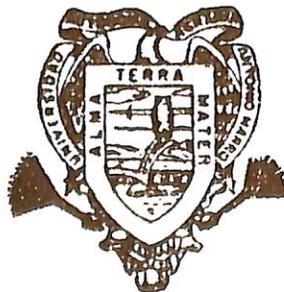


CRECIMIENTO COMPENSATORIO EN CERDOS
ENTEROS DE DIFERENTES CRUZAS, CON DISTINTOS
NIVELES Y FRECUENCIAS DE ALIMENTACION
EN LA ETAPA POSTDESTETE

ROSA DE LOURDES AZUA REYES

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRO EN CIENCIAS
EN PRODUCCION ANIMAL



Universidad Autónoma Agraria

Antonio Narro

PROGRAMA DE GRADUADOS

Buenavista, Saltillo, Coah.

NOVIEMBRE DE 1989

Tesis elaborada bajo la supervisión del Comité Particular de asesoría v aprobada como requisito parcial, para optar al grado de

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"
UNIVERSIDAD

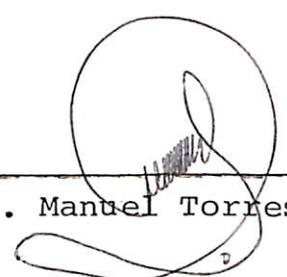
MAESTRO EN CIENCIAS EN
PRODUCCION ANIMAL



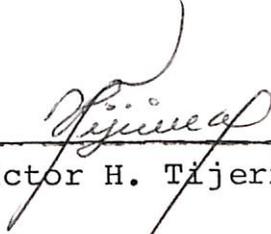
COMITE PARTICULAR

BIBLIOTECA

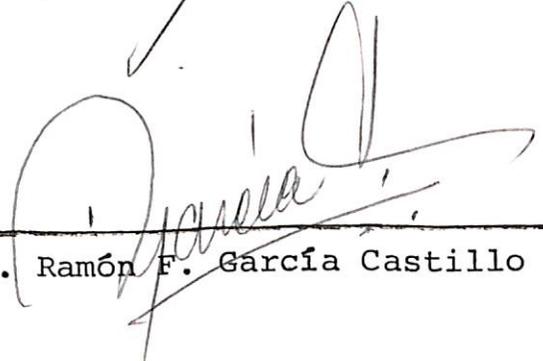
Asesor Principal


M.C. Manuel Torres Hernández

Asesor:


M.C. Víctor H. Tijerina Rosales

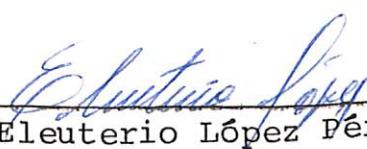
Asesor:


M.C. Ramón F. García Castillo

Universidad Autónoma Agraria
"ANTONIO NARRO"



BIBLIOTECA


Dr. Eleuterio López Pérez
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Buenavista, Saltillo, Coahuila
Noviembre de 1989.

DEDICATORIA

Con todo cariño para quienes han hecho de mi lo que ahora
soy:

A Dios

A mis Padres:

Armando Azúa Villalon +
Adela Reyes de Azúa

A mi Esposo

Rigoberto Araujo Rodríguez

A mis Hijos:

Natalia del Rocío
Andrés Arturo
Rigoberto Alonso

A mis Hermanos y a mis Tíos

AGRADECIMIENTOS

A mis asesores: M.C. Manuel Torres Hernández, M.C. Víctor H. Tijerina Rosales y M.C. Ramón F. García Castillo, por su apoyo en la realización de esta tesis.

Al Ing. Regino Morones, por su ayuda en el análisis estadístico.

Al Ing. Gilberto Gloria Hdz., por las facilidades otorgadas para la realización de este trabajo.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias.

COMPENDIO

Crecimiento Compensatorio en Cerdos Enteros de Diferentes -
Cruzas, con Distintos Niveles y Frecuencias de Alimentación-
en la Etapa Postdestete

POR

ROSA DE LOURDES AZUA REYES

MAESTRO EN CIENCIAS

PRODUCCION ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVIEMBRE, 1989.

M.C. Manuel Torres Hernández - Asesor -

Palabras clave: (Alimento, restricción, frecuencias, niveles,
diarreas, lechones, costo - beneficio)

Se evaluaron 139 cerdos, cruzas de diferentes razas, en cuanto a su comportamiento en ganancia de peso, conversión de alimento, incidencia y severidad de las diarreas, espesor de grasa dorsal, correlación entre medidas zoométricas y relación costo - beneficio.

Los resultados muestran que la ganancia de peso fue mejor para los cerdos restringidos que para los alimentados a libertad ($P < 0.01$), obteniendo los mejores resultados en - los cerdos alimentados a un 95 por ciento del consumo, una -

vez al día con 461 gr por día. En cuanto a conversión de alimento, la mejor respuesta fue para el tratamiento 5 (90 por ciento una vez al día), que tuvo una conversión de 1:2.3 kg, en tanto que para frecuencias fue mejor alimentar dos veces al día.

La incidencia y severidad de las diarreas fue mayor en el grupo control ad libitum que en los demás tratamientos, entre los cuales no hubo diferencia significativa ($P < 0.01$). En cuanto a medidas zométricas, se observó que los tratamientos con menos ganancias de peso fueron los que mostraron menos correlación entre variables y fueron los tratamientos 3 y 4 (95 por ciento del consumo una y dos veces al día, respectivamente). La tendencia en cuanto a grasa dorsal fue que a mayor restricción, menor cantidad de grasa; sin embargo, estadísticamente no hubo diferencias entre tratamientos, excepto en el grupo control que depositó más grasa (40.0 mm). Los mejores resultados para el costo - beneficio fueron para los cerdos restringidos y el mejor tratamiento fue el 5 (90 por ciento del consumo una vez al día), que tuvo un ahorro de 43 por ciento con respecto al grupo control.

ABSTRACT

Compensatory postweaning growth of breeding pigs under different levels and frequencies of feeding.

BY

ROSA DE LOURDES AZUA REYES

MASTER OF SCIENCE

ANIMAL PRODUCTION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. NOVEMBER 1989.

M.C. Manuel Torres Hernández - Adviser -

Key words: piglets, compensatory growth, food restriction, -
frequency, levels, diarrhoea, backfat, profit-cost.

The behaviour of 139 crossbred pigs were evaluated in terms of body weight gain, feed efficiency, incidence of diarrhoea, and severity, back fat, correlations of some body measurements return over that the pigs under the restricted diet investmen.

These results showed better body weight gain ($P < 0.01$) that pigs fed ad libitum. This body weight gain corresponded to pigs fed a diet supplying 90 percent of nutrient requirements once a day. Animals receiving diet treatment 6 (90 percent of nutrient requirements) showed an increased feed efficiency, this was 2.5:1 (2.5 kg/kg of food) when animals were fed twice a day.

The severity and incidence of diarrhoea increased in pigs fed ad libitum compared to pigs in other treatments in the occurrence of diarrhoea was significantly differently ($P < 0.01$). Animals in treatments 3 and 4 (90 per cent of nutrient requirements of one and twice a day of food intake, respectively) in which pigs had the lowest weight gains, showed smaller correlations between body measurements.

The back fat was lower in feed restricted animals than in pigs fed ad libitum; however, there were not statistical differences among treatments, except for the control group in which pigs accumulated significantly ($P < 0.01$) more fat (40.0 mm). Pigs under treatment 5 showed the best profit-cost relationship and economized 43 per cent than control group.

INDICE GENERAL

	PAGINA
INDICE DE CUADROS	xi
INDICE DE FIGURAS	xiv
INTRODUCCION	1
OBJETIVO.....	3
REVISION DE LITERATURA	4
CRECIMIENTO COMPENSATORIO.....	4
CAMBIOS METABOLICOS QUE SE REGIS- TRAN DURANTE EL CRECIMIENTO COM - PENSATORIO.....	5
METODOS DE RESTRICCIÓN ALIMENTICIA.....	6
EFECTOS DE LA RESTRICCIÓN DE ALIMENTO....	7
ETAPA DE INICIACION.....	8
ETAPA DE CRECIMIENTO.....	10
ETAPA DE FINALIZACION.....	11
MATERIALES Y METODOS.....	13
LOCALIZACION.....	13
ANIMALES EXPERIMENTALES.....	13
TRATAMIENTOS.....	14
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.....	15
VARIABLES QUE SE MIDIERON.....	15
CONSUMO DE ALIMENTO.....	19
GANANCIA DE PESO.....	19
CONVERSION ALIMENTICIA.....	19
INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LA DIA- RREA.....	20
MEDIDAS ZOMETRICAS.....	20
GRASA DORSAL.....	20

	PAGINA
RELACION COSTO - BENEFICIO.....	22
ANALISIS ESTADISTICO.....	22
RESULTADOS Y DISCUSION.....	25
CONSUMO DE ALIMENTO.....	25
GANANCIA DIARIA DE PESO (G.D.P.).....	27
FASE DE RESTRICCIÓN.....	27
FASE DE COMPENSACION.....	30
EXPERIMENTO TOTAL.....	32
CONVERSION DE ALIMENTO.....	34
FASE DE RESTRICCIÓN.....	34
FASE DE COMPENSACION.....	37
EXPERIMENTO COMPLETO.....	37
INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LAS DIARREAS....	41
ANALISIS DE CORRELACION ENTRE MEDIDAS ZOO-	
METRICAS.....	43
FASE DE RESTRICCIÓN.....	43
FASE DE COMPENSACION.....	47
ESPESOR DE GRASA DORSAL.....	52
RELACION COSTO - BENEFICIO.....	54
FASE DE RESTRICCIÓN.....	54
FASE DE COMPENSACION.....	57
COSTO TOTAL.....	57
CONCLUSIONES.....	59
RESUMEN.....	61
LITERATURA CITADA.....	65
APENDICE.....	70

INDICE DE CUADROS

NUMERO		PAGINA
3.1.	CANTIDAD DE ALIMENTO (GR) OFRECIDO POR ANIMAL POR DIA DURANTE LA ETAPA DE RESTRICCION	16
3.2.	ANALISIS QUIMICO DE LOS ALIMENTOS DE INICIACION Y CRECIMIENTO	17
3.3.	COMPOSICION DE LAS DIETAS UTILIZADAS EN LA UNIDAD PORCINA PARA CERDOS DE INICIACION Y CRECIMIENTO	18
4.1.	CONSUMO DE ALIMENTO ESTIMADO (KG) EN LOS DIFERENTES NIVELES Y FRECUENCIAS DE ALIMENTACION EN CERDOS EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO.....	26
4.2.	GANANCIA DIARIA DE PESO (KG), OBTENIDA PARA LOS DIFERENTES NIVELES Y FRECUENCIAS DE ALIMENTACION, EN CERDOS EN CRECIMIENTO.....	28
4.3.	CONVERSION DE ALIMENTO ESTIMADO) CONSUMO/GANANCIA) PARA DIFERENTES NIVELES Y FRECUENCIAS DE ALIMENTACION, EN CERDOS EN CRECIMIENTO.....	35
4.4.	INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE LAS DIARREAS EN CERDOS EN CRECIMIENTO, SOMETIDAS A DIFERENTES NIVELES Y FRECUENCIAS DE ALIMENTACION.....	42
4.5.	CORRELACIONES ENTRE PESO CORPORAL (PC), PERIMETRO TORACICO (PT), LARGO DORSAL (LD), ALTURA A LA CRUZ (AC) Y GROSOR DE LA CAÑA (GC), PARA DIFERENTES NIVELES Y FRECUENCIAS DE ALIMENTACION (FASE DE RESTRICCION)	45

4.6.	CORRELACION ENTRE LARGO DORSAL (LD), PERIMETRO TORACICO (PT), ALTURA A LA CRUZ (AC) Y GROSOR DE CAÑA (GC) PARA DIFERENTES NIVELES Y FRECUENCIAS DE ALIMENTACION (FASE DE RESTRICCIÓN).....	48
4.7.	CORRELACIONES ENTRE PESO CORPORAL (PC), PERIMETRO TORACICO (PT), LARGO DORSAL (LD), ALTURA A LA CRUZ (AC) Y GROSOR DE CAÑA (GC) PARA DIFERENTES NIVELES Y FRECUENCIAS DE ALIMENTACION (FASE DE COMPENSACION).....	49
4.8.	CORRELACIONES ENTRE LARGO DORSAL (LD), PERIMETRO TORACICO (PT), ALTURA A LA CRUZ (AC) Y GROSOR DE CAÑA (GC) PARA DIFERENTES NIVELES Y FRECUENCIAS DE ALIMENTACION (FASE DE COMPENSACION)	51
4.9.	ESPESOR DE LA GRASA DORSAL (MM) AJUSTADA A 105 KG DE PESO, EN CERDOS EN CRECIMIENTO - FINALIZACION, CON DIFERENTES NIVELES Y FRECUENCIAS DE ALIMENTACION..	53
4.10.	COSTOS (\$) DEL KILOGRAMO DE CERDO EN PIE, CON BASE A CONSUMO DE ALIMENTO EN LAS ETAPAS DE RESTRICCIÓN Y COMPENSACION EN CERDOS POST-DESTETE.....	56
A1	ANALISIS DE VARIANZA PARA GANANCIA DE PESO (KG) FASE DE RESTRICCIÓN.....	71
A2	ANALISIS DE VARIANZA PARA GANANCIA DE PESO (KG) FASE COMPENSACION.....	72
A3	ANALISIS DE VARIANZA PARA GANANCIA DE PESO (KG) EXPERIMENTO COMPLETO.....	73
A4	ANALISIS DE VARIANZA PARA CONVERSION DE ALIMENTO. FASE DE RESTRICCIÓN....	74

A5	ANALISIS DE VARIANZA PARA CONVERSION DE - ALIMENTO. EXPERIMENTO COMPLETO.....	75
A6	ANALISIS DE VARIANZA PARA CONVERSION DE - ALIMENTO. EXPERIMENTO COMPLETO.....	76
A7	ANALISIS DE VARIANZA PARA ESPESOR DE GRA- SA DORSAL (MM).....	77

INDICE DE FIGURAS

NUMERO		PAGINA
4.1.	GANANCIA DIARIA DE PESO (KG) EN LA FASE - DE RESTRICCIÓN EN CERDOS EN CRECIMIENTO.. 27	29
4.2.	GANANCIA DIARIA DE PESO (KG) EN LA FASE - DE COMPENSACION EN CERDOS EN CRECIMIENTO.	31
4.3.	GANANCIA DIARIA DE PESO (KG) DURANTE EL EXPERIMENTO COMPLETO EN CERDOS EN CRECI - MIENTO.....	33
4.4.	CONVERSION DE ALIMENTO EN LA FASE DE RES- TRICCIÓN ALIMENTICIA EN CERDOS EN CRECI- MIENTO..... 30	36
4.5.	CONVERSION DE ALIMENTO EN LA FASE DE COM- PENSACION EN CERDOS EN CRECIMIENTO..... 38	38
4.6.	CONVERSION DE ALIMENTO DURANTE EL EXPE- RIMENTO COMPLETO EN CERDOS EN CRECIEN- TO 40	40
4.7.	SEVERIDAD DE LAS DIARREAS CONFORME A LOS NIVELES Y FRECUENCIAS DE ALIMENTACION EN CERDOS EN CRECIMIENTO..... 44	44
4.8.	ESPEJOR DE LA GRASA DORSAL AJUSTADA A - LOS KG DE PESO VIVO, EN CERDOS EN CRECI- MIENTO - FINALIZACION..... 55	55

CAPITULO I

INTRODUCCION

La industria porcina significa una importante fuente de alimentos para la población, ya que el cerdo se encuentra ampliamente distribuido en todas las áreas del País, lo que permite un elevado consumo per cápita, el cual para 1982 fue de 17.26 kilogramos (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos -SARH-, 1983). El cerdo tiene una alta conversión alimenticia, de 3.4 a 3.6 kg de alimento por kg de carne producido, por lo que se le considera eficiente, ya que es capaz de transformar proteína de mala o regular calidad en proteína de alta calidad nutricional para el hombre, como lo es la carne.

