

T 17318

7309

*Utilización y Digestibilidad de Raciones
Conteniendo Tres Niveles de Semilla Entera
de Algodón en Rumiantes*

SF
344.3
.K68
1991

EJ2

NABY LAYE MOUSSA KOUROUMA KONATE



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

TESIS

*Presentada como Requisito Parcial para
obtener el grado de:*

MAESTRO EN CIENCIAS
en Nutrición Animal



T 1 7 3 1 8

CID - UAAAN



Universidad Autónoma Agraria
"Antonio Narro"

Programa de Graduados

Library Systems

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Febrero de 1991

17318

700557

Tesis evaluada bajo la supervisión del comité particular de asesores y aprobada como requisito parcial, para optar al grado de


MAESTRO EN CIENCIAS
EN NUTRICION ANIMAL

COMITE PARTICULAR


Asesor principal:



Ing. H.C. Ramón García Castillo

Asesor:


Mr. David Rodríguez Huitos

Asesor:


Ing. H.C. Regina Norones Reza


Dr. José Manuel Fernández Brando
Subdirector de Asuntos de Postgrado

Huamantla, Tlaxcala, Coahuila.

Febrero de 1991

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

Al Presidente Director General, Sr. Ing. R. G. Celso
Carrón Benavides y a los señores, Sr. de C. L. por su
humanidad y su apoyo para que alcanzara mi meta.

Al reconocimiento extendido al Sr. Esteban de
Salcedo, por su ayuda.

De la misma manera, hago presente mi agradecimiento
a la Asociación de los Educadores de México, A.C., por su
preocupación y el estímulo que me ha dado para el avance de
la educación.

AGRADECIMIENTO

Mi reconocimiento a la Secretaría de Relaciones Exteriores de los Estados Unidos Mexicanos, por su esfuerzo en el reforzamiento continuo de la amistad Guineo-Mexicana.

Mi agradecimiento sincero al M.C. Ramón F. García Castillo, asesor principal de este trabajo experimental y gracias a quien se pudo culminar.

Hago llegar mi agradecimiento al Dr. David Rodríguez Maltos por su colaboración en la revisión, y al M.C. Regino Morones Reza por su apoyo y asesoramiento estadístico.

Mi reconocimiento al Ing. Rodolfo Ramírez de la Peña, Q.P.D., por facilitarme la adquisición de los ovinos.

A la tipógrafa Ing. Carmen Leticia Ayala, por la mecanografía.

Finalmente, mi agradecimiento a todos los profesores, laboratoristas y las personas que hicieron posible que esta tesis culminara en las mejores condiciones en esta Universidad.

COMPENDIO

Utilización y Digestibilidad de Raciones Conteniendo
Tres Niveles de Semilla Entera de Algodón en Rumiantes

Por

NABY LAYE MOUSSA KOURDUMA KONATE

MAESTRIA EN
NUTRICION ANIMAL

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. FEBRERO 1991.

Ing. M.C. Ramón F. García Castillo - Asesor -

Palabras claves: semilla entera de algodón, prueba
alimenticia, digestibilidad *in*
situ.

Se realizó un experimento con ovinos en crecimiento y finalización, con la finalidad de evaluar la inclusión en la ración de cero, 12, 24 y 36 por ciento de semilla entera de algodón, utilizando para ello una prueba de alimentación (160 días) y posteriormente se procedió a determinar la digestibilidad *in situ* en novillos fistulados. Asimismo, se calculó el contenido de energía metabolizable de las dietas aplicando la metodología de Crampton y Harris (1974), obteniendo un valor de 2.9 Mcal de EM/kg de alimento para cada una de las raciones. El contenido de proteína cruda de

DEDICATORIA

Este trabajo se dedica a mis padres:

BELLA FLORENTINA (U.D.P.),
HARSHNY FLORENTE

a quienes debo todo.

A mis hermanos y hermanas:

Primamente, a la Lic. Mely Virginia Mendosa Simailes, por su
consejo.

ABSTRACT

Utilization and Digestibility of Diets Containing
Three Levels of Whole Cotton Seed for Ruminants

By

HABY LAYE MOUSSA KOUPOUMA KOUHATE

MASTER OF SCIENCE
IN ANIMAL NUTRITION

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGROPECUARIA ANTONIO MARCO
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA. FEBRUARY 1961

Ing. M.C. Ramón P. García Castillo Adviser

Key words: whole cotton seed, ruminant feeding
assay, *in situ* digestibility.

An assay was runned in sheep in growth phase to evaluate the addition of zero, 12, 24 and 36 per cent of whole cotton seed in the diet using for this a feeding assay and further the *in situ* digestibility, in fistulated steers. Also the metabolizable energy content of the diets was calculated applying the Crompton and Harry (1974) methodology, having 2.9 Mcal of ME for each type of diet. The crude protein content of the diet was 13.7 per cent during the growth phase and 13.0 per cent in the ending phase final. Beside the *in situ* digestibility of the diet was estimated using the methodology of Hassan *et al.* (1959).

la dieta en la fase de crecimiento fue de 13.7 por ciento y en la fase de finalización fue de 13.0 por ciento. La digestibilidad *in situ* de la dieta se calculó utilizando la técnica descrita por Lascano *et al.* (1990).

Para la prueba alimenticia se utilizó un diseño completamente aleatorio con factorial dos por cuatro (dos sexos y cuatro niveles de semilla entera de algodón) y con covarianza.

Para la fase de crecimiento, el consumo de alimento, el comportamiento de peso y la conversión alimenticia presentaron una diferencia significativa ($P \leq 0.05$). En la fase de finalización, el consumo de alimento y la conversión alimenticia no tuvieron diferencia significativa; sin embargo, hubo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) en el comportamiento de peso.

Por otra parte, hubo una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para la digestibilidad *in situ* de la materia seca parcial, proteína cruda, energía y de la fibra neutro detergente.

Al aplicar el polinomio ortogonal, y debido a las tendencias en las ecuaciones obtenidas, podemos recomendar la adición de 12 por ciento de semilla entera de algodón en raciones para ovinos de engorda, ya que fue el nivel que ofreció mejor comportamiento.

CONTENIDO

Página

ÍNDICE DE CUADROS	21
ÍNDICE DE FIGURAS	22
INTRODUCTION	1
REVISIÓN DE LITERATURA	4
DIGESTIBILIDAD DE LA SIEMBRILLA ENTERA DE ALGODÓN EN JUVENOS	4
MATERIALES Y MÉTODOS	8
GRUPOS ALIMENTICIA	9
DIGESTIBILIDAD <i>IN SITU</i>	13
RESULTADOS	14
CULTIVA FÁCIL, FASE DE CRECIMIENTO	14
CONSUMO DE ALIMENTO	14
COMPORTAMIENTO DE PESO	17
CONVERSION ALIMENTICIA	19
FASE DE CULTIVACIÓN	23
CONSUMO DE ALIMENTO	23
COMPORTAMIENTO DE PESO	24
CONVERSION ALIMENTICIA	24
SEMILLA FÁCIL, DIGESTIBILIDAD <i>IN SITU</i>	29
DIGESTIBILIDAD <i>IN SITU</i> DE LA SIEMBRILLA SECA PARCIAL	29
DIGESTIBILIDAD <i>IN SITU</i> DE LA SIEMBRILLA CRUDA	30
DIGESTIBILIDAD <i>IN SITU</i> DE LA SIEMBRILLA	33
DIGESTIBILIDAD <i>IN SITU</i> DE LA SIEMBRILLA DETERGENTE	33
DISCUSIÓN	37
DIGESTIBILIDAD	38
CONCLUSIONES	41
RESUMEN	44
LITERATURA CITADA	46
AGRADECIMIENTOS	49

For the finishing period, it was concluded that the digestibility of whole cotton seed was not significantly different from that of whole cotton seed (and from whole cotton seed reversals) with covariance study.

For the growth period, feed consumption and conversion presented a significant difference, but there was no significant difference in weight gain. In the final period feed consumption and conversion did not have a significant response. However, there was a significant effect on weight gain.

There was a highly significant effect on observations with respect to digestibility of the partial dry matter, organic acids, energy and neutral detergent fiber.

When a fractional polynomial was applied and referring to the tendencies of equations obtained, the addition of the 12 per cent level of whole cotton seed in the diet of sheep during both growth and finishing phases is advised.

4.3	Medias observadas en la digestibilidad <i>in situ</i> de materia seca parcial, proteína - cruda, energía y fibra neutro detergente en raciones conteniendo diferentes niveles de semilla entera de algodón . . .	29
A.1	Análisis de regresión del peso inicial y del consumo de alimento de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de crecimiento	50
A.2	Análisis de varianza del consumo de alimento de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de crecimiento.	50
A.3	Análisis de regresión del peso inicial y del comportamiento de peso de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de crecimiento	50
A.4	Análisis de varianza del comportamiento de peso de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de crecimiento.	51
A.5	Análisis de regresión del peso inicial y la conversión alimenticia de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de crecimiento	51

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
3.1	Ingredientes y cantidades utilizadas en la ración para ovinos en la fase de crecimiento	9
3.2	Ingredientes y cantidades utilizadas en la ración para ovinos en la fase de finalización	10
3.3	Análisis bromatológico de los ingredientes utilizados en las dietas para ovinos	10
3.4	Análisis bromatológico, calcio, fósforo y energía metabolizable en raciones para ovinos en la fase de crecimiento	12
3.5	Análisis bromatológico, calcio, fósforo y energía metabolizable en raciones para ovinos en la fase de finalización.	12
4.1	Medias observadas en consumo de alimento, comportamiento de peso y conversión alimenticia en ovinos alimentados con semilla entera de algodón	17
4.2	Medias observadas en consumo de alimento, comportamiento de peso y conversión alimenticia en ovinos alimentados con semilla entera de algodón en la fase de finalización	23

No.

A.12	Análisis de varianza ajustado de la conversión alimenticia de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de finalización	53
A.13	Análisis de varianza de la digestibilidad <i>in situ</i> de la materia seca parcial en novillos	54
A.14	Análisis de varianza de la digestibilidad <i>in situ</i> de la proteína cruda en novillos	54
A.15	Análisis de varianza de la digestibilidad <i>in situ</i> de la energía en novillos.	54
A.16	Análisis de varianza de la digestibilidad <i>in situ</i> de la fibra neutro detergente en novillos	54

No.		
A.6	Análisis de varianza de la conversión - alimenticia ajustado por peso inicial de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de crecimiento	51
A.7	Análisis de regresión del peso inicial y el consumo de alimento de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de finalización	52
A.8	Análisis de varianza ajustado de consumo de alimento en ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de finalización.	52
A.9	Análisis de regresión del peso inicial y el comportamiento de peso de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de finalización	52
A.10	Análisis de varianza de comportamiento de peso de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla de algodón entera en la fase de finalización.	53
A.11	Análisis de regresión del peso inicial y de la conversión alimenticia de ovinos - alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de finalización	53

Figura No.		Página
4.7	Digestibilidad <i>in situ</i> de la materia seca parcial de raciones conteniendo tres nive- les de semilla entera de algodón	31
4.8	Digestibilidad <i>in situ</i> de la proteína crua- da de raciones conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón	32
4.9	Digestibilidad <i>in situ</i> de la energía de raciones conteniendo tres niveles de semi- lla entera de algodón	34
4.10	Digestibilidad <i>in situ</i> de la fibra neutro detergente de raciones conteniendo tres ni- veles de semilla entera de algodón	36

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
4.1	Consumo de alimento diario (kg) de ovinos en la fase de crecimiento, alimentados con dietas conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón	13
4.2	Comportamiento de peso diario (kg) de ovinos en crecimiento alimentados con dietas conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón	20
4.3	Conversión alimenticia de ovinos en la fase de crecimiento, alimentados con dietas conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón	22
4.4	Consumo de alimento diario (kg) de ovinos en la fase de finalización alimentados con dietas conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón	25
4.5	Comportamiento de peso diario (kg) de ovinos en la fase de finalización, alimentados con dietas conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón	26
4.6	Conversión alimenticia de ovinos en la fase de finalización, alimentados con dietas conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón	28

INTRODUCCION

Un análisis exhaustivo de los nutrientes que intervienen en la alimentación del hombre, da a la proteína animal un lugar preponderante por las numerosas funciones en que interviene en el organismo.

