

Utilización de Suero de Queso en combina-
ción con diferentes niveles de Proteína en
el Concentrado para Cerdos de Crecimiento
y Engorde

P O R

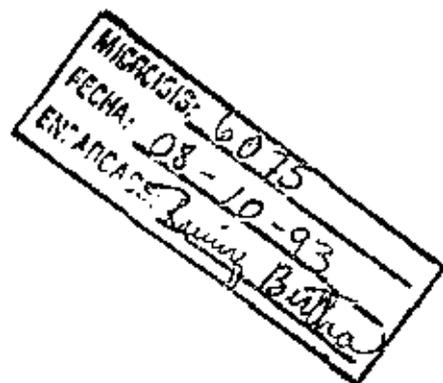
Jimmy Dagoberto Zuriga Molina

T E S I S

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

PARA OPTAR AL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

El Zamorano, Honduras
Abril, 1990



BIBLIOTECA WILSON ZUMENDEL
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 98
TEGUCIGALPA HONDURAS

DEDICATORIA

A mis padres: Florencio y Fausta, y a mis hermanos: Eduardo, Lourdes, Lizbeth y Karen, por el invaluable apoyo y cariño que me han sabido brindar en todo momento.

AGRADECIMIENTO.

Al Dr. Marco A. Esnaola, asesor principal, por sus valiosas enseñanzas, ayuda y apoyo brindado en todo momento, así mismo, a la Dra. Beatriz Murillo e Ing. Aurelio Revilla por sus consejos y revisión del texto.

Al Agr. Jimmy Navarro, por su amistad y colaboración en la realización del trabajo de campo.

Al Ing. Agr. Sergio Ruiz, por toda la ayuda prestada en la realización del presente estudio.

A todos los compañeros y amigos del departamento especialmente al Ing. Agr. Guillermo Miranda e Ing. Agr. José Luis Gallardo.

INDICE GENERAL

	Pag.
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
A. Proteína.....	3
A.1. Generalidades.....	3
A.2. Requerimientos Nutricionales.....	4
B. Suero de Queso.....	5
B.1. Generalidades.....	5
B.2. Composición Química del Suero.....	6
B.3. Proteínas del Suero.....	8
B.4. Preservación.....	9
B.5. Utilización del Suero Líquido en la Alimentación Animal.....	10
B.6. Consumos de Suero Líquido.....	12
C. Torta de Soya como fuente Proteica en la Alimentación del Cerdo.....	14
III. MATERIALES Y METODOS	15
A. Localización del estudio.....	15
B. Tratamientos y Diseño Experimental.....	15
C. Animales y su Manejo.....	16
D. Controles Experimentales.....	17
E. Análisis de Laboratorio.....	17
F. Evaluación Económica de los Resultados.....	18
IV RESULTADOS Y DISCUSION	19
A. Etapa de Crecimiento.....	19
A.1. Ganancias de Peso.....	19
A.2. Consumo de Alimento.....	20
A.2.a. Consumo de Concentrado.....	20
A.2.b. Consumo de Suero Líquido.....	21
A.2.c. Consumo de Materia Seca y Proteína Cruda.....	21
A.3. Conversión Alimenticia.....	22
B. Etapa de Engorde.....	23
B.1. Ganancias de Peso.....	23
B.2. Consumo de Alimento.....	24
B.2.a. Consumo de Concentrado.....	24
B.2.b. Consumo de Suero Líquido.....	25
B.2.c. Consumo de Materia Seca y Proteína Cruda.....	25
B.3. Conversión Alimenticia.....	26
C. Etapa de Crecimiento-Engorde.....	26
C.1. Ganancias de Peso.....	26
C.2. Consumo de Alimento.....	28
C.2.a. Consumo de Concentrado.....	28

C.2.b.	Consumo de Suero Líquido.....	29
C.2.c.	Consumo de Materia Seca y Proteína Cruda.....	30
C.3.	Conversión Alimenticia.....	32
D.	Características de la Canal.....	32
D.1.	Rendimientos en Canal.....	33
D.2.	Largo de la Canal.....	33
D.3.	Área del Lomo.....	34
D.4.	Manto de Grasa.....	34
E.	Evaluación Económica.....	35
E.1.	Etapa de Crecimiento.....	35
E.2.	Etapa de Engorde.....	36
E.3.	Etapa de Crecimiento-Engorde.....	37
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
VI	RESUMEN	41
VII	CITAS BIBLIOGRÁFICAS	43
VIII	ANEXOS.....	48

INDICE DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro 1. Composición Química del Suero Líquido.....	6
Cuadro 2. Experimentos de la Literatura en que el Suero ha sido Utilizado como Fuente de Proteína.....	12
Cuadro 3. Consumos de Suero Encontrados por Diversos Autores Cuando es Suministrado en Conjunto con Concentrado.....	13
Cuadro 4. Tratamientos Experimentales Estudiados.....	15
Cuadro 5. Resumen de datos Promedio del Ensayo en etapa de Crecimiento.....	20
Cuadro 6. Resumen de datos Promedio del Ensayo en etapa de Engorde.....	24
Cuadro 7. Resumen de datos Promedio del Ensayo (ambas etapas).....	27
Cuadro 8. Características de la Canal.....	33
Cuadro 9. Análisis Económico para la etapa de Crecimiento.....	35
Cuadro 10. Análisis Económico para la etapa de Engorde ...	37
Cuadro 11. Análisis Económico ensayo para Crecimiento y Engorde.....	37

INDICE DE FIGURAS Y GRAFICOS

	PAGINA
Figura 1. Componentes en la transformación de la leche en queso y cantidad de nutrientes en el suero.....	7
Gráfico 1. Consumo de Suero versus Consumo de Concentrado.....	30
Gráfico 2. Aporte de PC por cada uno de los Alimentos ofrecidos durante las dos etapas.....	31

INDICE DE ANEXOS

	PAGINA
Anexo 1. Requerimiento Nutritivo de los Cerdos Alimentados ad-libitum (90% de MS).....	49
Anexo 2. Composición Nutricional de la Harina de Soya.....	50
Anexo 3. Composición nutricional y Química de las diferentes dietas.....	51
Anexo 4. Composición de la mezcla de Vitaminas y Minerales (PREMIX 400).....	52
Anexo 5. Respuesta del consumo de concentrado y suero para la etapa de crecimiento.....	53
Anexo 6. Respuesta del consumo de concentrado y suero para la etapa de engorde.....	53
Anexo 7. Aporte de PC por los diferentes alimentos ofrecidos en la etapa de crecimiento.....	54
Anexo 8. Aporte de PC por cada uno de los alimentos ofrecidos durante la etapa de engorde.....	54
Anexo 9. Análisis de Varianza para la variable Ganancia Diaria en Crecimiento (g).....	55
Anexo 10. Análisis de Varianza para la variable Ganancia Diaria en Engorde (g).....	55
Anexo 11. Análisis de Varianza para la variable Ganancia de peso (g/día).....	55
Anexo 12. Análisis de Varianza para la variable Consumo de Concentrado/Cerdo/día en Crecimiento.....	56
Anexo 13. Análisis de Varianza para la variable Consumo de Concentrado/Cerdo/día en Engorde.....	56
Anexo 14. Análisis de Varianza para la variable Consumo de concentrado/Cerdo/día (Kg).....	56
Anexo 15. Análisis de Varianza para la variable Consumo de Suero/Cerdo/día en Crecimiento.....	57

Anexo 16.	Análisis de Varianza para la variable Consumo de Suero/Cerdo/día en Engorde.....	57
Anexo 17.	Análisis de Varianza para la variable Consumo de Suero/Cerdo/día (I).....	57
Anexo 18.	Análisis de Varianza para la variable Consumo de Suero más Concentrado MS en Crecimiento.....	58
Anexo 19.	Análisis de Varianza para la variable Consumo de Suero más Concentrado MS en Engorde.....	58
Anexo 20.	Análisis de Varianza para la variable Consumo de Suero más Concentrado MS (Crecimiento-Engorde).....	58
Anexo 21.	Análisis de Varianza para la variable Aporte de PC del Suero más Concentrado en Crecimiento..	59
Anexo 22.	Análisis de Varianza para la variable Aporte de PC del Suero más Concentrado en Engorde.....	59
Anexo 23.	Análisis de Varianza para la variable Aporte de PC Total (Suero más Concentrado) (g/día).....	59
Anexo 24.	Análisis de Varianza para la variable Eficiencia de Conversión del Concentrado seco al aire para la etapa de Crecimiento.....	60
Anexo 25.	Análisis de Varianza para la variable Eficiencia de Conversión del Concentrado seco al aire para la etapa de Engorde.....	60
Anexo 26.	Análisis de Varianza para la variable Eficiencia de conversión del concentrado (seco al aire).....	60
Anexo 27.	Análisis de Varianza para la variable Eficiencia de Conversión del Concentrado más Suero MS para la etapa de Crecimiento.....	61
Anexo 28.	Análisis de Varianza para la variable Eficiencia de Conversión del Concentrado más Suero MS en Engorde.....	61
Anexo 29.	Análisis de Varianza para la variable Eficiencia de Conversión Suero más Concentrado (Crecimiento- Engorde).....	61
Anexo 30.	Análisis de Varianza para la variable Rendimiento Canal Caliente (%).....	62

Anexo 31. Análisis de Varianza para la variable Rendimiento Canal Frio (%).....	62
Anexo 32. Análisis de Varianza para la variable Largo de Canal (cm).....	62
Anexo 33. Análisis de Varianza para la variable Area del Lomo (cm ²).....	63
Anexo 34. Análisis de Varianza para la variable Manto de Grasa (cm).....	63
Anexo 35. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Ganancia Diaria en Crecimiento.....	64
Anexo 36. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Ganancia Diaria en Engorde.....	64
Anexo 37. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Ganancia Diaria en ambas etapas.....	64
Anexo 38. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de Concentrado en Crecimiento.....	65
Anexo 39. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de Concentrado en Engorde.....	65
Anexo 40. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de Concentrado en Crecimiento-Engorde.....	65
Anexo 41. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de Suero en Crecimiento.....	66
Anexo 42. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de Suero en Engorde.....	66
Anexo 43. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de Suero en ambas etapas.....	66
Anexo 44. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de PC en Crecimiento.....	67
Anexo 45. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de PC en Engorde.....	67

Anexo 46. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de PC en ambas etapas.....	67
Anexo 47. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Eficiencia de Conversión del Concentrado más Suero en Crecimiento.....	68
Anexo 48. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Eficiencia de Conversión del Concentrado en Engorde.....	68
Anexo 49. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Eficiencia de Conversión del Concentrado en ambas etapas.....	68

I. INTRODUCCION

En explotaciones intensivas de cerdos la alimentación representa del 65 al 85% del costo total de producción. Por ello es relevante que el cerdo reciba dietas correctamente balanceadas y que sean económicas.

A nivel centroamericano la fuente proteica más común en dietas para cerdos y pollos es la harina de soya, sin embargo, estos países no son productores de esta oleaginoso por lo que se tiene que recurrir al uso de divisas para su importación, lo que incrementa los costos de producción. Por esta razón se deben buscar otras fuentes alternativas que sean más baratas y que estén disponibles localmente. Una de estas fuentes es el suero de queso (SQ).

Entre las características nutricionales importantes del SQ está su proteína que tiene un alto valor biológico aunque su cantidad sea baja.

Es común encontrar en nuestro medio productores de queso que busquen los ríos como medio para eliminar el suero, desconociendo que este subproducto es un potente contaminante ya que, su elevado contenido de materia orgánica conduce a una demanda bioquímica de oxígeno (DBO) que oscila entre 30 a 40 g de O₂ por litro (Poveda y Moncada 1982). En el caso de que

se riegue en el suelo, el suero forma una capa impermeable en la superficie debido a su alto contenido de ácido láctico.

El suero es un elemento valioso para corregir deficiencias de proteína de dietas para cerdos altas en energía y deficientes en proteína. Con este uso se evitaría problemas de contaminación ambiental.

Basado en estos antecedentes, se realizó el presente estudio teniendo los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Evaluar hasta que punto es posible reducir los niveles de proteína del concentrado cuando éste es suministrado en conjunto con SQ en raciones de cerdos de crecimiento y engorde.

Objetivos Específicos:

- 1- Evaluar las ganancias de peso, consumo de alimento y eficiencias alimenticias de cerdos que reciben raciones con niveles decrecientes de proteína cruda (PC) más SQ ad-libitum.
- 2- Determinar el óptimo económico y la factibilidad de reducir los costos alimenticios cuando se suministran bajos niveles de PC más SQ.
- 3- Evaluar los efectos que tienen los tratamientos sobre las características de canal.