Es importante considerar que los costos por concepto de alimentación representan un rubro más significativo en la producción de cerdos, por lo que una utilización eficiente de los recursos alimenticios significará ahorros considerables, tanto al productor como al consumidor. Una posible alternativa para eficientizar la utilización de dichos recursos es, precisamente, disminuir el gasto de alimentos, restringiendo su consumo en una etapa en la cual no haya efectos detrimentales sobre el crecimiento del animal, considerando que -

éstos obtendrán un crecimiento compensatorio posterior, y un peso al mercado similar al que alcanzarían bajo un sistema de alimentación normal.

La explicación para el crecimiento compensatorio es solamente especulativa, ya que se mencionan dos teorías acerca de este efecto, una relacionada con la curva normal de crecimiento y otra asociada con la degradación enzimática de aminoácidos. Aún cuando no existe una concepción precisa de este factor, se ha observado, sin embargo, este efecto en diferentes especies animales, incluyendo cerdos, bovinos y aves en sus diferentes etapas de producción.

Considerando estas premisas y buscando nuevas opciones en la alimentación animal, se llevó a cabo el presente trabajo para valorar probables efectos de una sub-nutrición en la vida temprana del lechón y su respuesta compensatoria posterior, considerando la posible utilización de esta práctica de manejo en las explotaciones porcinas comerciales.

Con fundamento en lo señalado, se plantea que el efecto de diferentes métodos de suministrar el alimento, aunado a la restricción parcial del mismo, se refleja en comportamiento distinto en los animales conforme al tratamiento aplicado; sin embargo, se espera que aquellos tratamientos con menor respuesta logren ganancias compensatorias como resultado del suministro posterior a la etapa de restricción, de un alimento similar a todos los animales considerados en el experimento.

Objetivo

El objetivo fue el de evaluar el efecto de la cantidad y frecuencia de alimentación sobre: a) crecimiento - compensatorio del animal; b) incidencia y severidad de las - diarreas; c) espesor de la grasa dorsal; d) medidas zoométricas (largo dorsal, perímetro torácico, altura a la cruz y cana) y e) relación costo-beneficio en la utilización de la - práctica.

CAPITULO II

REVISION DE LITERATURA

Crecimiento Compensatorio

Crecimiento compensatorio es la respuesta de un animal a una alimentación adecuada, posterior a una etapa de restricción parcial del alimento o de los nutrientes requeridos para el desarrollo normal del individuo (Bronwyn y Whittemore, 1978).

Varios estudios han demostrado que el cerdo es una especie capaz de lograr un crecimiento compensatorio seguido de períodos de restricción alimenticia (Harrold y Johnson, 1976; Terry et al., 1980). Las restricciones a corto plazo resultan en un subsecuente crecimiento o respuesta compensatoria en la ganancia diaria y el alimento requerido por unidad de ganancia, y no en el consumo de alimento diario, sugiriendo que hay una más eficiente utilización de los nutrimentos después de reanudar el consumo ad libitum (Winters et al., 1948; Prince et al., 1983).

Se han planteado diversas formas de explicar el crecimiento compensatorio posterior a una moderada restricción de alimento, una de ellas indica que hay una mayor eficiencia en la utilización de proteína en el período de rehabilitación nutricional, debido a un incremento en los niveles -

enzimáticos que intervienen en el metabolismo de los aminoácidos (Prince et al., 1983; Zimmerman y Khajjarern, 1973); - otros autores consideran que el crecimiento compensatorio puede estar influenciado por la curva normal de crecimiento, incrementándose en la rehabilitación nutricional la masa de carne y depositando menos grasa en la canal (Ball y Aherne, 1978a; Mersmann, 1987; Winters et al., 1949; Zimmerman y Khajjarern, 1973). Posiblemente, entre los factores que pueden - influir en la respuesta de los animales a una restricción se encuentre la raza, sexo, edad, estado de desarrollo al tiempo de restricción, grado de restricción (tiempo y cantidad), edad al momento de la rehabilitación, estación del año y ambiente (Mersman et al., 1987; Liebert et al., 1985).

Cambios Metabólicos que se Registran Durante el Crecimiento Compensatorio

Henry (1985), menciona que la energía es el principal factor en la regulación del potencial de crecimiento, y la ganancia de tejido magro puede estar afectada por edad, sexo, genotipo y clima en el ajuste del consumo voluntario y el consumo de energía en cerdos en crecimiento; al analizar el consumo de proteína y energía concluyó que se regulan de manera separada y que ambos mecanismos están interconectados en el consumo total de alimento, por lo que el balance de aminoácidos juega un papel preponderante en el crecimiento compensatorio después de una moderada restricción de alimento.

Gardiner y Dubetz (1982), en estudios sobre alimentación restringida en cerdos en finalización, hallaron que el nivel de ciertos metabolitos sanguíneos, como glucosa, nitrógeno úreico y ácidos grasos libres se ven reducidos debido a ciertos fenómenos metabólicos que sufren alteración.

Gadeken et al. (1983), restringiendo cerdos en el período de iniciación (5 a 25 kg) detectaron que hubo una compensación en la ganancia de peso como consecuencia de una alta deposición de proteína, debido a un incremento en la digestibilidad y alta eficiencia en su utilización durante la etapa de compensación (25 a 100 kg); este incremento estuvo relacionado con una baja deposición de grasa, encontrando una muy pequeña diferencia entre el grupo restringido y el control, sin embargo, la utilización de energía metabolizable fue similar en ambos casos. Kracht et al. (1985) y Liebert et al. (1985), mencionan efectos muy parecidos, no obstante, en sus experimentos los cerdos restringidos no lograron alcanzar los valores en ganancia de los animales control y no tuvieron un efecto consistente en la composición de la canal.

Métodos de Restricción Alimenticia

Los métodos más comúnmente usados para la restricción alimenticia son: a) limitar el tiempo de acceso al alimento y b) limitar la cantidad ofrecida por día; sin embargo, se ha encontrado más incidencia de diarreas cuando se utiliza el primer método (Ball y Aherne, 1982); estos autores también señalan la posibilidad de que los cerdos sean alimentados

por períodos limitados de tiempo, tres o cuatro veces por día, reduciendo la incidencia y severidad de las diarreas observadas. Donker et al. (1986), encontraron que restringiendo el alimento cuatro horas por día, propicia una mejor utilización del mismo y menor incidencia de desórdenes digestivos. ✓

Angelova et al. (1985); Gjefsen et al. (1980) y Zinkovic et al. (1983), han limitado la cantidad de nutrientes ofrecidos en la dieta, principalmente proteína cruda, durante un período determinado, encontrando efectos compensatorios después de un período de rehabilitación con una dieta balanceada.

Efectos de la Restricción de Alimento

Una severa desnutrición afecta el proceso de desarrollo químico de los diferentes órganos como hígado, riñones, corazón, piel, músculo esquelético y cerebro; dependiendo de la edad y tamaño del animal, madurez del órgano e importancia de éste en el organismo (Elsie, et al., 1960).

Estudios de restricción de alimento en varias especies domésticas (bovinos, pavos y venados), han mostrado una respuesta compensatoria posterior (Johnson y Sell, 1976; Kale et al., 1983; Suttie et al., 1983). En estos animales se han hecho comparaciones sobre restricción de alimento en el invierno, para observar la compensación en verano; en el venado y el bovino en crecimiento se ha detectado crecimiento -

compensatorio; sin embargo, al parecer el cerdo requiere más tiempo y cantidad de alimento para manifestar este efecto - (Grandhi y Strain, 1980; Suttie et al., 1983).

Etapa de Iniciación

La restricción de alimento en la vida temprana del lechón (5 a 35 días de edad) reduce la división celular, afectando el tamaño de las células; posteriormente en el período de recuperación se incrementa la división celular, pero no resulta en un crecimiento compensatorio, sin presentar diferencias en la composición corporal (Lodge et al., 1977).

Sarkar et al. (1983), señalan efectos similares al restringir cerdos de 5 a 35 días, suprimiéndoles el alimento por 16 horas cada 24 horas y dándoles solo agua; la compensación alimenticia fue a partir del día 35 de edad y encontraron retardo en el crecimiento asociado con una reducción celular en hígado, riñón y músculo; sin embargo, no encontraron diferencia en la calidad de la canal a los 90 kg de peso comparado con el control.

All y Noll (1980) al trabajar con alimentación reducida en cerdos durante las tres primeras semanas de vida y su subsecuente comportamiento y calidad de la canal, indican que entre cerdos restringidos en un 50 por ciento y cerdos a libre acceso no hubo diferencia significativa ($P < 0.05$) en la calidad de la canal a los 100 kg de peso corporal; sin embargo, los cerdos restringidos durante las tres primeras semanas de vida, incrementaron los días requeridos para el peso

al mercado. Datos similares son señalados por Campbell et al. (1983), quienes además mencionan que esta restricción incrementó el tiempo al mercado en un 9 por ciento, pero la cantidad de alimento se redujo en un 8 por ciento y los lípidos de la canal en un 10.7 por ciento.

Wittemore y Bronwan (1978), al restringir el alimento en cerdos de diferentes edades post-destete, encontraron que éstos se vieron menos afectados en su desarrollo cuando se restringieron por un período de 14 días, después de los 50 días post-nacimiento.

Aherne (1983), señala que la restricción en el consumo de alimento en cerdos recién destetados, reduce la incidencia y severidad de las diarreas. Ball y Aherne (1982), al comparar la utilización de dietas simples y complejas en el consumo ad libitum o la alimentación restringida por períodos de 14 días sobre la incidencia de diarreas en cerdos destetados, encontraron que restringiendo el consumo de alimento durante el período post-destete disminuyó la incidencia de diarreas y se redujo la mortalidad ocasionada por ésta y que la restricción moderada después del destete fue compensada durante el período de finalización.

Ball y Aherne (1987a), mencionan que la digestibilidad aparente se ve afectada principalmente por la densidad de la dieta y por la reducción del alimento proporcionado, y no por la edad al destete; los cerdos sometidos a consumo restringido incrementan su digestibilidad en comparación con los alimentados a libertad, implicando que el total de nutrientes no digeridos disponibles para el crecimiento

bacteriano se reduzca con la restricción de alimento, sugiriendo que la baja digestibilidad y el alto consumo de alimento tienden a asociarse con más diarrea.

Ball y Aherne (1987b) mencionan que no es recomendable restringir el alimento antes de las cuatro semanas de vida y que los mejores resultados se logran con restricciones del 15 por ciento del consumo total por animal.

Etapa de Crecimiento

Mateman et al. (1982) y Brandsma et al. (1982); trabajando en cerdos en crecimiento con dos niveles de alimentación (100 y 75 por ciento) y con dos rangos de temperatura (4 y 9 °C), encontraron que a medida que se incrementa la temperatura ambiental aumenta la cantidad de grasa dorsal, disminuye el consumo de alimento por kilogramo de peso ganado y aumenta la ganancia de peso diario; cuando los cerdos son restringidos aumenta la cantidad de alimento requerido por kilogramo de peso ganado y se reduce la ganancia de peso diario, disminuyendo también la deposición de grasa dorsal. El peso corporal aumenta cuando se incrementa la temperatura a 9 °C, pero no registraron diferencia a ésta temperatura entre alimentación ad libitum y alimentación restringida.

Otros experimentos sobre restricción de alimento y calidad de la canal en cerdos en crecimiento - finalización, han demostrado que los cerdos restringidos tienden a ser más eficientes que aquellos alimentados a libertad y que el mayor tiempo de restricción se refleja en ganancias de peso más

bajas y una pobre conversión alimenticia (Terry et al., - 1980).

Kracht et al. (1985), alimentando cerdos a apetito - (100 por ciento del consumo) y 90 y 85 por ciento del consumo temporalmente, encontraron un decremento en la ganancia - de peso de 5 a 11 por ciento y en la energía requerida por - kilogramo de ganancia de 2 a 5 por ciento al finalizar el - período de restricción, presentándose posteriormente diferentes grados de crecimiento compensatorio y cambios en la conversión de alimento menores al 2 por ciento.

Etapa de Finalización

Grandhi y Strain (1980), indican que en cerdos en - finalización sometidos a restricción alimenticia (no alimentados dos a tres veces por semana intermitentemente) la conversión es pobre durante el invierno y más alta en el verano; el reducido crecimiento y la baja conversión observada - con restricción en el invierno, se debe a que una alta proporción de energía es utilizada para mantener la temperatura normal del cuerpo, así como para el metabolismo tisular; encontrando además que el nivel de consumo a libre acceso fue económicamente el más redituable.

Garza (1977) comparó animales restringidos en un 20 - por ciento del consumo, alimentados dos veces al día, con - animales alimentados a libertad, encontrando una mejor conversión alimenticia y una utilidad bruta superior en los animales restringidos.

Todo parece indicar que los animales bajo consumo de libre acceso tienen una mayor ganancia de peso diario, mayor consumo de alimento por día y menos días a término (90 kg de peso vivo) en comparación con animales bajo alimentación restringida; sin embargo, éstos tienen mejor conversión alimenticia y un menor espesor de grasa dorsal; aunque económicamente existe un mayor beneficio en los animales alimentados a libertad (Quijano, 1988).

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

Localización

El presente estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la granja porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en los terrenos de la misma en Buenavista, Saltillo, Coahuila, a 8 km al Sur de la Ciudad de Saltillo, por la carretera Saltillo - Zacatecas. Las coordenadas geográficas son 25°, 22' 44" Latitud Norte y 100° 00' 00" longitud Oeste, con una altura de 1770 msnm.

Presenta una temperatura anual media de 17.7 °C y una precipitación de 303.9 mm, con un régimen de lluvias de verano e invierno. El clima se caracteriza por ser seco o árido (BSO Kx' (e)); el más seco de los BS (García, 1973).

Animales Experimentales

Se utilizaron 139 lechones de diferentes cruizas, entre las razas Landrace, Yorkshire, Hampshire y Duroc, y de ambos sexos, destetados a los 40 días de edad, enteros y de peso similar, los cuales fueron distribuidos al azar en 8 grupos experimentales con 15 lechones cada uno y 19

lechones en el grupo control, alojados en corraletas de concreto con comedero de tolva y bebedero de chupón.

Los animales fueron vacunados contra cólera porcino al destete y desparasitados una semana antes de iniciar el experimento, mismo que consistió de dos fases: una de restricción alimenticia y otra de compensación con 29 y 30 días de duración, respectivamente.

Tratamientos

Se utilizaron cuatro niveles de consumo (100, 95, 90 y 85 por ciento) y dos frecuencias de alimentación (una y dos veces por día), con los siguientes tratamientos:

- 0.- Alimento a libre consumo (grupo control)
- 1.- Alimento una vez al día sin restricción (100 por ciento)
- 2.- Alimento dos veces al día, sin restricción (100 por ciento)
- 3.- Alimento una vez al día, con restricción del 5 por ciento (95 por ciento)
- 4.- Alimento dos veces al día, con restricción del 5 por ciento 95 por ciento)
- 5.- Alimento una vez al día, con restricción del 10 por ciento (90 por ciento) ✓
- 6.- Alimento dos veces al día, con restricción del 10 por ciento (90 por ciento)
- 7.- Alimento una vez al día, con restricción del 15 por ciento (85 por ciento)

8.- Alimento dos veces al día, con restricción del 15 por ciento (85 por ciento)

Procedimiento Experimental

Previo al experimento se realizó una prueba para determinar el consumo promedio de los cerdos, la cual sirvió como base para determinar la cantidad de alimento a ofrecer en los tratamientos 1 y 2, con base en estos consumo se hicieron las restricciones alimenticias del 5, 10 y 15 por ciento (Cuadro 3.1). Los cerdos recibieron un período de adaptación al alimento y al manejo de siete días antes del inicio del trabajo experimental. El alimento proporcionado durante la fase de restricción (iniciación) contenía 16.8 por ciento de proteína cruda y una vez terminada esta fase todos los animales recibieron la misma alimentación, proporcionándoles alimento de crecimiento con 13.6 por ciento de proteína cruda a libre consumo (Cuadro 3.2). El alimento utilizado en la investigación fue el proporcionado habitualmente en la unidad porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el cual fue analizado en los laboratorios de Nutrición Animal de la misma Universidad, para determinar su composición nutricional (Cuadro 3.2 y 3:3.).

