

MINISTERIO DE EDUCACION Y CULTURA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES PROTEICOS
EN RACIONES A BASE DE MAIZ-HARINA DE SOJA
PARA CERDOS DESTETADOS A LOS 35 DIAS

FACULTAD DE AGRONOMIA

por



DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACION Y
BIBLIOTECA

Sergio Farina Silva

Sergio Farina

SERGIO FARINA SILVA
JUAN CARLOS RODRIGUEZ LASSO

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener
el título de Ingeniero Agró-
nomo (Orientación Granjera)

Montevideo
URUGUAY
1981

24 FEB. 1982

II

AGRADECIMIENTOS

Tesis aprobada por:

Los autores desean agradecer a las siguientes personas por su colaboración en la realización del presente trabajo:

Ing. Agr. Alejandro Casamayou Folle, Profesor Asistente de la Facultad de Agronomía.
Director: ALEJANDRO CASAMAYOU FOLLE *Alejandro Casamayou Folle*
(Nombre completo y firma)

Ing. Agr. Roberto Hugo Petrocelli, Profesor Asistente de la Facultad de Agronomía.

Ing. Agr. Hugo J. Petrocelli, Profesor Asistente de la Facultad de Agronomía.
HUGO J. PETROCELLI *Hugo J. Petrocelli*
(Nombre completo y firma)

Ing. Agr. Nelson Baracco, Ayudante de Laboratorio de la Facultad de Agronomía.

MARIA DE JESUS MORICHAL *Maria de Jesus Morichal*
(Nombre completo y firma)

Ing. Agr. Roberto Hugo Petrocelli, Profesor Asistente de la Facultad de Agronomía.

Fecha: _____
Personal del Departamento de Documentación y Biblioteca de la Facultad de Agronomía.

Personal de la Estación Experimental "Dr. Alejandro Barckhaus".
Autor: Sergio Farina Silva *Sergio Farina*

Y a quienes colaboraron en la realización de este trabajo experimental.

Juan Carlos Rodriguez Lasso *Juan Carlos Rodriguez Lasso*
(Nombre completo y firma)

TA LA AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a las siguientes personas por su colaboración en la realización del presente trabajo:

- Ing. Agr. Alejandro Casamayou Folle, Profesor Asistente de Suinotecnia de la Facultad de Agronomía.
- Ing. Agr. Roberto Bauzá Devessi, Profesor Asistente de Suinotecnia de la Facultad de Agronomía.
- Ing. Agr. Hugo Petrocelli, Profesor Asistente de Suinotecnia de la Facultad de Agronomía.
- Bach. Nelson Barlocco, Ayudante de Suinotecnia de la misma Casa de Estudios.
- Sr. Vilfredo Ibáñez, Profesor Asistente de Estadística.
- Ing. Agr. Mónica Beltrami, M.Sc., Profesora Asistente de Estadística.
- Personal del Departamento de Documentación y Biblioteca de la Facultad de Agronomía.
- Personal de campo de la Estación Experimental "Dr. Alejandro Backhaus" de la Facultad de Agronomía.
- Y a quienes de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo experimental.

MATERIALES

- 1.1. Animales. 15
- 1.2. Instalación. 17
- 1.3. Alimentación. 17
- 1.4. Manejo. 19
- 1.5. Diseño experimental. 20

TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
Página de aprobación.....	II
Agradecimientos.....	III
Lista de cuadros e ilustraciones.....	VI
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	2
2.1. Antecedentes.....	2
2.2. Valor nutritivo de la harina de soja para cerdos destetados precozmente....	5
2.3. Valor nutritivo de raciones a base de maíz-harina de soja para cerdos destetados precozmente.....	8
2.3.1. Respuesta a la suplementación con lisina en raciones a base de maíz-harina de soja.....	9
2.3.2. Respuesta a la suplementación con arginina.....	10
2.3.3. Respuesta a la suplementación con metionina.....	10
2.4. Trabajos realizados para determinar los niveles de proteína bruta adecuados en raciones a base de maíz-harina de soja.	11
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u>	16
3.1. Animales.....	16
3.2. Instalaciones.....	17
3.3. Alimentación.....	17
3.4. Manejo.....	19
3.5. Diseño experimental.....	20

4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	21
4.1.	<u>Resultados</u>	21
4.2.	<u>Discusión</u>	24
4.2.1.	Consumo de alimento	24
4.2.2.	Ganancia de peso	25
4.2.3.	Eficiencia de conversión	26
4.2.4.	Peso vivo final	27
5.	<u>CONCLUSIONES</u>	29
6.	<u>RESUMEN</u>	30
7.	<u>SUMMARY</u>	32
8.	<u>LITERATURA CITADA</u>	33
9.	<u>APENDICE</u>	38
10.	Ganancia de peso diaria, Promedio por parcela	39
11.	Eficiencia de conversión, Promedio por parcela	40
12.	Peso vivo final, Promedio por parcela	40
13.	Consumo de alimento, Promedio por parcela	40
14.	Ganancia de peso diaria, Análisis de variancias	40
15.	Eficiencia de conversión, Análisis de variancias	40

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

<u>Cuadro N°</u>		<u>Página</u>
1	Composición porcentual de las raciones.....	17
2	Análisis químico de las raciones.....	18
3	Consumo de alimento por lechón.....	21
4	Ganancia de peso por lechón.....	22
5	Eficiencia de conversión por lechón.....	22
6	Peso vivo final por lechón.....	23
7	Rectas de regresión para los parámetros estudiados.....	23
8	Correlación medida a través de "r" de los parámetros estudiados.....	24
9	Consumo de alimento. Promedio por parcela.....	37
10	Ganancia de peso diaria. Promedio por parcela.....	37
11	Eficiencia de conversión. Promedio por parcela.....	38
12	Peso vivo final. Promedio por parcela.....	38
13	Consumo de alimento. Análisis de varianza.....	40
14	Ganancia de peso. Análisis de varianza.....	40
15	Eficiencia de conversión. Análisis de varianza.....	41

Cuadro N°

16	Peso vivo final. Análisis de varian- za.....	42
17	Consumo diario. Análisis de la varian- za para la regresión rectilínea.....	43
18	Ganancia diaria. Análisis de la va- rianza para la regresión rectilínea...	43
19	Eficiencia de conversión. Análisis de la varianza para la regresión rectilínea.....	44
20	Peso vivo final. Análisis de la varianza para la regresión rectilínea.	44
21	Ganancia diaria en función de consumo. Análisis de la varianza para la re- gresión rectilínea.....	49
22	Peso vivo final en función de consu- mo. Análisis de la varianza para la regresión rectilínea.....	49
23	Peso vivo final en función de la efi- ciencia de conversión. Análisis de la varianza para la regresión rectilínea..	50
24	Peso vivo final en función de ganancia. Análisis de la varianza para la regre- sión rectilínea.....	50

Gráfica N°Página

1	Representación gráfica del consumo diario en función de aumentos en el nivel proteico.....	45
2	Representación gráfica de la ganancia diaria en función de aumentos en el nivel proteico.....	46
3	Representación gráfica de la eficiencia de conversión en función de aumentos en el nivel proteico.....	47
4	Representación gráfica del peso final en función de aumentos en el nivel proteico.....	48

En la presente tesis se han estudiado los efectos de la proteína de soja en la alimentación de cerdos, en particular en la ganancia de peso, en la eficiencia de conversión y en el peso vivo final. La proteína de soja es un alimento de origen vegetal, de alto valor nutritivo y de fácil digestión. Su uso como alimento para cerdos es muy antiguo y ha demostrado ser muy beneficioso. La proteína de soja es una proteína completa, es decir, contiene todos los aminoácidos esenciales para el hombre. Además, es una proteína de alto valor biológico, es decir, es fácilmente asimilable por el organismo. En la presente tesis se han estudiado los efectos de la proteína de soja en la alimentación de cerdos, en particular en la ganancia de peso, en la eficiencia de conversión y en el peso vivo final. La proteína de soja es un alimento de origen vegetal, de alto valor nutritivo y de fácil digestión. Su uso como alimento para cerdos es muy antiguo y ha demostrado ser muy beneficioso. La proteína de soja es una proteína completa, es decir, contiene todos los aminoácidos esenciales para el hombre. Además, es una proteína de alto valor biológico, es decir, es fácilmente asimilable por el organismo.