II. REVISION DE LITERATURA

A. Proteína

1. Generalidades

Las proteínas son compuestos nitrogenados (contienen 16% N) los cuales a su vez están formados por sustancias más simples llamadas aminoácidos. Se dice que cada proteína está conformada en general de 20 aminoácidos (Church y Pond, 1987; Maynard y col. 1979; Cullison, 1983).

Es el material estructural básico a partir del cual se forman todos los tejidos. Esto no sólo incluye los músculos, nervios, piel, tejido conectivo, órganos vitales y células sanguíneas, sino también el pelo del animal cascos y cuernos (Cullison, 1983). También constituyen una fuente energética ya que proporcionan aproximadamente 4 Kcal por gramo (Pérez, 1982).

El nivel correcto de las proteínas en la ración, queda determinado por la capacidad de aquellas para suministrar suficientes aminoácidos esenciales y nitrógeno para la síntesis de aminoácidos no esenciales (NRC, 1980).

Los factores mayores que se encuentran afectando la utilización de la proteína son: digestibilidad, balance de aminoácidos, disponibilidad y la relación de proteína y

energía suplida. Otros factores son: el peso del animal, su sexo, genotipo y clima ambiental (ARC, 1981).

Para Pond y Maner (1976) el consumo de una dieta pobre en proteína durante el período de crecimiento determina un aumento de la proporción energía:proteína (una canal con más grasa); el consumo de un exceso de proteína sobre las necesidades dietéticas, por el contrario no da lugar a una canal más magra que la obtenida cuando el cerdo consume la proteína que necesita.

2. Requerimientos Nutricionales

Los requerimientos nutricionales para cerdos en las etapas de crecimiento y engorde propuestos por NRC (1988), se presentan en el Anexo 1. Se sugiere requerimientos de 15% de PC para la etapa de crecimiento y 13% para la etapa de engorde. Jensen (1987) y el ARC (1981) proponen niveles de PC ligeramente más altos, 16% para crecimiento y 14% para engorde. A nivel centroamericano los requerimientos que generalmente son usados para la formulación de las raciones son los del NRC. Estas diferencias también se manifiestan para los restantes nutrientes.

Los dos mayores componentes de los requerimientos de proteína para cerdos en desarrollo son mantenimiento y el crecimiento de tejido (ARC, 1981).

Pond y Maner (1976) mencionan que los cerdos en período de engorde pueden rendir perfectamente con menos del 12% de

PC si es óptimo el equilibrio de aminoácidos y si son apropiados todos los nutrientes restantes. El servicio de Extensión de la Universidad del estado de KANSAS (1972) es más específico al proponer que después de que los cerdos pesan 77 Kg, el contenido de PC en la ración puede ser de 12%. También en la guía de la Universidad de Kansas se presenta que a partir de los 18 Kg de peso, los cerdos pueden ser alimentados con una dieta de 14.5% de PC hasta que alcancen el peso de mercado sin que se afecte significativamente las ganancias totales, eficiencia alimenticia y calidad de la canal.

B. Suero de Queso

1. Generalidades

El suero es el líquido verde-amarillento resultante de la coagulación de la leche en la fabricación del queso tras la separación de la caseína y de la grasa (Spreer, 1975; FAO, 1985; Veisseyre, 1972; Webb y col. 1974).

Existen dos tipos de suero: suero dulce que es el obtenido en el proceso de elaboración de quesos en los cuales se ha usado principalmente enzimas de tipo cuajo, para obtener el coágulo y suero ácido que es el proveniente de quesos en que el coágulo ha sido formado fundamentalmente por acidificación mediante adición de ácidos orgánicos o inorgánicos diluidos (FAO, 1985).

El SQ líquido es nutricionalmente rico, retiene 52% de nutrientes de la leche entera usada en hacer queso Cheddar y

73% de la leche descremada en la elaboración del queso cabaña (Kosikowski, 1977).

2. Composición Química del Suero

En el Cuadro 1, se encuentran diversos valores de la literatura en cuanto a la composición química del suero.

La baja concentración de materia seca (MS) del suero limita su uso como una fuente de energía y el alto contenido de lactosa reduce su uso como un alimento para cerdos de mayor edad (Pond y Maner, 1984; Minut, 1951; Cortéz y col. 1979; Schingoethe, 1976; Barber y col. 1978; Allen, 1987). En la figura 1 se muestra la obtención del SQ.

Cuadro 1. Composición química del suero líquido.

Item	1'	2'	3'	4'
Materia seca (%)	6.8	6.9	6.7	7.0
Proteína cruda (%)	0.7	0.9	0.9	1.0
Lactosa (%)	-	5.0	5.0	
ELN	4.4	-	-	
Extracto etéreo	0.7	-	0.2	0.3
Cenizas (%)	1.1	0.7	0.7	0.7
Ca (%)	0.03	0.03	-	0.07
P (%)	0.02	0.04	-	0.06

a=Cortéz y col. (1979)
c=Barber y col. (1978)

b=Schingoethe (1976)
d=Allen (1987)

Para Cortamira e Isern (1985) el principal constituyente del suero es la lactosa que es un carbohidrato formado por una molécula de glucosa y otra de galactosa. Este carbohidrato es hidrolizado a través de enzimas específicas (lactasa), las

cuales reducen su actividad con la edad de los animales, produciendo cierta intolerancia que puede generar problemas digestivos. En animales adultos la degradación de la lactosa se lleva a cabo por medio de la fermentación bacteriana en el ciego y colon manifestada a través de la hipertrofia del intestino grueso.

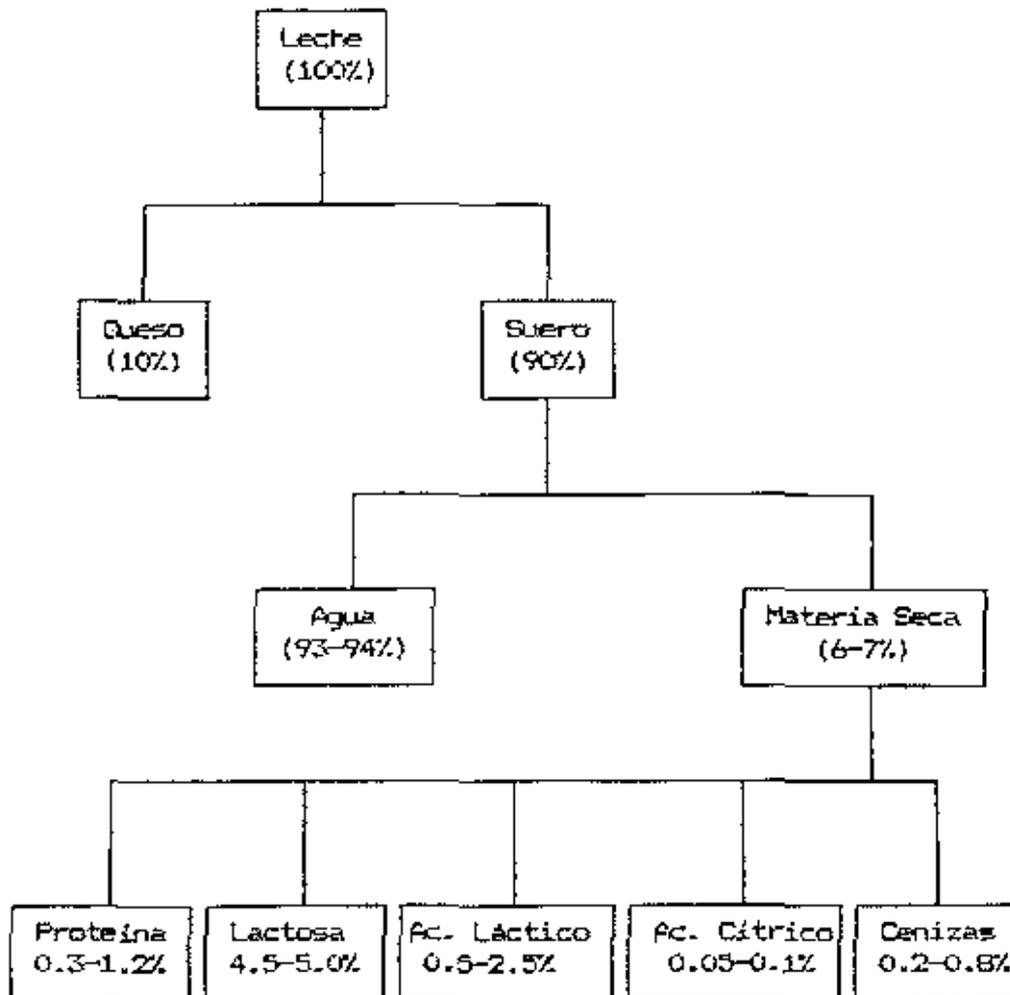


Figura 1. Componentes en la transformación de la leche en queso y cantidad de nutrientes en el suero

Fuente: Minut (1951).

Según la FAO (1983) en cuanto a su composición de minerales y vitaminas se destacan:

Calcio	51 mg/100 g
Fósforo	53 mg/100 g
Hierro	1.0 mg/100 g
Vitamina A	10 U.I./100 g
Tiamina	0.03 mg/100 g
Riboflavina	0.14 mg/100 g
Niacina	0.1 mg/100 g

Para Kosikowski (1977) los sueros de queso se pueden clasificar de acuerdo a la acidez que presentan en:

Suero dulce:

Acidez titulable= 0.10-0.20% y PH= 5.8 a 6.6

Suero medio ácido:

Acidez titulable= 0.20-0.40% y PH= 5.0 a 5.8

Suero ácido:

Acidez titulable= 0.40-0.60% y PH= 4.0 a 5.0

3. Proteínas del Suero de Queso

Se considera que la característica más sobresaliente del suero es la de contener una fracción proteica de alto valor biológico, a pesar de que se encuentra en porcentajes bajos 0.3 a 1.2% (Minut, 1951).

Las proteínas del suero, lactoalbúmina y lactoglobulina se consideran ricas en triptófano, lisina y aminoácidos azufrados (metionina y cistina) (Póveda y Moncada, 1982). También se ha concluido que es muy elevado el contenido de cistina en las proteínas del suero (4.1% en la lactoalbúmina y 3.6% en la lactoglobulina) (Maunell 1970; citado por Cortés y col. 1979).

Las proteínas del suero son solubles y están formadas por holoproteínas y glicoproteínas. Representan cerca del 0.4 al 0.8% de la leche y aproximadamente del 15 al 20% de las proteínas de la leche.

Revilla (1985) describe que del contenido total de la proteína del suero (17% BS), la beta lactoglobulina representa un 8.5%, la alfa lactoalbúmina un 3.8%, las globulinas un 2.1%, las seroalbúminas un 0.9% y las proteosas-peptonas un 1.7%.

Webb y col. (1974) mencionan que la beta lactoglobulina es la mayor proteína del suero ya que contiene más del 50% del total de las proteínas no caseínicas de la leche, la lactoalbúmina representa más del 25% de la proteína del suero y aproximadamente 4% del total de las proteínas de la leche.

4. Preservación

La acidez es un factor que afecta el consumo voluntario de suero agrio. La acidez titulable del suero puede exceder el 2% cuando es dejado por muchos días al medio ambiente a altas temperaturas; por estas razones Barber y col. (1978); Pond y Maner (1984) recomiendan el almacenaje a 4° C o la adición de 0.1% de formalina para mantener el suero a niveles de 0.2 a 0.4% de acidez titulable.

En otro estudio en el que se utilizó formalina a razón de 0.1% para preservar el suero a niveles bajos de acidez, no se encontró diferencia significativa entre cerdos alimentados

con suero dulce o ácido (0.27 y 2.2 acidez titulable respectivamente) (Barber y col. 1978).

Cuando se usa 0.15% de formalina, el suero podría presentarse poco palatable para los cerdos. La adición de 0.1% de formalina al suero utilizado en la alimentación de cerdos muy jóvenes, no afectó su valor nutritivo (suero), pero la adición de 0.15% de formalina dio algunos resultados adversos en cuanto a palatabilidad (Barber y col. 1978).

El suero dulce es más palatable que el suero agrio y especialmente en condiciones climáticas calientes, por ende el consumo voluntario de este es mayor que el del suero agrio. Nutricionalmente el suero agrio es similar al suero dulce cuando son alimentados en cantidades semejantes (Pond y Maner, 1984).

En un experimento en el que se utilizó bicarbonato de sodio como elemento preservador a razón de un gramo por cada litro de suero, los consumos no mostraron una diferencia muy marcada para ambas etapas (crecimiento y engorde) comparado al tratamiento que no tenía preservante, por lo que Lerner y González (1973) recomiendan: a) Higienizar periódicamente (no menos de 2 veces por semana) los bebederos y cañerías que conducen el suero, b) Suministrar diariamente suero fresco.