VARIABLES QUE SE MIDIERON

Los criterios de respuesta que se evaluaron fueron: consumo de alimento, ganancia de peso, conversión alimenticia,

CUADRO 3.1. Cantidad de alimento (gr) ofrecido por animal por día durante la etapa de restricción.

Tratamiento	Primera semana	Segunda semana	Tercera semana	Cuarta semana	Frecuencia
Control	---A libre consumo---	---A libre consumo---	---A libre consumo---	---A libre consumo---	
1	500	600	700	800	Una vez / día
2	500	600	700	800	Dos veces / día
3	475	570	665	760	Una vez / día
4	475	570	665	760	Dos veces / día
5	450	540	630	720	Una vez / día
6	450	540	630	720	Dos veces / día
7	425	510	595	680	Una vez / día
8	425	510	595	680	Dos veces / día

CUADRO 3.2. Análisis químico de los alimentos de iniciación y crecimiento

Componente	Iniciación	Crecimiento
Materia seca (%)	83.66	86.66
Proteína cruda (%)	16.89	13.61
Fibra cruda (%)	3.00	5.17
Grasa cruda (%)	3.16	2.89
Ceniza (%)	2.83	3.26
Energía digestible Kcal	2543	2805
Energía metabolizable Kcal	2273	2587
Materia orgánica (%)	97.17	96.74

CUADRO 3.3. Composición de las dietas utilizadas en la unidad porcina para cerdos de iniciación y crecimiento.

Ingrediente	Iniciación %	Crecimiento %
Sorgo	69.5	72.2
Harina de soya	25.0	15.0
Alfalfa achicalada (molida)	3.0	10.0
Roca fosfórica	1.5	1.5
Premezcla vitaminas y minerales	.5	0.5
Sal (Na Cl)	0.5	0.5
Antibióticos	0.7	0.35
T o t a l	100.7	100.05

incidencia y severidad de la diarrea, relación de las medidas zoométricas con la restricción de alimento, espesor de la grasa dorsal y relación costo - beneficio de esta práctica de manejo.

Consumo de alimento

En la primera fase (restricción) se contabilizó pesando diariamente las cantidades de alimento proporcionadas a los animales en los tratamientos 1 a 8. En la segunda fase (compensación) se estimó semanalmente pesando el alimento proporcionado, el cual se daba en una cantidad superior al consumo y el sobrante, sacando por diferencia el consumo; de la misma manera se estimó el consumo del grupo control.

Ganancia de Peso

Los animales se pesaron cada 14 días a partir de la fecha de inicio del experimento y hasta finalizar la etapa de compensación, utilizando para ello una báscula de plata forma con jaula de contención. Todos los pesajes se hicieron por la mañana antes de proporcionar el alimento.

Conversión Alimenticia

Esta se estimó con base en los datos de consumo de alimento y ganancia de peso, para las fases de restricción, compensación y de manera combinada para ambas fases, a fin -

de obtener una información primeramente por fases y después del experimento completo.

Incidencia y Severidad de la Diarrea

La severidad de las diarreas se midió de acuerdo a una escala subjetiva del 1 al 4 consistiendo en: a) heces normales; b) heces pastosas; c) heces semi-líquidas y d) heces líquidas. La incidencia se midió por el número de evacuaciones diarréicas durante el período experimental (Ball y Aherne, 1987b).

Medidas Zoométricas

Los animales se midieron cada 14 días después de pesarse, las medidas zoométricas consideradas fueron = largo dorsal, perímetro torácico, altura a la cruz y grosor de caña; utilizando para ello una cinta métrica plástica, conforme a las indicaciones sugeridas por Flores y Agraz (1981), tal como se señala en la Figura 3.1.

Grasa Dorsal

Los animales fueron monitoreados, a fin de que al momento de salir al mercado se les midiera la grasa dorsal. El método consistió en realizar pequeños cortes sobre la piel con un bisturí, a la altura de la séptima costilla (corderillo) y a la mitad del lomo, a través de los cuales se

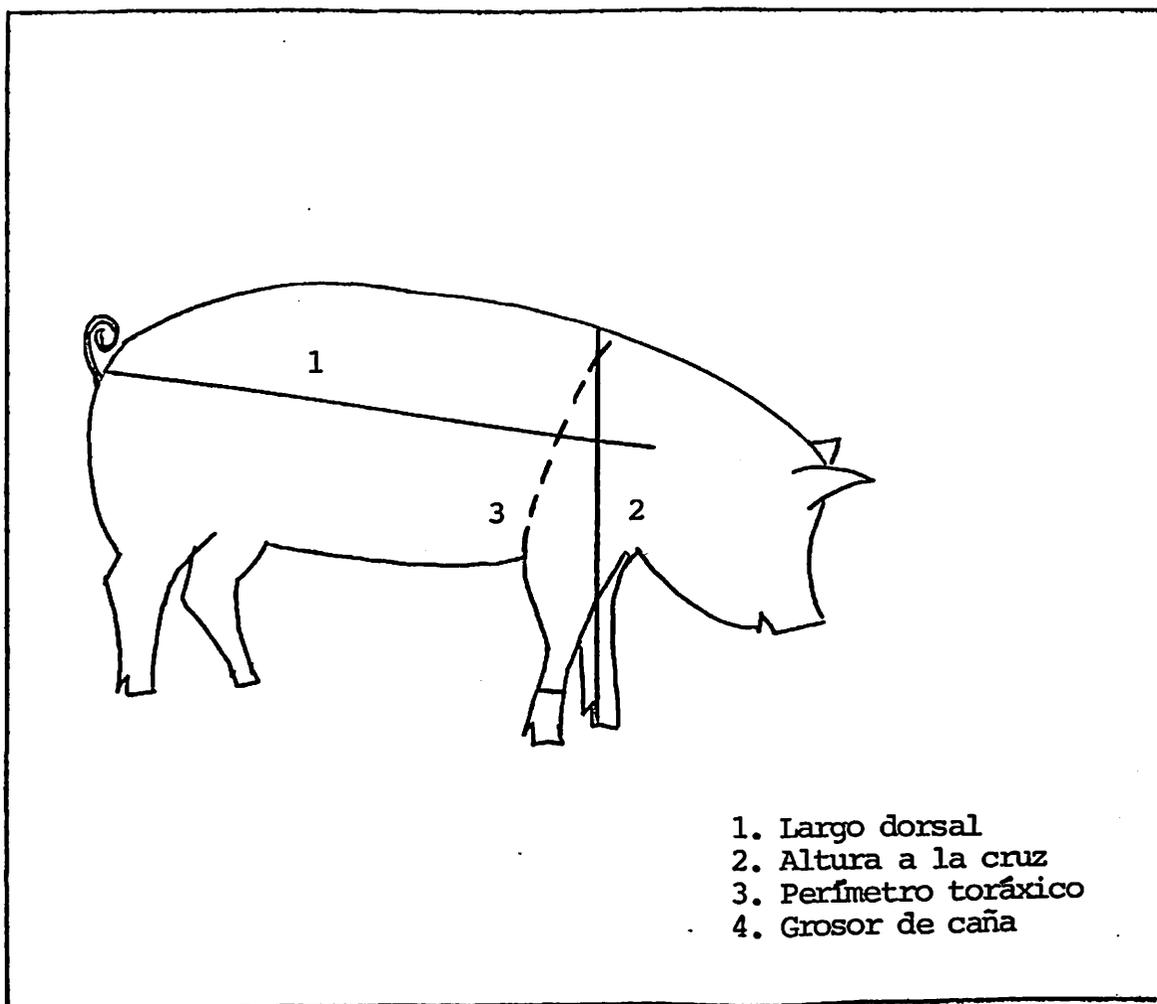


FIGURA 3.1. Localización anatómica de las medidas zométricas.

introdujo una regla metálica graduada. Los cortes se hicieron a 3 cm de la línea media y los valores se promediaron - para obtener promedio de grasa dorsal, el cual fue ajustado a 105 kg de peso (Berruecos, 1972), de acuerdo a la fórmula $GDA = (Gda + (105 - Wa) \frac{Gda}{Wa - 11})$, en donde GDA = grasa dorsal ajustada, Gda = grasa dorsal actual, Wa = peso actual - (Figura 3.2).

Relación Costo - Beneficio

Esta se estimó con base en el costo del kilogramo de cerdo producido por kilogramo de alimento consumido, estimando el ahorro que representaría la restricción de alimento en porcentaje. Se consideró que el kilo de alimento de iniciación tiene un costo promedio de 550 pesos y el de crecimiento de 500 pesos a Septiembre de 1989.

Análisis Estadístico

El diseño experimental fue un completamente al azar con arreglo factorial 2 x 4, empleando como tratamiento testigo la alimentación a libre consumo.

Las variables ganancia de peso y conversión de alimento se evaluaron mediante un análisis de varianza con comparación de medias para factorial con tratamiento extra. Entre tratamientos se realizó una comparación de medias por el método de Tukey (Rodríguez, 1988), para establecer las diferencias entre el control y el resto de los tratamientos, así

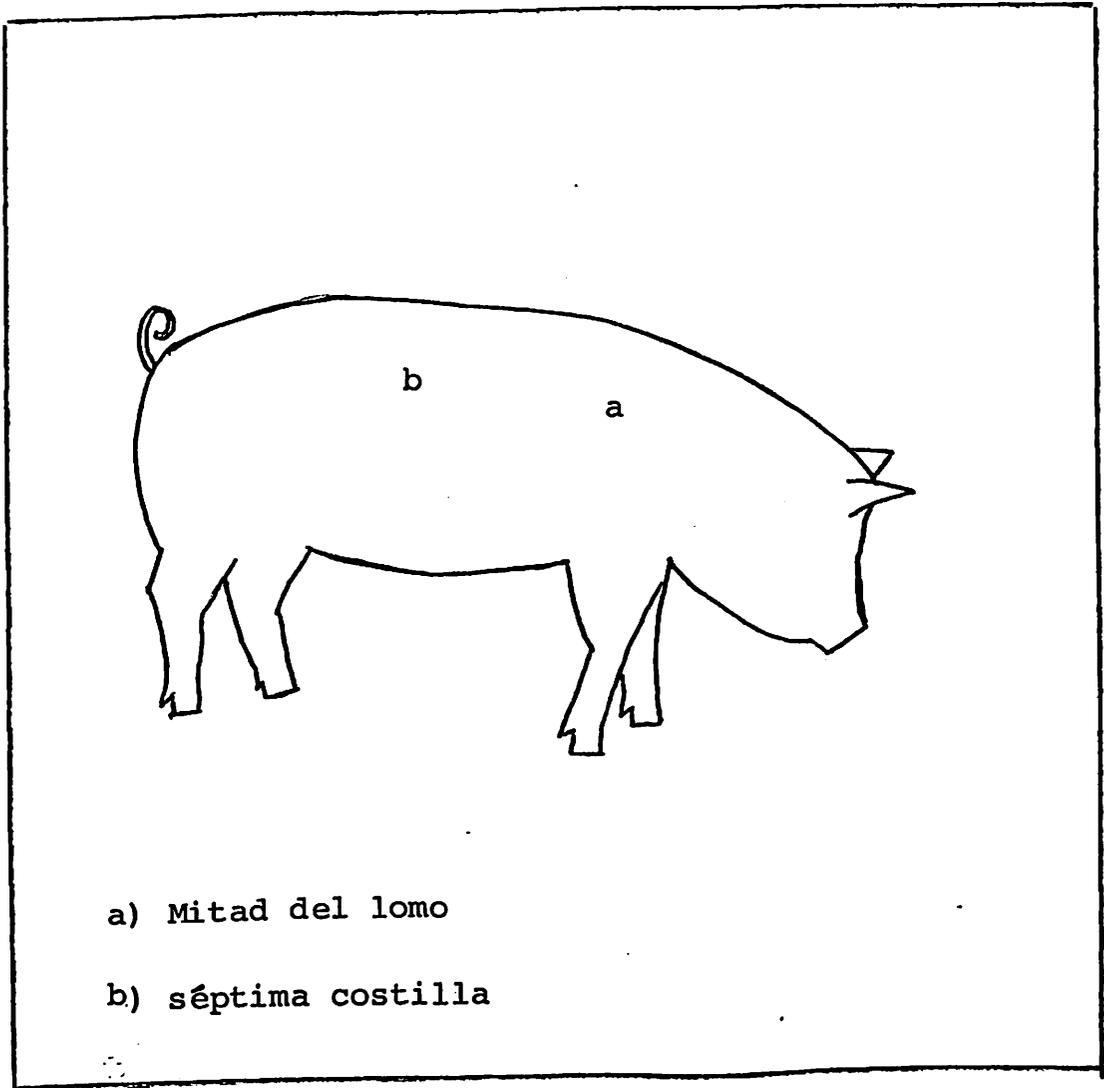


FIGURA 3.2. Localización anatómica de las medidas de grasa dorsal.

como entre las frecuencias y niveles de alimentación para la primera etapa (período de restricción). La segunda etapa o fase de compensación se evaluó mediante un análisis de varianza considerando los mismos tratamientos y diseño completamente al azar. Finalmente se evaluaron mediante un análisis combinado para medir el efecto de los tratamientos sobre las ganancias compensatorias.

La severidad de las diarreas se midió por medio de estadística no paramétrica por la prueba de Newman Kewels, ya que los valores fueron tomados en base a una escala. La incidencia se midió de acuerdo al número de días en diarrea durante el experimento, estimando el porcentaje mensual.

Se realizó un análisis de correlaciones entre medidas zoométricas y peso, para cada fase, comparando los resultados obtenidos en cada tratamiento y el grupo control.

La grasa dorsal ajustada a 105 kg de peso vivo, se evaluó por medio de un análisis de varianza para factorial con tratamiento extra, realizando posteriormente una comparación de medias entre grupo control y tratamientos.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSION

Consumo de Alimento

Aunque el consumo de alimento por animal no fue analizado estadísticamente, se detectó una tendencia a disminuir conforme se restringe la cantidad de alimento (Cuadro 4.1). En el grupo control alimentado a libertad, se estimó un consumo de 60.93 kg de alimento durante todo el ciclo experimental, el cual fue considerado como el 100 por ciento para estimar el porcentaje de ahorro en los diferentes niveles y frecuencias de alimentación. Encontrando un ahorro de 11.83 por ciento al alimentar a apetito (100 por ciento del consumo), 15.46 por ciento con un nivel de 95 por ciento, 1.35 por ciento con un nivel de 85 por ciento del consumo, al alimentar el 90 por ciento del consumo se incrementó la cantidad de alimento requerido en un 15.49.

Si bien los resultados no muestran efectos muy consistentes en cuanto a consumo de alimento, se observó que los animales alimentados a libertad mostraron una tendencia a mayor consumo, esto coincide con Quijano (1988) y Campbell et al. (1983), quienes mencionan que la restricción moderada de alimento reduce el consumo del mismo; sin embargo,

CUADRO 4.1. Consumo de alimento estimado (kg), en los diferentes niveles y frecuencias de alimentación en cerdos en la etapa de crecimiento.