El presente trabajo tiene como objetivos evaluar el efecto de la proteína de soja en la alimentación de cerdos, en particular en la ganancia de peso, en la eficiencia de conversión y en el peso vivo final. La proteína de soja es un alimento de origen vegetal, de alto valor nutritivo y de fácil digestión. Su uso como alimento para cerdos es muy antiguo y ha demostrado ser muy beneficioso. La proteína de soja es una proteína completa, es decir, contiene todos los aminoácidos esenciales para el hombre. Además, es una proteína de alto valor biológico, es decir, es fácilmente asimilable por el organismo. En la presente tesis se han estudiado los efectos de la proteína de soja en la alimentación de cerdos, en particular en la ganancia de peso, en la eficiencia de conversión y en el peso vivo final. La proteína de soja es un alimento de origen vegetal, de alto valor nutritivo y de fácil digestión. Su uso como alimento para cerdos es muy antiguo y ha demostrado ser muy beneficioso. La proteína de soja es una proteína completa, es decir, contiene todos los aminoácidos esenciales para el hombre. Además, es una proteína de alto valor biológico, es decir, es fácilmente asimilable por el organismo.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. INTRODUCCIÓN

2. ANTECEDENTES

Un problema común en la producción porcina, consiste en los bajos pesos post destete y que generalmente provoca un retraso en el crecimiento de los animales.

Se ha encontrado que si bien la performance de lechones destetados a los 28-35 días de edad es similar que la de aquellos destetados a los 56 días, los pesos hallados a los 90 días fueron deficientes, con respecto al poten
cial de crecimiento de los cerdos.

Dado que esto puede ser atribuido a carencias en el ali
mento suministrado, entre otras causas, y teniendo en cuenta que una de las principales deficiencias de las ra
ciones para cerdos en nuestro país, se refiere a su apor
te proteico, tanto en calidad como en cantidad, resulta de interés determinar cual es el nivel óptimo de este nu
triente en raciones formuladas con maíz como alimento ba
sal y utilizando un suplemento proteico de buen valor
biológico, y a su vez, de alta disponibilidad en plaza, como lo es la harina de soja.

El presente trabajo tiene como objetivos evaluar en tér
minos de consumo de alimento, ganancia de peso, eficien
cia de conversión y peso vivo final, la respuesta a dife
rentes niveles de proteína cruda, en raciones isoenergé
ticas basadas en maíz y harina de soja, para lechones des
tetados a los 35 días de edad.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. ANTECEDENTES

Se ha puesto énfasis por diversos investigadores en el hecho de que lechones destetados precozmente deben ser alimentados con raciones altamente nutritivas. Con esto, se busca prevenir retrasos en el crecimiento y asegurar máximas y más eficientes ganancias durante el período de crecimiento (R.J. Meade, 1969).

Hanson, Rutlege y Perrin, citados por Meade (1969), reportaron que cerdos destetados a las tres semanas de edad, tendieron a ganar más lentamente y menos eficientemente que aquellos destetados a las 8 semanas.

Sin embargo, en la actualidad existe un acuerdo generalizado, en la mayoría de los países, que la óptima edad de destete es entre las 3 y 4 semanas de edad (Ferradini, 1976; Zivkovic y Kostie, 1976; Memptort, 1977; Brake, 1978 y Daniels, 1978) citador por Jefsen (1979).

En nuestro país se ha demostrado que no existen diferencias significativas, en la performance productiva de lechones hasta los 90 días de edad, comparando destetes a los 28, 42 y 56 días (R. Byk y col., 1980).

Varios son los trabajos realizados por diversos investigadores, a los efectos de encontrar el nivel de proteína óptimo para lechones destetados con anterioridad a las tradicionales 6 - 8 semanas de edad.

Los primeros experimentos citados por la bibliografía, da tan de 1952, citados por Keith et al. (1973). Los mismos fueron llevados a cabo por Catron et al. y por Hoeges et al., independientemente y señalan que utilizando raciones a base de maíz y harina de soja, las diferencias en la respuesta a la alimentación con bajos y altos regímenes proteicos eran pequeñas.

Otros investigadores, como Jensen et al., y Peo et al. ci tados por J. W. Rust (1972) encontraron que raciones con teniendo de 17 a 20% de proteína cruda, eran adecuadas pa ra lechones destetados a las 2-3 semanas de edad.

Smith y Lucas (1957), reportó que no existían ventajas en suministrar raciones con más de 18% de proteína, a lecho nes durante el período comprendido entre los 11,4 y los 22,7 kgs. de peso vivo.

Según Blair (1961), lechones destetados temprano, reque rían más de 18% de proteína en la ración, destacando que la fuente proteica también fue importante, requiriéndose mayor nivel cuando se suplementaba con harina de soja, que cuando la suplementación se hace con harina de pescado.

Rutlege (1961), reportó que lechones de 3 a 9 semanas de edad, requerían raciones con 20% de proteína para lograr una máxima retención de nitrógeno; pero determinó que ra ciones conteniendo un menor nivel, eran adecuadas para lo gar máximas ganancias de peso.

En 1964, y en contraste con las primeras observaciones indicadas, Crum et al. y Seymour et al. citados por Keith et al. (1973), informaron que cerdos con un alto régimen proteico ganaron más rápido y más eficientemente que los alimentados bajo un régimen pobre.

Meade et al (1969), informaron que raciones ~~pu~~ conteniendo 18% de proteína, eran adecuados para cerdos destetados a los 6 kgs. de peso vivo.

Según H.W. Rust (1972), el nivel de proteína óptimo para lechones destetados a los 21 días fue de 22% en raciones a base de maíz y harina de soja.

Campbell (1977, 1978), encontró que un nivel de 19% de proteína en raciones a base de maíz-harina de soja, era óptima para obtener mayores y más eficientes ganancias, en lechones destetados a los 5 kgs. de peso vivo.

T.G. Jefsen (1979) demostró que cerdos destetados a las 3 semanas, no mejoraron la performance productiva hasta los 22 kgs. de peso vivo, cuando el nivel de proteína cruda se incrementó de 20 a 24%.

Las experiencias de D.C. Maham (1980), demostraron que en lechones destetados a las 4-5 semanas y por el período siguiente hasta los 20 kgs., tuvieron la mejor performance cuando fueron alimentados con raciones que contenían 20% de proteína cruda, comparando con un nivel de 18%. Además encontraron que los niveles óptimos de Ca y P fueron de 0,9 y 0,7% respectivamente.

2.2 VALOR NUTRITIVO DE LA HARINA DE SOJA PARA CERDOS DESTETADOS PRE-/ COZMENTE

Es sabido que la proteína de la harina de soja posee un buen equilibrio de aminoácidos esenciales, para cerdos en crecimiento. La distribución de aminoácidos es similar a la de la proteína animal y con excepción de la metionina, no es muy deficiente en aminoácidos esenciales. (Pond y Maner, 1974).

Las afirmaciones precedentes se observan en los siguientes cuadros:

Aminoácidos esenciales para el cerdo (% de la ración)

	Peso vivo (kgs.)	
	5-10	20-35
Arginina	-----	0,20
Histidina	0,27	0,18
Isoleucina	0,76	0,50
Leucina	0,90	0,60
Lisina	1,20	0,70
Metionina	0,80	0,50
Fenilalanina	-----	0,50
Treonina	0,70	0,45
Triptofano	0,18	0,12
Valina	0,65	0,50

Fuente: T.J. Cunha

Composición en aminoácidos de la harina de soja
(% en materia seca)

Aminoácidos	Presión (1)	Solventes (2)
Arginina	2,6	3,16
Histidina	1,1	1,06
Isoleucina	2,8	2,11
Leucina	3,6	3,46
Lisina	2,7	2,75
Metionina	0,8	0,58
Cistina	0,6	0,39
Fenilalanina	2,1	2,26
Tirosina	1,4	1,66
Treonina	1,7	1,82
Triptofano	0,6	0,67
Valina	2,2	2,28
Alanina	---	1,95
Acido Aspártico	---	5,40
Acido Glutámico	---	7,52
Glicina	2,5	1,94
Prolina	---	2,28
Serina	---	2,76

(1) National Research Council, 1969

(2) Hamon y col., 1969

Composición en aminoácidos de la carne fresca
de cerdo (% de la proteína)

Arginina	6,4
Histidina	3,2
Isoleucina	4,9
Leucina	7,5
Lisina	7,8
Metionina + Cistina	3,8
Fenilalanina	4,1
Treonina	5,1
Triptofano	1,4
Valina	5,0

Origen: Schweigert y Payne, 1956.

Según Berry y col. (1966), el orden en que los aminoácidos de la proteína de la harina de soja son limitantes para el cerdo es: metionina, lisina, triptofano y treonina. No obstante Maner y col (1961) y Berry y col (1962), citados por Pond y Maner (1974), habían obtenido previamente resultados que demuestran que la metionina era el primer aminoácido limitante, y que la treonina era más limitante que el triptofano, y posiblemente más que la lisina.

Respuesta del cerdo destetado a los suplementos de metionina, lisina, treonina y triptofano

Aminoácidos agregados (1)	Ganancia diaria (kgs)
1. Ninguno	0,44
2. Metionina	0,55
3. Metionina + Lisina	0,60
4. Metionina + Lisina + Treonina	0,63
5. Metionina + Lisina + Treonina + + Triptofano	0,56

Origen: Berry y col., 1962

(1) La ración testigo semisintética estaba basada en harina de soja, glucosa, aceite de maíz, vitaminas y minerales. Los niveles de DL-Metionina, HCL de L-Lisina, DL-Treonina y DL-Triptofano, agregados fueron: 0,2; 0,098; 0,078 y 0,021% de la ración respectivamente.