La proteína animal cobra cada día más fuerza debido a que por su composición es la base de nuestra necesidad alimenticia. En la actualidad, la ganadería se enfrenta a una serie de problemas, del los cuales el principal es la alimentación (Church y Pond, 1987).

No se puede hablar de una buena nutrición sin el consumo acertado de proteína, energía, minerales y vitaminas; nutrientes que se encuentran en los diferentes insumos que son consumidos y que en muchos casos compiten con la alimentación del hombre. Esto hace pensar a los investigadores a utilizar otros productos y subproductos que el hombre no puede aprovechar directamente y que los rumiantes pueden transformarlos más eficientemente y hacerlos más disponibles a la alimentación humana.

Las plantas oleaginosas que la industria utiliza para obtener aceite, son una buena fuente de proteína y energía después del proceso de extracción de aceite; sin

proteína es muy alto, lo que hace incosteable su utilización en la nutrición animal.

La cercanía de tierras donde se cultiva el algodón (*Gossypium* spp) hace pensar en la utilización en forma directa de la semilla entera de algodón, considerando con cierta precaución los volúmenes a utilizar, ya que su alto contenido de aceite (38 a 44 por ciento) puede acarrear problemas de digestión y fisiológicos en el animal, provocando una pérdida en la empresa ganadera. La semilla entera de algodón es considerada como fuente de energía, sin embargo, por su contenido protéico (17 por ciento) que es similar al de la alfalfa, puede utilizarse también como fuente protéica en la alimentación.

Considerando la necesidad de evaluar este producto en forma entera y como parte de la dieta en rumiantes menores (ovinos), se trataron los siguientes objetivos:

1. Evaluar la inclusión de 12, 24 y 36 por ciento de semilla entera de algodón en raciones para ovinos criollos en las fases de crecimiento y finalización, tomando en cuenta el consumo de alimento, comportamiento de peso y conversión alimenticia.
2. Determinar la digestibilidad (in situ) de la materia seca, proteína cruda, energía y

de la fibra neutro detergente (en novillos
vistados) de las raciones conteniendo 12, 24 y
36 por ciento de semilla entera de algodón.

REVISION DE LITERATURA

En la actualidad se conocen 20 especies de *Gossypium* spp, de las cuales algunas son cultivadas y otras son silvestres. De las especies cultivadas se obtiene la fibra como principal producto, la cual es utilizada en la industria textil, quedando como subproducto la semilla, la cual es utilizada por la industria aceitera con el propósito de obtener aceite comestible y otros productos como manteca, margarina, abonos, fertilizantes y finalmente quedando la harinolina, la cual es rica en proteína y se aprovecha como alimento para animales. En tiempos recientes, se descubrió que los residuos también contienen una resina sintética, la cual se utiliza en rellenos, como aislador y en la confección de materiales plásticos (Lagiere, 1969).

El uso de la semilla entera de algodón desgrasada, en forma de torta o harina en la alimentación animal, en ocasiones es responsable de problemas como gastroenteritis, indigestión, piroxia y disnea; pudiendo ocasionar finalmente la muerte, particularmente en cerdos, aves y terneros. La semilla contiene una sustancia que se localiza en sus glándulas pigmentarias (gossypol) (Carner y Popowitz, 1970) que al ser consumida en determinadas concentraciones puede provocar toxicidad e inclusive la muerte.

La semilla entera de algodón está siendo sujeta de estudio en la alimentación animal ya que su concentración de aceite hace que este producto sea de utilización limitada.

Al suplementar vacas Holstein con 40.8 por ciento de semilla entera de algodón en una ración conteniendo grano de maíz, heno, melaza, vitaminas y minerales, Pena et al. (1986) observaron un consumo de materia orgánica de 13 kg por día; consumos ligeramente inferiores (11.2 y 10.9 kg) fueron observados por Keele et al. (1989) al suplementar en la ración 12.7 y 25.3 por ciento de semilla entera de algodón. Sin embargo, en otro estudio, Brosh et al. (1989) al alimentar becerros de ocho meses de edad con un peso promedio de 256 kg con raciones conteniendo 12, 18 y 24 por ciento de semilla entera de algodón, obtuvieron consumos de materia seca de 7.11, 6.95 y 6.87 kg/día respectivamente, estos consumos fueron inferiores a los obtenidos en el experimento anterior con porcentajes semejantes de semilla entera de algodón, siendo el comportamiento en peso diario similar para los tres niveles (alrededor de 1.0 kg).

Anderson et al. (1984) reportan consumos de materia seca de 20.2 kg cuando se suplementó a vacas lecheras 10 por ciento de semilla entera de algodón.

Alimento. Una mayor digestibilidad (84.7 por ciento) encontraron Pena et al. (1986) al suplementar 42 por ciento de semilla entera de algodón. De acuerdo a los datos encontrados en la literatura, a medida que se incrementan los niveles de semilla entera de algodón en la ración, la digestibilidad de la proteína cruda se incrementó, quizás esto se deba al efecto protector de la grasa a nivel rumen y que esta proteína pasa directamente al abomaso donde es mejor utilizada.

Digestibilidades similares (88.1 y 92.4 por ciento) para extracto etéreo fueron encontradas por Coppock et al. (1985) cuando suplementaron 15 y 30 por ciento de semilla entera de algodón en la ración. Otros estudios mencionan que a medida que se incremento el nivel de semilla entera de algodón (12.7 y 25.3 por ciento), Keele et al. (1987); (30 por ciento) Moore et al. (1983) en la ración, la digestibilidad de la materia orgánica disminuyó de 50 a 40 por ciento.

Coppock et al. (1985) encontraron digestibilidades de 19.5 y 31.3 por ciento para fibra ácido detergente (FAD) al suplementar 15 y 30 por ciento de semilla entera de algodón; sin embargo, Keele et al. (1989) encontraron digestibilidades de la fibra ácida detergente (FAD) muy superiores (59 y 59 por ciento) con niveles de 12.7 y 25.3 por ciento de semilla entera de algodón.

Consumos similares a los obtenidos por Anderson *et al.* (1984), fueron encontrados por Baker *et al.* (1989) (20.18 y 20.69 kg/día), al alimentar vacas lecheras con raciones conteniendo semilla entera de algodón y semilla entera de algodón mas Megalac.

Digestibilidad de la Semilla Entera de Algodón en Bovinos

Daniels *et al.* (1983), al realizar pruebas de digestibilidad de raciones conteniendo 10, 20 y 30 por ciento de semilla entera de algodón, observaron que a medida que se incrementó el nivel de semilla entera de algodón de la dieta, la digestibilidad aparente de la materia orgánica, proteína cruda y energía bruta disminuyó linealmente, variando la digestibilidad de la energía de 78.7 a 71 por ciento.

Digestibilidades semejantes (68.8 por ciento) de proteína cruda fueron encontradas por Moore *et al.* (1983) y Coppock *et al.* (1985) al suplementar 30 por ciento de semilla entera de algodón. Sin embargo, en otro estudio, Coppock *et al.* (1985) encontraron una menor digestibilidad de la proteína cruda (61.8 por ciento), al suplementar 15 por ciento de semilla entera de algodón.

Murphy *et al.* (1987), al suplementar 10 por ciento de semilla entera de algodón encontraron una digestibilidad de

MATERIALES Y METODOS

El trabajo experimental se realizó en la Unidad Metabólica y Biotería de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAQAA), situada entre la latitud norte 25°23' y la longitud oeste 101°02', a 1743 metros de altura sobre el nivel del mar. Los análisis bromatológicos se realizaron en el Laboratorio del Departamento de Nutrición Animal y en el Laboratorio de Apoyo a la Investigación del Departamento de Ciencias Básicas de la propia institución.

Veinticuatro ovinos criollos (12 hembras y 12 machos castrados) promediando $14.6 \text{ kg} \pm 2.4$ de peso vivo, fueron distribuidos al azar en cuatro grupos de seis animales cada uno (tres hembras y tres machos castrados) y alojados en forma individual en corrales de cuatro metros cuadrados, acondicionados con sombra, bebederos y comederos.

Antes de iniciar el estudio, los animales se sometieron a un período de adaptación a la dieta y al manejo, durante 10 días, siendo desparasitados interna y externamente con Helmifin y Asuntol e inyectados en forma subcutánea con una dosis de vitaminas A, D y E; igualmente fueron vacunados contra Antrax, Edema maligno y Septicemia hemorrágica.

Prueba Alimenticia

El periodo de alimentacion tuvo una duracion de 120 dias (60 dias en la fase de crecimiento y 60 dias en la fase de finalizacion).

Las raciones ofrecidas en ambas fases contenian 12, 24 y 36 por ciento de semilla entera de algod6n. (Cuadro 3.1, 3.2), asi como sorgo, alfalfa, forraje de sorgo con grano, p6llinaza, melaza, sal, vitaminas y minerales. El analisis bromatologico de los ingredientes, se muestra en el Cuadro 3.3.

Cuadro 3.1. Ingredientes y cantidades utilizadas en la racion para ovinos en la fase de crecimiento.

Ingredientes (kg)	Tratamiento			
	Semilla entera de algod6n (%)			
	0	12	24	36
Sorgo	50.00	38.00	25.00	16.00
Harina de subproducto animal (4:6)	2.70	0.66	0.66	0.50
P6llinaza	10.00	10.00	8.00	5.00
Alfalfa	20.00	9.00	8.00	8.00
Forraje de sorgo con grano	11.80	22.84	23.84	23.00
Melaza	51.00	6.00	9.00	10.00
Semilla entera de algod6n	0.00	12.00	24.00	36.00
Sal (NaCl)	0.50	0.50	0.50	0.50
Mezcla de vitaminas y minerales	0.50	0.50	0.50	0.50
Fosfato dicalcico	0.50	0.50	0.50	0.50
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

1a - Alimento comercial (APELSA), Monterrey, N.L., Mexico

Cuadro 3.2. Ingredientes y cantidades utilizadas en la ración para ovinos en la fase de finalización

Ingredientes (kg)	T r a t a m i e n t o			
	Semilla entera de algodón (%)			
	0	12	24	36
Sorgo	50.00	38.00	25.00	12.00
Pollinaza	10.00	9.00	5.00	3.00
Alfalfa	20.00	9.00	9.00	8.00
Forraje de sorgo con grano	13.50	22.50	23.50	23.50
Melaza	5.00	8.00	12.00	16.00
Semilla entera de algodón	0.00	12.00	24.00	36.00
Sal (NaCl)	0.50	0.50	0.50	0.50
Mezcla de vitaminas y minerales	0.50	0.05	0.50	0.50
Fosfato dicálcico	0.50	0.50	0.50	0.50
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

Cuadro 3.3. Análisis bromatológico de los ingredientes utilizados en las dietas para ovinos

Ingredientes	PC (%)	EE (%)	FC (%)	ELN (%)	Ceniza (%)
Semilla entera de algodón	17.30	19.70	33.00	25.10	4.90
Sorgo	9.48	2.91	2.41	82.67	2.53
Forraje de sorgo con grano	9.01	1.11	3.31	72.38	14.19
Pollinaza	30.10	2.78	12.38	40.99	13.75
Alfalfa	12.00	2.30	28.00	48.7	9.00
Harina de subproducto animal (Kø)	54.00	4.00	1.50	0.50	28.00

PC: Proteína cruda

EE: Extracto etéreo

FC: Fibra cruda

ELN: Extracto libre de nitrógeno

Kø: Alimento comercial. (APELSA), Monterrey, N.L., México

El contenido de energía metabolizable en las dietas fue isocalórico (2.9 megacalorías por kilogramo de alimento). Esta se calculó aplicando la metodología de Crampton y Harris (1974). El contenido de proteína cruda para los ovinos en crecimiento fue de 13.7 por ciento y de 13.0 por ciento para los ovinos en finalización (Cuadro 3.4 y 3.5). Estas dietas se prepararon de acuerdo a las tablas de requerimiento para ovinos (National Research Council (NRC), 1975).

El alimento fue ofrecido dos veces al día (8:00 a.m. y 4:00 p.m.), midiéndose el rechazo diariamente con el fin de determinar el consumo de alimento por animal y por día. Los animales (en ayuno) fueron pesados al inicio del trabajo y cada 15 días hasta la finalización del estudio considerando cada fase.