Tratamientos	Consumo/día	Consumo Total	Ahorro (%)
Control	1.0327	60.932	-
1	0.910	53.7195	11.837
2	0.910	53.7195	11.837
3	1.192	70.3722	-15.49
4	1.192	70.3722	-15.49
5	0.873	51.507	15.468
6	0.873	51.507	15.468
7	1.018	60.1062	1.355
8	1.018	60.1062	1.355

Grandhi y Strain (1980) señalan que el cerdo requiere mayor cantidad de alimento para manifestar el efecto compensatorio después de una restricción alimenticia.

Ganancia Diaria de Peso (G.D.P.)

Fase de Restricción

Al analizar la fase de restricción (Cuadro 4.2), no se encontró diferencia significativa entre el grupo control y los tratamientos 1, 5, 7 y 8 con 316, 371, 313, 301 y 285 g/día; pero si hubo diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) entre el grupo control (316 g) y los tratamientos 2 y 6 con 167 y 208 g respectivamente, comportándose mejor el testigo o control. El tratamiento 3 (95 por ciento una vez al día) fue mejor que el resto de los tratamientos, incluyendo al grupo control y tuvo una ganancia diaria de 444 g, siendo estadísticamente diferente a los tratamientos 2, 4, 6, 7 y 8 que tuvieron una ganancia diaria de 167, 240, 208 y 285 g, respectivamente; en esta fase se encontraron diferencias en la respuesta de los niveles, las frecuencias y la interacción de ambos factores, lográndose las mejores respuestas en los tratamientos con alimentación una vez al día, la tendencia en la respuesta se observa objetivamente en la Figura 4.1.

CUADRO 4.2. Ganancia diaria de peso (kg), obtenida para los diferentes niveles y frecuencias de alimentación, en cerdos en crecimiento.

Tratamiento	Restricción	Compensación	Experimento completo
Control	0.31648 b	0.24101 d	0.2823 c
1	0.3717 ab	0.3770 abc	0.3743 ab
2	0.1671 c	0.3356 c	0.247 c
3	0.4443 a	0.4782 ab	0.4613 a
4	0.2403 bcd	0.4868 a	0.3574 ab
5	0.3131 abc	0.4418 abc	0.3774 ab
6	0.2083 cd	0.4684 ab	0.3346 bc
7	0.3014 bc	0.3641 bc	0.3324 bc
8	0.2855 bcd	0.4587 ab	0.3654 ab

Valores con diferente literal son estadísticamente distintos
(P<0.01)

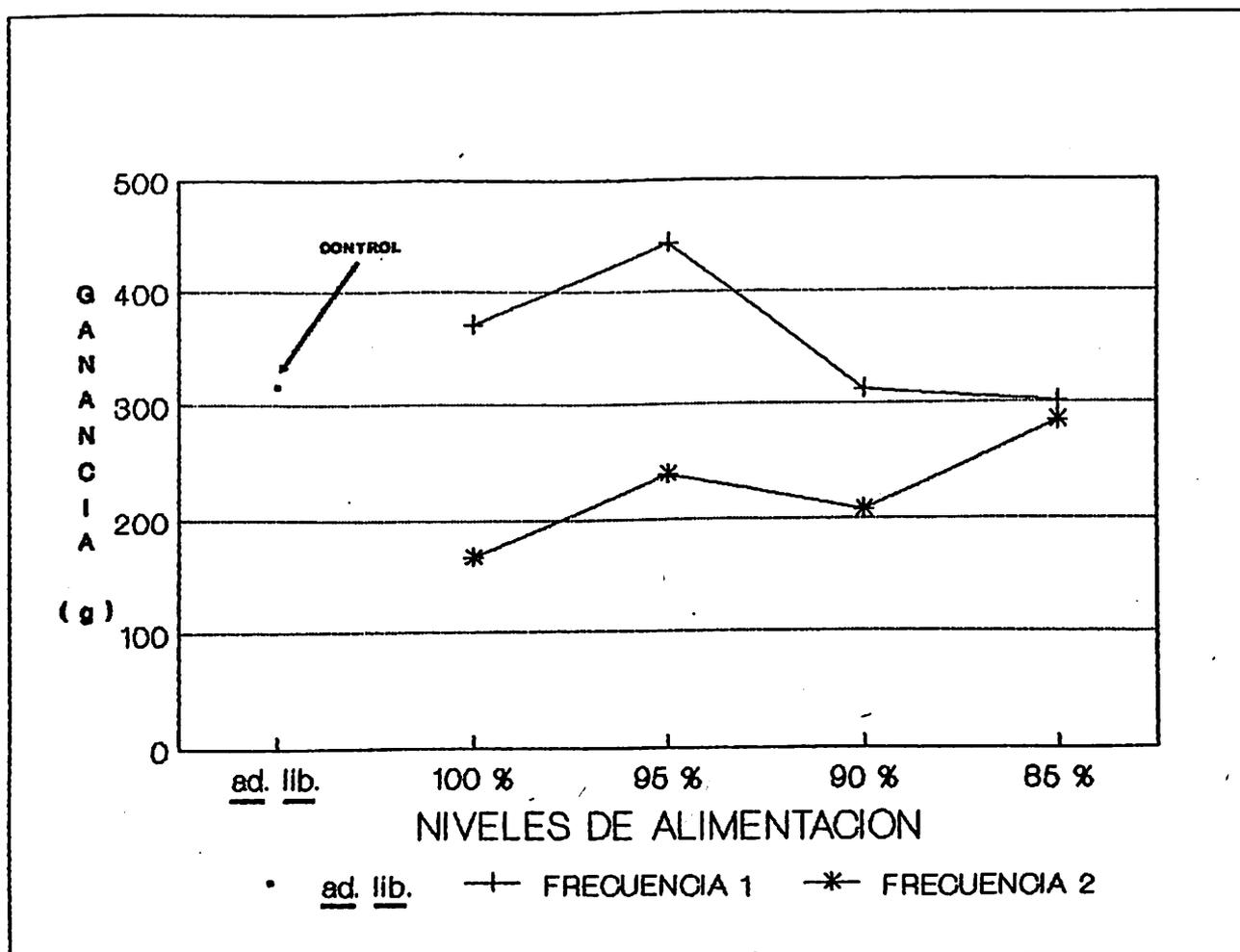


FIGURA 4.1. Ganancia diaria de peso (kg) en la fase de restricción en cerdos en crecimiento.

Fase de Compensación

En la fase de compensación (Cuadro 4.2), se encontraron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre el grupo control y los tratamientos, así mismo, se observaron diferencias altamente significativas entre los niveles ($P < 0.01$) entre el grupo control y los tratamientos, así mismo, se observaron diferencias altamente significativas entre los niveles ($P < 0.01$) y significativas en la interacción de niveles por frecuencias ($P < 0.05$), encontrándose las mejores respuestas en el nivel de 95 por ciento y la mayor ganancia en el tratamiento 4 (95 por ciento del consumo dos veces al día) con 486 g por día, siendo diferente a los tratamientos 2 y 7 (100 por ciento dos veces al día y 85 por ciento una vez al día), con una ganancia de 335 y 364 g por día, respectivamente, pero no al resto de los tratamientos; mientras que la menor respuesta fue para el grupo control con 241 g por día y el tratamiento 2 que tuvo una ganancia diaria de 335 g por día fue igual a los tratamientos 1, 5 y 7 que lograron ganancias de 377, 441 y 364 g respectivamente. En la Figura 4.2 se observa que para esta fase la ganancia diaria de peso alcanzó su punto óptimo en el nivel de 95 por ciento para las dos frecuencias de alimentación, siendo éstas muy similares entre sí, observándose también el efecto del crecimiento compensatorio, ya que los tratamientos con mayor restricción lograron mejores ganancias.

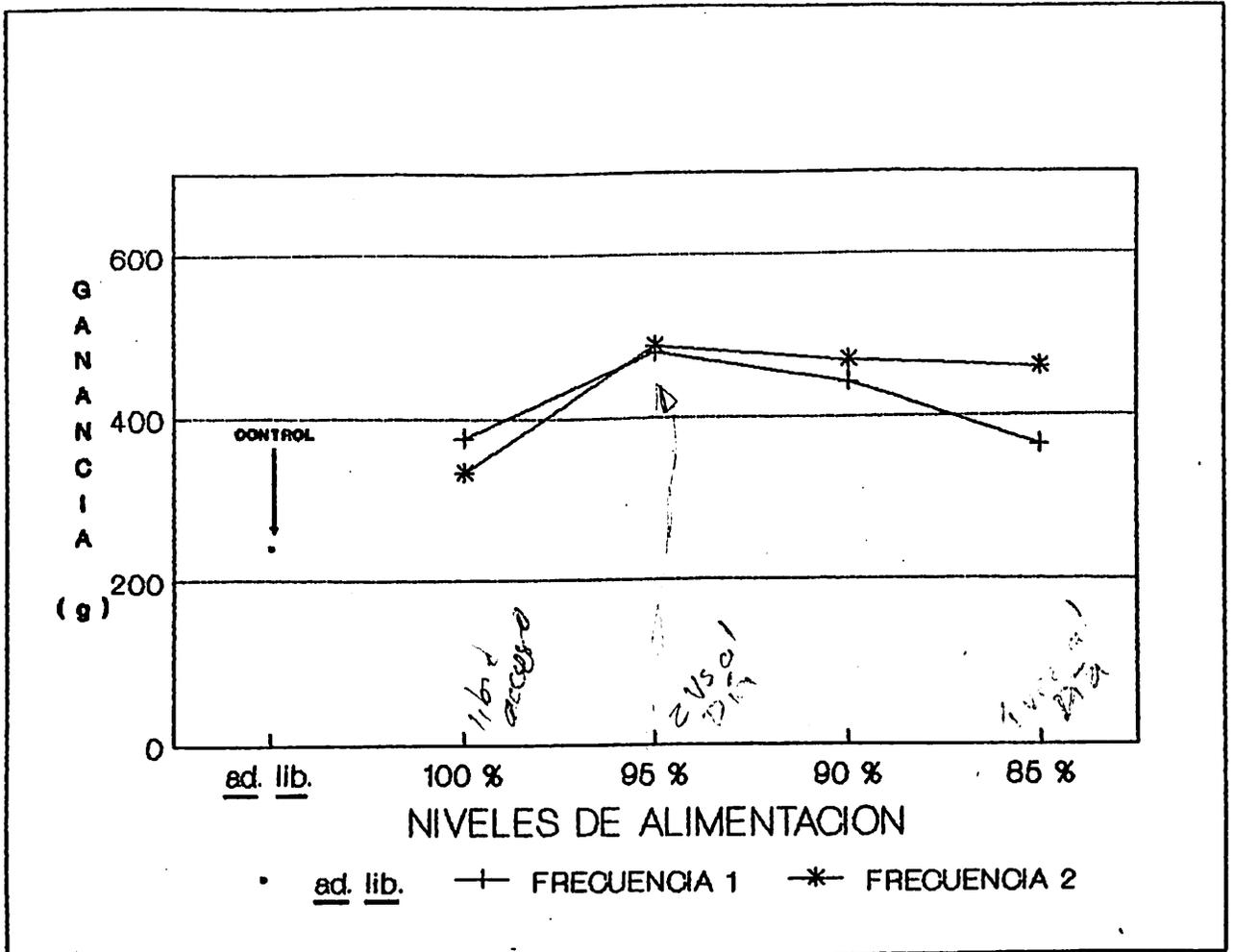


FIGURA 4.2. Ganancia diaria de peso (kg) en la fase de - compensación en cerdos en crecimiento.

Experimento Total

Al hacer un análisis combinado (Cuadro 4.2), para el experimento completo, se observó una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) entre el grupo testigo y los tratamientos, así como entre niveles, frecuencias y la interacción de ambos factores. El grupo control mostró diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), con los tratamientos 1, 3, 4, 5 y 6, que tuvieron valores de 374, 461, 357, 377 y 365 g/día, respectivamente, en tanto que no hubo diferencias entre el grupo control y el tratamiento 2 (100 por ciento dos veces al día) que presentaron las menores respuestas con 282 y 247 g/día respectivamente. Los mejores resultados en ganancia de peso se obtuvieron en el tratamiento 3 (95 por ciento una vez al día) con ganancias de 461 g. Puede observarse en la Figura 4.3., el comportamiento mostrado por los tratamientos a través de todo el experimento.

Estos resultados coinciden con lo señalado por Gadenken et al. (1983), quienes detectaron una compensación en la ganancia de peso como consecuencia de una alta deposición de proteína, debido a un incremento en la digestibilidad y alta eficiencia en su utilización. Angelova et al. (1985), Gjafsen et al. (1982), y Zivkovic et al. (1983), también encontraron un aumento en la ganancia de peso después de la fase de rehabilitación nutricional (crecimiento compensatorio), sin embargo, Mateman et al. (1982) y Brandsma et al. (1982), vieron reducidas las ganancias de peso al restringir cerdos

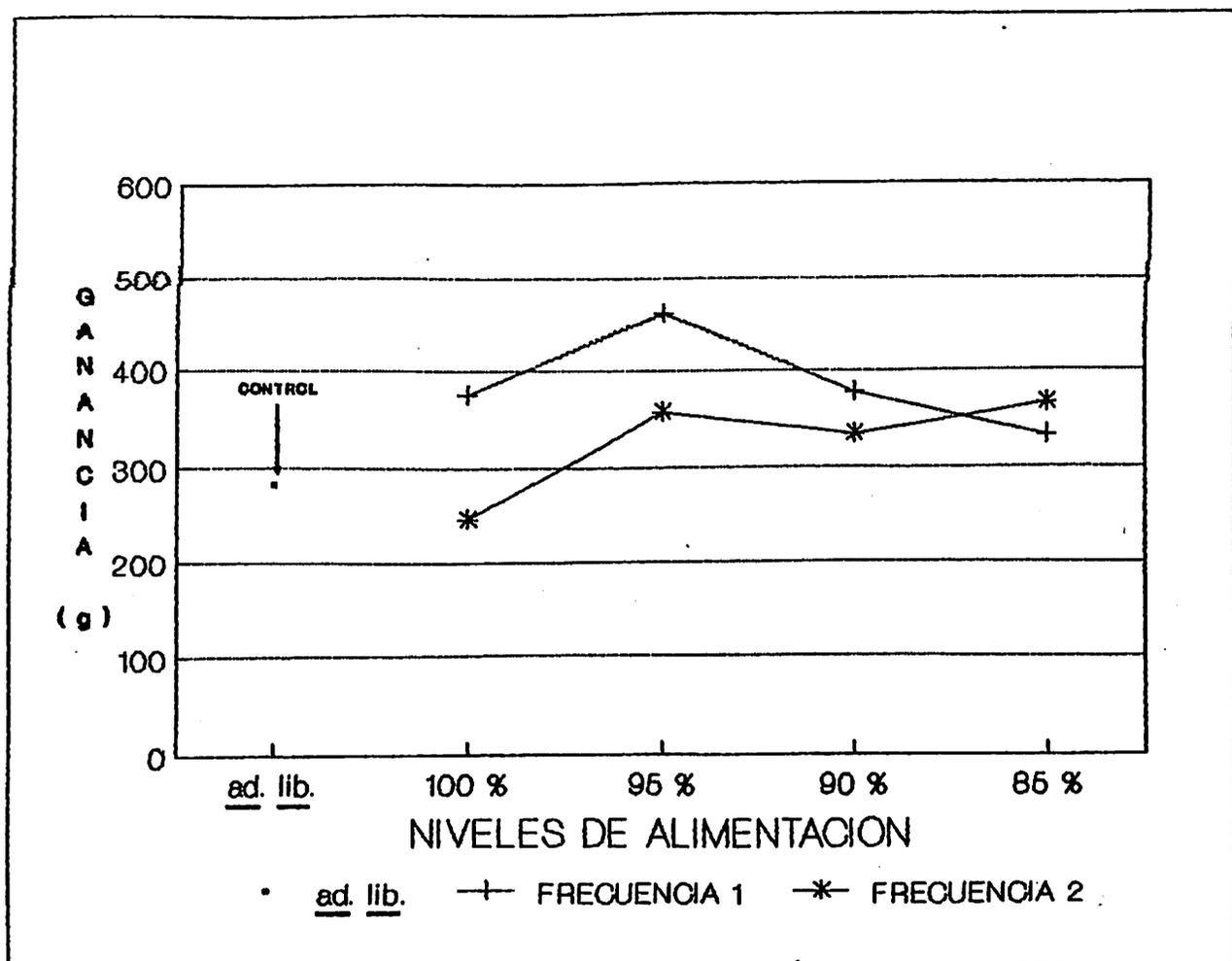


FIGURA 4.3. Ganancia diaria de peso (kg) durante el experimento completo en cerdos en crecimiento.

en crecimiento, quizá debido a diferentes factores como el tiempo y el grado de restricción manejado en cada investigación.