5. Utilización del Suero Líquido en la Alimentación de Cerdos

En pruebas alimenticias citadas por Krider (1969) en las que se alimentaba a cerdos de 50 a 100 Kg con suero líquido,

indican que 100 Kg de suero son equivalentes a 50 Kg de leche desnatada, 14 Kg de maíz ó 6 Kg de harina de carne.

Braude y col. (1957) establecieron que 4.5 litros de suero equivalen en valor nutritivo a 0.363 Kg de ración balanceada. Göhl (1981) señaló que 12 litros de suero con 6% de MS pueden reemplazar 1 Kg de cereal.

Esnaola y Rosa (1974) en experimentos con cerdos de engorde indicaron que un Kg de concentrado es reemplazado por 13 a 18 litros de suero y que por lo tanto el uso del suero resulta favorable siempre que su costo por litro sea 1/13 a 1/18 del costo por Kg de concentrado.

Pocos experimentos se encuentran en la literatura en donde el suero ad-libitum es usado como único suplemento proteico en dietas basadas en fuentes energéticas. Algunos de éstos se encuentran resumidos en el Cuadro 2. Por ejemplo Landblom y Nelson (1980) encontraron que cuando se utilizó avena-cebada más SQ ad-libitum la respuesta de los cerdos no fue diferente de aquella obtenida con una dieta similar suplementada con soya. En este estudio, el suero líquido alimentado ad-libitum aportó el 25% del total de la MS y se produjo un ahorro de 49 Kg de concentrado por cada 46 Kg de peso ganado.

Cuadro 2. Experimentos de la literatura en que el Suero ha sido utilizado como Fuente de Proteína.

Fuentes Energéticas (FE)	Rango de Peso (Kg)	Gan. de Peso (g/día)	Consumo Suero (l/día)	Consumo FE (Kg/día)	Autores
Banano verde	20-84	380	15.8	2.70	Esnozola y Ledesma (1988).
Maíz	58-90	873	23.7	2.40	Lerner y Wardiello (1964).
Harina de Arroz	16-90	300	19.8	0.38	Arroyo y Gómez (1983).
Avena y Cebada	23-94	595	---	1.15	Landblom y Nelson (1980).
Harina de Cebada	28-50	459	13.38	0.56	Dunkin (1961).
Residuos Cocina	26-51 51-108	590 590	8.5 6.7	7.44 10.18	Cortés y col. (1979).

Cuando el consumo de suero aporta alrededor de 20% de la MS requerida se obtienen velocidades de crecimiento aceptables, pero consumos mayores pueden causar diarrea en cerdos jóvenes, no obstante raramente consumirán más del 20% de la MS ofrecida como suero (Schingoethe, 1976). Al respecto Felipe y col. (1984) afirman que los cerdos alimentados con suero presentan deyecciones semilíquidas durante los ensayos, pero eso no afecta el estado de salud de los mismos.

6. Consumos de Suero líquido

Cortés y col. (1979) sostienen que cuando se usa el suero en combinación con diferentes niveles de concentrado, el consumo diario promedio de suero en la etapa de crecimiento es de 11 litros para un aumento promedio diario de 0.560 Kg, mientras que el consumo promedio diario en la etapa de acabado

es de 16 litros obteniéndose un aumento promedio diario de 0.570 Kg.

En un experimento en el que se utilizó SB y harina de arroz en la alimentación de cerdos, el consumo de suero en litros y en MS fue de 19.82 y 1.19 respectivamente (Arroyo y Gómez, 1983). Ledesma (1984) encontró que los consumos de suero ad-libitum alimentado junto con banano verde o harina de soya, fluctuaron entre 15.7 y 17.1 litros de suero por día.

En experimentos realizados por las universidades de Wisconsin, Illinois y California citados por Schingoetha, (1976) indicaron que los cerdos alimentados con suero más cebada o trigo presentaron un consumo de suero promedio de 8.4 Kg/día mientras el consumo promedio de cebada fue de 3.5 Kg/día. Cuando el maíz reemplazó al trigo o cebada fue requerida alguna proteína adicional para cerdos con peso menor a 70 Kg.

Las respuestas encontradas por algunos autores sobre el consumo de suero se presentan a continuación:

Cuadro 3. Consumos de Suero Encontrados por Diversos Autores Cuando es Suministrado en Conjunto con Concentrado

Autor	Consumo Suero/ Cerdo/día (Litros)	Rango de peso de los cerdos (Kg)
Esnaola y Rosa (1974)	21.6	50-100
Cortés y col. (1979)	13.3	26-92
Arroyo y Gómez (1983)	19.9	16-90
Lerner y González (1973)	22.5	27-90
Ledesma (1984)	16.4	20-90

C. Torta de Soya como Fuente Proteica en la Alimentación del Cerdo

La torta de soya consiste en la semilla de soya la cual es triturada, descascarada, laminada y después desengrasada a una temperatura de 57°C por medio de un solvente químico (hexano) que posteriormente es eliminado. La composición se presenta en el Anexo 2.

Los cerdos en crecimiento que sólo reciben maíz ganan menos de 150 g diarios. Estos mismos cerdos con un suplemento proteínico, ganan más de 450 g diarios. Los cerdos de mayor peso que sólo reciben maíz necesitan unos 100 Kg más de alimento para ganar 50 Kg que los cerdos que comen maíz y un suplemento proteínico. Las pruebas realizadas muestran que 100 Kg de harina de soya pueden permitir el ahorro de 375-450 Kg de maíz (Bundy y col. 1976).

Ledesma (1984) encontró que a medida que disminuye el consumo de suero aumenta el consumo de harina de soya. Para un nivel de consumo de 17 litros por cerdo por día requirió en promedio de 0.184 Kg de harina de soya por cerdo por día para cumplir con los requisitos de proteína del NRC.

III. MATERIALES Y METODOS

A. Localización y Fecha del Estudio

El presente experimento se realizó en la Sección de Cerdos de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, ubicada a 36 Km al este de Tegucigalpa, Honduras; en el periodo comprendido entre Junio de 1989 y Enero de 1990.

B. Tratamientos y Diseño Experimental

Los tratamientos experimentales empleados se describen en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Tratamientos Experimentales Estudiados

Tratamiento	Etapas	Alimento Ofrecido	
		Suero	Concentrado con* % P.C.
I (testigo)	Crecimiento	no	15
	Engorde	no	13
II	Crecimiento	Ad-libitum	13
	Engorde	Ad-libitum	11
III	Crecimiento	Ad-libitum	11
	Engorde	Ad-libitum	9
IV	Crecimiento	Ad-libitum	8**
	Engorde	Ad-libitum	8**

* El concentrado fue ofrecido ad-libitum.

** Concentrado sin harina de soya

Las raciones utilizadas se presentan en el Anexo 3 y

fueron formuladas en el computador con el programa Feed-Master.

En Anexo 4 se presenta la composición de la premezcla de vitaminas y minerales (Premix 400) que fue utilizada en las raciones.

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones, cada repetición constaba de cuatro cerdos (dos hembras y dos machos castrados).

C. Animales y su Manejo

Se utilizaron para el estudio un total de 48 cerdos mestizos (Landrace x Duroc x York) de los cuales 24 eran machos castrados y 24 hembras, con un peso vivo inicial promedio de 25 Kg, los que fueron llevados hasta un peso final promedio de 90 Kg.

Los cerdos fueron distribuidos en base al sexo, peso inicial y origen de la camada en grupos homogéneos de cuatro cerdos cada uno (dos hembras más dos machos castrados) los que fueron ubicados en corrales de 5.3 por 1.4 m. con piso de concreto, comederos automáticos y bebederos de suero hechos en base a un barril de 220 litros el que se partió por la mitad a la redonda.

La etapa de crecimiento se realizó de los 25 a 50 Kg peso vivo y la etapa de engorde de 50 a 90 Kg. Las raciones y el suero fueron suministrados ad-libitum.

Debido a que la planta de productos lácteos no proporcionó el suero a diario sino que los días lunes, miércoles y sábados, se tuvo que preservar el suero agregando 0.1% de Formalina al 40% de modo que la acidez titulable se mantuviera a niveles bajos (0.1 a 0.2).

D. Controles Experimentales

Los cerdos se pesaron al inicio del experimento y luego cada 14 días para estimar las ganancias diarias de peso.

El consumo de suero se midió a diario, de acuerdo a ofrecido y rechazo, el consumo de concentrado se midió cada 14 días.

Los cerdos se beneficiaron al final del experimento para determinar:

- Largo de canal.
- Area del lomo.
- Manto de grasa.
- Rendimiento de canal.

Estos parámetros de evaluación de la canal fueron realizados de acuerdo al método descrito por Lucas (1965).

E. Análisis de Laboratorio

Para tener una idea clara del valor alimenticio de los productos utilizados en el experimento; se hicieron análisis periódicos para el SO determinándose la acidez titulable expresada como ácido láctico, materia seca por el método del

AOAC (1970) y proteína cruda por el método de kjeldahl (AOAC, 1970).

Para el concentrado, se hizo el análisis proximal en las diferentes dietas experimentales, por el método del AOAC (1970)

F. Evaluación Económica de los Resultados

Tomando en cuenta que uno de los objetivos de este estudio era elaborar algunas recomendaciones que hicieran más rentable la explotación porcina, se hizo una comparación económica entre los cuatro tratamientos empleados.

En este análisis económico fueron considerados los costos para cada alimento utilizado y la ganancia de peso para determinar el costo de alimentación por Kg de ganancia y de esta manera poder concluir acerca del mejor tratamiento (más rentable).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

El suero líquido empleado en este experimento contenía 6.5% de MS, 0.83% de PC y 0.26% de Acidez Titulable expresada como Acido Láctico. Todos estos son datos promedios provenientes de seis análisis realizados en diferentes fechas.

Los resultados se presentan divididos para las etapas de crecimiento, engorde y para el período total de experimento

A. Etapas de Crecimiento

Los resultados generales obtenidos en esta etapa se muestran en el Cuadro 5.

1. Ganancia de Peso

Se puede observar que las ganancias de peso presentan cierto grado de variación. Los niveles de proteína descendentes de los tratamientos que recibieron suero Trat. II al IV presentan entre ellos diferencias estadísticas significativas, indicando que cuando se baja de 13% de PC, el suero no es capaz de sustituir la proteína. Sin embargo, niveles de 13% de PC más suero (Trat. II) producen ganancias de 719 g/día que no son estadísticamente diferentes a las del tratamiento testigo sin suero (684 g/día). El Trat. IV en el que el concentrado no contenía harina de soya mostró las

ganancias de peso estadísticamente más bajas (503 g/día) de todos los tratamientos, siendo este valor ligeramente superior al encontrado por Dunkin (1961) 459 g/día cuando se usó SG ad-libitum en una dieta basada en harina de cebada.

Cuadro 5. Resumen de datos Promedio del Ensayo en etapa de Crecimiento

Parámetros	T R A T A M I E N T O S				Error (Estándar)	Efecto Lineal
	I	II	III	IV		
	15% PC	13% PC	11% PC	8% PC		
Número de cerdos	12	12	12	12		
Peso inicial	25.25	25.58	26.0	24.33		
Peso final	51.79	51.92	50.0	51.67		
Días ensayo	39	37	39	55		
Ganancia diaria de peso (g)	684 ab	719 a	618 b	503 c	xxx 17.82	xxx
Consumo de concentrado (Kg)	1.86	1.87	1.75	1.60	ins 0.06	†
Consumo de suero (l)	—	3.37 c	4.59 b	6.52 a	ix 0.63	+++
Consumo de H.S. total (Kg)	1.61	1.85	1.82	1.82	ins 0.04	—
Consumo de P.C. total (g)	268 a	261 a	222 b	175 c	+++ 11.57	+++
Conversión del concentrado	2.72	2.60	2.82	3.18	ins 0.09	—
Conversión del concentrado más suero (H.S.)	2.37 c	2.57 c	2.95 b	3.63 a	xxx 0.13	xxx

ns= No significativo

† = P < 0.05

ix = P < 0.01

+++ = P < 0.001

2. Consumo de Alimento

a. Consumo de Concentrado

En esta etapa no hubo diferencia significativa en consumo

de concentrado para los diferentes tratamientos. Sin embargo, se observa que estos consumos presentan una tendencia a disminuir a medida que disminuye la PC en el concentrado. Esta disminución del consumo de concentrado es compensada con un mayor consumo de suero. El nivel más bajo de consumo de concentrado (Trat. IV) 1.60 Kg/día presentó un consumo mayor de suero por cerdo por día (6.25 l). Se observa una disminución de 0.26 Kg de concentrado entre el Trat. I (testigo) y el Trat. IV sin suplemento proteico. Esto significa que el cerdo consume 14% menos de concentrado.

b. Consumo de Suero Líquido

Los consumos de suero fueron estadísticamente diferentes y variaron entre 3.37 a 6.52 l/día/cerdo en función a la restricción proteínica impuesta a cada tratamiento. A medida que disminuye la PC en el concentrado se observa un aumento en los consumos de suero, siendo este efecto significativamente lineal ($P < 0.001$), (Gráfica de Anexo 5)

c. Consumo de Materia Seca y Proteína Cruda

La suma de los consumos de concentrado y suero expresados en base seca no fueron significativamente diferentes entre los distintos tratamientos. Esto indica de que al menos en términos de MS los menores consumos de concentrado de los tratamientos con los menores niveles de PC son compensados por el mayor consumo de suero.