Los resultados de cada fase de alimentación (consumo de alimento, comportamiento de peso y conversión alimenticia) se analizaron utilizando un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2×4 (dos sexos y cuatro niveles de inclusión de la semilla entera de algodón). Se utilizó el análisis de covarianza con el fin de ajustar por peso inicial.

A las medias obtenidas se les ajustó un modelo polinomial mediante la técnica de polinomios ortogonales.

Cuadro 3.4. Análisis bromatológico, calcio, fósforo y energía metabolizable en raciones para ovinos en la fase de crecimiento

Nutrientes (%)	Tratamiento			
	Semilla entera de algodón (%)			
	0	12	24	36
Materia seca	90.00	90.00	90.00	90.00
Proteína cruda	13.70	13.70	13.70	13.70
Extracto etéreo	2.43	4.29	6.24	8.24
Fibra cruda	15.42	16.65	20.20	24.66
Ceniza	7.93	7.56	8.87	7.73
Extracto libre de nitrógeno	54.52	57.80	51.99	45.67
Calcio	0.54	0.49	0.53	0.54
Fósforo	0.42	0.39	0.35	0.32
Energía metabolizable (EM) (Mcal/kg)	2.90	2.90	2.90	2.90

Cuadro 3.5. Análisis bromatológico, calcio, fósforo y energía metabolizable en raciones para ovinos en la fase de finalización

Nutrientes (%)	Tratamiento			
	Semilla de algodón entera (%)			
	0	12	24	36
Materia seca	90.00	90.00	90.00	90.00
Proteína cruda	13.00	13.00	13.00	13.00
Extracto etéreo	2.38	4.25	6.18	8.13
Fibra cruda	12.96	16.51	19.36	23.42
Ceniza	6.72	7.38	7.55	7.77
Extracto libre de nitrógeno	64.94	58.86	53.91	47.68
Calcio	0.55	0.51	0.57	0.61
Fósforo	0.42	0.39	0.35	0.31
Energía metabolizable (EM) (Mcal/kg)	2.90	2.90	2.90	2.90

El modelo del diseño para analizar los datos de la prueba alimenticia es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

donde: μ = efecto general o media general que es común a cada una de las unidades experimentales
 α_i = efecto del i-ésimo nivel del factor sexo
 β_j = efecto del j-ésimo nivel del factor nivel de inclusión de semilla entera de algodón
 ε_{ijk} = error experimental, variable aleatoria que se le asume distribución normal independiente
 $i = 1, 2$ (sexo)
 $j = 1, 2, 3, 4$ (nivel de inclusión de la semilla entera de algodón)
 $k = 1, 2, 3$ (repeticiones por sexo)

La unidad experimental consistió de un ovino.

Digestibilidad *in situ*

Para llevar a cabo esta prueba se utilizó la dieta de la fase de finalización y se realizó en tres novillos fistulados del rumen (con cánula ruminal). A estos animales previamente dietados, se les colocaron 36 bolsas de nylon de 126 cm² (14 x 9 cm), con cinco gramos de muestra conteniendo los diferentes niveles de semilla entera de algodón. Las bolsas de nylon utilizadas contaban con

aproximadamente 2550 poros por cm^2 .

La incubación ruminal tuvo una duración de 48 horas. Cada animal incubó 12 bolsas (tres repeticiones por tratamiento). Al completar las 48 horas de incubación, estas bolsas se extrajeron, se lavaron con agua limpia, se secaron y se pesaron siguiendo la metodología de Orskov *et al.* (1980). Estas muestras se utilizaron para determinar la materia seca parcial y la proteína cruda (N x 6.25) de acuerdo a las técnicas descritas por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC: 1980); la fibra neutro detergente se determinó por la técnica de Van Soest (1967) y la energía bruta utilizando la bomba calorimétrica (Parr Instrument Company, 1980). Se estimó la digestibilidad *in situ* para la materia seca parcial, proteína cruda, energía y fibra neutro detergente, de acuerdo a la metodología de Lascano *et al.* (1990). Para analizar la digestibilidad de la ración se utilizó un diseño completamente al azar con nueve repeticiones por tratamiento (tres bolsas por tratamiento por novillo).

Se utilizó el siguiente modelo de diseño para analizar los datos de la digestibilidad *in situ*.

$$Y_{ij} = \mu + \zeta_i + \varepsilon_{ij}$$

donde: Y_{ij} = respuesta del i -ésimo nivel de semilla entera de algodón

μ = efecto general o media general que es común a cada una de las unidades experimentales

ζ_i = efecto del i -ésimo nivel del factor nivel de semilla entera de algodón

ϵ_{ij} = error experimental, variable aleatoria que se le asume distribución normal independiente con media cero y varianza constante

$i = 1, 2, 3, 4$ (nivel de semilla entera de algodón)

$j = 1, 2, 3, \dots, 9$ (repeticiones para el i -ésimo nivel de semilla entera de algodón)

La unidad experimental consistió de cinco gramos de

muestra de la dieta con cada nivel de semilla entera de algodón.

RESULTADOS

En función de los objetivos planteados y la metodología utilizada, se podrán observar los resultados obtenidos en dos etapas diferenciales: la primera se refiere al comportamiento en las fases de crecimiento y de finalización de los ovinos alimentados con raciones conteniendo semilla entera de algodón y la segunda a la prueba metabólica (digestibilidad *in situ*) en novillos.

Primera Etapa

Fase de Crecimiento

Consumo de Alimento

Con el fin de determinar la existencia de una relación del peso inicial sobre el consumo de alimento, se realizó un análisis de regresión (Cuadro A.1) el cual se encontró no significativo. Al llevar a cabo el análisis de varianza (Cuadro A.2) solamente se encontró significancia ($P \leq 0.05$) respecto a niveles de semilla entera de algodón, no encontrándose significancia para sexo e interacción nivel x sexo.

Al comparar los datos^f de consumo de alimento (Cuadro 4.1) se observó un decremento en el consumo de alimento a medida que se incrementó el nivel de semilla

entera de algodón en la ración. Esto se confirma en el análisis de polinomios ortogonales al encontrar una tendencia lineal decreciente (Figura 4.1) con un coeficiente de determinación de 98 por ciento y una ecuación $\hat{Y} = 1.237716 - 0.009417587X$.

Cuadro 4.1. Medias observadas en consumo de alimento, comportamiento de peso y conversión alimenticia en ovinos alimentados con semilla entera de algodón, en la fase de crecimiento

Niveles de semilla entera de algodón (%)	Consumo de alimento (kg)	Comportamiento de peso (kg)	Conversión alimenticia
0	1.22*	0.200*	5.91*
12	1.15*	0.191*	5.99*
14	1.00*	0.149*	6.91*
36	0.98*	0.128*	7.35*

*: Diferencia significativa ($P \leq 0.05$)

Comportamiento de Peso

Con el propósito de determinar la existencia de una relación entre el peso inicial y el comportamiento en peso (Cuadro A.3) de los ovinos en la etapa de crecimiento, se realizó un análisis de regresión el cual fue no significativo, por lo que no se tuvo que realizar ajuste alguno. El análisis de varianza (Cuadro A.4) mostró significancia ($P \leq 0.05$) solamente para niveles de semilla entera de algodón, no existiendo significancia para sexo o para la interacción nivel x sexo.

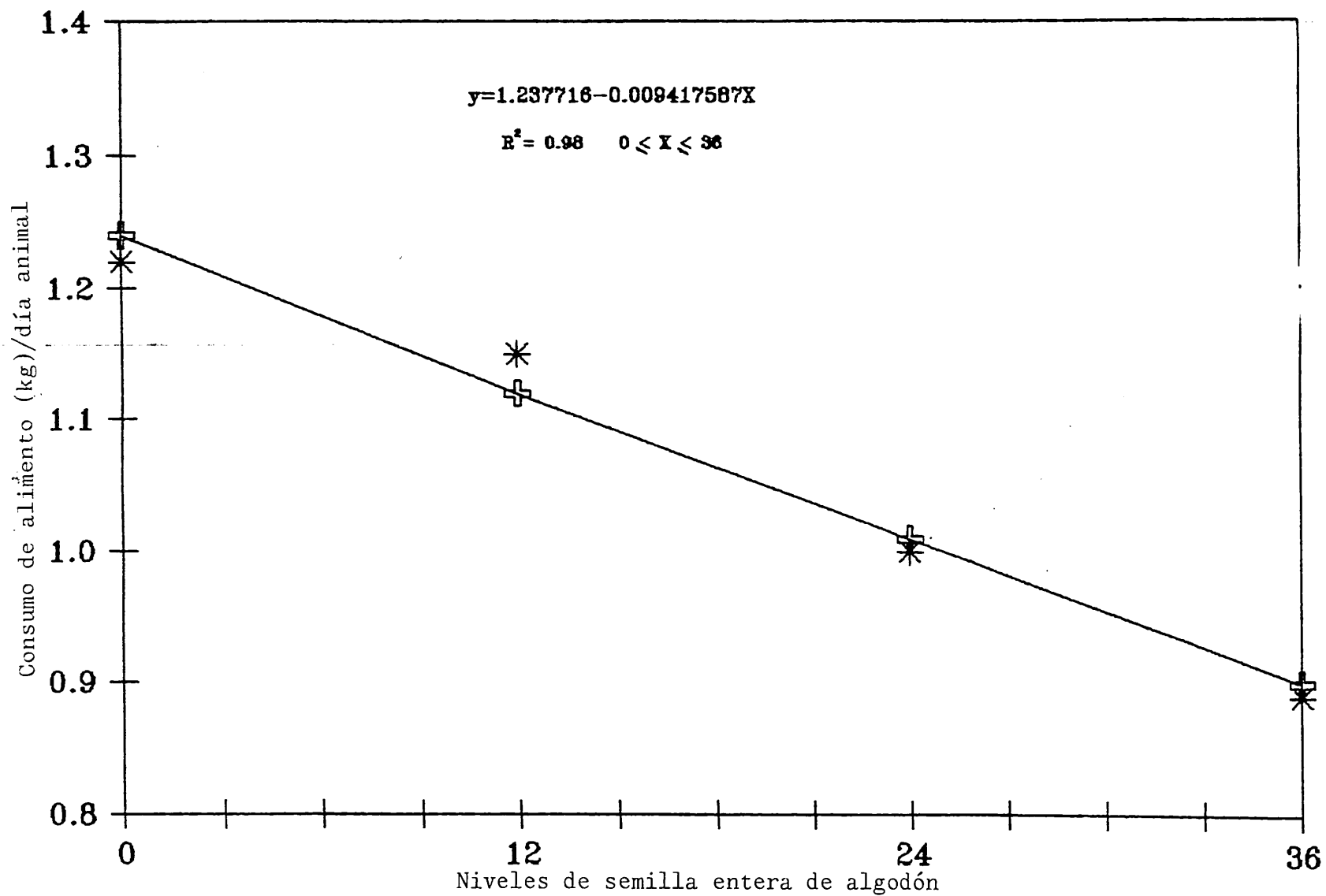


Figura 4.1. Consumo de alimento diario (kg) de ovinos en la fase de crecimiento, alimentados con dietas conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón.

Al observar las medias (Cuadro 4.1), se encontró que el peso varió de 191 gramos/día en el nivel de 12 por ciento a 128 gramos/día en el nivel de 36 por ciento. Se observó una diferencia mínima de nueve gramos en comportamiento en peso entre el grupo control y el grupo de animales suplementados con 12 por ciento de semilla entera de algodón.

Al particionar la suma de cuadrados de niveles de semilla, se obtuvo una tendencia lineal decreciente (Figura 4.2) con una ecuación $\hat{Y} = 0.206427 - 0.002160866X$ y un coeficiente de determinación de 94 por ciento. Los valores observados y la ecuación de tendencia, nos indican que el comportamiento en peso fue menor a medida que se incrementó el nivel de semilla entera de algodón en la ración.

La literatura poco o nada menciona sobre el comportamiento en peso en ovinos utilizando semilla entera de algodón.