2.3. VALOR NUTRITIVO DE RACIONES A BASE
DE MAIZ-HARINA DE SOJA PARA CERDOS
DESTETADOS PRECOZMENTE

Según Pond y Maner (1974), la secuencia según la cual los aminoácidos son limitantes cuando la harina de soja se combina con otros alimentos, depende del nivel de proteína utilizado y de la composición de aminoácidos del alimento empleado. Como en la práctica disminuye el nivel de proteína de la ración al aumentar el nivel de cereales y reducir el de proteína suplementaria, se altera el equilibrio de los aminoácidos y en consecuencia la serie de los

que son limitantes. De todas formas una mezcla de maíz y harina de soja, proporciona una ración excelente para cerdos destetados tempranamente, si se incluyen proporciones exactas de ambos alimentos, para alcanzar un equilibrio adecuado de aminoácidos.

Si se calcula el nivel total de aminoácidos presentes en este tipo de raciones a varias concentraciones de proteína, una dieta con 16% de proteína cruda, reuniría todos los aminoácidos dietéticamente esenciales (D.P. Sharda, D. C. Maham y R.F. Wilson, 1976).

2.3.1. Respuesta a la suplementación con lisina en raciones a base de maíz-harina de soja*

Se ha encontrado que generalmente una ración con el 16% de proteína para cerdos en crecimiento, basada en maíz y harina de soja, no mejora al suplementar la metionina y la lisina en presencia o ausencia de triptofano (Meade, 1955; Meade y Teter, 1956).

Sin embargo en un trabajo realizado por Corn et al (1967) con el fin de evaluar el efecto de la proteína y el nivel de aminoácidos en el crecimiento de cerdos destetados precozmente, en el que se utilizaron los niveles de 12, 16 y 20% de proteína se observó lo siguiente: a) la mejor ración resultó ser la de 20% de proteína.

b) La ración con 16% de proteína y suplementada con lisina, dio ganancias de peso y eficiencias de conversión similares a las de 20% sin suplementación.

* Para cerdos en crecimiento

c) La digestibilidad del nitrógeno fue mayor cuando se utilizaron raciones con 20% de proteína, que cuando se utilizaron 12 o 16%. A su vez se incrementó cuando a estas últimas se las suplementó con lisina.

Lunchick A.J. et al., en 1978, trabajando con raciones a base de maíz y harina de soja, que contenían 14, 16, 18 y 20% de proteína cruda, encontraron que los cerdos alimentados con raciones suplementadas con lisina, crecieron más rápidamente, pero requirieron mayor alimento por unidad de ganancia, que los alimentados sin suplementación con lisina.

2.3.2. Respuesta a la suplementación con arginina

En un estudio realizado por Maha, D.C. Ekstrom, K.E. y A.W. Fetter (1980), con el objeto de observar la respuesta a la arginina en raciones a base de maíz y harina de soja, se demostró que el agregado de dicho aminoácido no tuvo efecto en el crecimiento de lechones destetados precozmente. Los niveles de proteína utilizados fueron 12, 19 y 26%.

2.3.3. Respuesta a la suplementación con metionina

La suplementación de la metionina con niveles de proteína de 14, 16, 18 y 20%, aumentó la velocidad de crecimiento y redujo el cociente ganancia/alimento de cerdos en crecimiento (C. Lunchick, A.J. et al., 1978).

Ninguno de los autores mencionados en los trabajos anteriores, señalan mejoras en la performance de cerdos en crecimiento, cuando se suplementaron algunos de los aminoácidos esenciales a raciones con niveles de proteína iguales o superiores a 20%. Una explicación satisfactoria a dicha observación, puede encontrarse en las conclusiones de un trabajo realizado por Tjong-A-Hung et al, en 1972. Los autores reportaron una disminución significativa en el cociente consumo/ganancia de cerdos destetados precozmente, cuando la proteína de la ración aumentó de 16 a 20%, pero no cuando el nivel fue incrementado de 20 a 24% de proteína.

Teniendo en cuenta que un nivel de 18% de proteína provee excesos de isoleucina, lisina, treonina y triptofano, con respecto a los requerimientos indicados por NRC (1968), para cerdos entre 5 y 10 kgs. de peso vivo, Tjong-A-Hung, explica el comportamiento de la eficiencia de conversión, basándose en que los aminoácidos citados no hayan sido totalmente aprovechados, cuando el nivel de proteína fue superior, como para determinar máximas ganancias y mínimo cociente consumo/ganancia en los lechones.

2.4. TRABAJOS REALIZADOS PARA DETERMINAR LOS NIVELES DE PROTEÍNA BRUTA ADECUADOS EN RACIONES A BASE DE MAÍZ-HARINA DE SOJA

R.J. Meade et al. (1969), llevaron a cabo un experimento, para estudiar el efecto del nivel proteico en raciones a base de maíz-harina de soja, sobre la performance de lechones durante el período comprendido entre los 5,9 y 23,5 kgs. de peso vivo.

Las concentraciones de proteína utilizadas fueron: 12, 15, 18, 21, 24 y 27%, y los resultados encontrados se observan en el siguiente cuadro.

Influencia del nivel de proteína en la ración, sobre la ganancia de peso y la eficiencia de conversión de cerdos en crecimiento.

Nivel de proteína (%)	12	15	18	21	24	27
ganancia diaria (g)	232 ^h	364 ⁱ	404 ^j	428 ^j	410 ^j	397 ^j
Consumo de alimento/						
Ganancia de peso	3,03 ^h	2,27 ⁱ	1,92 ^j	1,89 ^j	1,82 ^j	1,82 ^j

Los resultados obtenidos, destacan que la ganancia de peso diaria y la eficiencia de conversión, fueron significativamente afectadas por el nivel de proteína utilizado, durante el período estudiado ($P < 0,01$).

Los cerdos alimentados con raciones conteniendo 12% de proteína cruda, ganaron peso más lentamente y fueron significativamente menos eficientes que aquellos alimentados con 15% de proteína. A su vez estos, fueron menos eficientes y ganaron más lentamente que aquellos a los que se les había suministrado raciones con 18% o más de proteína. No encontrándose diferencias entre los niveles de 18, 21, 24 y 27% de proteína bruta.

En el año 1972, J.W. Rust, R.J. Meade y L.E. Hanson, realizaron dos experimentos con lechones destetados a los 21 días.

Los mismos fueron mantenidos durante 42 días con raciones a base de maíz y harina de soja, que contenían niveles proteicos de 18, 20 y 22%.

En el primero de los experimentos, en el cual se testaron 432 cerdos con un peso inicial promedio de 6,2 kgs, los resultados señalan que no existen diferencias significativas entre los tres niveles estudiados, para ganancia de peso y eficiencia de conversión.

*Influencia de proteína en la dieta para
cerdos destetados a los 21 días de edad*

Nivel de proteína (%)	18	20	22
Ganancia de peso (grs/día)	456(a)	433(a)	478(a)
Eficiencia de conversión (kgs.alimento/kgs ganancia)	1,82(a)	1,85(a)	1,79(a)

En el segundo experimento se utilizaron 270 cerdos con un peso inicial de 6,5 kgs. Los resultados indican que existieron diferencias significativas para ganancia diaria, entre el nivel de 22% de proteína y los de 18 y 20% de proteína, no encontrándose diferencias para la eficiencia de conversión. Los resultados se observan en el siguiente cuadro:

*Influencia de proteína en la dieta para
cerdos destetados a los 21 días de edad*

Nivel de proteína (%)	18	20	22
ganancia de peso (grs/día)	404(a)	418(a)	468(b)
Eficiencia de conversión (kgs.alimento/kgs.ganancia)	1,96(a)	1,89(a)	1,92(a)

En un ensayo realizado posteriormente por R.G. Campbell (1972), con el fin de evaluar la respuesta de cerdos destetados precozmente a la aplicación de diferentes niveles de proteína en raciones a base de maíz y harina

En el primero de los experimentos, en el cual se testaron 432 cerdos con un peso inicial promedio de 6,2 kgs, los resultados señalan que no existen diferencias significativas entre los tres niveles estudiados, para ganancia de peso y eficiencia de conversión.

*Influencia de proteína en la dieta para
cerdos destetados a los 21 días de edad*

Nivel de proteína (%)	18	20	22
Ganancia de peso (grs/día)	456(a)	433(a)	478(a)
Eficiencia de conversión (kgs.alimento/kgs ganancia)	1,82(a)	1,85(a)	1,79(a)

En el segundo experimento se utilizaron 270 cerdos con un peso inicial de 6,5 kgs. Los resultados indican que existieron diferencias significativas para ganancia diaria, entre el nivel de 22% de proteína y los de 18 y 20% de proteína, no encontrándose diferencias para la eficiencia de conversión. Los resultados se observan en el siguiente cuadro:

*Influencia de proteína en la dieta para
cerdos destetados a los 21 días de edad*

Nivel de proteína (%)	18	20	22
ganancia de peso (grs/día)	404(a)	418(a)	468(b)
Eficiencia de conversión (kgs.alimento/kgs.ganancia)	1,96(a)	1,89(a)	1,92(a)

En un ensayo realizado posteriormente por R.G. Campbell (1972), con el fin de evaluar la respuesta de cerdos destetados precozmente a la aplicación de diferentes niveles de proteína en raciones a base de maíz y harina

de soja, que contenían un alto nivel energético -3,6 mcal. de E.D.*-obtuvo los resultados que se muestran en el siguiente cuadro.

