significativamente menores a las ganancias diarias con JC + 200 g de PC/día. Sin embargo las canales obtenidas con ACP no son menos magra a pesar de los altos niveles de ACP en la dieta.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- 1.- Estudiar el efecto en el comportamiento de los cerdos con JC pero con otras fuentes de Suplemento Proteico como ser el forraje de las leguminosas ó el suero de queso.
- 2.- Estudiar la posibilidad de combinar fuentes de energía como el JC y ACP en la alimentación de cerdos.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- BUI HUY NHU PHUC. 1993. The use of sugarcane juice and molasses in the diet of growing pigs. *Livestock Research for Rural Development* (5)2: 7-10.
- BOBADILLA, M. y PRESTON, T.R. 1981. Utilización del benzoato de sodio e hidróxido de amonio (NH<sub>3</sub>) acuoso como preservativo de jugo de caña. *Producción Animal Tropical*. 6: 376-380.
- DE FELICIO Y SPEERS. 1973. Estudio comparativo de sustitución parcial de granos por jugo de caña en raciones para cerdos. *Industre. Anim. S.P.* 30 (2): 309-322.
- DEVENDRA, C. 1977. Utilization of feedingstuffs from the oil palm. *In: Proc. Symp. Feedingstuffs for Livestock in South East Asia*. p. 116-131.
- DUARTE, F. 1981. Conservación de jugo de caña en amoniaco acuoso y alimentación de novillos con jugo de caña y forrajes de leucaena. Tesis Maestro en Ciencia Animal Tropical Univ. de Yucatán. Mérida, México. p. 355.
- EDGERTON, C.W. 1955. Sugarcane and its diseases. Louisiana State University Press. Baton Rouge, U.S.A. p.301.
- FAO 1988. Sugarcane as feed. *FAO Animal Production and Health. Paper.72* Roma, Italia. 72: (sn). p. 319.
- FAO 1992. Anuario de producción. v. 45. Roma Italia. p. 156.
- FAO 1993. Anuario de producción. FAO, Roma.
- FIGUEROA, V. y LY, J. 1990. Alimentación porcina no convencional. Serie Diversificación. GEPLACEA-PNUD. México DF, p. 215.
- FIGUEROA, V. 1994. El instituto de investigaciones porcinas, su aporte a la porcicultura cubana y los nuevos desafíos para el futuro. *Revista Computarizada de Producción Porcina* (1)1: 1-14.
- FIGUEROA, V. 1996. Mielés proteicas. *In: Producción porcina con cultivos Tropicales y reciclaje de Nutrientes*. Cali, Colombia. p. 17.
- HALLIDAY, D.J. 1956. The manuring of sugarcane. Geneva . p. 13-32.

- LARRAHONDO, J. y PRESTON, T.R. 1989. Control químico de la inversión de jugos de caña para la alimentación animal. *Livestock Research for Rural Development*. (1)1:56-60.
- MENA, A. 1987. Sugarcane as a substitute for cereal-based feed for monogastric animals. *World Animal Review*. 62: 51-56.
- MENA, A. 1988. Utilización del jugo de la caña de azúcar para la alimentación Animal: Sinopsis, In: Sugarcane as feed. *FAO Animal Production and Health*. Paper 72. Rome p. 153-163.
- MENA, A. 1981. El uso de jugo de caña como fuente de energía en la alimentación de cerdos. Universidad de Yucatán, Mérida, México. Tesis: Master of Tropical Animal Science.
- MEADE, G.P. y CHEN, I.C. 1977. *Canesugar hand book*. John Williamson Ltd. New York / London p.925.
- MIJARES, N.R. 1985. Aspectos ecológicos de la palma africana de aceite. En: Potencial Productivo de la Palma Africana en Venezuela, Facultad Agropecuaria, Maracay, Venezuela. p. 17-40.
- MOTTA, M.R. 1994. Suplementación proteica para cerdos de crecimiento y engorde alimentados con jugo de caña de azúcar. Tesis Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. p. 67.
- NRC., 1988. Nutrient requirements of swine. National Academy Press. 9<sup>th</sup> Revised Edition. Washington, D.C. p. 93.
- OCAMPO, A. 1992. Oil rich fibrous residue from african oil palm as basal diet of pigs; effects of suplementation with methionine. *Livestock Research for Rural Development*. (4)2: 55-59.
- OCAMPO, A. 1994. Utilización del fruto de palma africana como fuente de energía con niveles restringidos de proteína en cerdos. *Livestock Research for Rural Development*. (6)1: 1-7.
- OCAMPO, A. 1996. Comunicación personal.
- PÉREZ, R. 1997. Feeding pigs in the tropics. Ministry of sugar. Havana, Cuba p. 60.