Conversión Alimenticia

Al realizar un análisis de regresión entre el peso inicial y la conversión alimenticia, se observó la existencia de una relación altamente significativa ($P \leq 0.01$) (Cuadro A.5). El análisis de varianza ajustado reveló la existencia de diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre los niveles de semilla entera de algodón, sexo y la

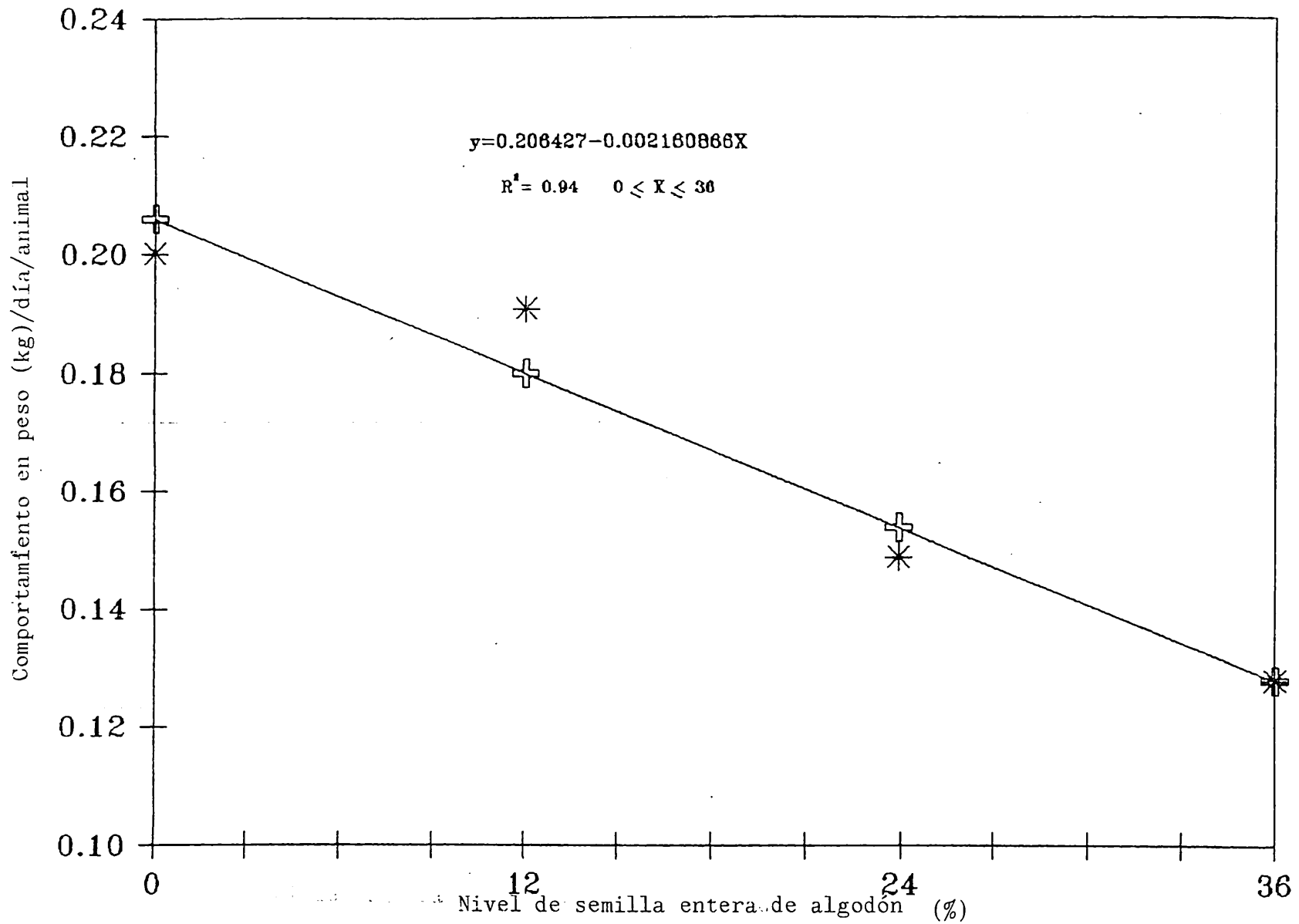


Figura 4.2. Comportamiento de peso diario (kg) de ovinos en crecimiento alimentados con dietas conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón.

interacción nivel x sexo (Cuadro A.6).

En el Cuadro 4.1 se observa que la mejor conversión alimenticia la tuvo el grupo control; sin embargo, hubo una diferencia mínima en la conversión alimenticia entre grupo control (5.91) y el grupo alimentado con 12 por ciento de semilla entera de algodón en la ración (5.99). Los animales alimentados con 24 y 36 por ciento de semilla entera de algodón necesitaron más alimento (6.91 y 7.35) para sintetizar un kilogramo de carne.

Al particionar la suma de cuadrados del nivel de semilla entera de algodón (Figura 4.3) se obtuvo una tendencia lineal creciente, con un coeficiente de determinación de 91 por ciento y una ecuación $\hat{Y} = 5.99591282 - 0.03041186294X$, lo que nos indica que conforme se incrementa el nivel de semilla entera de algodón, se requiere más alimento para producir un kilogramo de carne.

Al comparar las conversiones alimenticias entre ovinos machos y hembras, se encontró que los machos consumieron menos alimento (6.18 kg) para sintetizar un kilogramo de carne que las hembras (6.90 kg).

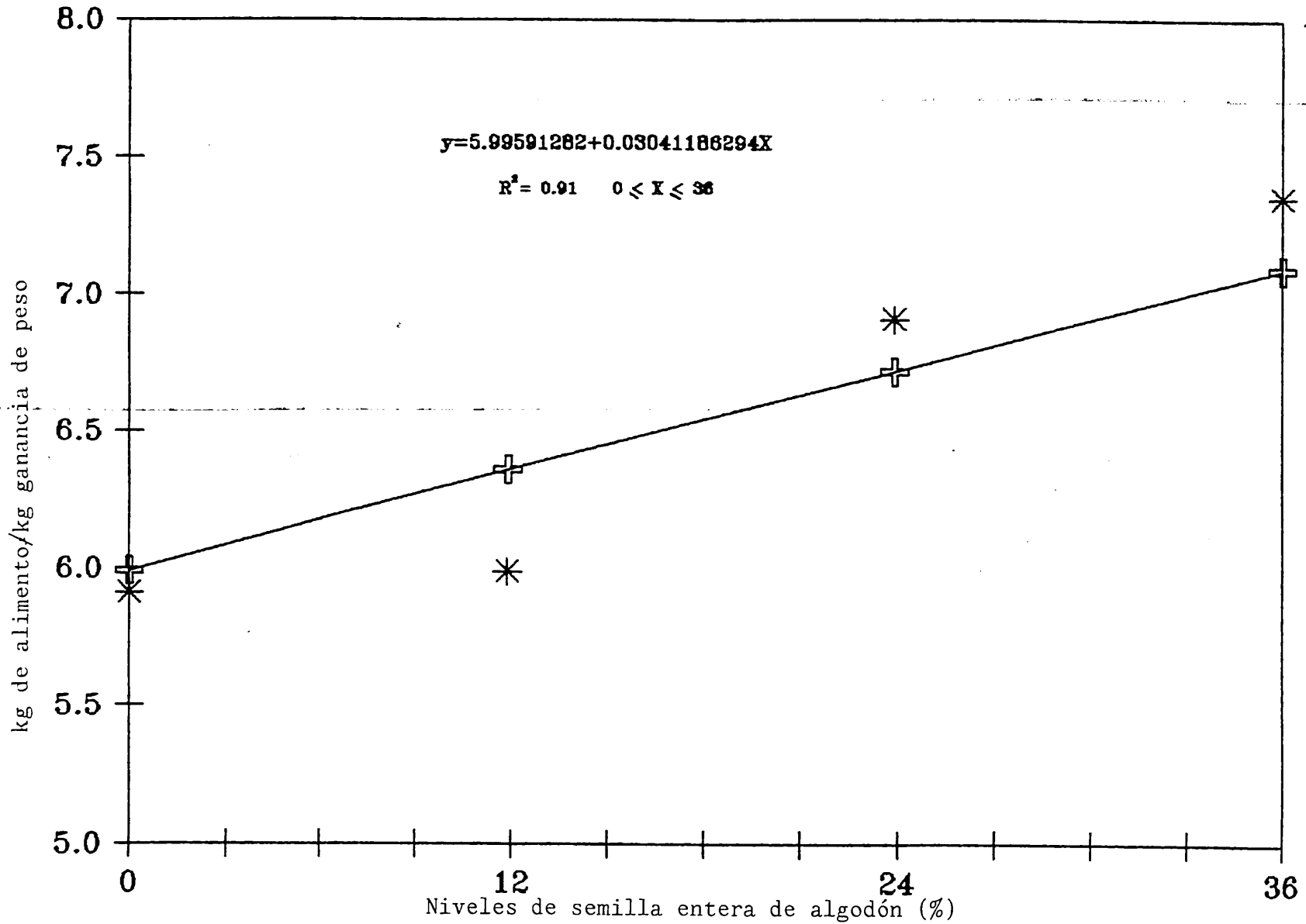


Figura 4.3. Conversión alimenticia de ovinos en la fase de crecimiento, alimentados con dietas conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón.

Fase de Finalización

Consumo de alimento

Con el propósito de determinar si existía una relación entre el peso inicial y el consumo de alimento en la fase de finalización, se realizó un análisis de regresión, lo cual indica que el peso inicial de los animales sí tuvo un efecto significativo ($P \leq 0.05$) sobre el consumo de alimento (Cuadro A.7), por lo que se ajustó el consumo de alimento por peso inicial. Sin embargo, al realizar el análisis de varianza ajustado para consumo de alimento, no se observaron diferencias significativas en el nivel de semilla entera de algodón, sexo o la interacción (Cuadro A.8).

Al observar el Cuadro 4.2, encontramos una tendencia negativa en el consumo de alimento. A medida que el nivel de semilla entera de algodón se incrementó en la ración, el consumo de alimento disminuyó.

Cuadro 4.2. Medias observadas en consumo de alimento, comportamiento de peso y conversión alimenticia en ovinos alimentados con semilla entera de algodón en la fase de finalización

Niveles de semilla algodón (%)	Consumo de alimento (kg)	Comportamiento de peso (kg)	Conversión alimenticia
0	1.26 NS	0.149*	8.42 NS
12	1.16 NS	0.147*	8.14 NS
24	1.07 NS	0.118*	9.20 NS
36	1.00 NS	0.108*	9.25 NS

NS: no hay diferencia significativa

*: diferencia significativa ($P \leq 0.05$)

Esta tendencia se puede observar en la Figura 4.4, donde se presenta la ecuación $\hat{Y} = 1.348320499 - 0.01220109X$, con un coeficiente de determinación de 79 por ciento.

Comportamiento de Peso

Al realizar el análisis de regresión entre el peso inicial y el comportamiento de peso, no se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.05$) (Cuadro A.9). El análisis de varianza detectó diferencia significativa ($P \leq 0.05$) para nivel de semilla entera de algodón (Cuadro A.10). Observando el Cuadro 4.2 encontramos que los animales del grupo alimentado con 12 por ciento de semilla entera de algodón alcanzaron pesos semejantes (147 g). Los demás grupos (24 y 36 por ciento) se comportaron muy por debajo, con incrementos de 118 y 108 g respectivamente.

Al dividir la suma de cuadrados del nivel de semilla entera de algodón (Figura 4.5) se encontró una tendencia lineal decreciente, con una ecuación lineal $\hat{Y} = 0.153513834 - 0.0012524939X$ con un coeficiente de determinación de 89 por ciento.