Influencia de la proteína en la ración, en el crecimiento de cerdos destetados precozmente durante el período de 5 a 20 kgs. de peso vivo

Proteína en la ración (%)	15	17,2	19,1	21,4	23,2
Ganancia diaria (grs)	390 ^b	420 ^b	445 ^a	439 ^a	446 ^a
Eficiencia de conversión	2,22 ^b	2,26 ^b	1,94 ^a	2,00 ^a	1,94 ^a

Los resultados muestran que la ganancia diaria y la eficiencia de conversión fueron mejoradas significativamente ($P < 0,05$) con incrementos en la proteína de la ración hasta 19,1%, lo que representa aproximadamente un 1% de lisina en la ración.

Con el mismo objetivo, R.G. Cambell y R.S. Biden en el año 1978, realizaron un ensayo similar al anterior, pero utilizando raciones isoenergéticas con un nivel de 3,2 mcal de energía digestible. Los resultados se observan en el siguiente cuadro:

Efecto de proteína en la ración en el crecimiento de cerdos destetados precozmente durante el período comprendido entre los 5,5 y 20 kgs. de peso vivo

Nivel de proteína (%)	16,4	19,2	21,9
Ganancia diaria (grs.)	355 ^b	422 ^a	403 ^a
Eficiencia de conversión	2,57 ^b	2,21 ^a	2,13 ^a

Los resultados muestran que en el período considerado los

* Megacalorías de Energía Digestible

lechones ganaron más peso y utilizaron más eficientemente el alimento con raciones que contenían 19,2 y 21,9% de proteína, siendo estos dos niveles indistintos, estadísticamente ($P < 0,05$).

El último de los trabajos citados por la bibliografía fue realizado por Maham et al. en 1980.

En el mismo, se tuvo en cuenta además del nivel de proteína de la ración, la concentración y la relación de Ca/P en las raciones utilizadas.

Los tratamientos consistieron en 2 niveles de proteína (18 y 20%) y 5 relaciones Ca/P, durante el período comprendido entre los 7 y 20 kgs. de peso vivo, utilizando raciones a base de maíz y harina de soja.

Los resultados mostraron que con la ración que contenía 20% de proteína y una relación Ca/P de 0,9/0,7% de la ración, la ganancia diaria fue máxima y la eficiencia de conversión mínima.

3. MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la Estación Experimental "Dr. Alejandro Backhaus" de la Facultad de Agronomía durante el período comprendido entre los meses de mayo y julio de 1981.

3.1. ANIMALES

En la prueba se utilizaron 48 animales puros de la raza Duroc Jersey, mitad machos y mitad hembras. Los lechones provenían de 8 camadas de madres paridas entre el 6 y el 29 de abril de 1981.

3.2. INSTALACIONES

Los lechones fueron alojados en 12 bretes, especialmente diseñados para la realización de este trabajo. En cada unidad se ubicó una parcela, constituida por 4 animales agrupados aleatoriamente, de acuerdo al diseño experimental utilizado.

Los bretes tenían una superficie de $2,90 \text{ mts}^2$ ($2,4 \times 1,2$ mts) y en cada uno de ellos se ubicó un comedero, un bebedero y una fuente de calor.

Los comederos de madera se fijaron en uno de los lados mayores del compartimiento y sus dimensiones eran de: $1,20 \times 0,24 \times 0,14$ de altura.

Todas las instalaciones se realizaron dentro de uno de los galpones de prueba de la Estación, de modo que los animales permanecieron en un espacio techado y aislado de las inclemencias climáticas.

3.3 ALIMENTACION

Los lechones fueron alimentados de la siguiente forma: dos veces al día, se colocaba en los comederos una cantidad de ración, de acuerdo a la cantidad de lechones existentes en cada brete y a la edad de los mismos, más un margen de seguridad.

El agua de los bebederos era cambiada diariamente.

Raciones utilizadas

Durante la prueba se utilizaron 4 raciones isoenergéticas, cuya composición porcentual se describe en el Cuadro N°1.

Cuadro N° 1. Composición porcentual de las raciones

Nutrientes	Ración I	Ración II	Ración III	Ración IV
Maíz	81,80	74,30	68,40	62,50
Harina de soja	15,40	21,30	26,80	32,30
Harina de hueso	1,81	1,81	1,81	1,81
Fosfato de amonio	0,80	0,80	0,80	0,80
Aceite vegetal	-----	0,97	1,33	1,66
Sal	0,50	0,50	0,50	0,50
Zinc bacitracina	0,02	0,02	0,02	0,02
Concentrado vitamínico-mineral (*)	0,075	0,075	0,075	0,075

// continúa

(*) expresado en partes por millón

(*) *Composición del concentrado vitamínico mineral*
(cada 750 grs)

Vitamina A - 7.000.000 UI	Cloruro de colina	100 grs.
Vitamina D3- 1.000.000 UI	Magnesio	20 grs.
Vitamina E 10.000 UI	Hierro	30 grs.
Vitamina B2 - 4 grs.	Zinc	50 grs.
Vitamina B6 - 2 grs.	Cobre	5 grs.
Niacina - 15 grs.	Iodo	1,5 grs.
D-Pantotenado de Ca 8 grs.	Cobalto	0,3 grs.
Vitamina B12 8 grs,	Selenio	100 mgrs.

El análisis químico de las raciones fue realizado por el método de Weende en los laboratorios del Ministerio de Agricultura y Pesca y los resultados son presentados en el Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2. Análisis químico de las raciones (% base fresca)

	<u>Ración I</u>	<u>Ración II</u>	<u>Ración III</u>	<u>Ración IV</u>
Humedad	11,94	10,30	9,60	10,75
Proteína	16,24	18,68	20,91	22,69
Extracto Etereo	3,67	4,24	4,04	4,47
Fibra	3,45	4,00	4,45	1,95
Ceniza	3,97	5,00	4,38	4,77
Calcio	0,63	0,80	0,74	0,74
Fósforo	0,54	0,61	0,58	0,58
Manganeso (**)	16	24	24	25

(**) expresado en partes por millón

3.4 MANEJO

Hasta los 35 días de vida los lechones permanecieron con sus madres. Estas estuvieron alojadas en sendas parideras que disponían de una superficie techada de 5 m^2 y un solarío de 7 m^2 .

Bajo el área techada, los lechones dispusieron de una fuente de calor permanente y a partir de los 10 días, se les suministró ración de preiniciación a voluntad, en comederos de madera.

En esta etapa se utilizó el sistema de alimentación denominado creep-feeding. *

Los animales permanecieron en estas condiciones hasta el momento del destete. Dado que para las condiciones del trabajo se requerían parcelas homogéneas de 4 lechones y considerando que las pariciones eran desfasadas en el tiempo, se realizaron destetes a una edad promedio de 35 días para las distintas camadas, según la distribución de los partos en el tiempo.

Con esto, se buscó que los animales estuvieran en condiciones de desarrollo y adaptación semejantes, en el momento de iniciar el trabajo. Una vez obtenidas estas condiciones, se sortearon los distintos tratamientos para cada

* Creep-feeding: denominación al tipo de alimentación por medio de dispositivos que permiten el acceso de los lechones pero no de la madre.

animales y se alojaron en las estructuras definitivas mencionadas en el inciso correspondiente a "Instalaciones" donde permanecieron por 55 días (duración total del período de experimentación).

A todos los lechones se les suministró ración en forma de harina; los animales dispusieron de agua a voluntad durante todo el período de experimentación.

La evolución del peso de los animales fue controlada semanalmente por medio de pesadas individuales. El control del consumo de ración se realizó a través de la medición de las cantidades de alimento ofrecidas y rechazadas.

3.5. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño de bloques al azar. El bloqueo se realizó por el peso al iniciar el ensayo.

Los tratamientos estaban constituidos por 4 raciones que diferían en el nivel de proteína.*

Cada parcela estuvo formada por 4 animales, lo que determinó un total de 4 tratamientos con tres repeticiones cada uno.

*

Tratamiento I : 16% de P.C.

Tratamiento II : 18% de P.C.

Tratamiento III : 20% de P.C.

Tratamiento IV : 22% de P.C.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Una vez finalizado el período de prueba, se analizaron los datos obtenidos para los siguientes parámetros:

- Consumo diario;
- Ganancia diaria;
- Eficiencia de conversión;
- Peso vivo final.