- PIÑA, A.M. 1988. La integración de la producción animal en la empresa azucarera comercial. *In: Sugarcane as feed. FAO Animal production and health Paper No. 72. FAO, Rome. p.188-198.*
- PRESTON, T.R. y MURGUEITIO, E. 1992. Sustainable intensive livestock systems for the humid tropics. *World Animal Reviews. (3)72: 2-8.*
- PRESTON, T.R. 1980. A model for converting biomass (sugarcane) in animal feed and fuel. *In: Animal production systems for the tropics. International foundation for Science, Stockholm. Pub. No. 8.*
- SANCHES, P.A., KIRCHNER, S.F.R., LÓPEZ, G.E., PALIN, T.N. y USAMI, O.C.R. 1982. Cultivos de plantación. Manuales para la educación Agropecuaria. Editorial Trillas. Primera Edición . México. p. 63-79.
- SANTANA, R. y JIMÉNEZ, M. 1985. Conservación del jugo de caña y comportamiento biológico de cerdos en crecimiento alimentados con jugo fresco y conservado. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad central del Este, República Dominicana.
- 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.*
- SPEEDY, A.W., SEWARD, L., LANGTON, N., DU PLESSIS, J. and DLAMINI, B. 1991. A comparison of sugarcane juice and maize as energy sources in diets for growing pigs with equal supply of essential amino acids. *Livestock Research for Rural Development. (3)1: 65-73.*
- VAN, B.H. y MEN, L.T. 1992. Feeding sugarcane juice and "A" molasses to fattening pigs. *Livestock Research for Rural development. (4)3: 1-5.*

## VIII. ANEXOS

**ANEXO 1.** Composición de los suplementos proteicos de los tratamientos con jugo de caña y aceite crudo de palma.

### TRATAMIENTO # 1

a) Etapa de 25 a 85 Kg. de peso vivo

Suplemento Proteico : De acuerdo a las tablas del NRC.

	Aporte de Ca	Aporte de P
De 25 a 30 Kg. : 507 g.	14.14 g.	5.4 g.
De 30 a 40 Kg. : 713 g.	19.89 g.	7.7 g.
De 40 a 50 Kg. : 915 g.	25.52 g.	9.8 g.
De 50 a 60 Kg. : 695 g.	19.39 g.	7.5 g.
De 60 a 70 Kg. : 820 g.	22.87 g.	8.8 g.
De 70 a 80 Kg. : 948 g.	26.44 g.	10.2 g.
De 80 a 90 Kg. : 1073 g.	29.93 g.	11.5 g.

INGREDIENTE	PORCENTAJE %	APORTE NUTRICIONAL %
Soya	87.00	Proteína 40.00
Melaza	4.10	Calcio 2.79
Carbonato de Calcio	4.15	Fósforo 1.08
Fosfato Dicálcico	2.65	Lisina 2.72
Sal	1.48	Met + Cis 1.23
Vitamelk Cerdos	0.62	Triptófano 0.60
TOTAL	100.00	Treonina 1.65
Relación Ca/P	2.6	

TRATAMIENTO #2

- a) Etapa de 25 a 50 Kg. de peso vivo  
 Suplemento Proteico : 600 g

INGREDIENTE	PORCENTAJE %	APORTE NUTRICIONAL %
Soya	87.00	Proteína 40.00
Melaza	5.88	Calcio 2.37
Carbonato de Calcio	3.58	Fósforo 0.91
Fosfato Dicálsico	1.76	Lisina 2.73
Sal	1.25	Met + Cis 1.23
Vitamelk Cerdos	0.53	Triptófano 0.60
TOTAL	100.00	Treonina 1.66
Relación Ca/P	2.6	

- b) Etapa de 50 a 85 Kg. de peso vivo  
 Suplemento Proteico : 600 g.