Estos valores de consumo de MS son similares a los señalados para cerdos del mismo rango de peso (20 a 50 Kg) por el NRC (1986) cuando son alimentados en base a alimentos concentrados. De los consumos de MS señalados, el aporte del SQ expresado en términos porcentuales varió entre 12% para el Trat. II (con 13% PC) a 23% para el Trat. IV (con 8% PC).

Sin embargo, a pesar de que los consumos de suero compensan la MS de los menores consumos de concentrado se observa que hay un efecto lineal que va de acuerdo al contenido proteico del concentrado ofrecido o sea que a menor contenido de PC en el concentrado hubo también un menor consumo de proteína total (Gráfica de Anexo 7). El consumo significativamente más bajo de PC correspondió al Trat. IV (175 g/día) siendo este consumo y el del Trat. III (222 g/día) inferiores al requerimiento promedio de PC de los cerdos entre 25 a 50 Kg que es de 264 g/día. Este déficit proteico explicaría las menores ganancias de peso particularmente obtenidas con estos dos tratamientos. Se observa además que de acuerdo a los requisitos del NRC los Trats. I y II consumieron la cantidad de PC necesitada para esta etapa.

3. Conversión Alimenticia

Al analizar la conversión alimenticia del concentrado más suero en MS se observa que sigue una tendencia similar a las ganancias de peso o sea que los Trats. II, III y IV presentaron eficiencias de conversión significativamente

diferentes entre sí; es decir que al reducir el nivel de PC a menos de 13%, por existir un consumo de proteína que no satisface los requerimientos, se produce una disminución de la eficiencia siendo este efecto significativamente lineal ($P < 0.001$)

B. Etapa de Engorde

El resumen de los resultados obtenidos en esta etapa, se muestran en el Cuadro 6.

1. Ganancia de Peso

En este caso el Trat. I (testigo con 13% de PC) presentó ganancias que no fueron diferentes estadísticamente a las ganancias de los Trats. II y III que recibieron suero y contenían niveles de 11 y 9% de PC en la dieta. Tampoco hubo diferencia significativa entre las ganancias del Trat. IV con 8% de PC y las ganancias de los Trats. II y III con niveles de 11 y 9 % de PC. Cabe hacer resaltar la excelente ganancia obtenida en esta etapa en el Trat. IV (716 g/día) con el concentrado de 8% de proteína. Esto estaría indicando que con cerdos de engorde sería factible reemplazar el 100% de la harina de soya por el suministro a libertad de SQ, obteniendo ganancias de peso que son muy buenas. En este sentido vale resaltar el hecho de que los cerdos del Trat. IV tardaron sólo una semana más en alcanzar el peso final de 90 Kg que los cerdos del Trat. I, testigo (48 días vs. 55 días).

Cuadro 6. Resumen de datos Promedio del Ensayo en etapa de Engorde

Parámetros	T R A T A M I E N T O S				Error Estándar	Efecto Lineal
	I	II	III	IV		
	13% PC	11% PC	9% PC	8% PC		
Número de cerdos	12	12	12	12		
Peso inicial	51.79	51.92	50.0	51.67		
Peso final	92.63	92.42	92.50	91.08		
Días ensayo	48	51	54	55		
Balanza diaria de peso (g)	853 a	800 ab	796 ab	716 b	17.63	††
Consumo de concentrado (Kg)	2.94 a	2.54 a	2.59 a	1.92 b	0.12	††
Consumo de suero (l)	—	6.01 b	9.24 ab	11.73 a	0.96	†††
Consumo de M.S. total (Kg)	2.56	2.61	2.86	2.44	ns	0.07
Consumo de P.C. total (g)	366 a	317 b	303 b	243 c	14.29	†††
Conversión del concentrado	3.44	3.18	3.27	2.68	ns	0.11
Conversión del concentrado más suero (M.S.)	3.0 b	3.26 ab	3.50 a	3.41 ab	0.08	†

ns = No significativo

† = P < 0.05

†† = P < 0.01

††† = P < 0.001

2. Consumo de Alimento

a. Consumo de Concentrado

En esta etapa se observa la misma tendencia que en crecimiento de los consumos de concentrado, a disminuir a medida que se reducía la PC del concentrado (efecto lineal $P < 0.01$). En este caso si se presentó una diferencia significativa, siendo el consumo del Trat. IV (1.92 Kg/día)

significativamente inferior a los restantes tratamientos que fluctuaron entre 2.54 a 2.94 Kg/cerdo/día. La diferencia en consumo de concentrado/día/cerdo entre el Trat. I testigo y el Trat. IV es de 1.02 Kg, indicando que para esta etapa el suero redujo el consumo de concentrado en un 34%, lo que equivale a más del doble de lo encontrado en crecimiento para estos mismos tratamientos, en los cuales la reducción fue 14%

b. Consumo de Suero Líquido

Los consumos de SQ oscilaron entre 6.01 a 11.73 l/día/cerdo. La tendencia de los consumos de suero, es similar a la mostrada en la etapa de crecimiento, es decir que se incrementa a medida que se restringe la proteína en el concentrado ofrecido y este efecto es significativamente lineal ($P < 0.001$) (Gráfica de Anexo 6).

c. Consumo de Materia Seca y Proteína Cruda

Al igual que en crecimiento se muestra que el consumo total de MS presenta diferencias significativas entre tratamientos. Estos consumos de MS fluctuaron muy poco entre los tratamientos que recibieron suero (1.85 a 1.82 Kg de MS/cerdo/día) indicando que los cerdos compensan el menor consumo de concentrado, consumiendo más suero. Estos consumos son normales y comparables a los encontrados por Cortes y col. (1979) para cerdos del mismo peso alimentados con SQ y residuos de cocina. También estos consumos de MS son similares a los señalados por el NRC (1968).

En cuanto al consumo de PC estos se redujeron en forma significativa y lineal a medida que se reduce la PC en el concentrado (Gráfica de Anexo 8). El consumo más bajo de PC (243 g/cerdo/día) se obtuvo con 1 Trat. IV lo que explicaría las menores ganancias de peso obtenidas.

3. Conversión Alimenticia

Al calcular la conversión alimenticia en base a la MS del concentrado más el suero se observa que no hay diferencia entre los Trats. II, III y IV que recibieron suero indicando esto que para esta etapa el suero a pesar de no llenar cuantitativamente los requerimientos de PC, al ser esta proteína de mejor calidad hace que el alimento se use con una eficiencia similar a la del Trat. testigo sin suero.

C. Etapa de Crecimiento-Engorde

Los resultados obtenidos, considerando las dos etapas como un todo, se muestran en el Cuadro 7.

1. Ganancia de Peso

Si vemos los resultados de una manera global es decir incluyendo las dos etapas (crecimiento-engorde), se observa que las ganancias de peso para los Trats. I, II y III (774 g, 765 g y 719 g/día/cerdo) no mostraron diferencia estadística, pero si hay diferencia entre estos y el Trat. IV (609 g/día) que era el que tenía el nivel más bajo de PC. Esta ganancia es parecida a la encontrada por Landblom y Nelson (1980),

quienes usando avena y cebada más SQ ad-libitum obtuvieron, con cerdos de peso similar ganancias de peso de 395 g/día. Sin embargo, otros autores encontraron ganancias inferiores cuando el SQ es usado como único suplemento proteico; Esnaola y Ledesma (1988) informaron ganancias de 380 g/día en una dieta basada en banano verde más suero ad-libitum, ganancias igualmente bajas se obtuvieron cuando se usó harina de arroz más SQ ad-libitum (300 g/día) (Arroyo y Gómez, 1983).

Cuadro 7. Resumen de datos Promedio del Ensayo (ambas etapas)

Parámetros	T R A T A M I E N T O S				Error Estándar	Efecto Lineal
	I	II	III	IV		
Número de cerdos	12	12	12	12		
Peso inicial	25.25	25.58	26.0	24.33		
Peso final	92.83	92.42	92.50	91.08		
Días ensayo	87	87	93	110		
Ganancia diaria de peso (g)	774 a	765 a	719 a	609 b	111 14.46	111
Consumo de concentrado (Kg)	2.45 a	2.26 a	2.23 a	1.77 b	0.091	11
Consumo de suero (l)	—	4.89 c	7.27 b	9.05 a	0.721	111
Consumo de M.S. total (Kg)	2.13	2.29	2.42	2.14	ns 0.051	—
Consumo de P.C. total (g)	321 a	293 b	268 c	209 d	111 12.04	111
Conversión del concentrado	3.16	2.95	3.11	2.90	ns 0.061	—
Conversión del concentrado más suero (M.S.)	2.75 c	2.99 b	3.37 a	3.51 a	111 0.10	111

ns = No significativo

‡ = P < 0.05

†† = P < 0.01

††† = P < 0.001

Estos resultados indican que el SQ líquido puede reemplazar sólo parcialmente la proteína de la dieta y que cerdos consumiendo concentrado con un nivel de 8% de PC más SQ (Trat. IV) no son capaces de llenar los requerimientos proteicos. Sin embargo, este efecto negativo de la dieta sin suplemento proteico es más evidente en la etapa de crecimiento que en la etapa de engorde, lo que se explica por el mayor requerimiento de proteína que el cerdo tiene cuando es más joven.

Todas estas ganancias pueden ser consideradas como muy satisfactorias, si se tiene en cuenta que el suero es un alimento voluminoso. Debido a la variación en la ingestión de suero por cerdo y a la naturaleza del presente estudio, el cual es diferente a los encontrados en la literatura se hace difícil comparar estos datos de ganancia. Pero si es posible comparar las ganancias del Trat. testigo, por ejemplo, estas ganancias son similares a las obtenidas por Esnaola y Rosa (1974) quienes obtuvieron ganancias de 703 g por día en cerdos de engorde (50-100 Kg). También estas ganancias son ligeramente superiores a las obtenidas por Arroyo y Gómez (1983), Cortamira e Isern (1984), Lerner y González (1973).

2. Consumo de Alimento

a. Consumo de Concentrado

Al tomar en cuenta ambas etapas se ve una tendencia similar a las anteriores, donde el consumo de concentrado es

más bajo al disminuir el nivel de PC en el concentrado, siendo este efecto lineal significativo ($P < 0.01$). Estos consumos decrecientes de concentrado se pueden observar en el Gráfico 1 y se explican por el hecho de que el cerdo se ve obligado a consumir niveles crecientes de suero a medida se disminuye la proteína del concentrado para tratar de suplir la deficiencia a que ha sido sometido, presentándose por lo tanto un efecto sustitutivo de concentrado por suero.

b. Consumo de Suero Líquido

Tomando en cuenta ambas etapas los resultados obtenidos en cuanto a consumo de suero para cada tratamiento son estadísticamente diferentes, mostrándose niveles de consumo con una respuesta lineal (Gráfico 1). El mayor consumo de suero (9.05 l/cerdo/día) se produjo en el Trat. IV en una dieta basada en maíz sin suplemento proteico. Este consumo es similar al informado por Schingoethe (1976) que es de 8.4 l por cerdo por día en una dieta en base a cebada sin suplemento proteico.