Conversión Alimenticia

La conversión alimenticia, sin duda alguna, representa uno de los parámetros más importantes en la

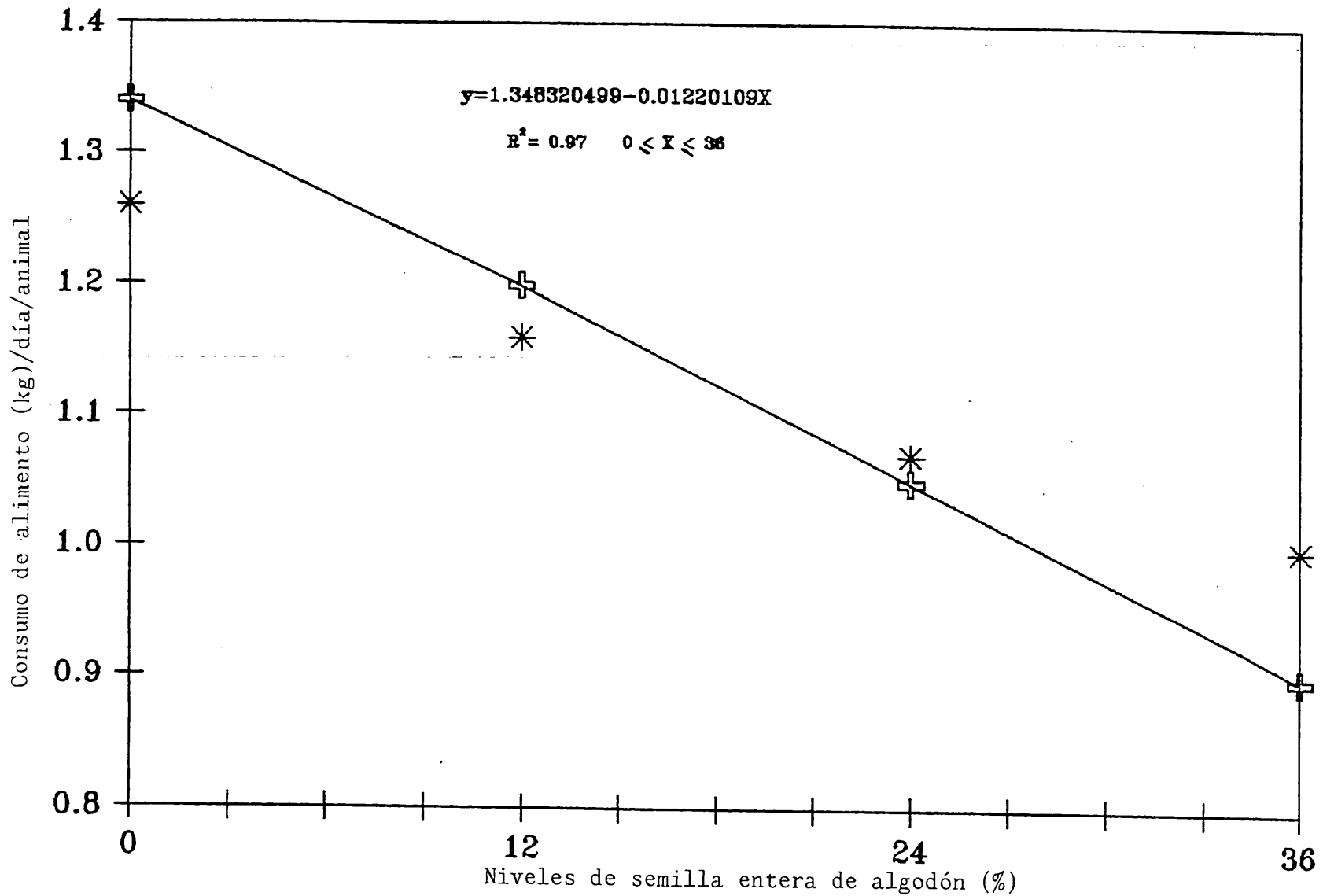


Figura 4.4. Consumo de alimento diario (kg) de ovinos en la fase de finalización alimentados con dietas conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón.

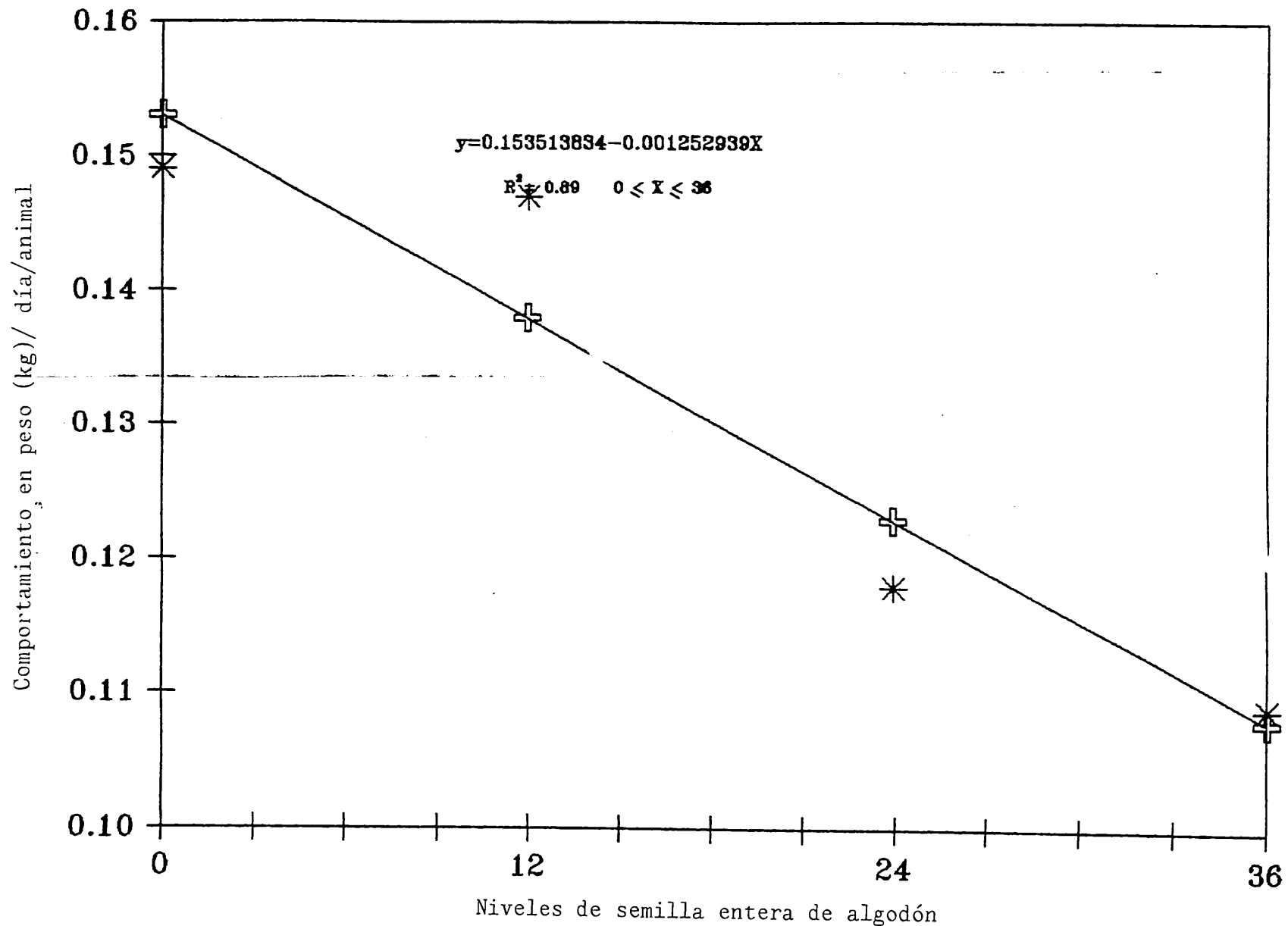


Figura 4.5. Comportamiento de peso diario (kg) de ovinos en la fase de finalización, alimentados con dietas conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón.

evaluación de una dieta en animales, ya que nos indica la eficiencia de utilización del alimento.

Con el propósito de determinar la existencia de una relación entre el peso inicial y la conversión alimenticia (Cuadro A.11), se encontró una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) por lo que se realizó el ajuste necesario en el análisis de varianza ajustado para conversión alimenticia. El análisis de varianza (Cuadro A.12) no mostró diferencia significativa para nivel de semilla entera de algodón, ni para la interacción nivel x sexo; solamente hubo significancia ($P \leq 0.05$) para sexo, en donde se observó que los machos con una conversión alimenticia de 8.21, consumieron menos alimento para sintetizar un kilogramo de carne con respecto a las hembras que tuvieron una conversión alimenticia de 9.29.

Por otra parte, en el Cuadro 4.2 se aprecia que la mejor conversión alimenticia fue para el grupo de animales alimentados con 12 por ciento de semilla entera de algodón, con un valor de 8.14 con respecto a 8.42, 9.20 y 9.25 de los grupos testigo y los alimentados con 24 y 36 por ciento de semilla entera de algodón; señalando así una mayor eficiencia de utilización del alimento, lo que indica un menor consumo de alimento para obtener un kilogramo de carne.

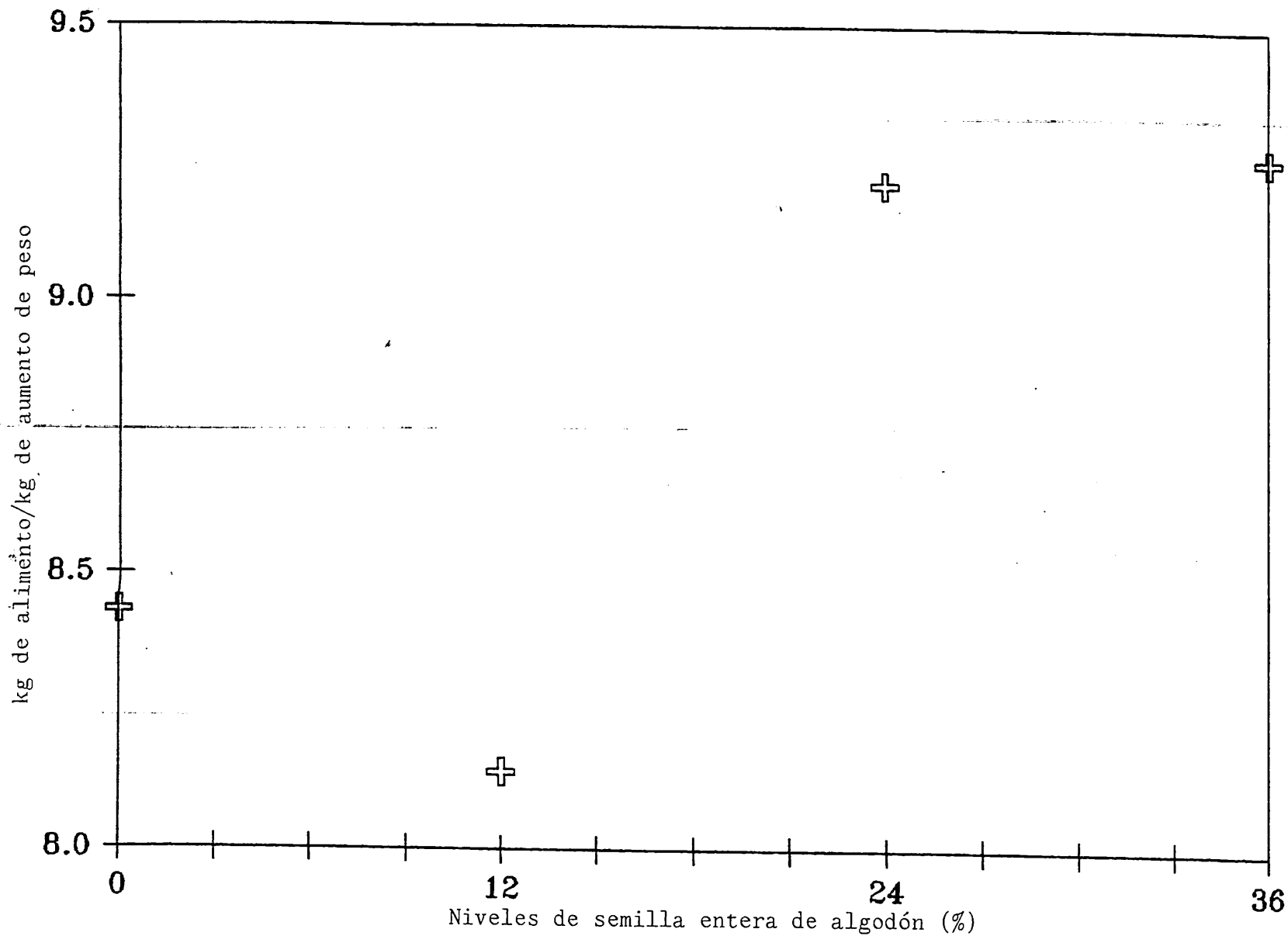


Figura 4.6. Conversión alimenticia de ovinos en la fase de finalización, alimentados con dietas conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón.