INGREDIENTE	PORCENTAJE %	APORTE NUTRICIONAL %
Soya	87.00	Proteína 40.00
Melaza	5.26	Calcio 2.62
Carbonato de Calcio	4.20	Fósforo 0.91
Fosfato Dicálsico	1.76	Lisina 2.72
Sal	1.25	Met + Cis 1.23
Vitamelk Cerdos	0.53	Triptófano 0.60
TOTAL	100.00	Treonina 1.66
Relación Ca/P	2.88	

TRATAMIENTO # 3

- a) Etapa de 25 a 50 Kg. de peso vivo  
 Suplemento Proteico : 500 g.

INGREDIENTE	PORCENTAJE %	APORTE NUTRICIONAL %
Soya	87.00	Proteína 40.00
Melaza	3.97	Calcio 2.83
Carbonato de Calcio	4.20	Fósforo 1.09
Fosfato Dicálsico	2.71	Lisina 2.71
Sal	1.50	Met + Cis 1.23
Vitamelk Cerdos	0.63	Triptófano 0.60
TOTAL	100.00	Treonina 1.65
Relación Ca/P	2.6	

- b) Etapa de 50 a 85 Kg. de peso vivo  
 Suplemento Proteico : 500 g.

INGREDIENTE	PORCENTAJE %	APORTE NUTRICIONAL %
Soya	87.00	Proteína 40.00
Melaza	3.22	Calcio 3.13
Carbonato de Calcio	4.95	Fósforo 1.09
Fosfato Dicálsico	2.71	Lisina 2.71
Sal	1.50	Met + Cis 1.22
Vitamelk Cerdos	0.63	Triptófano 0.60
TOTAL	100.00	Treonina 1.65
Relación Ca/P	2.88	

TRATAMIENTO # 4

- a) Etapa de 25 a 50 Kg. de peso vivo  
 Suplemento Proteico : 400 g.

INGREDIENTE	PORCENTAJE %	APORTE NUTRICIONAL %
Soya	87.00	Proteína 40.00
Melaza	0.93	Calcio 3.55
Carbonato de Calcio	5.25	Fósforo 1.36
Fosfato Dicálsico	4.15	Lisina 2.69
Sal	1.88	Met + Cis 1.22
Vitamelk Cerdos	0.79	Triptófano 0.60
TOTAL	100.00	Treonina 1.64
Relación Ca/P	2.6	

- b) Etapa de 50 a 85 Kg. de peso vivo  
 Suplemento Proteico : 400 g.

INGREDIENTE	PORCENTAJE %	APORTE NUTRICIONAL %
Soya	87.00	Proteína 40.00
Melaza	0.00	Calcio 3.92
Carbonato de Calcio	6.18	Fósforo 1.36
Fosfato Dicálsico	4.15	Lisina 2.69
Sal	1.88	Met + Cis 1.21
Vitamelk Cerdos	0.79	Triptófano 0.59
TOTAL	100.00	Treonina 1.64
Relación Ca/P	2.88	

TRATAMIENTO # 5

- a) Etapa de 25 a 50 Kg. de peso vivo  
 Suplemento Proteico : 500 g.

INGREDIENTE	PORCENTAJE %	APORTE NUTRICIONAL %
Soya	87.00	Proteína 40.00
Melaza	3.97	Calcio 2.83
Carbonato de Calcio	4.20	Fósforo 1.09
Fosfato Dicálsico	2.71	Lisina 2.71
Sal	1.50	Met + Cis 1.23
Vitamelk Cerdos	0.63	Triptófano 0.60
TOTAL	100.00	Treonina 1.65
Relación Ca/P	2.6	

- b) Etapa de 50 a 85 Kg. de peso vivo  
 Suplemento Proteico : 500 g.

INGREDIENTE	PORCENTAJE %	APORTE NUTRICIONAL %
Soya	87.00	Proteína 40.00
Melaza	3.22	Calcio 3.13
Carbonato de Calcio	4.95	Fósforo 1.09
Fosfato Dicálsico	2.71	Lisina 2.71
Sal	1.50	Met + Cis 1.22
Vitamelk Cerdos	0.63	Triptófano 0.60
TOTAL	100.00	Treonina 1.65
Relación Ca/P	2.87	

**ANEXO 2.** Análisis de varianza y separación de medias por prueba SNK para las variables de comportamiento en la etapa de crecimiento, de 25 hasta 50 Kg.