4.1. RESULTADOS

- Consumo de alimento

El análisis estadístico de esta variable se realizó con los datos de consumo por lechón (promedio por parcela), indicados en el Cuadro N° 3.

Al efectuarse el análisis de varianza no se encontraron diferencias entre tratamientos ($P < 0,05$).

Cuadro N° 3. Consumo de alimento por lechón (promedio de cada parcela) - gms/día

Tratamientos	I	II	III	IV
Nivel de proteína (%)	16	18	20	22
Consumo	805 ^a	881 ^a	924 ^a	969 ^a

- Ganancia de peso

El análisis estadístico de esta variable se realizó con los datos de ganancia de peso por lechón (promedio de cada parcela), que se indican en el Cuadro N° 4.

Al efectuarse el análisis de la varianza se encontraron diferencias entre tratamientos ($P < 0,01$).

Cuadro N° 4. Ganancia de peso por lechón (promedio de cada parcela) - grs/día

Tratamientos	I	II	III	IV
Nivel de proteína (%)	16	18	20	22
Ganancia de peso	289 ^a	361 ^b	396 ^b	425 ^b

- Eficiencia de conversión

El análisis estadístico de esta variable se realizó con los datos obtenidos de la relación consumo de alimento/ganancia de peso, que se muestran en el Cuadro N° 5.

Al realizar el análisis de la varianza se encontraron diferencias entre tratamientos ($P < 0,01$).

Cuadro N° 5. Eficiencia de conversión por lechón (promedio de cada parcela)

Tratamientos	I	II	III	IV
Nivel de proteína (%)	16	18	20	22
Eficiencia de conversión	2,78 ^a	2,45 ^b	2,35 ^b	2,29 ^b

Peso vivo final

El análisis estadístico de esta variable se realizó con los datos de peso final a los 90 días de edad, de cada lechón (promedio de cada parcela), que se indican en el Cuadro N° 6.

Al realizar el análisis de la varianza se encontraron diferencias entre tratamientos ($P < 0,05$).

Cuadro N° 6. Peso vivo final por lechón (promedio de cada parcela) - kgs.

Tratamientos	I	II	III	IV
Nivel de proteína (%)	16	18	20	22
Peso vivo	21,83 ^a	25,66 ^{ab}	27,65 ^{ab}	29,36 ^b

En base a los valores promedios de los cuadros precedentes se ajustaron rectas de regresión, para estudiar una posible respuesta ante aumentos en el nivel de proteína, las que se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 7. Rectas de regresión para los diferentes parámetros estudiados (X=nivel de proteína)

Consumo diario: $Y = 386,88 + 26,75 X$

Ganancia diaria: $Y = -53,25 + 22,15 X$

Eficiencia de conversión: $Y = 10,26 - 0,751 X + 0,0177 X^2$

Peso vivo final: $Y = 2,774 + 1,229 X$

Al realizar la partición de la suma de cuadrados en el análisis de varianza para detectar si había efectos lineales o cuadráticos, se encontraron efectos lineales para consumo de alimento, ganancia diaria y peso final y efecto cuadrático para eficiencia de conversión.

Al estudiar la correlación entre los diferentes parámetros estudiados, se encontraron los resultados que se indican en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 8. Correlación medida a través de "r" para los diferentes parámetros

Ganancia diaria en función de consumo:	$r = 0,96 +$
Peso final en función de consumo:	$r = 0,98++$
Peso final en función de eficiencia de conversión:	$r = 0,99 ++$
Peso final en función de ganancia diaria:	$r = 0,999 ++$

4.2. DISCUSION

4.2.1. Consumo de alimento

El análisis de este parámetro no detecta diferencias significativas entre los niveles de proteína cruda estudiados. Sin embargo los valores que se indican en el Cuadro N°3, señalan una tendencia creciente del consumo de alimento al incrementarse el nivel proteico; así lo refleja la correlación lineal significativa hallada entre las dos variables (Cuadro N°17, Graf, N° 1).

Presumiblemente, este comportamiento está directamente relacionado a una mayor selección por parte de los lechones, de manera de mantener constante la relación energía digestible/proteína cruda, si se asume que el tratamiento que contenía el menor nivel proteico, poseía una relación adecuada, según lo reportado por NRC (1968), para cerdos de esta categoría.

Esto se justifica teniendo en cuenta que en esta investigación, las raciones fueron suministradas ad-libitum y el nivel de energía digestible se mantuvo constante entre las mismas.

4.2.2. Ganancia de peso

En el análisis de esta variable se encontraron diferencias significativas ($P < 0,01$), entre los lechones que consumieron la ración con menor contenido proteico (16%), y aquellos a los que se les suministró alimento con una concentración de proteína mayor (18,20 y 22%). Cuadro N° 4.

En general estos resultados que se observan en el Cuadro N° 10, están de acuerdo con lo encontrado por la mayoría de los autores: Smith y Lucas (1957), R.J. Meade et al (1969), J.W. Rust et al (1972), R.G. Campbell (1977), Campbell y Biden (1978).

Sin embargo en otras investigaciones se determinaron niveles de proteína óptimos mayores a 18%; Rust et al (1972) y Blair (1961).

Los resultados obtenidos pueden ser explicados según Tjong-A-Hung (1972), teniendo en cuenta que cuando la concentración de proteína cruda alcanza el 18%, están excedidos los requerimientos de algunos aminoácidos esenciales, con respecto a los valores indicados por NRC (1968). Esto llevaría a que esos aminoácidos no fueran totalmente aprovechados cuando los niveles de proteína son superiores a 18%, como para producir mayores ganancias de peso en los lechones. Es importante destacar el efecto lineal significativo que presenta este parámetro (Cuadro N° 14), lo que permite suponer una respuesta lineal a incrementos en la concentración de proteína cruda en la ración (Graf. N° 2).

La validez de este efecto, se justifica teniendo en cuenta el breve período durante el cual los animales estuvieron en experimentación (55 días), y el nivel máximo de proteína utilizado (22%). Presumiblemente, para un mayor período de estudio y/o un mayor nivel de proteína máximo, se hubiera podido establecer la concentración de proteína a partir de la cual la ganancia de peso se hace constante o decreciente.

4.2.3. Eficiencia de conversión

En cuanto a esta variable, se encontró que los lechones que consumieron la ración con menor concentración proteica (16%), convirtieron menos eficientemente que aquellos a los que se le suministraron raciones con mayor concentración proteica (18, 20 y 22%). A su vez, entre estos últimos no se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) - Cuadro N° 5.

Estas observaciones están de acuerdo con lo investigado por los siguientes autores: R.J. Meade et al (1969), R. G. Campbell (1977), Campbell y Biden (1978. Por otro lado Rust et al (1972), trabajando en condiciones similares no detectaron estas diferencias.

Al igual que para el parámetro ganancia de peso, el comportamiento observado para la eficiencia de conversión, puede explicarse por las afirmaciones de Tjong-A-Hung - (1972), en cuanto a que el exceso de aminoácidos esenciales aportados cuando la concentración de proteína alcanza o supera el 18%, provoca un desbalance, que determina que dicha eficiencia no mejore.

Otro aspecto a tener en cuenta, se refiere a la observación de un efecto cuadrático significativo (Cuadro N° 15), que supone disminuciones decrecientes en el cociente consumo de alimento/ganancia de peso, a medida que se suministran raciones con mayor contenido proteico.

4.2.4. Peso vivo final

En el análisis de esta variable se detectaron diferencias significativas entre los valores acusados por los lechones alimentados con la ración más rica en proteína (22%) y los que recibieron la concentración más baja del nutriente (16%) - Cuadro N° 6.

Aunque la bibliografía consultada no hace referencia específica a este parámetro, los resultados pueden explicarse por una diferencia muy marcada en el incremento de peso durante las primeras tres semanas luego del destete, entre el tratamiento con 22% de proteína y el

resto de los tratamientos.

Dado que el período de experimentación fue tan sólo de 8 semanas, posiblemente los lechones destinados al tratamiento con 16% de proteína no tuvieron tiempo suficiente para recuperarse del stress provocado por el destete. Aquellos lechones que recibieron la mayor concentración proteica no sufrieron las consecuencias del destete en forma tan aguda y en consecuencia realizaron ganancias mayores en las primeras semanas. Los tratamientos con niveles intermedios de proteína (18 y 20%) superaron dicho stress pero no en forma tan marcada.

El motivo por el que no se encontraron diferencias significativas entre los demás tratamientos, posiblemente se debió al bajo número de repeticiones utilizado.