Otros experimentos muestran que cerdos que reciben el concentrado restringido tienen consumos de suero más altos llegando hasta valores de 22.5 l diarios (Esnaola y Rosa, 1974; Arroyo y Gómez, 1983; Lerner y González, 1973)

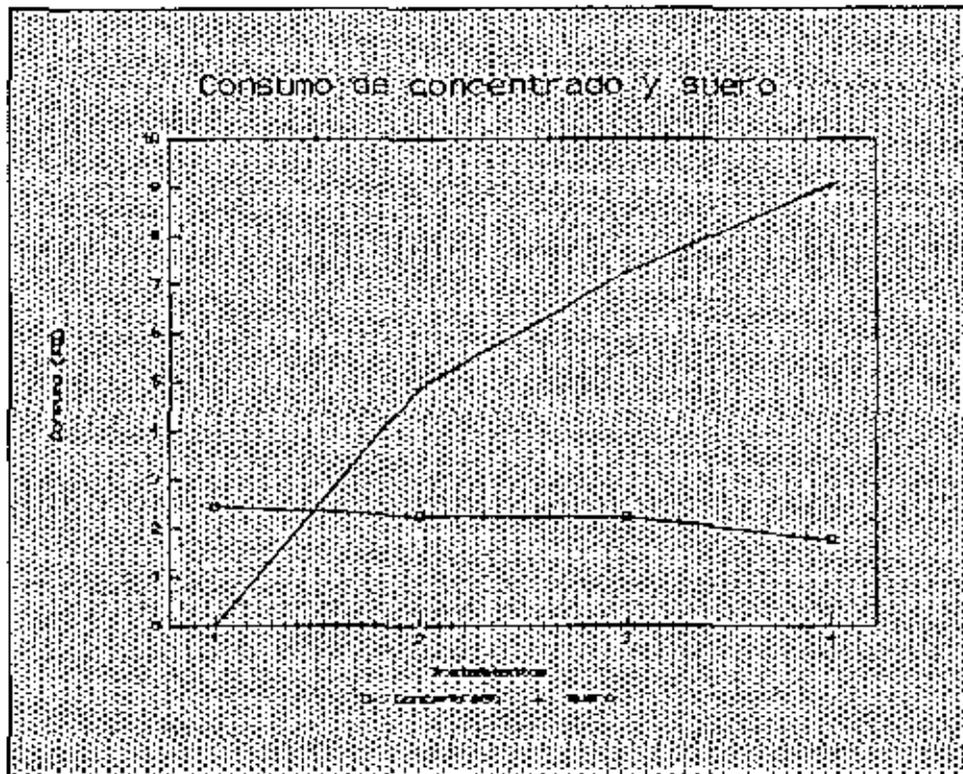


Gráfico 1. Consumo de Suero versus Consumo de Concentrado

c. Consumo de Materia Seca y Proteína Cruda

Los consumos fluctuaron entre 2.13 a 2.42 Kg de MS, no mostrando entre ellos diferencia significativa. Estos valores son comparables a los encontrados por Esnaola y Rosa (1974), Cortes y col. (1979), Arroyo y Gómez (1983), Pokniak y col. (sf) con cerdos del mismo peso alimentados con concentrado y diferentes proporciones de SQ. Así mismo estos consumos de alimento son semejantes a los recomendados por el NRC (1988) y Cullison (1983) de 2.25 y 2.31 Kg de MS/día/cerdo, respectivamente.

Considerando que el SQ es un alimento voluminoso se

podría esperar consumos de MS inferiores. Sin embargo, esto no ocurre y esto es particularmente válido para el Trat. IV que fue el que tuvo los mayores consumos de suero sin que se viera afectado el consumo de MS total en comparación a los demás tratamientos. Esto podría ser explicado porque el BQ, tiene una excelente palatabilidad y es consumido sin problemas. Al respecto Esnaola y Ledesma (1988) usando suero y banano ad-libitum encontraron que los cerdos tenían una alta preferencia por consumir suero en vez de banano.

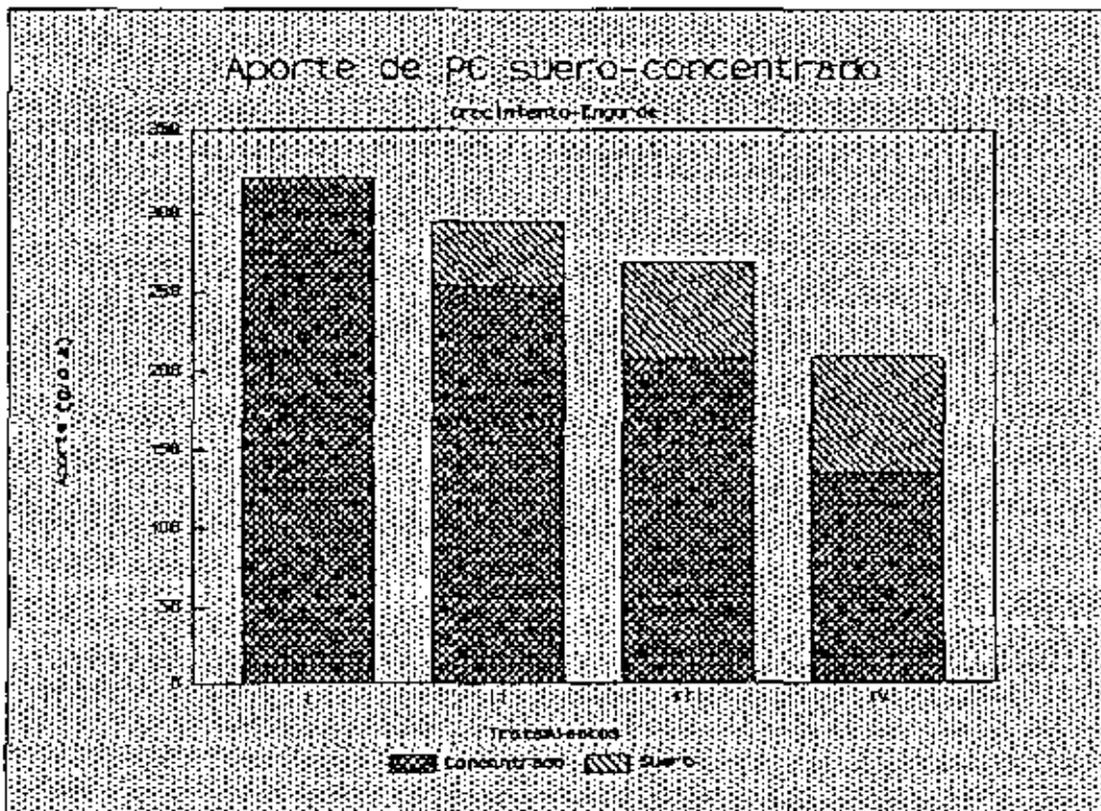


Gráfico 2. Aporte de PC por cada uno de los Alimentos ofrecidos durante las dos etapas

Con respecto a Los consumos de PC para todos los tratamientos se observa que existió una diferencia altamente significativa entre ellos siendo el menor consumo en el Trat. IV sin suplemento proteico (209 g/día). Los consumos de PC aparte de ser estadísticamente diferentes entre los diferentes tratamientos, presentaron una tendencia lineal altamente significativa ($P < 0.001$), a disminuir a medida que se disminuye la PC en el concentrado (Gráfico 2).

El suero suministrado ad-libitum no es capaz por lo tanto de proveer la cantidad de proteína que consumen los cerdos de una dieta normal y esto es debido a que el contenido proteínico del suero es muy bajo.

3. Conversión Alimenticia

Al considerar la conversión alimenticia en base a MS, se observa que al igual que los consumos de PC, existió una tendencia lineal significativa al ser estos menores a medida que disminuye el nivel de PC en la dieta. Esto estaría indicando nuevamente que el suero al no compensar totalmente la cantidad de proteína aportado por el suplemento proteico, se produce una menor eficiencia de conversión de la MS.

D. Características de la canal

En Cuadro B se incluyen los resultados generales de las características de la canal de los cerdos.

Cuadro 8. Características de la Canal

Característica	Unidad	T R A T A M I E N T O S			
		I	II	III	IV
Rendimiento en caliente	ns	81.79	82.52	82.44	82.08
Rendimiento en frío	ns	79.68	80.28	80.68	79.81
Largo de la canal	ns	ca	61.33	61.21	60.88
Área del lomo	iii	ca ²	31.92a	29.33ab	26.42bc
Manto de grasa	ns	ca	2.90	3.25	3.15

Ajustado a 90 Kg por medio del método propuesto por Lucas (1965).

ns = no significativo

iii = $P < 0.001$

1. Rendimientos en Canal

Se puede observar que los rendimientos de canal tanto en caliente como en frío no mostraron diferencia significativa entre tratamientos y están en el rango normal obtenidos en otros estudios en la EAP. (Flores, 1989; Esnaola y Mayen, 1988). Al respecto se esperaba que pudiera presentarse una disminución en los rendimientos a medida aumentaban los consumos de suero por producirse en los cerdos de estos tratamientos un mayor desarrollo del tracto digestivo por el mayor grado de voluminosidad de la dieta. Sin embargo, este efecto no se observó.

2. Largo de la Canal

No hubo diferencia significativa en el largo de la canal y los resultados encontrados son similares a los informados por Barber y col. (1977) en un estudio hecho con suero dulce versus suero ácido.

3. Area del lomo

La variable área del lomo o chuleta, medida a la altura de la décima costilla, mostró una diferencia estadística altamente significativa ($P < 0.001$) entre tratamientos y un efecto lineal también significativo. Se observa que esta área disminuye a medida que disminuye el contenido de PC de la dieta. Esto se explica al considerar que las proteínas aportan los materiales moleculares básicos a partir de los cuales se forma el tejido muscular. Un efecto similar fue informado por Esnaola y Ledesma (1988) quienes observaron que cerdos alimentados con banano de deshecho y suero ad-libitum tenían áreas de lomo significativamente menores a cerdos que recibieron además del suero distintos niveles de harina de soya en su dieta.

4. Manto de grasa

Los valores promedio de grasa dorsal variaron entre 2.90 a 3.28 cm no presentando diferencias significativas. Estos valores son similares a los encontrados por Olsen y Rodríguez (1973) cuando se usaron dos niveles de concentrado más SQ. Sin embargo, Esnaola y Rosa (1973) encontraron valores superiores cuando se reemplazó el concentrado por SQ. El valor de manto de grasa encontrado para el Trat. IV sin suplemento proteico es similar al encontrado por Cortéz y col. (1979) 3.3 cm, cuando se alimentó con residuos de cocina y SQ ad-libitum.

De acuerdo a los valores obtenidos el uso de dietas con valores decrecientes de PC más suero ad-libitum no afecta significativamente el manto de grasa ya que los resultados de este estudio se encuentran dentro de los niveles informados por Hale y col. (1967); Bowland y Standish (1966) que son de 3.0 a 4.0 cm.

E. Evaluación Económica de los Resultados

1. Etapa de Crecimiento

En Cuadro 9 se presenta un resumen de los cálculos económicos que están basados en costos de Lp. 0.02/1 de este valor, el costo del suero representa la mitad (Lp. 0.01/1) y la otra parte la constituye el costo de la formalina utilizada como preservante (Lp. 0.01/1).

Cuadro 9. Análisis Económico para la etapa de Crecimiento

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Ganancia/cerdo/día	0.683	0.719	0.618	0.502
<u>kg. de alimento día/cerdo</u>				
concentrado	1.86	1.87	1.75	1.60
suero	—	3.37	4.39	6.52
<u>Costo/día alimento (lp)</u>				
Concentrado	1.45	1.40	1.25	1.07
Suero más formalina	—	0.06	0.09	0.12
Costo de alimentación/día	1.45	1.46	1.34	1.19
Costo/Kg de ganancia	2.12	2.03	2.17	2.37
Costo relativo/Kg de ganancia	104	100	107	117

Usando los parámetros de ganancia de peso y consumo de alimento se determinó el costo de alimentación por Kg de ganancia de peso. Para esta etapa se encontró que el Trat. II fue el que presentó el costo más bajo de Lp. 2.03 por Kg de cerdo producido seguido por el costo del Trat. testigo (Trat. I) Lp. 2.12. Bajo las condiciones de costo por litro de suero fijado se observa que en general los tratamientos que recibieron SQ no fueron más económicos que el tratamiento testigo a excepción del Trat. II. Esto es debido a que durante esta etapa los Trats. III y IV tuvieron un comportamiento inferior y a que el uso de la formalina como preservante incrementa los costos (Lp. 0.01/l de suero).

2. Etapa de Engorde

Para la etapa de engorde siguiendo la misma metodología se observa en Cuadro 10 que bajar la PC a 6% (Trat. IV) en la dieta de engorde es lo más recomendable económicamente, ya que permite un ahorro en los costos de alimentación por Kg de ganancia de Lp. 0.48 cuando es comparada al tratamiento testigo, esto equivale a una disminución del 23% de los costos. En general los tratamientos que incluyeron SQ fueron en esta etapa más económicos porque presentaron mejor comportamiento biológicos.