Segunda Etapa

Digestibilidad *in situ*-----
Digestibilidad *in situ* de la Materia Seca Parcial

Al observar el Cuadro 4.3, la ración testigo obtuvo la mayor digestibilidad (86.9 por ciento) con respecto a la ración con 12 por ciento de semilla entera de algodón (80.0 por ciento). Por otra parte, a raciones con 24 y 36 por ciento de semilla entera de algodón tuvieron una digestibilidad menor, de 73.0 y 70.5 por ciento, respectivamente.

Al dividir la suma de cuadrados de los niveles de semilla entera de algodón, se obtuvo una tendencia lineal decreciente con un coeficiente de determinación de 97 por ciento y una ecuación $\hat{Y} = 85.96 - 0.4658333X$.

Cuadro 4.3. Medias observadas en la digestibilidad *in situ* de materia seca parcial, proteína cruda, energía y fibra neutro detergente de raciones conteniendo diferentes niveles de semilla entera de algodón

Niveles de semilla entera de algodón (%)	Digestibilidad <i>in situ</i>			
	MSP	PC	E	FND
0	86.6**	87.7**	86.0**	83.0**
12	80.0**	85.2**	77.5**	67.0**
24	73.0**	81.5**	72.6**	68.5**
36	70.5**	84.5**	71.6**	53.5**

** : diferencia significativa ($P \leq 0.01$)

MSP: materia seca parcial

PC: proteína cruda

E: energía

FND: fibra neutro detergente

De forma general se observó un descenso en la digestibilidad de la materia seca parcial a medida que se eleva la proporción de semilla entera de algodón en la ración (Figura 4.7).

Digestibilidad in situ de la Proteína Cruda

Al examinar la digestibilidad de la proteína cruda, se encontró una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) en el análisis de varianza (Cuadro A.14).

En el Cuadro 4.3 se puede observar que las digestibilidades de la proteína cruda para las raciones testigo con 12 y 36 por ciento, fueron mínimas entre sí, con valores de 87.7, 85.2 y 84.5 por ciento respectivamente, sin embargo, por alguna razón no imaginada la digestibilidad de la proteína cruda para la ración con 24 por ciento de semilla entera de algodón fue ligeramente menor (81.5) por ciento.

Al particionar la suma de cuadrados de los niveles de semilla entera de algodón, se encontró una tendencia cúbica, con un coeficiente de determinación de uno, y una ecuación $\hat{Y} = 87.75 + 0.0502083333X - 0.0381944X^2 + 0.000723363X^3$ (Figura 4.8).

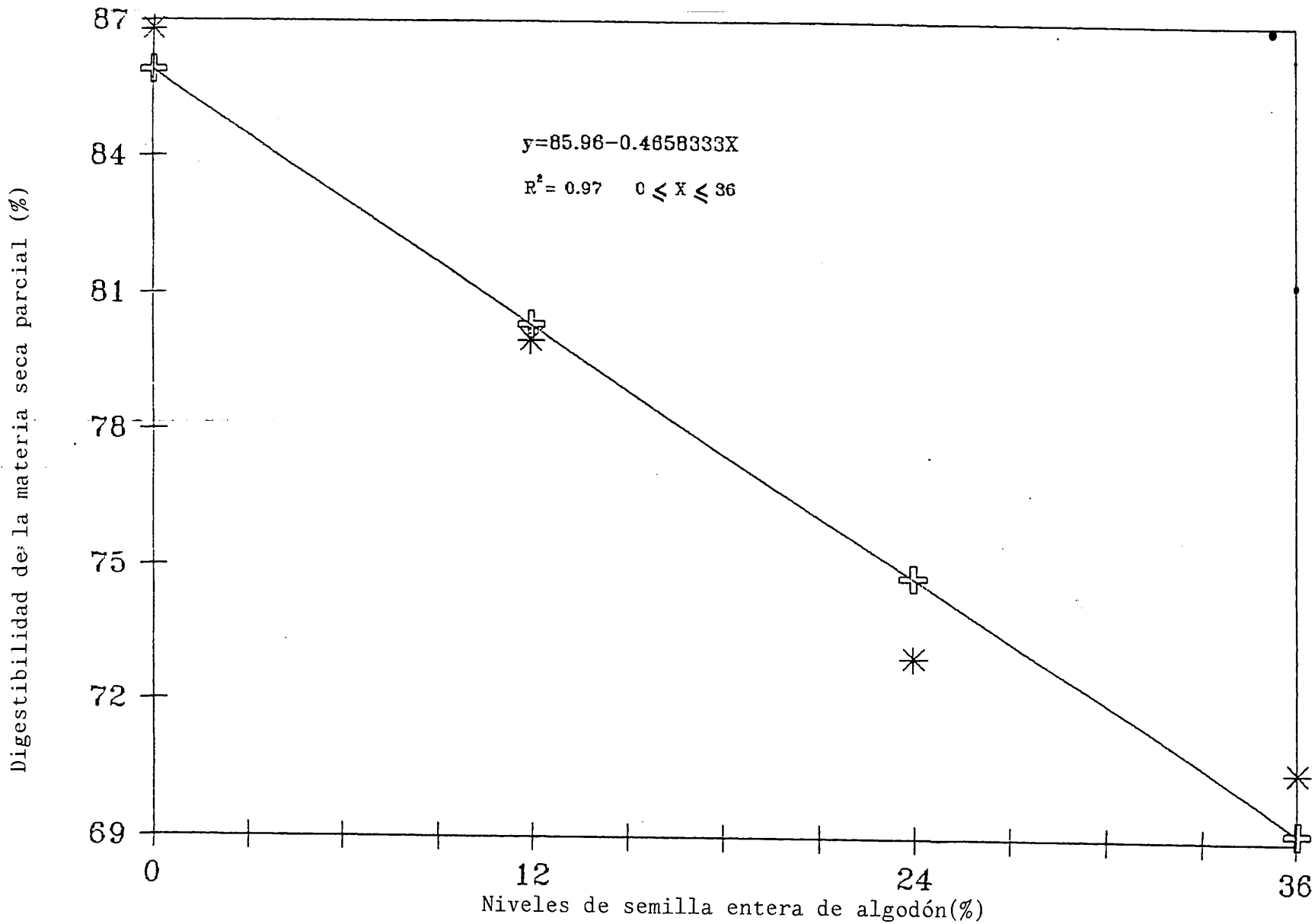


Figura 4.7. Digestibilidad in situ de la materia seca parcial de raciones conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón.

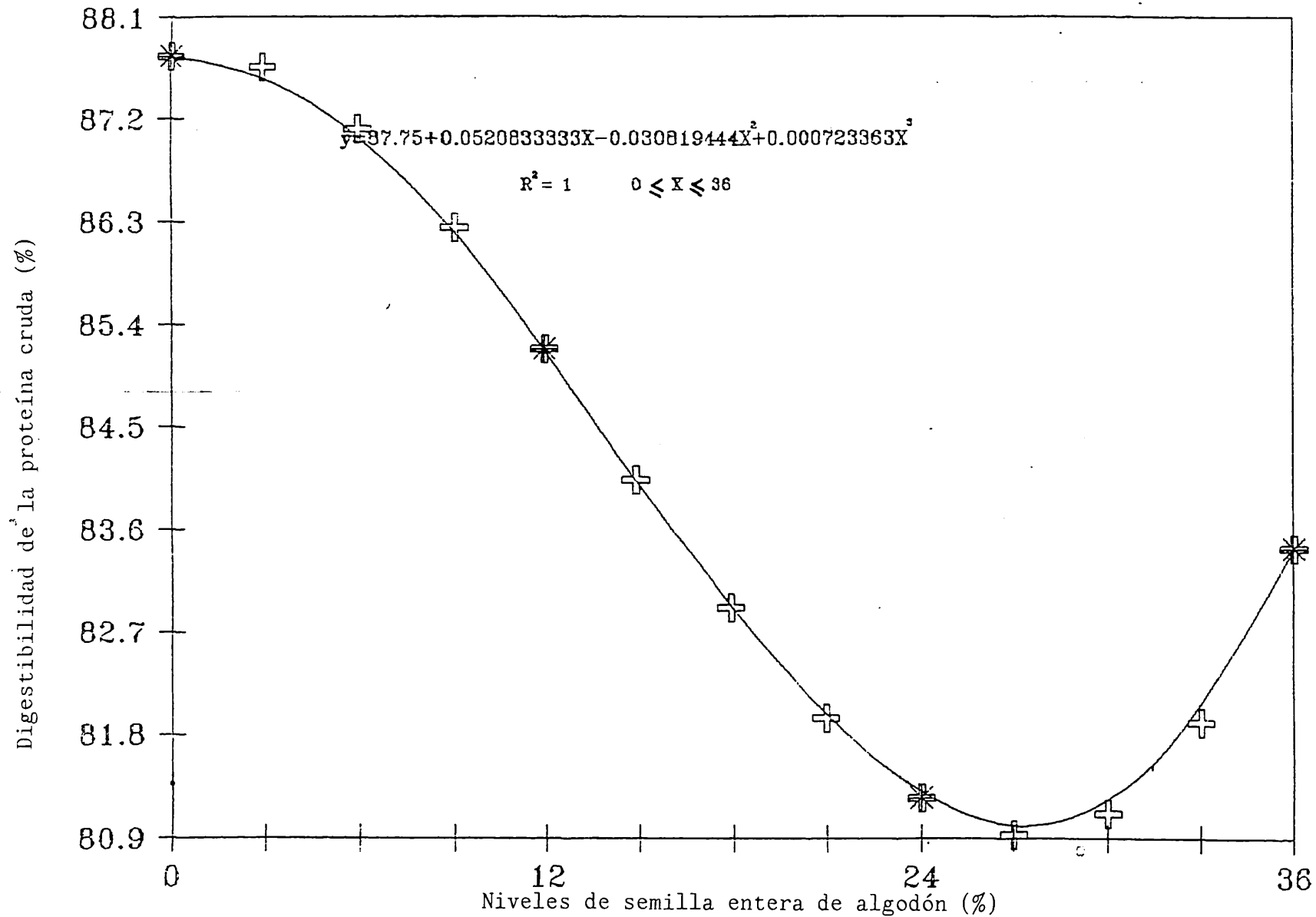


Figura 4.8. Digestibilidad in situ de la proteína cruda de raciones conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón.

Digestibilidad *in situ* de la Energía

El análisis estadístico muestra la existencia de una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los niveles de semilla entera de algodón (Cuadro A.15). En el Cuadro 4.3, la ración testigo tuvo una digestibilidad mayor (86.0 por ciento), en comparación con las raciones conteniendo 12, 24 y 36 por ciento de semilla entera de algodón (77.5, 72.6 y 71.6 por ciento, respectivamente).

Al graficar la partición de la suma de cuadrados de los niveles de semilla entera de algodón, se obtiene una curva de tendencia cuadrática (Figura 4.9), con un coeficiente de determinación de uno en la ecuación: $Y = 87.975 - 0.85625X + 0.0130200X^2$.

Digestibilidad *in situ* de la Fibra Neutro Detergente

Esta digestión nos indica la acción de los microorganismos del rumen sobre las paredes celulares de los carbohidratos estructurales (hemicelulosa y celulosa). De acuerdo a los resultados obtenidos, el análisis de varianza reporta una diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) para los niveles de semilla entera de algodón (Cuadro A.16).