**Ganancia diaria de peso**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	5	130506.34	26101.27	1.54	0.1899
Error	62	1049274.14	16923.78		
Total	67	1179780.48			

CV = 26.38 %

Separación de medias por la prueba SNK :

Tratamiento 1 = 525.64 A  
 Tratamiento 2 = 523.81 A  
 Tratamiento 3 = 525.51 A  
 Tratamiento 4 = 464.41 A  
 Tratamiento 5 = 420.34 A

**Consumo de Litros de Jugo**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	4	162.77	40.69	83.17	> 0.05
Error	15	7.34	0.48		
Total	19	170.11			

CV = 12.30 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 7.18 A  
 Tratamiento 2 = 6.66 A  
 Tratamiento 3 = 7.23 A  
 Tratamiento 4 = 7.37 A

### Consumo de Materia Seca de Jugo

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	4	8.31	2.08	79.27	> 0.05
Error	15	0.39	0.03		
Total	19	8.71			

CV = 12.62 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 1.61 A

Tratamiento 2 = 1.50 A

Tratamiento 3 = 1.62 A

Tratamiento 4 = 1.69 A

### Consumo de Materia Seca Total

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	4	3558525.54	889631.38	33.13	> 0.05
Error	15	402801.8	26853.45		
Total	19	3961327.34			

CV = 8.78 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 2166.3 A

Tratamiento 2 = 2015.2 A

Tratamiento 3 = 2072.9 A

Tratamiento 4 = 2051.6 A

### Conversión Alimenticia

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	4	9.56	2.39	10.96	0.0002
Error	15	3.27	0.22		
Total	19	12.83			

CV = 12.34 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 4.17 A

Tratamiento 2 = 3.86 A

Tratamiento 3 = 3.94 A

Tratamiento 4 = 4.49 A

Tratamiento 5 = 2.47 B

**ANEXO 3.** Análisis de varianza, separación de medias por la prueba de SNK y regresión para las variables de comportamiento en la etapa de engorde, de 50 hasta 85 Kg.

**Ganancia diaria de peso**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	5	673417.85	134683.57	9.85	0.0001
Error	62	847523.28	13669.73		
Total	67	1520941.13			

CV = 17.58 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 814.44 A  
 Tratamiento 2 = 721.52 B  
 Tratamiento 3 = 675.25 B  
 Tratamiento 4 = 539.22 C  
 Tratamiento 5 = 582.41 C

Análisis de regresión: CUADRÁTICA

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	2	547429.81	273714.91	21.30	0.0001
Error	53	680951.54	12848.14		
Total	55	1228381.36			

CV = 16.60 %

CORR = 0.646

R<sup>2</sup> = 0.4457

ECUACIÓN:

$$y = - 0.0091x^2 + 6.055x$$

### Consumo de Litros de Jugo

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	4	320.58	80.15	47.64	> 0.05
Error	15	25.23	1.68		
Total	19	345.81			

CV = 16.53 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 10.53 A

Tratamiento 2 = 10.85 A

Tratamiento 3 = 8.95 A

Tratamiento 4 = 8.92 A

### Consumo de Materia Seca de Jugo

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	4	19.85	4.96	46.67	> 0.05
Error	15	1.60	0.11		
Total	19	21.45			

CV = 16.75 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 2.63 A

Tratamiento 2 = 2.71 A

Tratamiento 3 = 2.23 A

Tratamiento 4 = 2.17 A

### Consumo de Materia Seca Total

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	4	11877762.37	2969440.59	27.54	> 0.05
Error	15	1617370.10	107824.67		
Total	19	13495132.47			

CV = 12.65 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 3336.3 A

Tratamiento 2 = 3245.2 A

Tratamiento 3 = 2982.4 A

Tratamiento 4 = 2928.8 A

### Conversión Alimenticia

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	4	24.31	6.08	10.66	0.0003
Error	15	8.55	0.57		
Total	19	32.86			

CV = 16.32 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 5.43 A

Tratamiento 2 = 5.52 A

Tratamiento 3 = 4.57 A

Tratamiento 4 = 5.09 A

Tratamiento 5 = 2.53 B

**ANEXO 4.** Analisis de varianza, separacion de medias por la prueba de SNK y regresion para las variables de comportamiento en la etapa total, de 25 hasta 85 Kg.