5. CONCLUSIONES

- No se encontraron diferencias significativas para el consumo de alimento diario.
- Se observó una mejora significativa en la ganancia de peso y en la eficiencia de conversión al utilizar raciones a base de maíz y harina de soja con 18, 20 y 22% de proteína con respecto a 16%. Por lo tanto desde el punto de vista técnico sería recomendable utilizar niveles proteicos entre 18 y 22% para el período estudiado.
- Se encontró que el peso vivo final a los 90 días fue significativamente mejorado cuando se alimentaron los lechones con raciones conteniendo 22% de proteína, que cuando se lo hizo con 16%, aunque no se encontraron diferencias entre los niveles proteicos de 18, 20 y 22%, confirmando la recomendación anterior.
- Desde el punto de vista económico, entre las raciones que produjeron resultados estadísticamente similares, es recomendable la utilización de la de menor contenido proteico (18%), debido a su menor costo.
- No se observaron efectos depresivos a ninguna de las concentraciones proteicas utilizadas.

6. RESUMEN

En la Estación Experimental "Dr. Alejandro Backhaus" de la Facultad de Agronomía, se realizó un experimento con 48 lechones de la raza Duroc Jersey (mitad machos y mitad hembras), destetados a los 35 días de edad promedio, con el fin de evaluar el efecto de suministrar 4 raciones a base de maíz-harina de soja que diferían en el nivel de proteína cruda.

El mismo se llevó a cabo durante el período comprendido entre los 35 y 90 días de edad promedio, durante el cual los lechones fueron agrupados en 4 tratamientos constituídos por los niveles de 16, 18, 20 y 22% de proteína cruda. El nivel de energía digestible fue constante para los cuatro tratamientos.

El diseño utilizado fue de bloques al azar, agrupados teniendo en cuenta el peso vivo promedio al destete. El experimento consistió en 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno.

El consumo de alimento diario fue de 805, 881, 924 y 969 grs. correspondientes a los niveles con 16, 18, 20 y 22% de proteína respectivamente, no existiendo diferencias estadísticamente significativas.

La ganancia diaria fue afectada significativamente ($P < 0,01$) encontrándose diferencias entre los valores hallados para 16% de proteína y el resto de los niveles estudiados. Los valores fueron de 289, 361, 396 y 425 grs., correspondientes a los niveles de 16, 18, 20 y 22% de proteína respectivamente.

Para la eficiencia de conversión (kgs. alimento/kgs. ganancia) se obtuvieron resultados similares a los de ganancia diaria ($P < 0,01$). Los valores hallados fueron de 2,79; 2,45; 2,35; y 2,29; para 16, 18, 20 y 22% de proteína respectivamente.

Los pesos finales fueron de 21,83; 25,66, 27,65 y 29,36 kgs. a los 90 días para las concentraciones de 16, 18, 20 y 22% de proteína respectivamente, encontrándose diferencias significativas entre el primero y el último de los valores citados ($P < 0,05$).

7. SUMMARY

An Experiment with 48 Duroc Jersey piglets was carried out at the "Dr. Alejandro Backhaus" Experimental / Station of the Facultad de Agronomía.

The objective was the evaluation of piglets performance when four different protein rich diets (16,18,20 and 22%) were fed. Diets were based on corn-soybean meal. All diets contained the same energy level.

The piglets were weaned at 35 days of age and grouped in four different treatments and each one consisted of a certain protein level (16,18, 20 and 22% respectively). The whole experiment lasted 55 days.

The experimental design consisted on randomized blocks considering average weaning live weight.

No differences were found on feed intake when different diets were fed.

Daily gain was affected when the 16% protein diet was fed. No differences were found amongst those pigs that got higher protein concentration on their diets (18,20, or 22%).

Feed efficiency was affected when the pigs received the diet with the lowest protein concentration.

No differences were found when diets with higher protein concentrations were fed (18,20 or 22%).

Final live weight at 90 days of age showed significant differences between the group of pigs that received 16% protein diets and those that got the richest protein diet (22%).

8. LITERATURA CITADA

1. BERRY, T.H. et al. The limiting amino acids in soybean protein Journal of Animal Science. 21(3): 558-565. 1962.
2. _____. Responses of the growing pig to alterations in the amino acid pattern of isolated soybean protein. Journal of Animal Science. 25: 722-729. 1966.
3. BLAIR R. The early weaning of pigs, VII. The effects of level and source of protein in the diet of pig weaned at 10 lb. live on subsequent performance and carcass quality. Journal Agricultural Science 57:373. 1967.
4. BYK, R. et al. Evaluación de 3 edades de destete en lechones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 1980. 74 p.
5. CORN et al. Effects of protein and amino acid levels on growth and nutrient digestibility of early weaned pigs. Journal of Animal Science 47:77-83. 1967.
6. CAMPBELL, R.G. The response of early weaned pigs to various protein levels in a high energy diets. Animal Production 24(1):69-75. 1977.
7. _____ and BIDEN R.S. The effects of protein nutrition between 5,5 and 20 kgs. live weight on the subsequent performance and carcass quality of pigs. Animal Production 27(2):223-228. 1978.

8. CUNHA, T.J. Alimentación del Cerdo. Zaragoza, Ac
ria, 1960. 278 p.
9. CRONWELL G.L., HAYS, V.W., FIGUEROA, T., KEMPS, J.D.
Effects of dietary protein and energy levels for
growing pigs on performance subsequent. Journal
of Animal Science. 47(2): 505-513. 1978.
10. HAMON, B.G., BECKER, D.E., JENSEN, A.H. and BAKER, D.
N. Some aminoacid needs of the young pigs fed
a semisynthetic diet. Journal of Animal Science
27: 1322-1326. 1968.
11. JEFSEN, T.G., GULBRANDSEN, K.E. and OPSTMEDT, J. Effects
of different sources and levels of dietary protein.
Animal feed Science and Technology 41(1):33-42.
1979.
12. KEITH, E.G. and WAHLSTROM, R.C. Protein levels for
swine. Journal of Animal Science 36(5):883-887.
1973.
13. LUNCHICK, C., CLAUSON, A.J., AMSTRONG, W.D. and LINNE
RUD, A.C. Protein levels, lysine level and sour-
ce interaction in young pigs. Journal of Animal
Science 47(1):176-183. 1978.
14. MAHAM, D.C., EKSTROM, K.E., FATTER, A.W. Effects of
dietary protein, Ca and P for swine from 7 to 20
kgs. body weight. Journal of Animal Science 50(2):
309-314. 1980.
15. _____. Arginine and its rela-
tionship to the antibiotic growth response in swi-
ne. Journal of Animal Science 45(1):108-112. 1977.

16. MANER, J.H. Utilization of soybean protein by baby pigs. *Journal of Animal Science* 20(3): 614-619. 1961.
17. MEADE, R.J., VERMEDHAL, L.D., RUST, J.W., WASS, D.F. Effects of protein content of the diet of the young pigs on rate and efficiency of gain during early development and subsequent to 23,5 kgs., and carcass characteristics and composition of lean tissue. *Journal of Animal Science* 28(4): 473-477. 1969.
18. _____. and TETER, W.S. The influence of L-Lysine supplementation of 12, 14 and 16 porcen protein corn-soybean oil meal diets upon nitrogen balance of growing swine. *Journal of Nutrition* 60(4):609-615. 1956.
19. _____ et al. Influence of age at weaning and kind and protein content of starter on rate and efficiency of gain of growing swine. *Journal of Animal Science* 29(2):309-319. 1969.
20. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Table of feeds composition. 1968.
21. PIMENTEL GOMES, F. Curso de estadística experimental. Piracicaba, Universidad de Sao Paulo, 1966. 384 p.
22. POND, W.G. and MANER, J.H. Swine production in temperate and tropical enviroments. San Francisco, Free man, 1964. 646 p.

23. RUST, J.W., MEADE, R.J., HANSON, L.E. Influence of level of dietary protein and source of supplemental soybean protein on rate and efficiency of gain of pigs weaned at an early age. *Journal of Animal Science* 35(5): 963-966. 1972.
24. RUTLEDGE, E.A., HANSON, L.E., MEADE, R.J. Protein requirement of suckling age pigs. *Journal of Animal Science* 20:142. 1961.
25. SHARDA, D.P., MAHAM, D.C. and WILSON, R.F. Limiting aminoacids in low-protein corn-soybean meal diet for growing-finishing swine. *Journal of Animal Science* 42(5): 1175-1181. 1976.