Las medias observadas en el Cuadro 4.3 indican que la digestibilidad de la fibra neutro detergente disminuyó

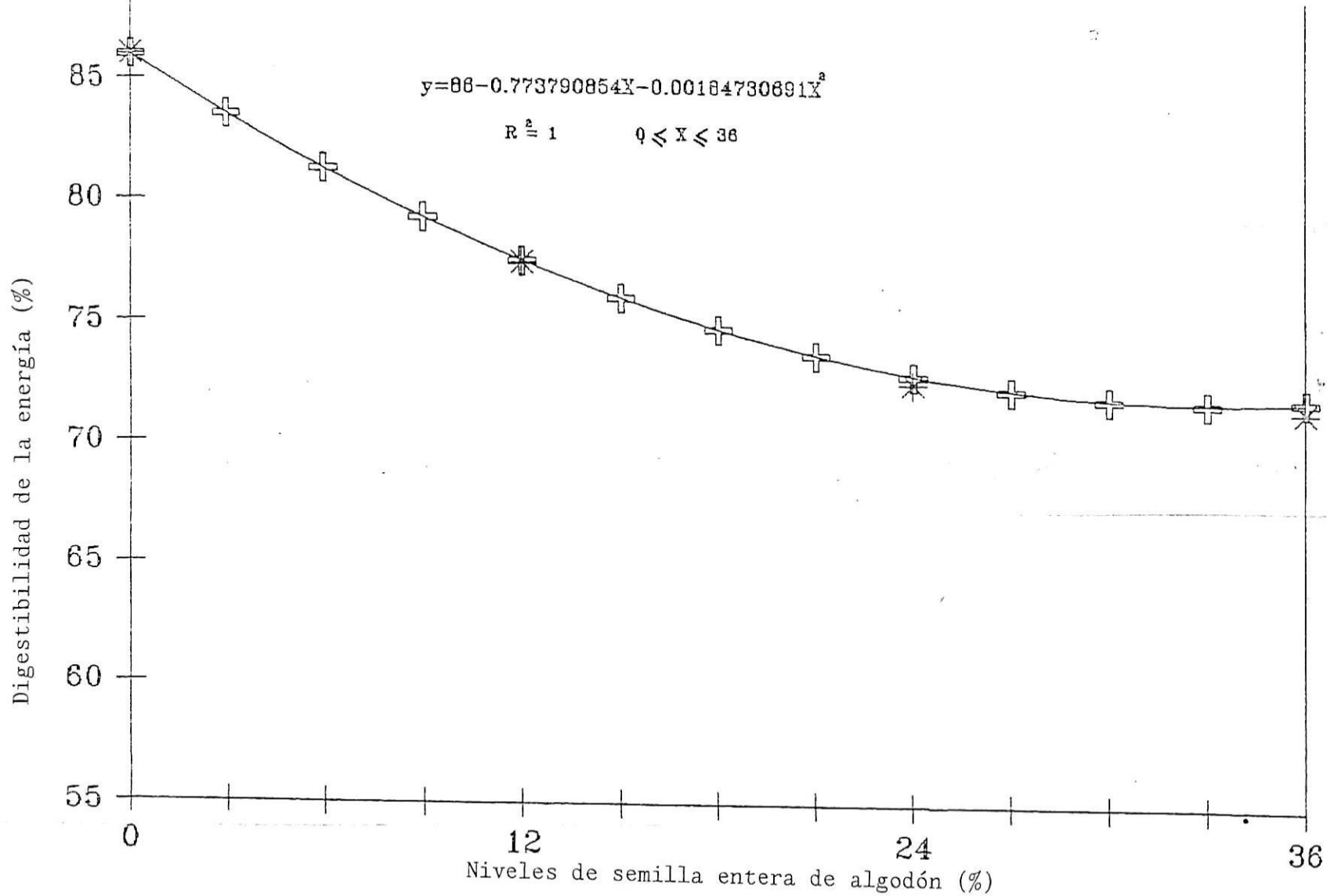


Figura 4.9. Digestibilidad in situ de la energía de raciones ~~conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón.~~

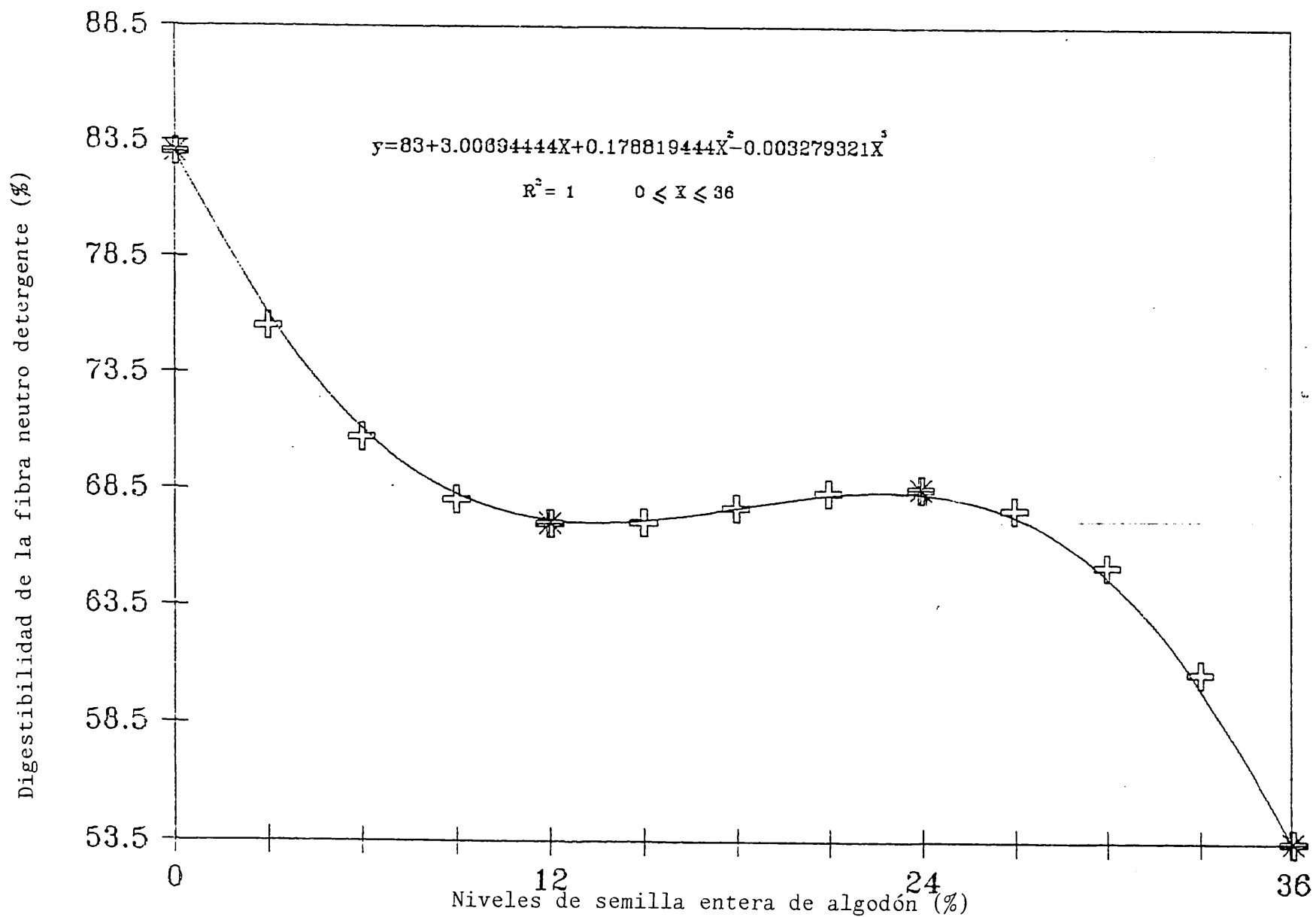


Figura 4.10. Digestibilidad in situ de la fibra neutro detergente de raciones conteniendo tres niveles de semilla entera de algodón.

conforme se incrementó al nivel de semilla entera de algodón en la ración, encontrando valores promedio de 83.0, 67.0, 68.5 y 53.5 por ciento, para los niveles de cero, 12, 24 y 36 por ciento, respectivamente.

Al graficar la partición de la suma de cuadrados de los niveles de semilla entera de algodón, se obtiene una curva de tipo cúbico (Figura 4.10), con un coeficiente de determinación de uno, en la ecuación $\hat{Y} = 83.0 + 3.00694444X + 0.178818444X^2 - 0.003279321X^3$

DISCUSION

Los trabajos experimentales previos, realizados en los cuales se ha utilizado la semilla entera de algodón, como ingrediente en la ración, se han realizado en su mayoría en bovinos. El presente trabajo representa una aportación de su utilización en ovinos.

En el presente estudio se observó que a medida que se incrementa el nivel de semilla entera de algodón en la ración, decrece en forma lineal el consumo de alimento y el comportamiento en peso, necesitándose mayor cantidad de alimento para producir un kilogramo de carne en ambas fases de producción.

Los ovinos consumieron alimento en aproximadamente del tres al cuatro por ciento de su peso vivo durante ambas fases de producción, valores considerados como bajos para esta especie, de acuerdo a la NRC (1975). Brosh et al. (1989), al alimentar becerros de 256 kg de peso con raciones conteniendo 12, 18 y 24 kg por ciento de semilla entera de algodón, tuvieron consumos de materia seca de menos del tres por ciento de su peso vivo e igualmente el consumo disminuyó a medida que el nivel de semilla entera de algodón se incrementó en la ración. Sin embargo, Anderson et al. (1984) en vacas lecheras reportaron consumos de materia seca de 20.2 kg al suplementar 10 por

ciento de semilla entera en la ración; este consumo equivale a 3.5 o cuatro por ciento del peso vivo. Consumos semejantes fueron encontrados por Baker et al. (1989) en vacas lecheras. Estos consumos de materia seca en vacas lecheras se pueden considerar normales, de acuerdo a las recomendaciones dadas por la NRC (1975). Brosh et al. (1989) en becerros alimentados con raciones conteniendo 12, 18 y 24 por ciento de semilla entera de algodón, obtuvieron incrementos de peso de alrededor de un kilogramo, incremento considerado de regular a bueno, ya que niveles de 18 y 24 por ciento de este ingrediente son niveles altos de acuerdo a lo reportado por la literatura. Coppock et al. (1985), expresan que el consumo de la materia seca se reduce linealmente debido a la alta densidad energética del alimento, en este caso, por el alto contenido de grasa en la semilla de algodón.

En el presente estudio, como en los demás encontrados en la literatura, el mayor consumo de alimento, mayores incrementos de peso y mayores conversiones alimenticias, han sido reportados con niveles de semilla entera de algodón en un rango de 10 a 12 por ciento.

Digestibilidad

En el presente estudio, la digestibilidad de la materia seca parcial disminuyó de 80 por ciento en la ración con 12 por ciento de semilla entera de algodón,

hasta 70.5 por ciento en la ración con 36 por ciento de semilla entera de algodón. Un efecto similar en digestibilidades de materia orgánica fue observado por Daniels et al. (1983) al agregar 10, 20 y 30 por ciento de semilla entera de algodón en la ración.

La digestibilidad de proteína cruda fue alta en los tres niveles de semilla entera de algodón, variando de 81.5 hasta 85.2 por ciento.

Digestibilidades similares (84.7 por ciento) fue encontrada por Pena et al. (1986) cuando agregaron 42 por ciento de semilla entera de algodón en la ración. Sin embargo, Moore et al. (1983) y Coppock et al. (1985), encontraron digestibilidades de proteína cruda de alrededor de 69 por ciento cuando agregaron 30 por ciento de semilla entera de algodón. Igualmente Murphy et al. (1987) y Coppock et al. (1985), encontraron digestibilidades de proteína cruda menores (75 y 62 por ciento, respectivamente) cuando agregaron 10 y 15 por ciento de semilla entera de algodón, en comparación con la digestibilidad de 85 por ciento encontrado en el presente estudio al agregar 12 por ciento de semilla entera de algodón a la ración.

Digestibilidades de energía de 71.6 a 77.5 por ciento fueron encontradas en el presente estudio, valores bastante aceptables ya que considerando el contenido del

extracto etéreo de las raciones, éste varió de 4.35 a 8.13 por ciento y de acuerdo a Chalupa et al. (1995), el uso de grasa en las raciones para rumiantes puede ocasionar efectos negativos sobre la digestibilidad de los componentes de la dieta, ya que los microorganismos del rumen toleran niveles de alrededor de tres a cinco por ciento.

Esta situación parece no haber tenido gran efecto en el presente estudio y en la literatura consultada, ya que los valores de digestibilidad encontrados se consideran bastante aceptables.