Conversión de Alimento

Fase de Restricción

Al analizar la fase de restricción (Cuadro 4.3), se encontró que para conversión de alimento hubo diferencia significativa entre niveles, interacción de niveles por frecuencia y entre frecuencias ($P < 0.01$), en donde la mejor respuesta se registró al alimentar una vez al día. Al comparar el grupo control con los tratamientos se encontró diferencia altamente significativa ($P < 0.01$) con respecto a los tratamientos 2 y 6, que tuvieron una conversión de 4.9 y 3.8 kg de alimento por kg de carne producido, respectivamente. La mejor respuesta lograda fue para el tratamiento 3 (95 por ciento una vez al día), con 1:1.6 kg, siendo únicamente diferente ($P < 0.01$) al tratamiento 2 que tuvo una conversión de 1:4.9 kg de alimento por kg de cerdo producido. En la Figura 4.4 se observa claramente la tendencia a mejorar la conversión de alimento conforme se incrementa la restricción de alimento, en especial para los animales alimentados dos veces al día, mientras que los cerdos alimentados una vez al día mantuvieron una conversión más o menos constante durante esta fase.

CUADRO 4.3. Conversión de alimento estimado (consumo/ganancia) para diferentes niveles y frecuencias de alimentación, en cerdos en crecimiento.

Tratamiento	Restricción <i>1/2 de alimento</i> <i>7/15</i>	Compensación	Experimento completo
Control	2.13 ab	6.088 c	3.7289 ab
1	-1.93 ab	3.1673 ab	2.498 c
2	1.9173 at	3.6773 ab -	3.9247 a-
3 <i>1/2 de alimento</i>	1.6673 bx	3.9500 a*	2.8387 abc
4	2.79 ab	3.8587 a	3.7420 ab
5	1.9213 ab	2.6927 b	2.3527 c
6	3.8107 ab-	2.6020 b -	2.7493 bc -
7	1.9413 ab	4.1653 a	3.1187 abc
8	2.0580 ab	3.2847 ab	2.8480 abc

Valores con diferente literal son distintos (P<0.01)

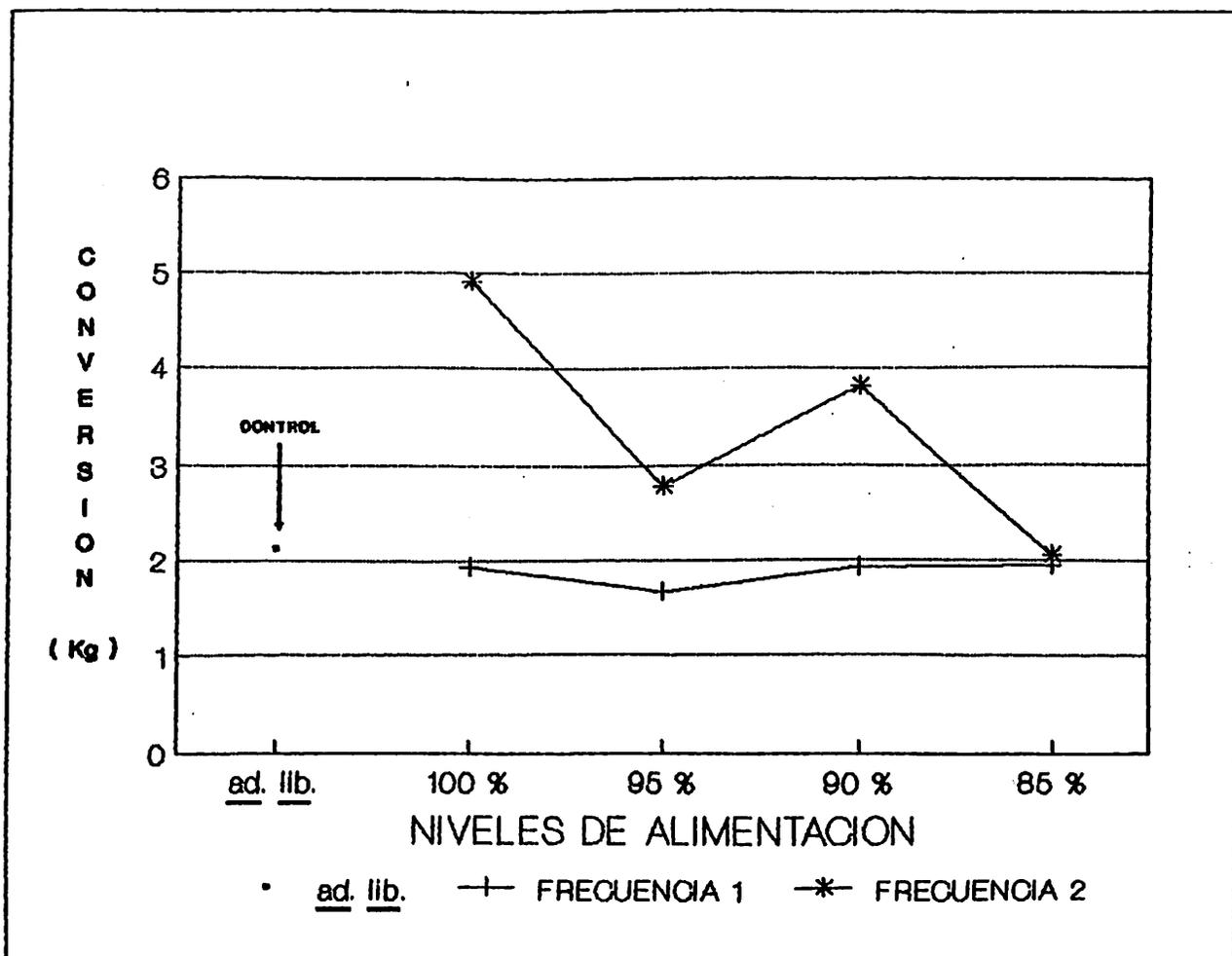


FIGURA 4.4. Conversión de alimento en la fase de restricción alimenticia en cerdos en crecimiento.

Fase de Compensación

En la fase de compensación (Cuadro 4.3), todos los tratamientos tuvieron mejores conversiones que el grupo control, que registró una conversión de 1:6.8 kg ($P < 0.01$). La mejor respuesta la presentó el tratamiento 6 (90 por ciento dos veces al día), con una conversión de 1:2.6 kg, mientras que el tratamiento 7 tuvo la menor respuesta con una conversión de 1:4.1 kg. En esta fase no se encontraron diferencias significativas entre frecuencias, ya que éstas se comportaron de manera similar; los niveles y la interacción de niveles por frecuencias presentaron una diferencia altamente significativa ($P < 0.01$), mostrando mejor conversión los tratamientos 5 y 6 (90 por ciento del consumo en una y dos frecuencias, respectivamente), con 1:2.6 kg ambos tratamientos, éstos a su vez fueron diferentes ($P < 0.01$) a los tratamientos 3, 4 y 7 (1:3.9, 1:3.8 y 1:4.1 kg, respectivamente) y estadísticamente iguales a los tratamientos 1, 2 y 8, cuya conversión fue de 1:3.1, 1:3.6 y 1:3.2 kg respectivamente. En la Figura 4.5 se observa cómo la mejor conversión de alimento se presentó en el nivel de 90 por ciento para ambas frecuencias.

Experimento Completo

Al analizar las dos fases combinadas (experimento completo), no se encontró diferencia entre el grupo control (Cuadro 4.3), alimentado a libertad que tuvo una conversión

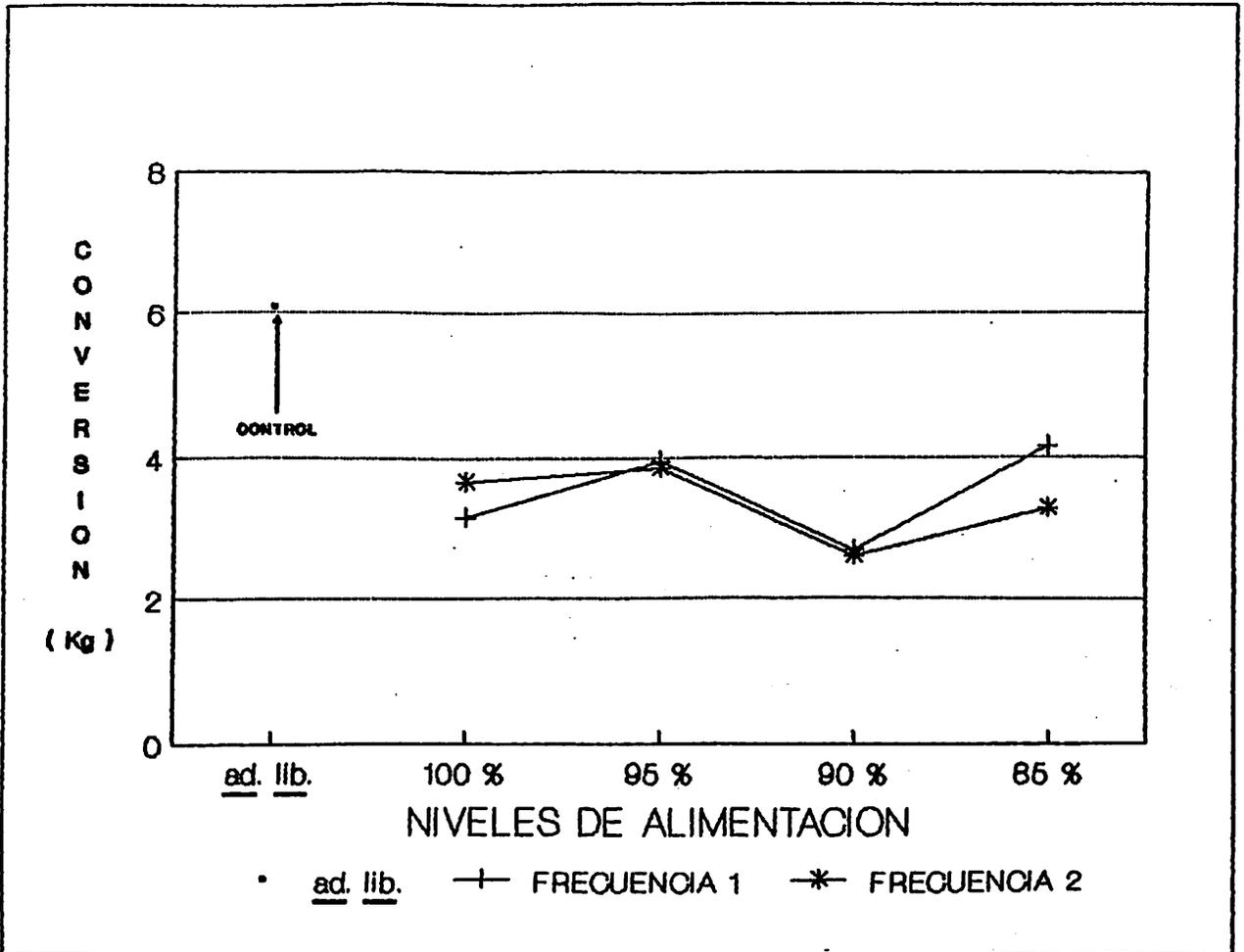


FIGURA 4.5. Conversión de alimento en la fase de compensación en cerdos en crecimiento.

de 1:3.7 y los tratamientos 2 y 4 (1:3.9 y 1:3.7 kg), sin embargo, fue diferente ($P < 0.01$) con respecto a los tratamientos 1, 3, 5, 6 y 8 que tuvieron conversiones de 1:2.4, 1:2.8, 1:2.3, 1:2.7 y 1:2.8, kg, respectivamente; así también se observaron diferencias significativas ($P < 0.05$) con el tratamiento 7 que registró una conversión de 1:3.1 kg por kg de peso ganado.

El análisis de varianza arrojó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre niveles, las frecuencias, la interacción de ambos factores y entre el grupo control, contra los tratamientos. En la comparación de medias se observó que los tratamientos 2, 3, 4, 7 y 8 (1:3.9, 1:2.8, 1:3.7, 1:3.1 y 1:2.8 kg, respectivamente) no difieren entre sí, en tanto que los tratamientos 2 y 4 (1:3.9 y 1:3.7 kg) fueron diferentes al 1 y al 5 (1:2.4 y 1:2.3), encontrando que la mejor respuesta fue la del tratamiento 5 (90 por ciento del consumo una vez al día), con una conversión de 1:2.3 kg, mientras que la menor respuesta fue para los tratamientos 2 y 4 (100 por ciento dos veces al día y 95 por ciento dos veces al día), con una conversión de 1:3.9 y 1:3.7, kg respectivamente. Entre las frecuencias la mejor respuesta se obtuvo al alimentar a los cerdos una vez al día, obteniendo la mejor conversión en el nivel de 90 por ciento como se puede observar en la Figura 4.6.