Cuadro 10. Análisis Económico para la etapa de Engorde

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Ganancia/cerdo/día	0.833	0.800	0.796	0.717
<u>kg de alimento día/cerdo</u>				
concentrado	2.94	2.54	2.57	1.92
suero	—	6.01	9.24	11.73
<u>Costo/día alimento (lp)</u>				
Concentrado	2.19	1.82	1.77	1.28
Suero más formalina	—	0.11	0.17	0.22
Costo de alimentación/día	2.19	1.93	1.94	1.50
Costo/Kg de ganancia	2.57	2.41	2.44	2.09
Costo relativo/Kg de ganancia	123	115	117	100

3. Etapa de Crecimiento-Engorde

Cuadro 11. Análisis Económico ensayo para Crecimiento y Engorde.

	Tratamientos			
	1	2	3	4
Ganancia/cerdo/día	0.774	0.765	0.719	0.609
<u>kg de alimento día/cerdo</u>				
concentrado	2.45	2.26	2.23	1.77
suero	—	4.89	7.27	9.05
<u>Costo/día alimento (lp)</u>				
Concentrado	1.84	1.63	1.54	1.18
Suero más formalina	—	0.09	0.14	0.17
Costo de alimentación/día	1.84	1.72	1.68	1.35
Costo/Kg de ganancia	2.38	2.25	2.34	2.22
Costo relativo/Kg de ganancia	107	101	105	100

En Cuadro 11 se observa que los costos más bajos los presentan los tratamientos 2 y 4 lo que significa que es posible reducir la PC de los concentrados hasta 13% en

crecimiento y 11% en engorde o bien proporcionar una dieta con 8% de PC a lo largo de las 2 etapas. Cabe mencionar que a pesar de que el Trat. IV presenta una ligera ventaja sobre el Trat. II, los cerdos de este tratamiento tardaron menos tiempo en llegar al peso de mercado (85 vs. 107 días).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede concluir que:

1. Para cerdos de crecimiento y engorde el uso de SQ suministrado ad-libitum permite reducir la cantidad de PC del concentrado hasta 11% para la etapa de crecimiento y 9% para la etapa de engorde, es decir, que se puede bajar cuatro unidades del nivel normal lo que equivale a un reemplazo de la harina de soya de un 69%.
2. La utilización del SQ como único suplemento proteico de una dieta basada en maíz, melaza y aditivos, con 8% de PC produce ganancias de peso promedios de 609 g/día siendo estas ganancias aún mejores para la etapa de engorde (716 g/día).
3. La restricción impuesta en el consumo de PC provoca incrementos lineales en el consumo de suero y una relación inversa en el consumo de concentrado.
4. Los resultados obtenidos en cuanto a evaluación de la calidad de la canal, muestran que la alimentación con distintos niveles proteicos de las dietas más SQ, no afectan los parámetros de rendimiento de la canal, largo

de la canal y grasa dorsal. Lo contrario se observó en el caso del área del lomo que presentó una tendencia a disminuir a medida que se disminuía la PC de los concentrados.

5. Económicamente lo recomendable sería reducir la PC de la dieta a niveles de 13% para crecimiento y 8% para engorde. Sin embargo, bajo ciertas condiciones de precios puede ser posible mantener un nivel de 8% de PC en el concentrado a lo largo de las dos etapas y continuar siendo económico.
6. Estos resultados económicos obtenidos para este estudio pueden variar en otros casos, dependiendo del costo del suero y del costo de otros suplementos proteicos alternativos.

VI. RESUMEN

Con el objeto de obtener información acerca de la posibilidad de disminuir la proteína cruda (PC) de la dieta para cerdos se midió el efecto de suministrar suero de queso (SQ) ad-libitum y concentrados con distintos niveles de PC. Se utilizaron un total de 48 cerdos (hembras y machos castrados) híbridos de Landrace, Duroc y York de aproximadamente 25 Kg de peso vivo inicial, los cuales fueron distribuidos de acuerdo al sexo, peso inicial y origen de la camada en 4 tratamientos en un diseño de Bloques Completos Al Azar. Los tratamientos fueron: I Ración testigo, que contenía los niveles normales de proteína, 15% y 13% en crecimiento y engorde. Los demás tratamientos recibieron SQ ad-libitum más una ración conteniendo: 13 y 11 (II), 11 y 9 (III), 8 y 8 (IV)% de PC para las etapas de crecimiento y engorde respectivamente. La ración del tratamiento IV era basada en maíz. Los cerdos fueron beneficiados a los 90 Kg y se hizo una evaluación de la canal. Los principales resultados obtenidos del tratamiento I al IV fueron: Ganancia diaria (g/día): 774a; 765a; 719a; 609b. Consumo de concentrado (Kg/día): 2.43a; 2.26a; 2.23a; 1.77b. Consumo de SQ (l/día): 0; 4.89c; 7.27b; 9.05a. Consumo de MS total (Kg/día): 2.13b; 2.29ab; 2.42a; 2.14ab. Las ganancias significativamente menores del

tratamiento IV se deben a que los cerdos con sólo SQ no alcanzaron a llenar los requerimientos de PC. Los consumos diarios de concentrado y SQ presentaron efectos lineales significativos y una relación inversa con los niveles de PC en el concentrado. Los parámetros de calidad de la canal no presentaron diferencias significativas a excepción del área del lomo, que se mantuvo en relación directa al consumo de proteína. Se concluye que el SQ es un elemento valioso que puede sustituir una buena parte del suplemento proteico de la dieta de cerdos de crecimiento y engorde. Los resultados económicos muestran que los costos de alimentación por Kg de ganancia de peso más bajos considerando tanto la etapa de crecimiento como la de engorde, se presentaron en los Trats. II y IV respectivamente lo que equivale a decir que es posible reducir la PC del concentrado a niveles de 13% para crecimiento y 8% para engorde.



VII. BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, R.D. 1987, Composition of byproducts and unusual feedstuffs. Brentwood Bay, Canada.
- ARC. 1981, The nutrient requirements of pigs, technical review by an Agricultural Research Council Working Party. 307 pp.
- ARROYO, R.A. y GOMEZ, F. 1983, Utilización de suero de queso y harina de arroz en la alimentación de cerdos. Memoria A.L.P.A. NR-6.
- ASSOCIATION OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST. 1970, Official methods of analysis of the A.O.A.C. 11th ed. Washington D.C.
- ✓ BARBER, R.S., BRAUDE, R., MITCHELL, K.G. y PITTMAN, R.J. 1978, The nutritive value of liquid whey, either sour or sweet, when given in restricted amounts to the growing pig. *Animal Feed Science and Technology* 3:163-177.
- BOWLAND, J.P. y STANDISH, J.F. 1966, Influence of fasting, water deprivation and stress on carcass shrink of pigs and rats, *Journal of Animal Science* 25(2):377-380.
- BRAUDE, R. CLARKE, P.M. y MITCHELL, K.G. 1957, Unrestricted whey for fattening pigs. *Journal of Agricultural Science*, 49(3):347-356
- BUNNY, C.E., DIGGINS, R.V. y CHRISTENSEN, V.W. 1976, Producción porcina. Trad. del inglés por Manuel Barberan Roda. México, Continental.
- CHURCH, D.C. y POND, W.G. 1987, Fundamentos de nutrición y alimentación de animales. trad. del inglés por Luis Jorge Pérez Calderón, México, Limusa.
- KANSAS. 1972, Swine nutrition guide, Cooperative Extension Service, Kansas State University, Manhattan. 27 pp
- CORTAMIRA, O. e ISERN, S., 1985, Suero de queso con distintos niveles de alimentación suplementaria para cerdos en engorde. *Revista Argentina de Producción Animal*. 5(7-8):391-399.

- CORTES, M.L., MONCADA, A. y CASTILLO, J., 1979, Utilización de suero de queso y residuos de cocina en alimentación porcina. *In* Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Compendios. Panamá, pp NR-26-NR-28.
- CORTES, M.L. MONCADA, A. y OWEN, A., 1979, Utilización de suero de queso en combinación con diferentes niveles de concentrado para cerdos en crecimiento y acabado. *Revista ICA (Colombia)* 14(1):13-24.
- CULLISON, A.E. 1983, Alimentos y alimentación de animales. Trad. de la 1era. ed. inglesa por René Ledezma. México, DIANA.
- DUNKIN, A.C. 1961, A Comparison of barley meal, meat meal, and dried buttermilk, fed alone and in various combinations, as supplements to whey for fattening pigs. *New Zealand Journal of Agricultural Research.* 4(1):45-56.
- FAO, 1985, Manual de elaboración de quesos. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería para América Latina, Manual correspondiente al módulo III-B, Santiago.
- ESNAOLA, M.A., 1969, Utilización del suero industrial de queso en la alimentación de cerdos de engorda. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Circular Informativa N° 25; Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile, 5 p.
- ESNAOLA, M.A. y ROSA, J.G. 1974, Comportamiento y calidad de la canal de cerdos alimentados con cantidades ilimitadas de suero bajo distintos niveles de restricción de concentrado. *Agricultura Técnica (Chile)* 34(2):84-88.
- ESNAOLA, M.A. y LEDESMA, E. 1988, Suero de queso y torta de soya como suplemento para cerdos alimentados con fruto de banano verde. *Deiba, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras.* 29(1):61-76.
- ESNAOLA, M.A. y MAYEN, R. 1988, Comportamiento y características de canal de cerdos alimentados con altos niveles de melaza en la dieta. *En XVII Convención Internacional de la A.G.E.A.P., Jornadas técnicas. 19-23 de Oct. 1988. Teg., D.C. Honduras.*
- FEIPPE, A. MONDELLI, M. y RUIZ de FARCILLI, I. 1984, Utilización del suero de queso en la alimentación de cerdos en crecimiento. *Investigaciones Agronómicas, Uruguay,* 5(1):46-48

- FLORES, R.A. 1989, Comportamiento y calidad de canal de cerdos alimentados con distintos niveles de coquito integral de palma africana. Tesis Ing. Agr. EAP, El Zamorano, Honduras. 49 p.
- GÖHL, B. 1981, Tropical feeds; feed information summaries and nutritive values. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Animal Production and Health. series No. 12.
- HALE, O.M., JOHNSON, J.C. y SOUTHWELL, B.L. 1967, Influence of dietary protein level on performance and carcass traits of swine, University of Georgia, Department of Animal Science, Bulletin 13, 15 pp.
- JENSEN, A.H. 1987, Dietary nutrient allowances for swine. University of Illinois, Análisis Table, pp 16-18.
- KOSIKOWSKI, F. 1977, Cheese and fermented milk foods. 2^a ed. New York.
- KRIDER, J.L. 1969, Alimentación de los cerdos, los subproductos lácteos en la alimentación del cerdo. Revista de la Asociación Argentina de criadores de cerdos, 48(557):15-23
- LANDBLOM, D.G. and NELSON, J.L. 1980, Using whey in swine growing finishing rations. N. D. Farm Res. 37(5).4.
- LEDESMA, E.E. 1984, Efecto del suero de leche y su interacción con torta de soya sobre el crecimiento de cerdos alimentados con banano verde. Tesis Ing. Agr. Turrialba, Costa Rica. 74 pp.
- LENER, J.T. y NARDIELLO, R. 1964, El suero en la alimentación del ganado porcino. Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Informe Técnico No. 28. 17 p.
- LENER, J.T. y GONZ LEZ, H. 1973, El suero de queso en la alimentación del cerdo para carne. Revista de la Asociación Argentina de criadores de cerdos 614:19-23.
- LUCAS, L.E. 1963, Selection and crossbreeding for the pork producer, Extension Service, University of Nebraska College of Agriculture and home economics and U.S. department of agriculture cooperating, 6 pp.
- MAYNARD, L.A., LOOSLI, J.K., HINTZ, H.F. y WARNER, R.G. 1979, Nutrición animal, trad. de la 7^a ed. inglesa por Alfonso Ortega Said. México, Mc Graw Hill.

- MINUT, J. 1951, Elaboración de quesos. Córdoba, Argentina, Ateneo.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1988, Nutrient requirements of swine, 9th ed. Washington, D.C. National Academy of Sciences, 93 pp.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1980, Necesidades nutritivas del cerdo, trad. de la 7a ed. inglesa por Ines Pardaí, Argentina, Hemisferio Sur, 68 pp.
- OLSEN, C.E. y RODR GUEZ, N.S.M., 1973, El suero de queso en la alimentación del cerdo en crecimiento-terminación. Informe Técnico N° 119. República Argentina, INTA, 10 p.
- PEREZ, A. 1982, Soya Noticias, soya en la nutrición humana. Asociación Americana de Soya, año XI, N° 146.
- POKNIAK, J., CORNEJO, S. y BONADIO, M. sf, Suero fresco de quesería en raciones para cerdos en engorda. Universidad de Chile, 11 pp.
- POND, W.G. y MANER, J.H. 1974, Producción de cerdos en climas templados y tropicales. Trad. de la 1era. ed. inglesa por Pedro Ducar. Zaragoza, España, Acribia.
- POND, W.G. y MANER, J.H. 1984, Swine production and nutrition. AVI, Westport Connecticut.
- *POVEDA, H.C. y MONCADA, B.A. 1982, Utilización del suero de queso en la alimentación del cerdo. Avicultura Colombiana. Noviembre-Diciembre 9-11.
- REVILLA, A. 1977, Alimentos para uso animal, Honduras, RTAC-EAP.
- REVILLA, A. 1985, Tecnología de la leche. 2ª ed. San José, Costa Rica, IICA.
- SCHINGSOETHE, D.J. 1976, Whey utilization in animal feeding: A summary and evaluation. Journal of Dairy Science, 59:556-570
- SMITH, K. 1977, Soybean meal: production, composition and utilization, American Soybean Assn, Hudson, IOWA,
- √SPREER, E. 1975, Lactología industrial. Trad. de la 2ª ed. alemana por José R. Muñoz de Arenillas, Zaragoza, Acribia.