1	2	3	4	5
261,4	213,4	100,0	17,3	BLOOD I
275,0	11,0	44,0	44,8	BLOOD II
329,0	100,0	100,0	429,1	BLOOD III
283,0	200,0	200,0	483,0	TOTAL

9. APENDICE

Cuadro N° 9. Consumo de alimento - Promedio por parcela

16	18	20	22	
760	783	918	899	BLOQUE I
784	989	1.003	1.016	BLOQUE II
872	872	852	993	BLOQUE III
805,3	881,3	924,3	969,3	TOTAL

Cuadro N° 10. Ganancia Diaria - Promedio por parcela

16	18	20	22	
261,8	313,4	364,4	377,3	BLOQUE I
275,9	413	447	468	BLOQUE II
329	356	376,4	429,1	BLOQUE III
289	361	396	425	TOTAL

Cuadro N° 11. Eficiencia de Conversión - Promedio por parcela

16	18	20	22	
2,87	2,50	2,52	2,38	BLOQUE I
2,84	2,40	2,26	2,17	BLOQUE II
2,65	2,45	2,26	2,31	BLOQUE III
2,78	2,45	2,347	2,287	TOTAL

Cuadro N° 12. Peso vivo final - Promedio por parcela

16	18	20	22	
19,45	22,23	25,08	25,93	BLOQUE I
21,30	28,90	30,85	32,10	BLOQUE II
24,75	25,85	27,03	30,05	BLOQUE III
21,83	25,66	27,65	29,36	TOTAL

Cuadro N° 13. Análisis de varianza para consumo de alimento

F. de V.	GL	SC	CM	F
Bloques	2	23.356,117	11.678,058	
Tratamientos	3	43.838,217	14.612,739	3,64
Error	6	24.092,583	4.015,4305	
Total	11	91.286,917		

F. de V.	GL	SC	CM	F
Bloques	2	23.356,117	11.678,058	
Tratamientos	3	43.838,217	14.612,739	3,64
Lineal	1	42.933,75	42.933,75	10,69*
Cuadrática	1	720,75	720,75	0,18
Cúbica	1	183,75	183,75	0,046
Error	6	24.092,583	4.015,4305	
TOTAL	11	91.286,917		

Cuadro N° 14. Análisis de la varianza para ganancia de peso

F. de V.	GL	SC	CM	F
Bloques	2	10.454,825	5.227,4125	
Tratamientos	3	30.938	10.312,666	11,94**
Error	6	5.182,215	863,7025	
TOTAL	11	46.575,04		

F. de V.	GL	SC	CM	F
Bloques	2	10.454,825	5.227,4124	
Tratamientos	3	30.938	10.312,666	11,94**
Lineal	1	29.410,776	29.410,776	34,05**
Cuadrática	1	1.386,75	1.386,75	1,60
Cúbica	1	140,454	140,454	0,163
Error	6	5.182,215	863,7025	
TOTAL	11	46.575,04		

Cuadro N° 15. Análisis de la varianza para eficiencia de conversión

F. de V.	GL	SC	CM	F
Bloques	2	0,050331	0,0251655	
Tratamientos	3	0,4484256	0,149475	17,56 **
Error	6	0,051069	0,0085115	
TOTAL	11	0,5498256		
Bloques	2	0,050331	0,0251655	
Tratamientos	3	0,4484256	0,149475	17,56 **
Lineal	1	0,3856016	0,3856016	43,50 **
Cuadrática	1	0,0574083	0,0574083	6,74 *
Cúbica	1	0,005415	0,005415	0,64
Error	6	0,051069	0,0085115	
TOTAL	11	0,5498256		

Cuadro N° 16. Análisis de la varianza para peso vivo final

F. de V.	GL	SC	CM	F
Bloques	2	56,10275	28,05	
Tratamientos	3	94,306966	31,43	10,69 **
Error	6	17,645344	2,94	
F. de V.	GL	SC	CM	F
Bloques	2	56,10275	28,05	
Tratamientos	3	94,306966	31,43	10,69 **
Lineal	1	90,577306	90,577306	30,81 **
Cuadrática	1	3,3708	3,3708	1,15
Cúbica	1	0,3588	0,3588	0,12
Error	6	17,645344	2,94	
TOTAL	11	168,05506		

Cuadro N° 17. Análisis de varianza para la regresión rectilínea
Consumo de alimento en función del nivel de
proteína

F. de V.	GL	SC	CM	F	r
Regresión	1	42.933,75	42.933,75	94,94**	0,99**
Error	2	904,47	452,23		
TOTAL	3	43.838,217			

Cuadro N° 18. Análisis de varianza para la regresión rectilínea
Ganancia de peso diaria en función del nivel
de proteína

F. de V.	GL	SC	CM	F	r
Regresión	1	29.410,776	29.410,776	38,51**	0,97**
Error	2	1.527,224	763,612		
TOTAL	3	30.938,00			

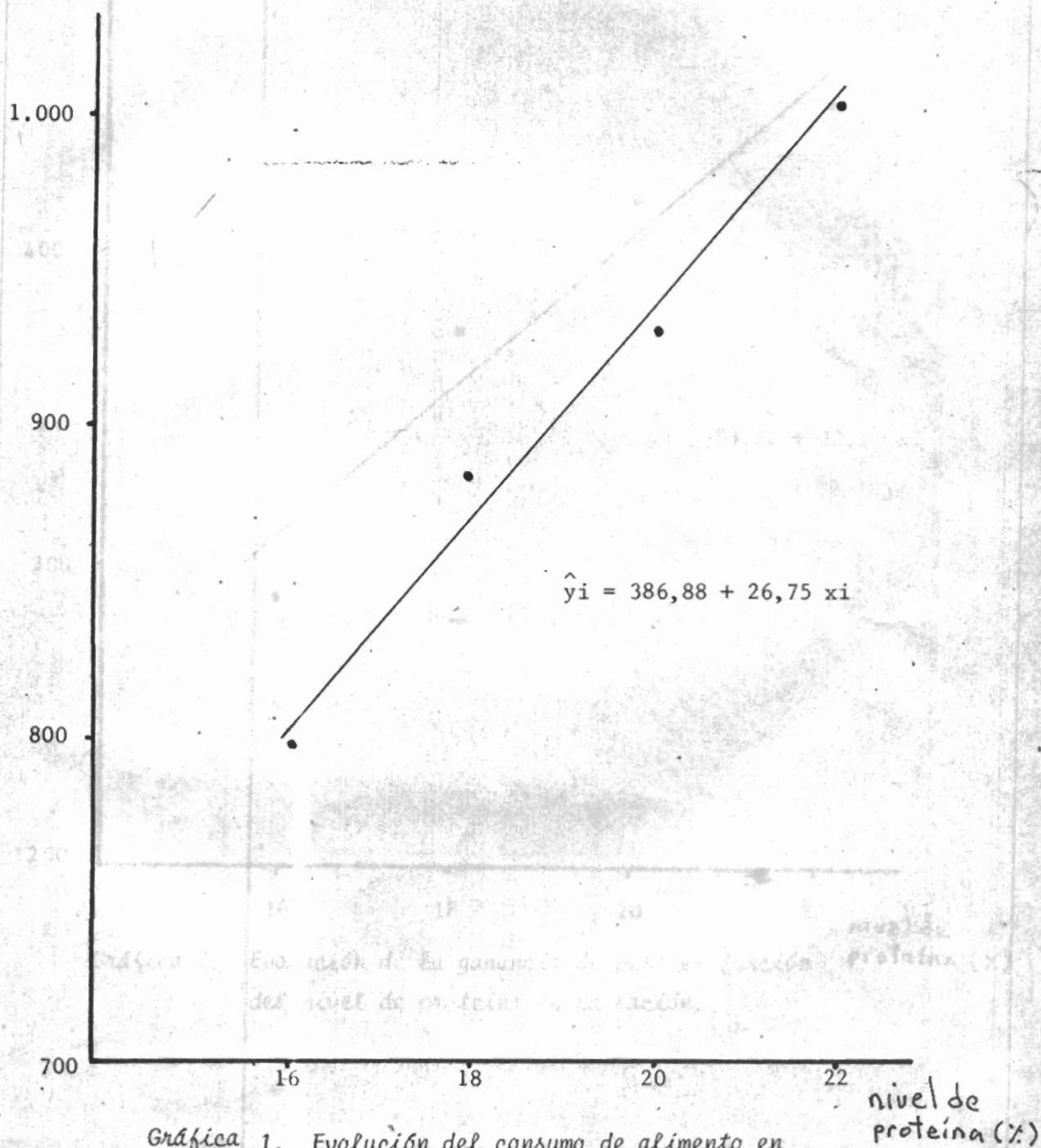
Cuadro N° 19. Análisis de varianza para la regresión rectilínea
Eficiencia de conversión en función del nivel de
proteína

F. de V.	GL	SC	CM	F	r
Regresión	1	0,3856016	0,3856016	10,56	0,928
Error	2	0,073017	0,0365085		
TOTAL	3	0,4484256			

Cuadro N° 20. Análisis de varianza para la regresión rectilínea
Peso vivo final en función del nivel de proteína

F. de V.	GL	SC	CM	F	r
Regresión	1	90,577306	90,577306	48,57**	0,98**
Error	2	3,72966	1,86483		
TOTAL	3	94,306966			

Consumo de ali-
mento (grs)



Gráfica 1. Evolución del consumo de alimento en
función del nivel de proteína en la ración

Ganancia de
peso (grs)