Estos resultados son similares a los señalados por Terry et al. (1980), Sarkar et al. (1983), Angelova et al. (1985), Donker et al. (1986) y Quijano (1988), quienes mencionan que los cerdos alimentados a libertad tienden a ser -

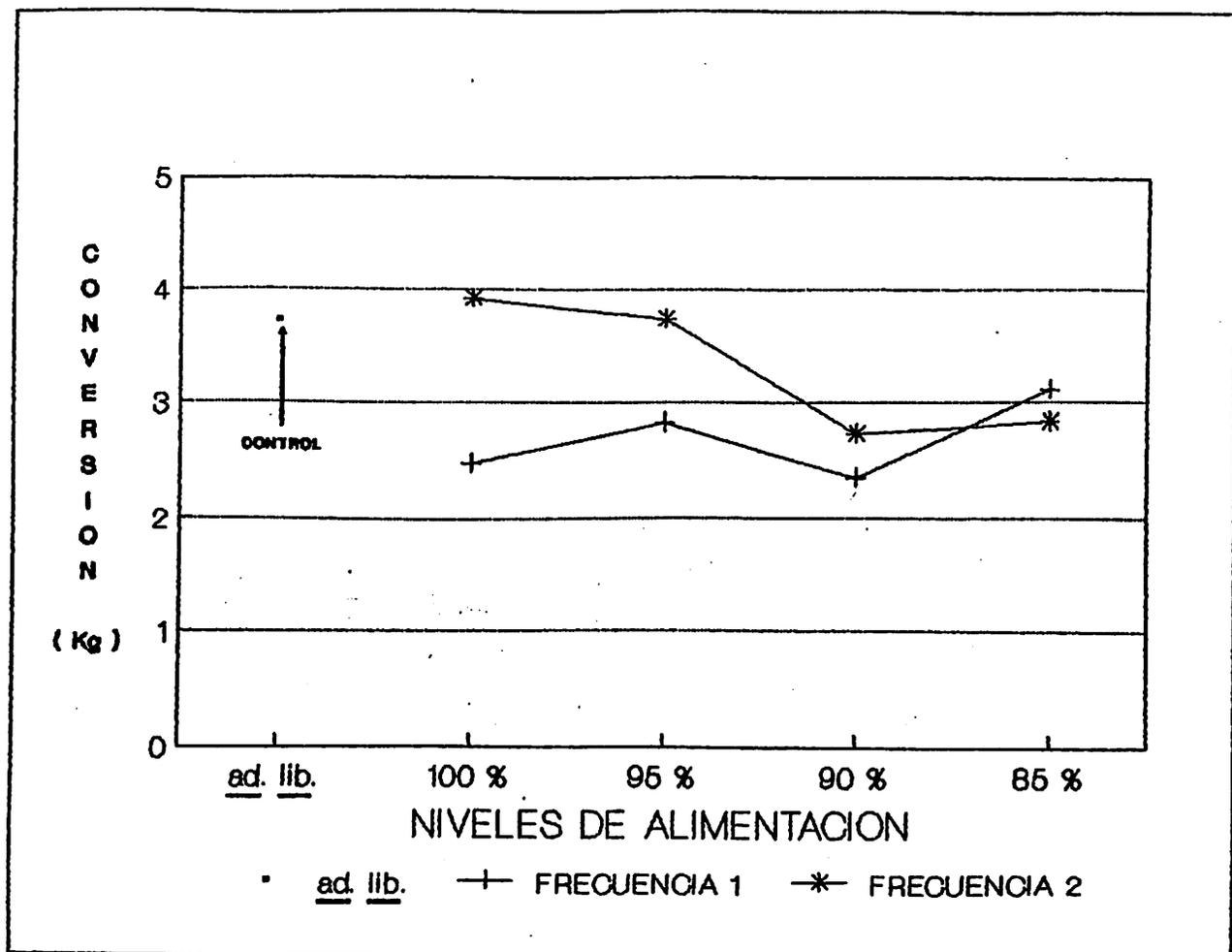


FIGURA 4.6. Conversión de alimento durante el experimento completo en cerdos en crecimiento.

menos eficientes que los cerdos que reciben alimentación moderadamente restringida; éstos presentan un crecimiento compensatorio, sin embargo, difieren con lo mencionado por Grandhi y Strain (1980), Liebert et al. (1985) y Krancht et al. (1985), quienes indican que los cerdos manejados bajo un sistema de alimentación restringida, no logran (aún con ganancias compensatorias) superar a los cerdos sometidos a una alimentación a libre acceso.

Incidencia y Severidad de las Diarreas

La incidencia se midió por el número de evacuaciones diarréicas durante los primeros 30 días del experimento (Cuadro 4.4), encontrándose que los tratamientos 4 y 7 (95 por ciento dos veces al día y 85 por ciento una vez al día), presentaron la menor incidencia de diarrea con 3.33 por ciento cada uno y un solo día de diarrea durante el período experimental; en tanto que los más altos porcentajes de incidencia se presentaron en los tratamientos 8 (85 por ciento dos veces al día), con 46.6 por ciento y el grupo control con 43.3 por ciento y 14 y 13 días con diarrea, respectivamente.

En cuanto a la severidad de la diarrea (Cuadro 4.4.), se encontró que todos los tratamientos, excepto el grupo control, presentaron la misma severidad. La comparación de medias mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre tratamientos, resultando el grupo control diferente a los tratamientos 1, 3, 4, 6 y 7, los cuales presentaron menos severidad en las diarreas (1.1, 1.2, 1.0, 1.2 y 1.0 en escala

CUADRO 4.4. Incidencia y severidad de las diarreas en cerdos en crecimiento, sometidos a diferentes niveles y frecuencias de alimentación.

Tratamientos	Incidencia		Severidad *
	Días	%	
Control	13	43.3	1.83 a
1	4	13.3	1.13 b
2	8	26.6	1.46 a b
3	6	20.0	1.20 b
4	1	3.3	1.03 b
5	7	23.3	1.33 a b
6	7	23.3	1.23 b
7	1	3.3	1.03 b
8	14	46.6	1.50 a b

* Escala de 1 a 4

Valores con distinta literal son estadísticamente diferentes
(P<0.01)

1 a 4, respectivamente). Los tratamientos que presentaron - la mejor respuesta o menos severidad en las diarreas fueron el 4 (95 por ciento del consumo dos veces al día) y el 7 (85 por ciento del consumo una vez al día), con valor de 1.0 en la escala antes mencionada ambos tratamientos. La Figura - 4.7 muestra la tendencia a una respuesta similar entre los - tratamientos y entre las frecuencias en donde no hubo dife - rencia significativa.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por Aher- ✓ ne (1983), Ball y Aherne (1982), Donker et al. (1986) y Ball ✓ y Aherne (1987a), quienes mencionan que restringiendo el ali - mento de forma moderada en los periodos de iniciación y cre - cimiento, se reducen notablemente los desórdenes digestivos.

Análisis de Correlación Entre Medidas Zoométricas

Fase de Restricción

Al analizar la fase de restricción (Cuadro 4.5), se encontraron correlaciones altamente significativas entre las variables peso corporal y largo dorsal, para los cuatro nive - les de alimentación (100, 95, 90 y 85 por ciento), con valo - res de 0.83, 0.93, 0.88 y 0.55, respectivamente; en el mismo sentido, la frecuencia de una vez al día, presentó una corre - lación ligeramente mayor que la frecuencia dos veces al día (0.83 y 0.76, respectivamente).

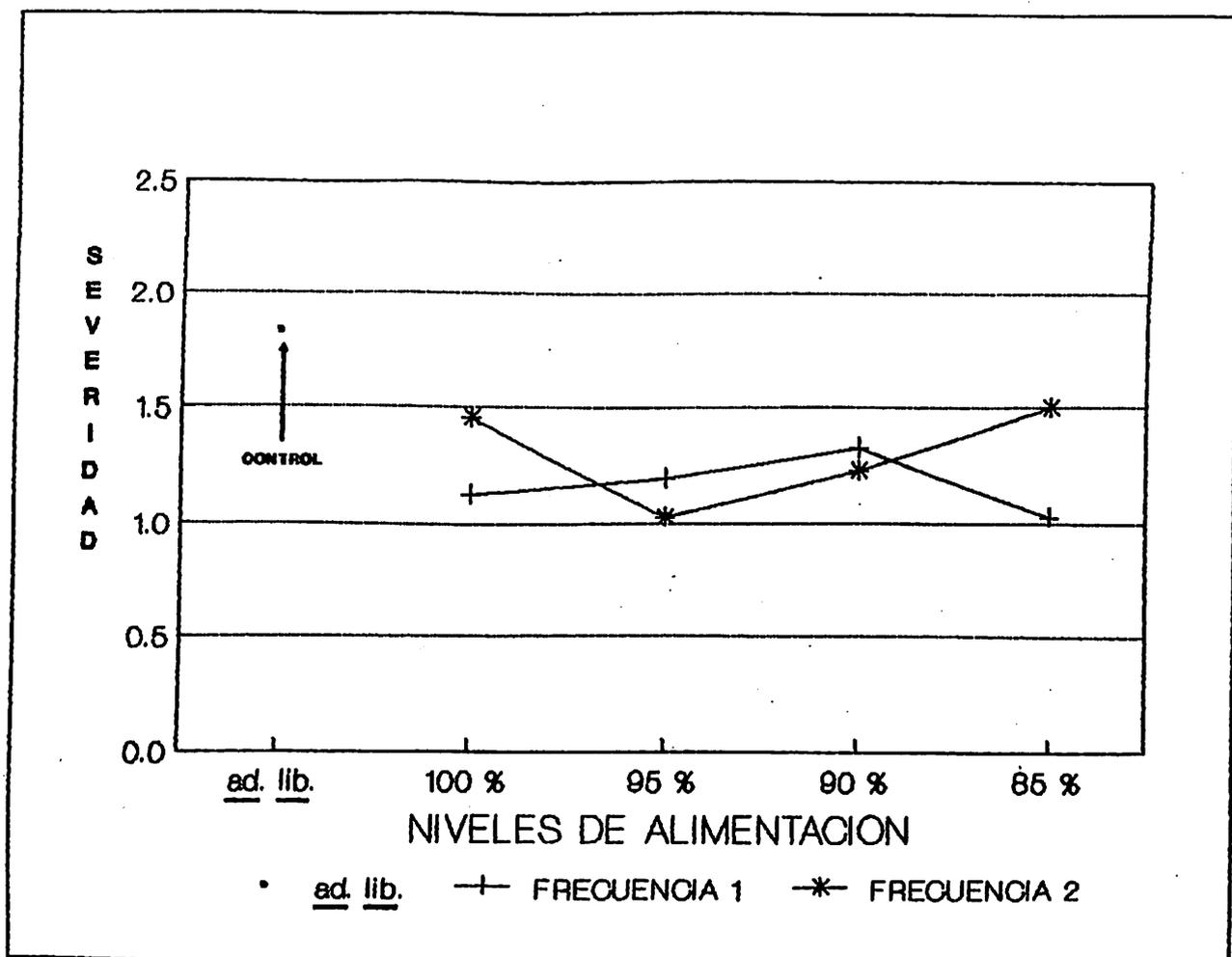


FIGURA 4.7. Severidad de las diarreas conforme a los niveles y frecuencias de alimentación en cerdos en crecimiento.

CUADRO 4.5. Correlaciones entre peso corporal (PC), perímetro torácico (PT), largo dorsal (LD), altura a la cruz (AC) y grosor de la caña (GC) para diferentes niveles y frecuencias de alimentación (fase de restricción).

Nivel (%)	PC X LD	PC X PT	PC X AC	PC X GC	PT X LD
100	0.829 **	0.905 **	0.721 **	0.687 **	0.921 **
95	0.928 **	0.971 **	0.865 **	0.901 **	0.930 **
90	0.881 **	0.923 **	0.514 *	0.853 **	0.866 **
85	0.550 *	0.843 **	0.734 **	0.688 **	0.765 **
1 vez	0.833 **	0.921 **	0.618 *	0.765 **	0.865 **
2 veces	0.760 **	0.899 **	0.799 **	0.800 **	0.876 **
Control	0.595 *	0.830 **	0.408 NS	0.777 **	0.614 *

En lo referente al grado de asociación entre las variables peso corporal y perímetro torácico (Cuadro 4.5), nuevamente se observó una alta correlación en los cuatro niveles mencionados con anterioridad, con valores de 0.91, 0.97, 0.92 y 0.84 respectivamente, así también entre las frecuencias, ya que sus valores fueron de 0.92 y 0.90 para una y dos frecuencias respectivamente. En el grupo control se presentaron correlaciones altamente significativas (0.83), lo cual parece indicar que hubo efecto similar de los tratamientos y grupo control en la asociación de estas dos variables.

Las variables peso corporal y altura a la cruz (Cuadro 4.5), mostraron alta correlación entre niveles, excepto para el grupo control, la cual no fue significativa (0.41); en tanto que entre las variables peso corporal y grosor de la caña (Cuadro 4.5), hubo una alta correlación, tanto para los niveles, como para el grupo control, con valores de 0.69, 0.90, 0.85, 0.68 y 0.77 para 100, 95, 90 y 85 por ciento del consumo y grupo control. Para la asociación de las variables perímetro torácico y largo dorsal (Cuadro 4.5), se observó la tendencia a su disminución conforme se incrementó la restricción de alimento, ya que se presentaron valores de 0.92, 0.93, 0.87 y 0.77 para 100, 95, 90 y 85 por ciento, respectivamente; para estas variables no se encontró diferencia entre frecuencias, dado que los valores de su correlación fueron de 0.86 y 0.87 para una y dos frecuencias, respectivamente. En lo que respecta a la asociación de estas variables, en el grupo control, su valor fue de 0.61.

Las correlaciones entre las variables largo dorsal - con altura a la cruz, así como largo dorsal con grosor de caña, no fueron significativas para el nivel 85 por ciento - (0.49 y 0.46), (Cuadro 4.6), pero si para los niveles 100, 95 y 90 por ciento, presentando valores de 0.76, 0.76 y 0.53 y 0.60, 0.87 y 0.79, respectivamente, para ambas variables; el grupo control también mostró una correlación significativa en ambos casos, con valores de 0.60 y 0.63, respectivamente.

En el caso de las variables perímetro torácico y grosor de la caña (Cuadro 4.6), no fue significativa la correlación para el grupo control (0.29); mientras que para las variables altura a la cruz y grosor de la caña (Cuadro 4.6), las correlaciones fueron significativas para todos los niveles, - así como para el grupo control con valores de 0.72, 0.76, - 0.57, 0.51 y 0.51, respectivamente; pudiéndose observar cómo a medida que aumenta la restricción de alimento tiende a disminuir la correlación y también la similitud entre el grupo control y el nivel de 85 por ciento del consumo. Entre las frecuencias, la correlación entre estas variables (AC X GC), fue similar con 0.60 y 0.67 para una vez y dos veces al día.

Fase de Compensación

Al analizar la asociación de las variables peso corporal con largo dorsal (Cuadro 4.7), no se encontró correlación significativa para el grupo control (0.15), en tanto, - que para los niveles 100, 95, 90 y 85 por ciento fue significativa con valores de 0.83, 0.90, 0.77 y 0.63; notándose -

CUADRO 4.6. Correlaciones entre largo dorsal (LD), perímetro torácico (PT), altura a la cruz (AC) y grosor de caña (GC) para diferentes niveles y frecuencias de alimentación (fase de restricción).

Nivel (%)	LD X AC	LD X C	PT X AC	PT X GC	AC X GC
100	0.763 **	0.601 *	0.735 **	0.680 **	0.715 **
95	0.768 **	0.865 **	0.873 **	0.898 **	0.763 **
90	0.532 *	0.785 **	0.562 *	0.857 **	0.571 *
85	0.499 NS	0.466 NS	0.665 *	0.603 *	0.510 NS
1 vez	0.604 *	0.677 **	0.671 **	0.820 **	0.609 *
2 veces	0.677 **	0.681 **	0.745 **	0.699 **	0.671 **
Control	0.602 *	0.630 *	0.649 *	0.288 NS	0.511 *

CUADRO 4.7. Correlaciones entre peso corporal (PC), perímetro torácico (PT), largo dorsal (LD), altura a la cruz (AC) y grosor de caña (GC) para diferentes niveles y frecuencias de alimentación (fase de compensación).

Nivel (%)	PC X LD	PC X PT	PC X AC	PC X GC	PT X LD
100	0.829 **	0.923 **	0.831 **	0.824 **	0.831 **
85	0.905 **	0.971 **	0.944 **	0.766 **	0.894 **
90	0.773 **	0.928 **	0.857 **	0.715 **	0.770 **
85	0.637 *	0.798 **	0.455 NS	0.599 *	0.547 *
1 vez	0.775 **	0.910 **	0.770 **	0.663 **	0.734 **
2 veces	0.797 **	0.900 **	0.773 **	0.789 **	0.787 **
Control	0.149 NS	0.534 NS	-0.138 NS	-0.065 NS	0.647 *

claramente la tendencia a disminuir el valor de la correlación conforme se incrementó la restricción de alimento en la primera fase. Para las variables peso corporal y altura a la cruz (Cuadro 4.7), hubo correlaciones altamente significativas en los niveles de 100, 95 y 90 por ciento (0.83, 0.94 y 0.85); sin embargo, en el nivel de 85 por ciento y en el grupo control las correlaciones fueron no significativas con valores de 0.45 y 0.14, respectivamente. Con respecto a las correlaciones para frecuencias, en estas variables el comportamiento fue similar con valores de 0.77 en ambas frecuencias.