- VEISSEYRE, R. 1972, Lactología técnica. Trad. de la 2.ª ed. francesa por Justino Burgos y José Luis Teresa Heredia, Zaragoza, Acribia.
- WEBB, E.H., JOHNSON, A.H. y ALFORD, J.A. 1974, Fundamentals of dairy chemistry. AVI, Westport Connecticut.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Requerimiento nutritivo de los cerdos alimentados ad-libitum (90% de materia seca).

Niveles de consumo y rendimiento	Peso vivo	
	20-50	50-100
Ganancia de peso esperada (g/día)	700	820
Consumo de alimento esperado (g/día)	1900	3110
Eficiencia esperada (ganancia/alimento)	0.368	0.264
Eficiencia esperada (alimento/ganancia)	2.71	3.79
Consumo de energía digestible (Kcal/día)	6460	10,570
Proteína (%)	15	13
Calcio (%)	0.60	0.50
Fósforo, total (%)	0.50	0.40
Fósforo, disponible (%)	0.23	0.15

Fuente: NRC (1988)

Anexo 2. Composición Nutricional de la Harina de Soya.

<u>NUTRIENTE</u>	<u>APORTE NUTRICIONAL</u>
Proteína	44-48%
Fibra cruda	5.5-7.3%
Extracto Etéreo	1.1-4.1%
ED Cerdos	3490-3550Kcal/Kg
Ca	0.30%
P	0.65%
Mg	0.29%
Fe	140 mg/Kg
Mn	30.6 mg/Kg
Cu	23.0 mg/Kg
Tiamina	6.0 mg/Kg
Riboflavina	2.9 mg/Kg
Ac. Pant.	16.3 mg/Kg
Biotina	0.32 mg/Kg
Ac. Fólico	0.6 mg/Kg
Niacina	28.0 mg/Kg
Colina	2609 mg/Kg
Metionina	0.52%
Cistina	0.66%
Lisina	2.90%
Triptofano	0.64%

Fuente: NRC (1988)

Anexo 3. Composición nutricional de las diferentes dietas

Ingrediente	% de FC en la Dieta				
	15%	13%	11%	9%	8%
Maíz	68.60	74.00	79.33	84.66	87.19
Melaza	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
H. soya	18.69	13.31	7.93	2.55	—
Sal común	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Fósforo 18	1.66	1.70	1.74	1.77	1.79
Carbonato Ca	0.48	0.49	0.50	0.52	0.52

Composición Química de las Distintas Dietas Experimentales*

% FC Esperado	15	13	11	9	8
% FC Análisis	14.37	12.47	10.51	8.76	7.58
MS (%)	86.90	86.96	87.21	87.53	87.44
Fibra Cruda (%)	0.80	0.91	0.86	0.73	0.68
EE (%)	2.73	3.06	2.81	4.25	3.51
Cenizas (%)	5.80	5.96	5.50	5.36	5.00

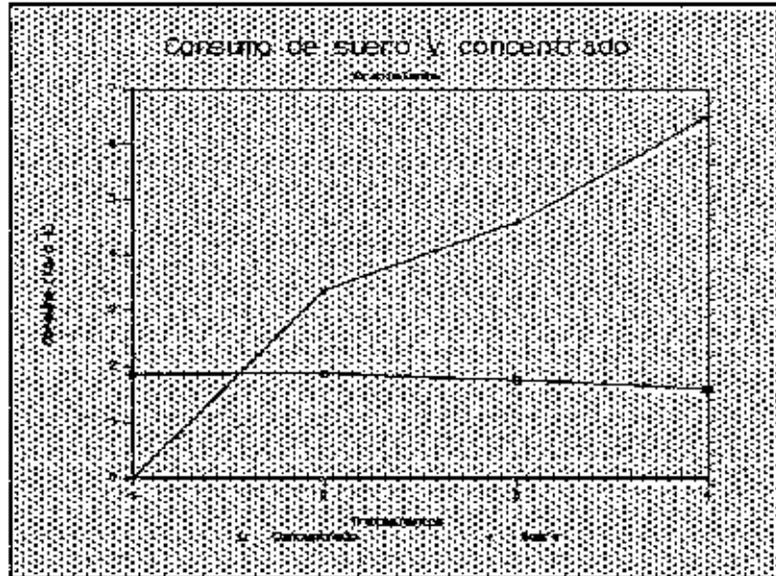
* Valores promedio de varios análisis hechos en diferentes fechas del experimento

Anexo 4. Composición de la mezcla de Vitaminas y Minerales
(PREMIX 400).

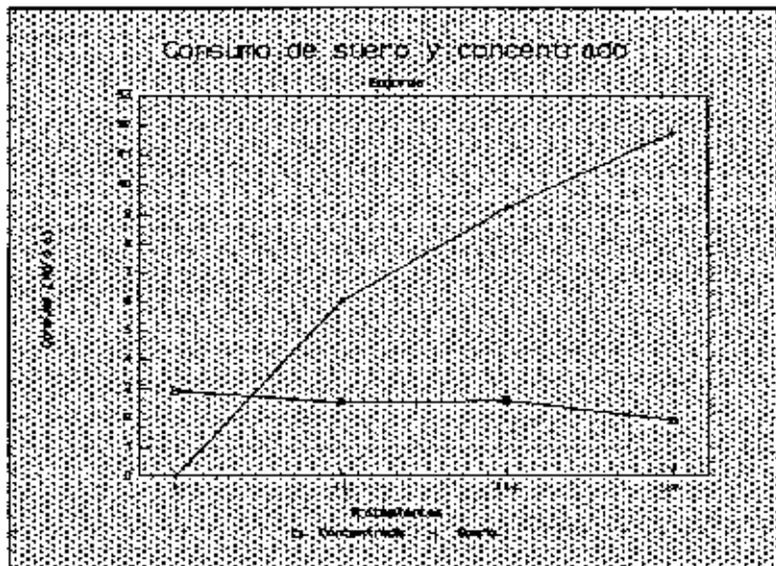
Cada 2.273 Kg Contienen:

Vitamina A	4.000.000	UI
Vitamina D ₃	1.500.000	UI
Vitamina E	2.000	UI
Cloruro de Colina	200.000	mg
Zinc	69.916	mg
Metionina	56.750	mg
Hierro	45.400	mg
Manganeso	39.952	mg
Etoxiquina o BHT	22.700	mg
Niacina	17.500	mg
Terramicina	10.000	mg
Acido Pantoténico	8.000	mg
Mycoban	4.540	mg
Cobre	3.859	mg
Riboflavina	2.500	mg
Vitamina K ₃ Menadiona	2.000	mg
Iodo	1.498	mg
Cobalto	227	mg
Acido Fólico	100	mg
Selenio	90	mg
Vitamina B ₁₂	20	mg

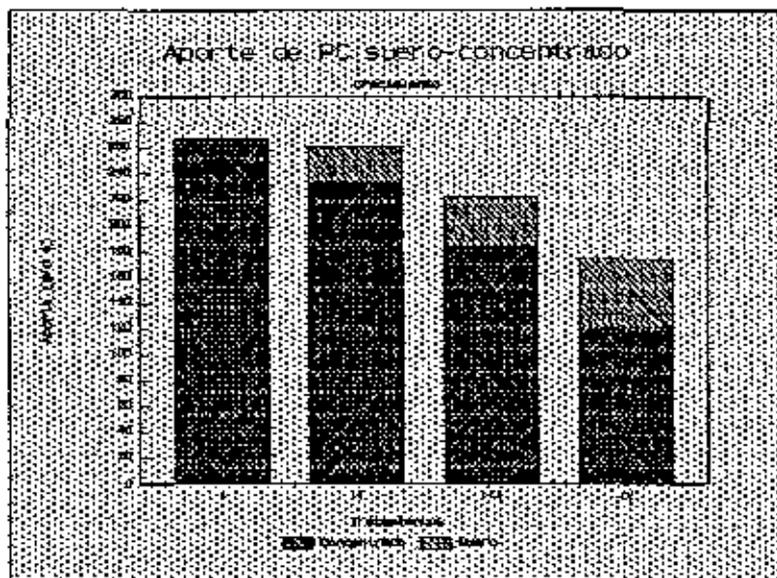
Anexo 5. Respuesta del consumo de concentrado y suero para la etapa de crecimiento.



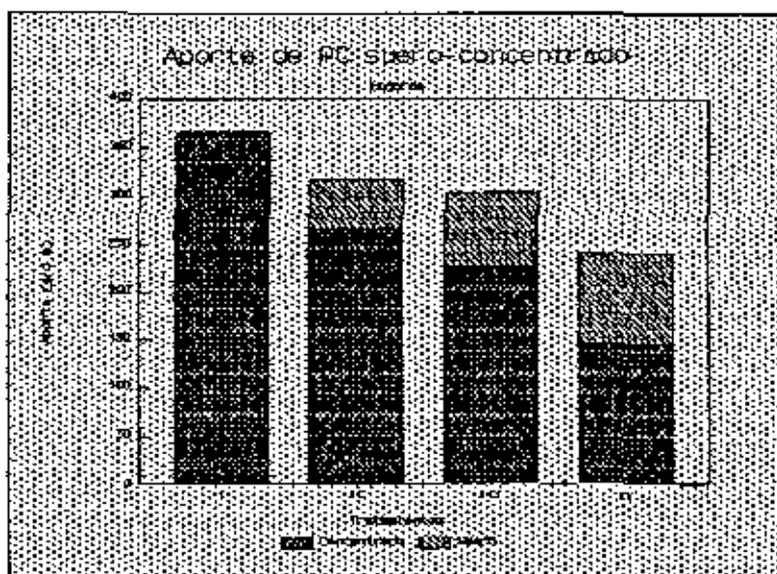
Anexo 6. Respuesta del consumo de concentrado y suero para la etapa de engorde.



Anexo 7. Aporte de PC por los diferentes alimentos ofrecidos en la etapa de crecimiento.