46

500

400

300

200

16

18

20

22

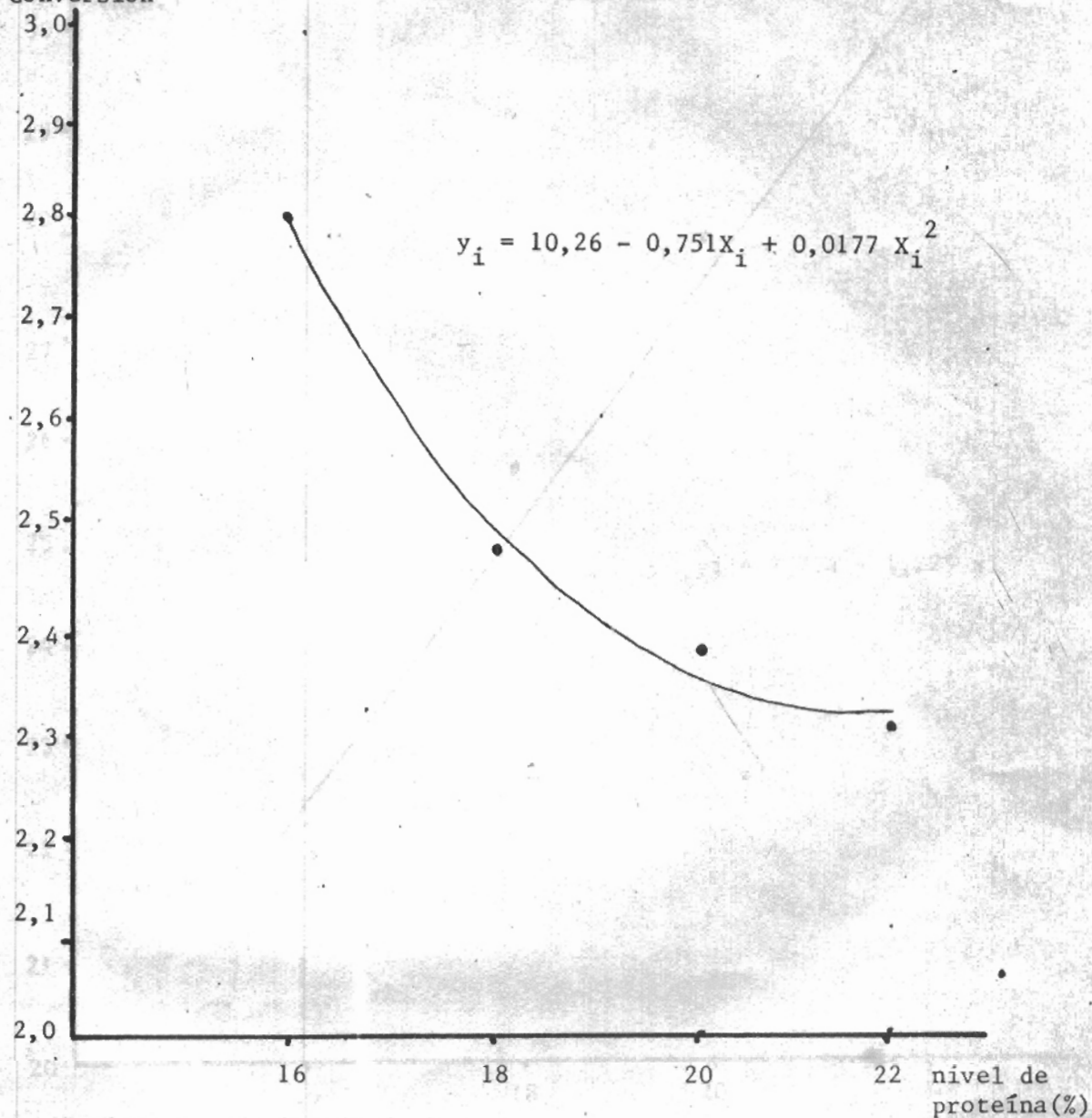
$$\hat{y}_i = -53,26 + 22,15 x_i$$

Gráfica 2. Evolución de la ganancia de peso en función del nivel de proteína en la ración.

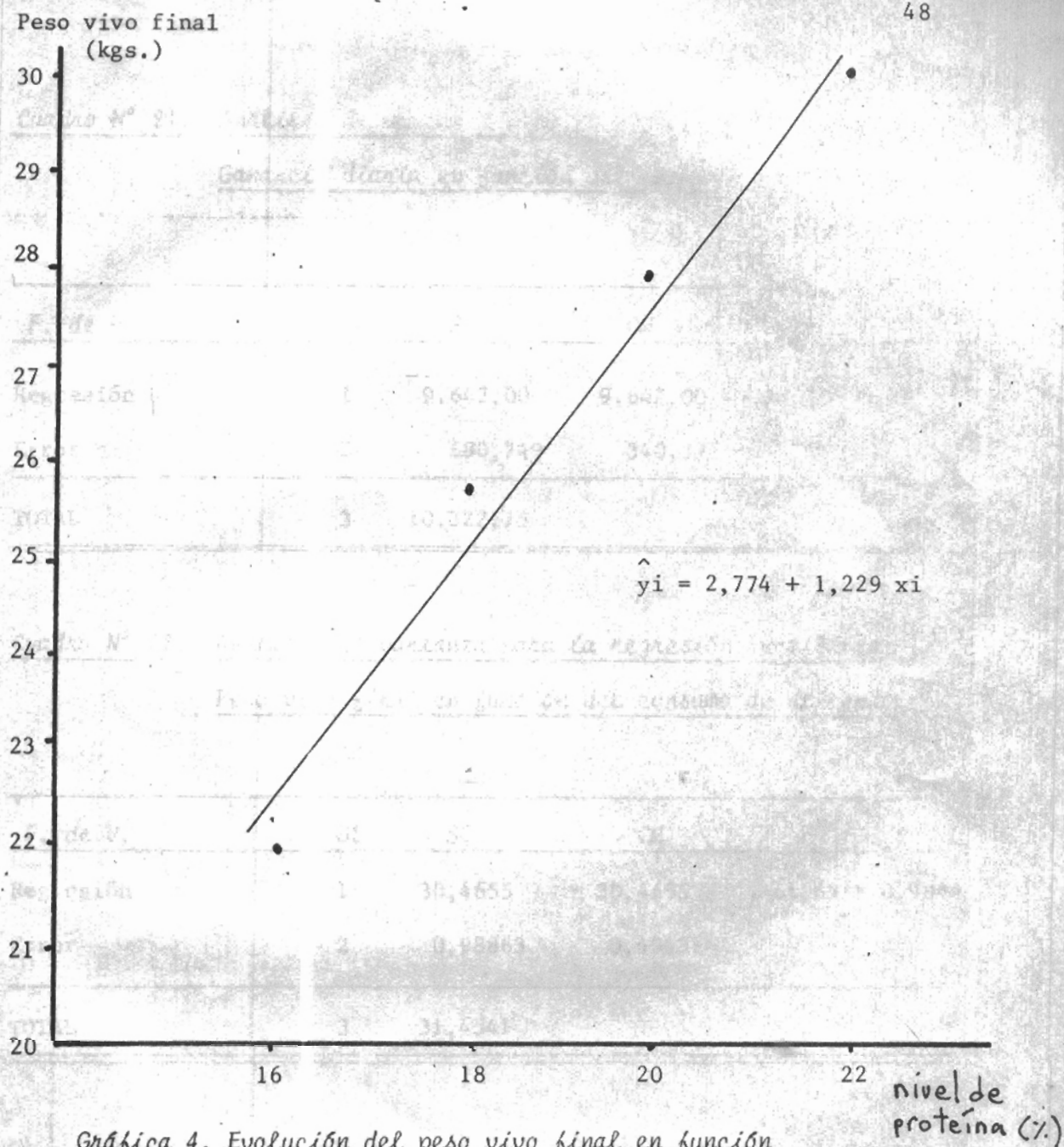
nivel de
proteína (%)

Eficiencia de
conversión

47



Gráfica 3. Evolución de la eficiencia de conversión en función del nivel de proteína en la ración.



Gráfica 4. Evolución del peso vivo final en función del nivel de proteína en la ración

Cuadro N° 21. Análisis de varianza para la regresión rectilínea
Ganancia diaria en función del consumo de alimento

F. de V.	GL	SC	CM	F	r
Regresión	1	9.642,00	9.642,00	28,33*	0,96*
Error	2	680,749	340,37		
TOTAL	3	10.322,75			

Cuadro N° 22. Análisis de varianza para la regresión rectilínea
Peso vivo final en función del consumo de alimento

F. de V.	GL	SC	CM	F	r
Regresión	1	30,4655	30,4655	61,63**	0,98**
Error	2	0,98863	0,49431		
TOTAL	3	31,4541			

Cuadro N° 23. Análisis de varianza para la regresión rectilínea
Peso vivo final en función de la eficiencia de
conversión

F. de V.	GL	SC	CM	F	r
Regresión	1	31,17139	31,17139	. 220,52**	0,99**
Error	2	0,28271	0,14136		
TOTAL	3	31,4551			

Cuadro N° 24. Análisis de varianza para la regresión rectilínea
Peso vivo final en función de la ganancia diaria

F. de V.	GL	SC	CM	F	r
Regresión	1	31,331025	31,331025	509,14**	0,999**
Error	2	0,123075	0,06153		
TOTAL	3	31,4541			