Las variables peso corporal con perímetro torácico (Cuadro 4.7), la correlación fue altamente significativa para los niveles 100, ^{95, 90 y} 85 por ciento, con valores de 0.92, 0.97, 0.92 y 0.79, respectivamente; mientras que la asociación de estas variables en el grupo control apenas fue significativa (0.53), para estas mismas variables no hubo diferencia entre las frecuencias, ya que los valores presentados fueron de 0.91 y 0.90 para una y dos veces al día, respectivamente. Es importante señalar que estas correlaciones entre frecuencias fueron las más altas en esta fase, en tanto que las más bajas presentaron valores de 0.58 y 0.65 correspondieron a la asociación entre el grosor de la caña con la altura a la cruz (Cuadro 4.8).

El grosor de la caña con peso corporal y altura a la cruz (Cuadro 4.7 y 4.8, respectivamente), presentó una asociación negativa y no significativa en el grupo control, con valores de -0.06 y -0.09, para ambas variables, respectivamente, ésta última (GC X AC), también fue no significativa para el nivel de 85 por ciento (0.30).

CUADRO 4.8. Correlaciones entre largo dorsal (LD), perímetro torácico (PT), altura a la cruz (AC) y grosor de caña (GC) para diferentes niveles y frecuencias de alimentación (fase de compensación)

Nivel (%)	LD X AC	LD X C	PT X AC	PT X GC	AC X GC
100	0.815 **	0.857 **	0.847 **	0.822 **	0.842 **
95	0.905 **	0.819 **	0.757 **	0.925 **	0.749 **
90	0.651 *	0.627 *	0.799 **	0.691 **	0.588 *
85	0.531 *	0.484 NS	0.624 *	0.293 NS	0.298 NS
1 vez	0.694 **	0.642 *	0.710 **	0.648 *	0.586 *
2 veces	0.757 **	0.751 **	0.803 **	0.718 **	0.652 **
Control	0.498 NS	0.332 NS	0.724 **	0.488 NS	-0.096 NS

En la mayoría de las variables se observó la tendencia que, a mayor restricción de alimento, menor asociación entre variables; así también, en el grupo control con alimentación a libre acceso presentó poca correlación, lo cual sugiere que el espesor de la capa de grasa en el dorso, es un factor determinante sobre el grado de correlación que se registra entre las diferentes variables zoométricas.

Espesor de Grasa Dorsal

Al analizar estadísticamente el factor grasa dorsal, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$), entre el grupo control y los tratamientos, pero no entre los niveles de alimentación, las frecuencias y la interacción de ambos (Cuadro 4.9). El grupo control fue similar a los tratamientos 1, 3, 5 y 8 con un espesor de 40.0, 38.8, 36.9, 34.6 y 34.9 mm de grasa dorsal, respectivamente, y muy diferente al tratamiento 7 ($P < 0.01$) cuyo grosor promedio fue de 30.0 mm, la menor registrada en el presente trabajo. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre el grupo control (40.0 mm) y los tratamientos 2, 4 y 6 que promediaron 33.6, 32.9 y 32.9 mm, respectivamente. Los tratamientos que presentaron el mayor espesor de grasa dorsal fueron el 1 (100 por ciento una vez al día) con 38.7 mm y el 3 (95 por ciento una vez al día), con 36.8 mm, muy similares al grupo control.

Se observó que a mayor restricción de alimento, menor cantidad de grasa dorsal; sin embargo, estadísticamente no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. En -

CUADRO 4.9. Espesor de la grasa dorsal (mm) ajustada a 105 kg de peso, en cerdos en crecimiento - finalización, con diferentes niveles y frecuencias de alimentación.

Tratamiento	Grasa dorsal promedio (mm)	S**
Control		
1	40.02 a	2.90
2	38.75 a b	6.62
3	33.59 b c d	1.37
4	36.88 a b c	5.30
5	83.94 c d	6.67
6	34.56 a b c d	1.82
7	32.91 c d	5.31
8	30.00 d	3.85
	34.91 a b c d	1.28

Valores con distinta literal son diferentes ($P < 0.01$) estadísticamente

* Los valores de grasa dorsal corresponden al promedio de dos lecturas tomadas con regleta graduada

** S = desviación estandar

cuanto a las frecuencias, se pudo observar que los animales alimentados dos veces al día tendieron a acumular menos grasa dorsal que aquellos a los cuales se proporcionó el alimento en una sola comida por día. Esta situación se puede constatar claramente en la Figura 4.8.

Los resultados analizados, coinciden con los señalados por Quijano (1988), quien encontró 2.4, 2.9 y 3.0 cm de grasa dorsal para una, y dos frecuencias de alimentación, así como para el consumo a libre acceso en cerdos en finalización. Esta tendencia quizá se deba a que los cerdos restringidos requieren mayor cantidad de alimento por kg de peso ganado, disminuyendo así su deposición de grasa.

Relación Costo - Beneficio

Fase de Restricción

Se estimó considerando el costo del kilogramo de cerdo en pie, en base solamente a la conversión alimenticia y el costo del alimento proporcionado para cada etapa de alimentación, encontrándose que para esta fase (Cuadro 4.10), el tratamiento 3 registró el menor costo por kg de cerdo producido (917 pesos), en tanto que el tratamiento 2 (100 por ciento del consumo, dos veces al día) fue el de mayor costo (2704.5 pesos). Comportamientos similares fueron registrados entre los tratamientos 1, 3, 5, 7 y 8, así como para el grupo control, cuyos costos fueron de 1061, 917, 1056, 1131 y 1171 pesos, respectivamente.

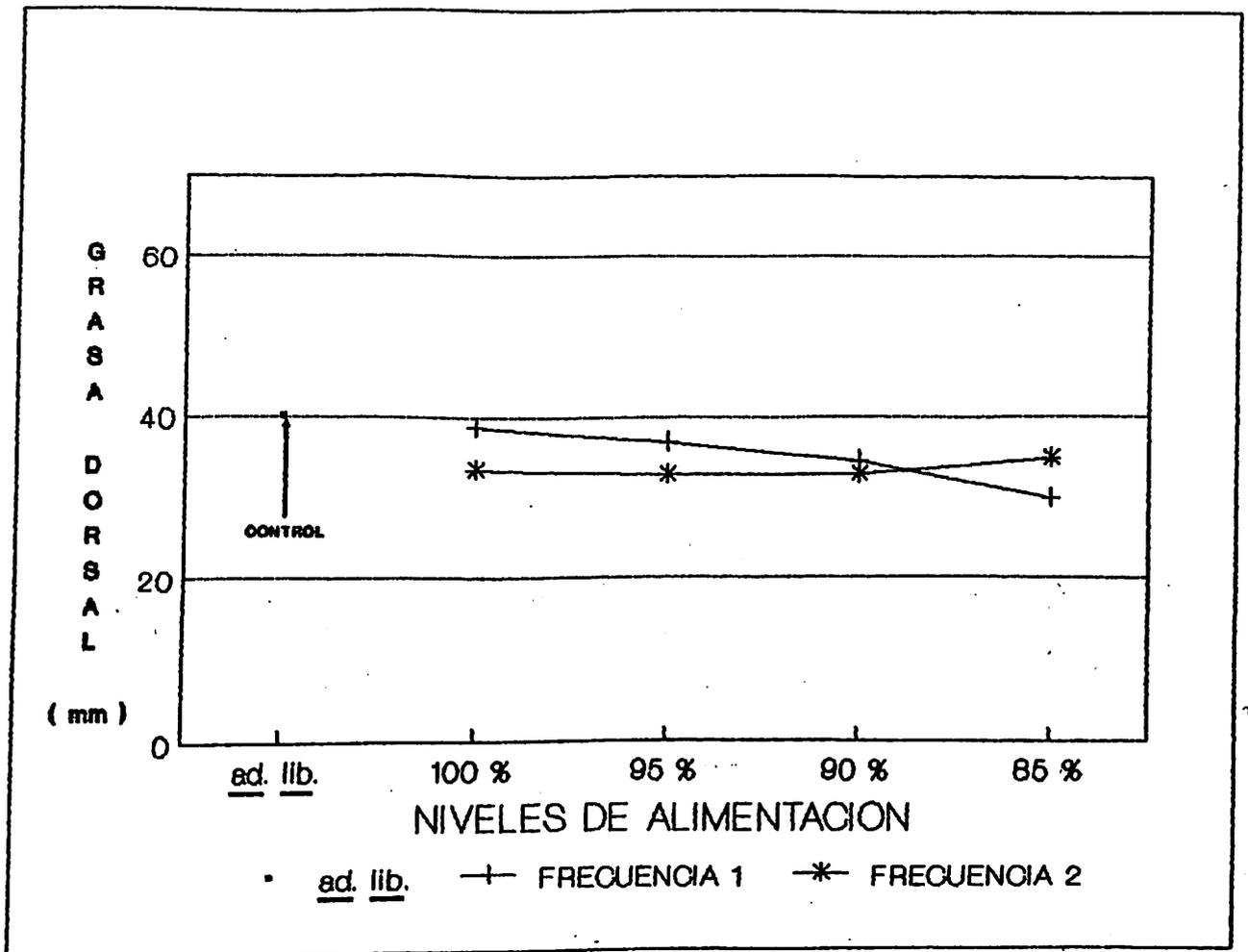


FIGURA 4.8. Espesor de la grasa dorsal ajustada a los 105 kg de peso vivo, en cerdos en crecimiento - finalización.

CUADRO 4.10. Costos (\$) del kilogramo de cerdo en pie, con base a consumo de alimento en las etapas de restricción y compensación en cerdos post-destete.

Tratamiento	Restricción	Compensación	Costo total	Ahorro (%)
Control	1171.50	3044.00	4215.5	-
1	1061.50	1583.65	2645.15	37.25
2	2704.50	1833.65	4538.15	-7.65
3	917.00	1975.00	2892.0	31.39
4	2012.00	1929.35	3941.35	6.49
5	1056.70	1346.35	2403.05	42.99
6	2095.88	1301.00	3396.88	19.42
7	1067.71	2082.65	3150.36	25.26
8	1131.90	1642.35	2774.25	34.19

Iniciación \$ 550.00

Crecimiento \$ 500.00

Fase de Compensación

Durante la fase de compensación (Cuadro 4.10), el comportamiento fue diferente, encontrándose que el grupo control tuvo los mayores costos de producción (3044 pesos), mientras que los tratamientos 5 y 6 (90 por ciento una y dos veces al día), tuvieron los menores costos (1346 y 1301 pesos), resultados similares mostraron los tratamientos 1, 2, 3, 4, 7 y 8 con costos de 1583, 1833, 1975, 1929, 2082 y 1642 pesos, respectivamente.

Costo Total

El costo promedio de producción para todo el experimento (Cuadro 4.10), resultó menor para el tratamiento 3 (90 por ciento del consumo, una vez al día) con 2403 pesos, representando un ahorro de 42.9 por ciento, con respecto al grupo control que tuvo un costo de 4215 pesos de alimento por kg de cerdo producido. Los tratamientos 1, 3, 5, 6, 7 y 8 fueron mejores en cuanto a costo (2645, 2892, 2403, 3896, 3150 y 2774 pesos, respectivamente), que el grupo control. Con respecto a frecuencias de alimentación, se observa que la frecuencia de una vez al día representó más ahorro en los costos de producción que la de dos veces al día y el mejor nivel el de 90 por ciento del consumo total.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por Garza (1977), quien menciona mejores resultados en los animales restringidos, comparados con animales alimentados a libre

consumo, y difieren con lo mencionado por Granhi y Strain - (1980) y Quijano (1988), quienes encontraron mayor beneficio económico en los animales alimentados a libre consumo, en relación a los restringidos, tanto en cantidad como en frecuencia de alimentación.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo y conforme a los resultados obtenidos, se concluye:

1. Los cerdos de 10 a 35 kg de peso vivo que son restringidos en su alimentación moderadamente, tienden a ser más eficientes en cuanto a ganancia diaria de peso y conversión de alimento, que aquellos alimentados a libertad.
2. Los desórdenes digestivos que generalmente ocurren en la etapa de destete del lechón tienden a ser menos severos cuando los animales son sometidos a restricción moderada de alimento.
3. Existe un efecto compensatorio en cerdos sometidos a restricción parcial de alimento, cuando éstos son rehabilitados nutricionalmente; práctica que no incrementa los costos de producción y sí acarrea beneficios, tanto para el animal como para el productor.
4. La alimentación a libre consumo, propicia mayor deposición de grasa dorsal, que la alimentación moderadamente restringida.

5. La restricción de alimento y la frecuencia con que se proporcione, influyen en el grado de correlación existente - entre las medidas zoométricas y el peso corporal del animal, quizá debido a la disminución en el espesor de la capa de grasa en el dorso de los animales alimentados de manera restringida.

6. Se puede tener un ahorro considerable (36 por ciento del costo de alimento), al reducir el consumo por animal en un 10 por ciento de la ración total.

CAPITULO VII

RESUMEN

①

Las explotaciones porcinas comerciales se ven afectadas comúnmente por los altos costos de alimentación, ya que éstos representan hasta el 80 por ciento de los costos de producción, por lo que se buscan nuevas alternativas en los métodos de alimentación, a fin de lograr una mayor eficiencia y, por lo tanto, un menor costo y mayor aprovechamiento de los nutrientes.

En varios estudios se ha demostrado que los cerdos son capaces de realizar un crecimiento compensatorio seguido de períodos de restricción alimenticia (Harrold y Johnson, 1976; Terry et al., 1980). Las restricciones a corto plazo resultan en un subsecuente crecimiento o respuesta compensatoria en la ganancia diaria de peso y alimento requerido por unidad de ganancia y no en el consumo de alimento diario, sugiriendo que hay una más eficiente utilización de los nutrientes después de reanudar el consumo ad libitum. Así mismo, la restricción moderada de alimento disminuye los desórdenes digestivos post-destete (Ball y Aherne, 1987a; Donker et al., 1986).

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de cuatro niveles de alimentación (100, 95, 90 y 85 por ciento del consumo), así como dos frecuencias (una y dos veces

por día), sobre la respuesta compensatoria, trastornos digestivos, deposición de grasa dorsal y relación costo - beneficio de esta práctica de manejo en las explotaciones comerciales. El experimento se llevó a cabo en la unidad porcina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila; bajo un sistema semitecnificado de explotación en una granja de ciclo completo. Se utilizaron 139 lechones de 40 días de edad, cruzados de diferentes razas (Landrace, Yorkshire, Hampshire y Duroc) y de ambos sexos, los cuales fueron distribuidos al azar con 15 lechones en los grupos experimentales y 19 en el grupo control que fue alimentado a libertad. El experimento consistió de dos fases, una de restricción y una de compensación con 29 y 30 días de duración, respectivamente, en donde se les ofreció alimento con 14 por ciento de PC en la etapa de crecimiento y 16 por ciento en la etapa de iniciación. El diseño utilizado fue un completamente al azar con arreglo factorial 2 x 4 con tratamiento extra, para evaluar la ganancia diaria de peso, conversión de alimento, incidencia y severidad de las diarreas, correlación de las medidas zoométricas, espesor de la grasa dorsal, así como un análisis económico de los tratamientos empleados.