Anexo 8. Aporte de PC por cada uno de los alimentos ofrecidos durante la etapa de engorde



Anexo 9. Análisis de Varianza para la variable Ganancia Diaria en Crecimiento (g)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	324555.58	108185.19	13.67***
Repeticiones	11	130196.92	11836.08	1.50ns
Error	33	261229.42	7916.04	
Total	47	715981.92		

*** =Altamente Significativo

ns =No Significativo

CV =14.11%

Anexo 10. Análisis de Varianza para la variable Ganancia Diaria en Engorde (g)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	115024.06	38341.35	3.73*
Repeticiones	11	247098.23	22463.48	2.19*
Error	33	339161.19	10277.61	
Total	47	701283.48		

* =Significativo al 5% de Probabilidad

CV=12.81%

Anexo 11. Análisis de Varianza para la variable Ganancia de peso (g/día)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	207556.23	69185.41	14.30***
Repeticiones	11	104247.56	9477.05	1.96ns
Error	33	159632.52	4837.35	
Total	47	471436.31		

*** =Altamente Significativo

ns =No Significativo

CV =9.70%

Anexo 12. Análisis de Varianza para la variable Consumo de Concentrado/Cerdo/día en Crecimiento

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	0.14	0.05	2.35ns
Repeticiones	2	0.15	0.08	3.78ns
Error	6	0.12	0.02	
Total	11	0.42		

ns =No Significativo

CV =8.09%

Anexo 13. Análisis de Varianza para la variable Consumo de Concentrado/Cerdo/día en Engorde

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	1.60	0.53	11.31**
Repeticiones	2	0.08	0.04	0.82ns
Error	6	0.28	0.05	
Total	11	1.96		

** =Significativo al 1% de Probabilidad

CV =8.69%

Anexo 14. Análisis de Varianza para la variable Consumo de concentrado/Cerdo/día (Kg)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	0.73	0.245	7.03*
Repeticiones	2	0.01	0.007	0.21ns
Error	6	0.21	0.035	
Total	11	0.96		

*= Significativo al 5% de probabilidad

ns= No Significativo

CV= 8.58%

Anexo 15. Análisis de Varianza para la variable Consumo de Suero/Cerdo/día en Crecimiento

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	2	15.13	7.56	30.68**
Repeticiones	2	12.75	6.37	25.86**
Error	4	0.99	0.25	
Total	8	28.86		

** =Significativo al 1% de Probabilidad

CV =10.29%

Anexo 16. Análisis de Varianza para la variable Consumo de Suero/Cerdo/día en Engorde.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	2	49.29	24.64	10.47*
Repeticiones	2	7.12	3.56	1.51ns
Error	4	9.41	2.35	
Total	8	65.82		

* =Significativo al 5% de Probabilidad

ns =No Significativo

CV =17.06%

Anexo 17. Análisis de Varianza para la variable Consumo de suero/Cerdo/día.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	2	26.14	13.071	27.08**
Repeticiones	2	9.30	4.648	9.63*
Error	4	1.93	0.483	
Total	4	37.37		

* =Significativo al 5% de probabilidad

**=Significativo al 1% de probabilidad

CV=9.83%

Anexo 18. Análisis de Varianza para la variable Consumo de Suero más Concentrado MS en Crecimiento

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	0.11	0.04	3.10ns
Repeticiones	2	0.05	0.03	2.32ns
Error	6	0.07	0.01	
Total	11	0.23		

ns =No Significativo

CV =6.01%

Anexo 19. Análisis de Varianza para la variable Consumo de Suero más Concentrado MS en Engorde

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	0.28	0.09	4.39ns
Repeticiones	2	0.16	0.08	3.70ns
Error	6	0.13	0.02	
Total	11	0.56		

ns =No Significativo

CV =5.54%

Anexo 20. Análisis de Varianza para la variable Consumo de Suero más Concentrado MS (Crecimiento-Engorde)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	0.17	0.06	2.89ns
Repeticiones	2	0.03	0.02	0.75ns
Error	6	0.12	0.02	
Total	11	0.33		

ns =No Significativo

CV =6.33%

Anexo 21. Análisis de Varianza para la variable Aporte de PC del Suero más Concentrado en Crecimiento.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	16210.92	5403.64	43.41***
Repeticiones	2	705.17	352.58	2.83ns
Error	6	746.83	124.47	
Total	11	17662.92		

*** =Altamente Significativo
ns =No Significativo

CV =4.82%

Anexo 22. Análisis de Varianza para la variable Aporte de PC del Suero más Concentrado en Engorde.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	22941.58	7647.19	26.04***
Repeticiones	2	2261.17	1130.58	3.85ns
Error	6	1762.17	293.69	
Total	11	26964.92		

*** =Altamente Significativo
ns =No Significativo

CV =5.57%

Anexo 23. Análisis de Varianza para la Variable Aporte de PC Total (Suero más Concentrado) (g/día)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	20291.67	6763.89	43.09***
Repeticiones	2	522.17	261.08	1.66ns
Error	6	941.83	156.97	
Total	11	21755.67		

ns =No significativo
*** =Altamente significativo

CV =4.59%

Anexo 24. Análisis de Varianza para la variable Eficiencia de Conversión del Concentrado seco al aire para la etapa de Crecimiento

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	0.56	0.19	4.70ns
Repeticiones	2	0.19	0.10	2.41ns
Error	6	0.24	0.04	
Total	11	1.00		

ns =No Significativo

CV =7.06%

Anexo 25. Análisis de Varianza para la variable Eficiencia de Conversión del Concentrado seco al aire para la etapa de Engorde.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	0.96	0.32	3.76ns
Repeticiones	2	0.01	0.003	0.04ns
Error	6	0.51	0.09	
Total	11	1.48		

ns =No significativo

CV =9.28%

Anexo 26. Análisis de Varianza para la variable Eficiencia de conversión del concentrado (seco al aire)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	0.10	0.033	0.86ns
Repeticiones	2	0.04	0.018	0.48ns
Error	6	0.23	0.038	
Total	11	0.36		

ns =No Significativo

CV =7.38%

Anexo 27. Análisis de Varianza para la variable Eficiencia de Conversión del Concentrado más Suero MS para la etapa de Crecimiento.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	2.76	0.92	50.93***
Repeticiones	2	0.02	0.01	0.47ns
Error	6	0.11	0.02	
Total	11	2.89		

*** =Altamente Significativo

ns =No Significativo

CV =4.67%

Anexo 28. Análisis de Varianza para la variable Eficiencia de Conversión del Concentrado más Suero MS en Engorde.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	0.58	0.19	4.82*
Repeticiones	2	0.02	0.01	0.20ns
Error	6	0.24	0.04	
Total	11	0.84		

* =Significativo al 5% de Probabilidad

ns =No Significativo

CV =6.05%

Anexo 29. Análisis de Varianza para la variable Eficiencia de Conversión Suero más Concentrado (Crecimiento-Engorde)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	1.10	0.37	15.40**
Repeticiones	2	0.00	0.00	0.02ns
Error	6	0.14	0.02	
Total	11	1.24		

** =Significativo al 1% de Probabilidad

ns =No Significativo

CV =4.88%

Anexo 30. Análisis de Varianza para la variable Rendimiento Canal Caliente (%)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	4.09	1.36	0.86ns
Repeticiones	11	30.19	2.74	1.73ns
Error	33	52.23	1.58	
Total	47	86.51		

ns =No Significativo

CV =1.53%

Anexo 31. Análisis de Varianza para la variable Rendimiento Canal Frío (%)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	7.43	2.48	1.73ns
Repeticiones	11	29.63	2.69	1.88ns
Error	33	47.40	1.44	
Total	47	84.46		

ns =No Significativo

CV =1.50%

Anexo 32. Análisis de Varianza para la variable Largo de Canal (cm)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	1.69	0.563	0.10ns
Repeticiones	11	98.19	8.926	1.57ns
Error	33	187.44	5.680	
Total	47	287.31		

ns =No Significativo

CV =2.94%

Anexo 33. Análisis de Varianza para la variable Area del Lomo
(cm²)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	290.23	96.74	7.64***
Repeticiones	11	64.73	5.88	0.46ns
Error	33	418.02	12.67	
Total	47	772.98		

*** =Altamente Significativo

ns =No Significativo

CV =12.55%

Anexo 34. Análisis de Varianza para la variable Manto de Grasa
(cm)

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor F
Tratamientos	3	0.16	0.05	2.82ns
Repeticiones	11	0.26	0.02	1.29ns
Error	33	0.62	0.02	
Total	47	1.04		

ns =No Significativo

CV =11.04%

Anexo 35. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Ganancia Diaria en Crecimiento.

	LINEAL	CUADRATICO
Suma de Cuadrados	247939.812	67950.369
Efecto	-16.071	-188.124
Error	2.872	64.210
Valor de F	31.32	8.58
Probabilidad	0.000	0.006

Anexo 36. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Ganancia Diaria en Engorde.

	LINEAL	CUADRATICO
Suma de Cuadrados	103209.565	2451.045
Efecto	-10.369	-35.729
Error	3.272	73.164
Valor de F	10.04	0.24
Probabilidad	0.003	

Anexo 37. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Ganancia Diaria en ambas etapas.

	LINEAL	CUADRATICO
Suma de Cuadrados	176313.028	30855.348
Efecto	-13.552	-126.769
Error	2.245	50.194
Valor de F	36.45	6.38
Probabilidad	0.000	0.016

Anexo 38. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de Concentrado en Crecimiento

	LINEAL	CUADRATICO
Suma de Cuadrados	0.124	0.018
Efecto	-0.023	-0.196
Error	0.009	0.204
Valor de F	6.20	0.92
Probabilidad	0.047	

Anexo 39. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de Concentrado en Engorde

	LINEAL	CUADRATICO
Suma de Cuadrados	1.348	0.055
Efecto	-0.075	-0.337
Error	0.014	0.313
Valor de F	28.69	1.16
Probabilidad	0.001	0.322

Anexo 40. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de Concentrado en Crecimiento-Engorde.

	LINEAL	CUADRATICO
Suma de Cuadrados	0.630	0.053
Efecto	-0.051	-0.334
Error	0.012	0.270
Valor de F	17.99	1.53
Probabilidad	0.005	0.262

Anexo 41. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de Suero en Crecimiento

	LINEAL	CUADRATICO
Suma de Cuadrados	64.734	1.555
Efecto	0.519	-1.800
Error	0.032	0.716
Valor de F	263.15	6.32
Probabilidad	0.000	0.065

Anexo 42. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de Suero en Engorde

	LINEAL	CUADRATICO
Suma de Cuadrados	221.345	9.293
Efecto	0.960	-4.400
Error	0.099	2.214
Valor de F	94.07	3.95
Probabilidad	0.000	0.117

Anexo 43. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de Suero en ambas etapas

	LINEAL	CUADRATICO
Suma de Cuadrados	130.750	7.254
Efecto	0.738	-3.887
Error	0.045	1.003
Valor de F	270.70	15.02
Probabilidad	0.000	0.017

Anexo 44. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de PC en Crecimiento.

	LINEAL	CUADRATICO
Suma de Cuadrados	14947.040	1180.096
Efecto	-7.892	-49.584
Error	0.720	16.103
Valor de F	120.08	9.48
Probabilidad.	0.000	0.021

Anexo 45. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de PC en Engorde

	LINEAL	CUADRATICO
Suma de Cuadrados	21850.575	90.747
Efecto	-9.542	-13.780
Error	1.106	24.736
Valor de F	74.40	0.31
Probabilidad	0.000	

Anexo 46. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Consumo de PC en ambas etapas.

	LINEAL	CUADRATICO
Suma de Cuadrados	19368.251	736.312
Efecto	-8.983	-39.166
Error	0.809	18.084
Valor de F	123.39	4.69
Probabilidad	0.000	0.073

Anexo 47. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Eficiencia de Conversión del Concentrado más Suero en Crecimiento.

	LINEAL	CUADRATICO
Suma de Cuadrados	2.592	0.166
Efecto	0.104	0.589
Error	0.009	0.194
Valor de F	144.01	9.24
Probabilidad	0.000	0.022

Anexo 48. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Eficiencia de Conversión del Concentrado en Engorde.

	LINEAL	CUADRATICO
Suma de Cuadrados	0.371	0.154
Efecto	0.039	-0.566
Error	0.013	0.289
Valor de F	9.28	3.85
Probabilidad	0.022	0.097

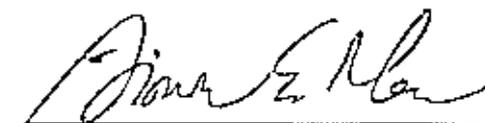
Anexo 49. Análisis de Regresión Lineal y Cuadrático para la variable Eficiencia de Conversión del Concentrado en ambas etapas.

	LINEAL	CUADRATICO
Suma de Cuadrados	130.750	7.254
Efecto	0.738	-3.887
Error	0.045	1.003
Valor de F	270.70	15.02
Probabilidad	0.000	0.017

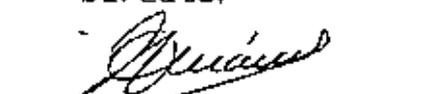
Esta tesis fue preparada bajo la dirección del Consejero Principal del Comité de Profesores que asesoró al Candidato y ha sido aprobada por todos los miembros del mismo.

Fue sometida a consideración del Jefe y Coordinadores del Departamento, Decano y Director de la Escuela Agrícola Panamericana y fue aprobada como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo.

Abril de 1990



Simón E. Malo Ph. D.
Director



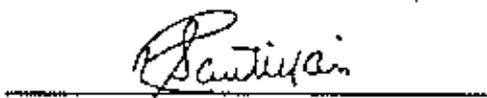
Jorge Román Ph. D.
Decano



Miguel Vélez Ph. D.
Jefe Dpto. de Zootecnia



Aurelio Revilla M.S.A.
Coordinador del Dpto.

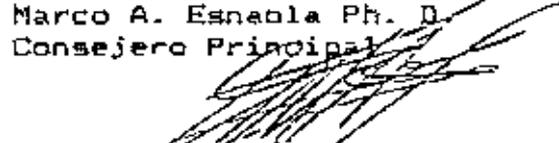


Raúl Santillan Ph. D.
Coordinador del Dpto.

Comité de Profesores:



Marco A. Esneola Ph. D.
Consejero Principal



Beatriz Murillo Mag. Sc.
Asesor



Aurelio Revilla M.S.A.
Asesor