**Ganancia Diaria de Peso**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	5	292520.21	58504.04	6.17	0.0001
Error	62	587444.60	9474.91		
Total	67	879964.80			

CV = 10.74 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 661.65 A

Tratamiento 2 = 635.68 A

Tratamiento 3 = 611.80 A

Tratamiento 4 = 503.01 B

Tratamiento 5 = 508.98 B

Análisis de regresión: CUADRÁTICA

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	2	205179.70	102589.85	12.81	0.0001
Error	53	424560.80	8010.58		
Total	55	629740.50			

CV = 14.91 %

CORR = 0.52945

R<sup>2</sup> = 0.3258

ECUACIÓN:

$$y = - 0.0124 x^2 + 6.7399$$

### Consumo de Litros de Jugo

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	4	246.90	61.72	65.46	>0.05
Error	15	14.14	0.94		
Total	19	261.04			

CV = 13.91%

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 9.16 A

Tratamiento 2 = 9.21 A

Tratamiento 3 = 8.28 A

Tratamiento 4 = 8.25 A

### Consumo de Materia Seca de Jugo

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	4	14.36	3.59	60.81	> 0.05
Error	15	0.89	0.06		
Total	19	15.25			

CV = 14.45 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 2.21 A

Tratamiento 2 = 2.23 A

Tratamiento 3 = 2.00 A

Tratamiento 4 = 1.97 A

### Consumo de Materia Seca Total

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	4	7758898.03	1939724.51	31.72	> 0.05
Error	15	917181.80	61145.45		
Total	19	8676079.83			

CV = 10.74 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 2857.1 A

Tratamiento 2 = 2761.4 A

Tratamiento 3 = 2444.3 A

Tratamiento 4 = 2325.8 A

### Conversion Alimenticia

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	4	15.33	3.83	11.55	> 0.05
Error	15	4.98	0.33		
Total	19	20.30			

CV = 14.71 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 4.37 A

Tratamiento 2 = 4.38 A

Tratamiento 3 = 4.00 A

Tratamiento 4 = 4.62 A

**ANEXO 5.** Analisis de varianza y separación de medias por prueba de SNK para las variables de calidad de canal.

**Grasa Dorsal**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	5	0.57	0.11	3.16	0.0131
Error	62	2.25	0.04		
Total	67	2.82			

CV = 17.56 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 29.06 A  
 Tratamiento 2 = 29.11 A  
 Tratamiento 3 = 27.90 A  
 Tratamiento 4 = 26.68 A  
 Tratamiento 5 = 24.06 A

**Longitud de Canal**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	5	110.62	22.12	2.33	0.0531
Error	62	589.49	9.51		
Total	67	700.12			

CV = 4.10 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 75.59 A  
 Tratamiento 2 = 74.86 A  
 Tratamiento 3 = 74.74 A  
 Tratamiento 4 = 74.67 A  
 Tratamiento 5 = 76.75 A

### **Rendimiento de Canal Caliente**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	5	192.65	38.53	0.52	0.7622
Error	62	4618.04	74.48		
Total	67	4810.69			

CV = 14.23 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 62.78 A

Tratamiento 2 = 61.88 A

Tratamiento 3 = 60.99 A

Tratamiento 4 = 59.61 A

Tratamiento 5 = 57.84 A

### **Rendimiento en Canal Fria**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	5	210.88	42.18	0.58	0.7169
Error	62	4527.13	73.02		
Total	67	4738.01			

CV = 14.38 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 61.29 A

Tratamiento 2 = 60.62 A

Tratamiento 3 = 60.45 A

Tratamiento 4 = 58.09 A

Tratamiento 5 = 56.49 A

### Area de Lomo

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F	Prob
Tratamiento	5	375.03	75.01	3.52	0.0072
Error	62	1320.47	21.30		
Total	67	1695.51			

CV = 18.42 %

Separación de medias por prueba SNK :

Tratamiento 1 = 25.92 A

Tratamiento 2 = 24.40 AB

Tratamiento 3 = 24.72 AB

Tratamiento 4 = 22.32 AB

Tratamiento 5 = 28.69 B