Los resultados muestran una tendencia a mejores ganancias de peso para los cerdos restringidos que para los alimentados a libertad ($P < 0.01$). El grupo control tuvo una ganancia de 285 gr por día, siendo diferente a los grupos experimentales que tuvieron mejores ganancias, obteniendo los mejores resultados en el nivel de 95 por ciento, alimentados una

vez al día con 461 g por día, seguido del tratamiento 5 (90 por ciento una vez al día) con 377 g/día; como se observa al alimentar una vez al día las ganancias diarias de peso fueron mejores comparadas con los alimentados dos veces por día. En cuanto a conversión de alimento, se observó la misma tendencia que para ganancia de peso, encontrando que el tratamiento 5 (90 por ciento una vez al día), fue el de mejor respuesta con 1:2.3 kg de alimento por kg de cerdo producido y la menor conversión en el tratamiento 2 (100 por ciento del consumo dos veces por día) con 1:3.9 kg.

En lo que respecta a incidencia de diarrea, los tratamientos con menos problema fueron el 4 y el 7 con 3.33 por ciento y un solo día de diarrea durante el período experimental, en tanto que los más altos porcentajes de incidencia fueron para los tratamientos 8 (95 por ciento del consumo dos veces al día) con 46.6 por ciento y el grupo control con 43.3 por ciento, y con 14 y 13 días con diarrea respectivamente. En cuanto a severidad, se observó que todos los tratamientos, excepto el grupo control presentaron la misma severidad. Heces casi normales se presentaron en los tratamientos 4 y 7 que tuvieron valores de 1.0 en una escala de 1 a 4, en tanto que el grupo control fue el que presentó la mayor severidad con un valor de 1.8 en la misma escala.

En la correlación de medidas zoométricas, se observó siempre la tendencia de que a mayor restricción de alimento, menor correlación entre variables, y así también en el consumo a libre acceso se observó poca correlación, lo que sugiere que el espesor de la capa de grasa es un factor determinante

sobre el grado de correlación que presenten las diferentes - variables zoométricas.

Al analizar el espesor de grasa dorsal, se observó que a mayor restricción de alimento, menor cantidad de grasa dorsal, sin embargo, estadísticamente no hubo diferencia significativa entre los tratamientos, observándose que los animales alimentados dos veces al día depositaron menos grasa en el dorso, en tanto que el grupo control fue el que tuvo el mayor espesor de grasa (40 mm) y el tratamiento 7 (85 por ciento del consumo una vez al día), la menor cantidad de grasa con 30 mm de grasa dorsal. En cuanto a costo - beneficio, se encontró que el tratamiento 5 (90 por ciento una vez al día), fue el que representó el mayor ahorro en comparación al grupo control con 42.9 por ciento, mientras que el mayor costo fue para el tratamiento 2 (100 por ciento dos veces al día), que representó un incremento del 7.6 por ciento, con respecto al grupo - control.

Con base en estas resultados, se puede concluir que una moderada restricción de alimento (10 por ciento del consumo), mejora las ganancias de peso y eficientiza la conversión de - alimento, ya que se presenta una respuesta en el crecimiento compensatorio del animal, mejorando así mismo la calidad de - la canal al obtener cerdos más magros. Los desórdenes digestivos post-destete se ven notablemente disminuidos y los costos de alimentación se reducen en un 43 por ciento.

CAPITULO VIII

LITERATURA CITADA

- Aherne, F.X. 1983. The newly weaned pig. Anim. Nutr. Health. 38(3):6-20. United States of America.
- ✓ All, G.L. and Noll. 1980. Effects of restricted intake during the first three weeks of life on subsequent performance and carcass composition of pigs. J. Anim. Sci. 51(1):182. Abstract. United States of America.
- ✓ Angelova, L., Ssanckev K, D. Mircheva and G. V"lchev. 1985. - Study on compensatory growth of intensively reared pigs for fattening. Zhivotnov"dni Nauky. 22(3):22 - 30. Bulgaria.
- ✓ Ball, R.O. and F.X. Aherne. 1982. Effect of diet complexity and feed restriction on the incidence and severity of diarrhea in early weaned pigs. Can. J. Anim. Sci. 62(9):907-913. Canadá.
- ✓ ~~_____~~. 1987a. Influence of dietary nutrient density, level of feed intake and weaning age on young pigs. I. Performance and body composition. Can. J. Anim. Sci. 67(4):1093-1103. Canadá.
- ✓ ~~_____~~. 1987b. Influence of dietary nutrient density, level of feed intake and weaning age on young pigs. II. Apparent nutrient digestibility and incidence and severity of diarrhea. Can. J. Anim. Sci. 67(4):1105-1115. Canadá.
- Berruecos, N.M. 1972. Mejoramiento Genético del Cerdo. 1era. Ed. Ed. Diana. México, D.F. 243 p.

- ✓ Brandsma, H.A., G. Mateman, M.W. A. Verstegen. and P.I. Haarsen. 1982. Influence of stall temperature on growth food conversion and other traits in pigs. S. Ad libitum food consumption and the consequences for production traits compared with pigs on restricted feed, for F₁ crosses (DY X DL) in the growth period from 25 to 60 kg. Anim. Breed. Abstract. 59(3):188. Edinburgh - Scotland.
- Bronwyn, T.J. and C.T. Whittemore. 1978. Growth and body composition of piglets in response to degree and duration of post-weaning feed restriction. Anim. Prod. 26(1-3):389. Abst. Great Britain.
- Campbell, R.C., M.R. Taverner and D.M. Curic. 1983. The influence of feeding level from 20 to 45 kg live weight on the performance and body composition of female and entire male pigs. Anim. Prod. 36(2):193-199. Great Britain.
- ✓ Donker, R.A., L.A. Hartog, E.W. Brascamp. J.W.M. Merks, G.J. Noordewier and G.A.J. Buiting. 1986. Restriction of feed intake to optimize the overall performance and composition of pigs. Livestock production Sci. 15(4): 353-365. France.
- ✓ Elsie, M.W., J.W.T. Dickerson and R.A. McCance. 1960. Severe undernutrition in growing and adult animals. 4. The impact of severe undernutrition on the chemical composition of the soft tissues of the pigs. Brit. J. Nutri. 14:457-470. Great Britain.
- ✓ Flores, M.J.A. y A.A.G. Agraz. 1981. Ganado Porcino. 3a. Ed. Limusa. 960 p. México.
- ✓ Gadeken, D., H. Boheme and H.J. Oslage. 1983. Protein and energy metabolism in growing pigs as influenced by compensatory growth. Archiv Fur Tierernahrung 33(2-3): 125-140. German Federal Republic.
- ✓ García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM.- México. 246 p.
- ✓ Gardiner, E.E. y S. Dubets. 1982. Blood metabolite levels in feed restricted hogs. Can. J. Anim. Sci. 62:315-319. Canadá.

- ✓ Garza, J.G. 1977. Un análisis económico de la alimentación ad libitum y restringida para cerdos en acabado. Tesis Licenciatura. ITESM, México. 45 p.
- ✓ Gjesfjeld, T., K.E. Gulbrandsen and J. Opstvedt. 1980. Herring type fish meals in diets for early weaned piglets. I effects of different sources and levels of dietary protein. Acta Agriculturae Scandinavica. 30(2):157-167. Bergen, Norway.
- ✓ Grandhi, R.R. and H. Strain. 1980. Evaluation of two methods of feed restriction for growing-finishing hogs. Can J. Anim. Sci. 60(1):149-158. Canadá.
- ✓ Henry, Y. 1985. Dietary factors involved in feed intake regulation in growing pigs: a review. Livestock Prod. Sci. 12(4):339-354. France.
- ✓ Harrold, R.L. and J.N. Johnson. 1976. Compensatory growing efficiency in swine. J. Anim. Sci. 42(5):1355. Abstract. United States of America. ✓
- ✓ Johnson, R.L. and J.L. Sell. 1976. Compensatory growth can restricted feeding be an economical tool for turkey producers. Anim. Nutri. Health. 31(8):13-15. United States of America.
- ✓ Kale, K.M., A. F. Deshmukh and I.G. Chavan. 1983. Effect of feeding restricted amounts of whole milk on the growth on Sindhi cow calves. Biol. Abstr. 76(1):27. Abstracts United States of America.
- ✓ Krancht, W., W. Matzke, H. O. Ohle, K. Ender, E. Otto, M. Exner and O. Erxleben. 1985a. Effect of compensatory growth in fattening pigs. Tierernahrung and Fütterung. 14:181-189. German Democratic Republic.
- Krancht, W., W. Matzke, H.O. O. Ohle, K. Ender, K. Otto, J. Re-
deker and G. Gersch. 1985b. Effect of feeding intensity on fattening performance and carcass quality of pigs. Tierernahrung and Fütterung. 14:194-199. German Republic Democratic.

- Liebert F., G.V. Lengerken, G. Gebhardt and H. Pfeiffer. - 1985. Effect of growth retardation at an early growing stage on overall. Tierernahrung and Fütterung. 14:137-143. German Democratic Republic.
- Lodge, G.A., N.K. Sarkar and D.W. Friend. 1977. Hyperplasic and hypertrophic growth in brain, liver and muscle - of undernourished suckled pigs. J. Anim. Sci. 45(6): 1346-1352. United States of America.
- Mateman, G., H.A. Brandsma, M.W.A. Verstegen and P.I. Haartsen. 1982. Influence of stall temperature on growth food conversion and other traits in pigs. 9 ad lib. food compsumption and consequences for production traits compared with pigs restricted feed, fro crosses (DY X DL) in the growth period from 60 to 100 kg. Anim. Breed. Abst. 50(3):189. Abst. Edimburgh Scotland.
- Mersmann, H.J., M.D. MacNeil, S.L. Seideman, and W.G. Pond. 1987. Compensatory growth in finishing pigs after feed restriction. J. Anim. Sci. 64:752-764. United States of America.
- Prince, T.J., S.E. Jungst, and D.L. Kuhlert. 1983. Compensatory responses to short-term feed restriction during the growing period in sine. J. Anim. Sci. 56(4):846-852. United States of America.
- Quijano, U.G. 1988. Efecto de la frecuencia de alimentación con tiempo fijo sobre el comportamiento y características cuantitativas de la canal de cerdos en finalización. Tesis Lic. U.A.A.A.N. México. 86 p.
- Rodríguez, A.J.M. 1988. Métodos de investigación pecuaria. U.A.A.A.N. México. 176 p.
- Sarkar, N.K., G.A. Lodge, Williams and J.I. Elliot. 1983. The effects of under nutrition of suckled pigs on sub-sequent growth and body composition after nutritional rehabilitation. J. Anim. Sci. 57(1):34-42. U.S.A.
- Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, SARH. - 1983. Cría y explotación del ganado porcino. Ed. INCA Rural. México. 85 p.
- Suttie, J.M., E.D. Goodall, K. Pennie and R.N.E. Kay. 1983. Winter food restriction and summer compensation in reed deer stags. British. J. Nutr. 50(3):713-747. Great Britain.

- ✓ Terry, J.P., D.L. Kyhlers and S.B. Jungt. 1980. Compensatory responses to feed restriction during the growing period. J. Anim. Sci. 51(1):14. Abst. United States of America.
- ✓ Winters, L.M., C.F. Sierk and J.N. Cumming. 1949. The effect of plane of nutrition on the economy of production and carcass quality of swine. J. Anim. Sci. 8(1-4): 133-140. United States of America.
- Wittemore, C., J. Bronwan. 1978. Growth and body composition of piglets in response to degree and duration of post-weaning feed restriction. Anim. Prod. 26 (1-3):389. Abst.
- ✓ Zimmerman, R. and S. Khajerern. 1973. Starter protein nutrition and compensatory responses in swine. J. Anim. Sci. 36(1):189-194. United States of America.
- ✓ Zinkovic, B., T. Jelic and V. Anastasijevic. 1983. Possible compensation of growth in pigs in the finishing phase of fattening. Stocarstvo. 37(5-6):199-203. Yugoslavia.

A P E N D I C E A

CUADRO A1. Análisis de varianza para ganancia de peso (kg) fase de restricción.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ft	Ft
					0.05	0.01
Testigo vs. factorial	1	10246.16	10246.16	1.092	3.92	6.84
Niveles	3	120693.79	40231.26	4.288	2.68	3.94
Frecuencias	1	544331	544331	58.03	3.92	6.84
Niveles x frecuencias	3	165940.72	55313.53	19.54	2.68	3.94
Error	130	367962.82				
Total	138	2040140	9380.15			

Por símbolos

C.V. = 31.8

CUADRO A2. Análisis de varianza para ganancia de peso (kg) fase compensación.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ft	Ft
					0.05	0.01
Testigo vs. factorial	1	507741.77	507741.77	74.47	2.92	6.8
Niveles	3	273498.77	92266.25	13.37	2.68	3.94
Frecuencias	1	14649.79	14649.79	2.14	3.92	6.84
Niveles x frecuencias	3	71120.36	23706.78	3.47	2.68	3.94
Error	130	886248.14	6817.29			
Total	138	1753258.8				

C.V. = 20.6 por ciento

CUADRO A3. Análisis de varianza para ganancia de peso (kg) experimento completo.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ft	Ft
					0.05	0.01
Testigo vs. factorial	1	87631.8	87631.8	18.03**	3.92	6.84
Niveles	3	148426.25	49475.41	10.18**	2.68	3.94
Frecuencias	1	109173.28	109173.28	22.47**	3.92	6.84
Niveles x frecuencias	3	115071.75	38357.25	7.89**	2.68	3.94
Error	130	631601.22	4858.47			
Total	138	109904.35				

C.V. 20.1 por ciento

CUADRO A4. Análisis de varianza para conversión de alimento fase de restricción.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ft
Testigo vs. factorial	1	4.08	4.08	2.46 NS	3.92
Niveles	3	37.22	12.40	7.47**	2.68
Frecuencias	1	70.32	70.32	42.31**	3.92
Niveles x frecuencias	3	33.07	11.02	6.64**	2.68
Error	130	216.25	1.66		
Total	138	360.96			
					0.01

C.V. 50.3 por ciento

CUADRO A4. Análisis de varianza para conversión de alimento fase de restricción.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ft
					0.05
					0.01
Testigo vs. factorial	1	4.08	4.08	2.46 NS	3.92
Niveles	3	37.22	12.40	7.47**	2.68
Frecuencias	1	70.32	70.32	42.31**	3.92
Niveles x frecuencias	3	33.07	11.02	6.64**	2.68
Error	130	216.25	1.66		
Total	138	360.96			

C.V. 50.3 por ciento

CUADRO A5. Análisis de varianza para conversión de alimento experimento completo.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ft	Ft
					0.05	0.01
Testigo. vs. factorial	1	116.41	116.41	261.77**	3.92	6.84
Niveles	3	27.73	9.24	20.79**	2.68	3.94
Frecuencias	1	0.56	0.56	1.27NS	3.92	6.84
Niveles x frecuencias	3	63.95	21.31	47.93**	2.68	3.94
Error	130	57.81	0.44			
Total	138	266.47				

C.V. = 29.0 por ciento

CUADRO A6. Análisis de varianza para conversión de alimento experimento completo.

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ft
Testigo vs. factorial	1	8.51	8.51	13.37**	3.92
Niveles	3	10.21	3.40	5.35**	2.68
Frecuencias	1	14.92	14.92	23.44**	3.92
Niveles x frecuencia	3	8.18	2.72	4.28**	2.68
Error E	130	82.74	0.63		
Total	138	124.59			0.01

C.V. = 41.0 por ciento

CUADRO A7. Análisis de varianza para espesor de grasa dorsal (mm).

FV	GL	SC	CM	Fcal	Ft
Testigo vs. factorial	1	144.29	144.29	5.93*	4.11
Niveles	3	75.76	25.25	1.03NS	2.8
Frecuencias	1	21.22	21.22	0.87NS	4.11
Niveles x frecuencias	3	151.06	50.25	2.07NS	2.8
Error	36	874.84	24.30		4.3
Total	44	1267.19			0.01

C.V. = 14.1 por ciento