La digestibilidad de la fibra neutro detergente de las raciones varió de 67 por ciento a 53.5 por ciento cuando el contenido de semilla entera de algodón varió de 12 a 36 por ciento. Brosh et al. (1989), al utilizar 12, 18 y 24 por ciento de semilla entera de algodón en raciones para ganado de carne, encontró digestibilidades de la fibra neutro detergente de 41.1, 30.9 y 33.4 por ciento, valores inferiores a los encontrados en el presente estudio, con cantidades similares de semilla entera de algodón, pero con igual tendencia decreciente a medida que se incrementaron los niveles de semilla entera de algodón en la ración.

CONCLUSIONES

1. El consumo de alimento en las fases de crecimiento y finalización disminuyó conforme se incrementó el nivel de semilla entera de algodón en la ración.
2. El comportamiento en peso fue similar en ambas fases de producción en los animales alimentados sin semilla entera de algodón y los alimentados con 12 por ciento de semilla entera de algodón, menores incrementos tuvieron los animales alimentados con 24 y 36 por ciento de semilla entera de algodón.
3. Los animales que consumieron dietas conteniendo 12 por ciento de semilla de algodón en la ración en las fases de crecimiento y finalización tuvieron una conversión alimenticia muy similar al grupo testigo, sin embargo, los que recibieron en la dieta 24 y 36 por ciento de semilla entera de algodón, requirieron de más alimento para producir un kilogramo de carne.
4. La digestibilidad de la materia seca parcial, proteína cruda, energía y fibra neutro detergente, en la ración conteniendo 12 por

ciento de semilla entera de algodón, varió respecto a la digestibilidad de la ración control sólo en un 10 por ciento, variando las digestibilidades de las raciones con 24 y 36 por ciento de semilla entera de algodón en un 20 y 25 por ciento.

RESUMEN

Veinticuatro ovinos criollos (12 hembras y 12 machos castrados) fueron repartidos al azar por sexo a los tratamientos cero, 12, 24 y 36 por ciento de semilla entera de algodón en las raciones de crecimiento y finalización conteniendo 13.7 y 13.0 por ciento de proteína cruda y 2.9 Mcal de energía metabolizable por kilogramo de alimento. Los animales fueron alojados individualmente y alimentados *ad libitum* dos veces al día durante 120 días. Diferencias significativas ($P \leq 0.05$) fueron encontradas para niveles de semilla entera de algodón respecto al consumo de alimento, comportamiento en peso y conversión alimenticia en la fase de iniciación; a medida que se incrementó el nivel de semilla entera de algodón en la ración, el consumo de alimento (1.15 a 0.98 kg) comportamiento en peso (0.191 a 0.128 kg) y conversión alimenticia (5.99 a 7.35) disminuyeron de la ración conteniendo 12 por ciento a la ración conteniendo 36 por ciento de semilla entera de algodón. Sin embargo, en la fase de finalización, no se encontró diferencia significativa en consumo de alimento, variando de 1.16 kg a 1.00 kg en las raciones conteniendo 12 y 36 por ciento de semilla entera de algodón. Sí se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.50$) entre niveles de semilla entera de algodón en comportamiento en peso, variando éste de 0.147 a 0.108 kg, respectivamente. No se encontró diferencia en conversión alimenticia entre los niveles de semilla entera de algodón, variando ésta de 8.14

a 9.25, respectivamente.

La digestibilidad *in situ* de la materia seca parcial, proteína cruda, energía y fibra neutro detergente fue altamente significativa ($P \leq 0.01$) en todos los niveles de semilla de algodón entera. La digestibilidad de la materia seca parcial varió de 80.0 a 70.5, la proteína cruda varió del 85.2 a 84.5; la energía de 77.5 a 71.6 y la fibra neutro detergente de 67.0 a 53.5 por ciento en las raciones conteniendo de 12 a 36 por ciento de semilla de algodón entera.

Solamente el nivel de 12 por ciento de semilla entera de algodón fue comparable respecto al consumo de alimento, comportamiento en peso, conversión alimenticia y digestibilidad *in situ*; los demás niveles de semilla entera de algodón variaron respecto al grupo control y 12 por ciento de semilla entera de algodón en un 20 a 25 por ciento.

LITERATURA CITADA

- Anderson, M.J., Y.E. Obadian, F.L. Boman and J.L. Walters. 1984. Comparison of whole cotton seed, extruded soybeans, of whole sunflower seeds for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 67(3):560.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1980. Official Methods of Analysis. 13th. ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. USA.
- Baker, J.C., J.E. Tomilson, D.D. Johnson and M.E. Boyd. 1989. Influence of two whole oil seed sources supplemented with Megalac on the performance and milk composition of early lactation cows. *J. Anim. Sci.* 67(Supp. 1):483.
- Brosh, A., Z. Holzer and D. Levy. 1989. Cotton seed for protein and energy supplementation of high rough diets for beef cattle. *Anim. Prod.* 48(3):513.
- Carner, R.J. y D.S. Popworth. 1970. Toxicología veterinaria. 3a. ed. Ed. Acribia. Zaragoza, España. p. 382.
- Chalupa, W., B. Vecchiarelli, D. Sklan and J.F.C. Ramberg. 1985. Response to lactating cows to cotton seeds. *J. Dairy Sci.* 69(Supp. 1):115.
- Church, C.D. and G.W. Pond. 1987. Fundamentos de Nutrición y Alimentación de Animales. Ed. Limusa, México.

- Coppock, C.E., J.W. West, J.R. Moya, D.H. Nave, J.M. Laborde, K.G. Thompson, L.D. Rowe and C.E. Gates. 1985. Effects of amounts of cotton seed on intake, digestibility and physiological responses of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 69(9):2248.
- Crampton, E.W. y L.E. Harris. 1974. El uso de los alimentos en la formulación de raciones para el ganado. En: *Nutrición Animal Aplicada*. 2a. ed. Ed. Acribia. Zaragoza, España. p. 72.
- Daniels, P.G., R.S. Swingle, W.H. Hale and J.D. Schutt. 1983. Utilization by cattle of high concentrate diets containing various levels of whole cotton seed. *J. Anim. Sci.* 57(Supp. 1):426.
- Keele, J.W., R.E. Roffler and K.Z. Beyers. 1989. Ruminal metabolism in non lactating cows feed whole cotton seed on extruded soybeans. *J. Anim. Sci.* 67(6):1612.
- Lagiere, R. 1969. El algodón. Colección Agricultura Tropical. 1a. ed. Ed. Blume. Barcelona, España.
- Lascano, C.E., R. Bosel, R. Quiroz, J. Zorrilla, C. Chávez y C. Wnli. 1990. Recomendaciones sobre metodología para medición de consumo y digestibilidad *in vivo*. In: *Nutrición de rumiantes. Guía metodológica de investigación*. ALPA, IICA-RISPAL. Ed. Ruiz M.E. y Ruiz, A. San José, Costa Rica.
- Moore, J.A., R.S. Swingle and W.H. Hale. 1983. Effects of whole cotton seed, cotton seed oil or tallow on digestibility of wheat straw diets by steers. *J. Anim. Sci.* 57(Supp.):455.

Murphy, M., P. Uden, D.L. Palmquist and H. Witkorssen. 1987. Rumen and total diet digestibilities in lactating cows feed diets containing full fat rapseed. *J. Dairy Sci.* 70:1572.

National Research Council (NRC). 1975. Nutrient Requirements of Sheep. 5h. revised edition. National Academy of Sciences. Washington, D.C.

Orskov, E.R., F.D. Deb Hovell y F. Mould. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. *Producción Animal Tropical.* 5:213. Mérida, México.

Parr Instrument Company. 1980. Oxygen Bomb Calorimetry and Combustion Methods. Technical manual No. 147. Parr Instrument Company. Moline, Illinois.

Pena, F., H. Tagari and L.D. Satter. 1986. The effect of heat treatment of whole cotton seed on site and extent of protein digestion in dairy cows. *J. Anim. Sci.* 62(5):1423.

Van Soest, P.J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. *J. Anim. Sci.* 26(1):119.

A P E N D I C E

Cuadro A.1. Análisis de regresión del peso inicial y del consumo de alimento de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de crecimiento.

F.V.	GL	SC	CM	Fc
Regresión	1	0.506131326	0.086131326	2.21 NS
Error ajustado	15	0.38074586	0.025383057	
Total	16	0.43687712		

NS: no hay diferencia significativa

Cuadro A.2. Análisis de varianza del consumo de alimento de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla de algodón entera en la fase de crecimiento

F.V.	GL	SC	CM	Fc
Niveles	3	0.38935541	0.129785137	4.75*
Sexo	1	0.12054732	0.12054732	4.41NS
Nivel x sexo	3	0.07827997	0.0260933323	0.95NS
E. exp.	16	0.43697712	0.02730482	
Total	23	1.02505982		

*: diferencia significativa ($P \leq 0.05$)

NS: no hay diferencia significativa

Cuadro A.3. Análisis de regresión del peso inicial y del comportamiento de peso de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de crecimiento

F.V.	GL	SC	CM	Fc
Regresión	1	0.000970211	0.000970211	0.48NS
Error ajustado	15	0.029782691	0.001985513	
Total	16	0.030752902		

NS: no hay diferencia significativa

Cuadro A.4. Análisis de varianza del comportamiento de peso de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de crecimiento.

F.V.	GL	SC	CM	Fc
Niveles	3	0.02127541	0.007091803	3.68*
Sexo	1	0.0073209789	0.0073209789	3.81NS
Nivel x sexo	3	0.002156513	0.00738838	0.37NS
E. exp.	16	0.030752902	0.001922056	
Total	23	0.037715621		

NS: no hay diferencia significativa

*: diferencia significativa ($P \leq 0.05$)

Cuadro A.5. Análisis de regresión del peso inicial y la conversión alimenticia de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de crecimiento.

F.V.	GL	SC	CM	Fc
Regresión	1	7.158151875	7.158141875	13.19**
Error ajustado	15	8.137951125	0.542530075	
Total	16	15.292103		

** : diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$)

Cuadro A.6. Análisis de varianza ajustado por peso inicial de la conversión alimenticia de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de crecimiento.

F.V.	GL	SC	CM	Fc
Niveles (A)	3	8.141983705	2.743994635	5.002*
Sexo (B)	1	2.971888645	2.971888645	5.478*
Niveles x sexo	3	5.448013315	1.816004438	3.347*
Error ajustado	15	8.137951125	0.542530075	
Total A	18	16.27993503		
Total B	16	11.19873977		
Total AB	18	13.5858644		

*: diferencia significativa ($P \leq 0.05$)

Cuadro A.7. Análisis de regresión del peso inicial y el consumo de alimento de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de finalización.

F.V.	GL	SC	CM	Fc
Regresión	3	0.130153272	0.130153272	6.54*
Error ajustado	15	0.298547508	0.019903164	
Total	16	0.42870078		

*: diferencia significativa ($P \leq 0.05$)

Cuadro A.8. Análisis de varianza ajustado de consumo de alimento en ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de finalización.

F.V.	GL	SC	CM	Fc
Niveles (A)	3	0.136501906	0.045500635	2.28NS
Sexos (B)	1	0.001050181	0.001050181	0.05NS
Niveles x sexos (AB)	3	0.06466454	0.021554847	1.08NS
Error ajustado	15	0.298547508	0.019903167	
Total A	18	0.435049414		
Total B	16	0.299597689		
Total AB	18	0.36321208		

NS: no hay significancia

Cuadro A.9. Análisis de regresión del peso inicial y el comportamiento de peso de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de finalización.

F.V.	GL	SC	CM	Fc
Regresión	1	0.000015233	0.000015233	0.002NS
Error ajustado	15	0.10111178	0.006740785	
Total	16	0.010126411		

NS: no hay significancia

Cuadro A.10. Análisis de varianza de comportamiento de peso de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de finalización.

F.V.	GL	SC	CM	Fc
Niveles	3	0.007552649	0.00251755	3.97*
Sexos	1	0.001507018	0.001507018	2.38NS
Niveles x sexos	3	0.002973529	0.000991176	1.56NS
E. exp.	16	0.010126411	0.000632901	
Total	23	0.022159607		

*: diferencia significativa ($P \leq 0.05$)

NS: no hay diferencia significativa

Cuadro A.11. Análisis de regresión del peso inicial y de la conversión alimenticia de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de finalización.

F.V.	GL	SC	CM	Fc
Regresión	1	10.87651607	10.87651607	10.16**
Error ajustado	15	16.5315193	1.070210129	
Total	16	26.929668		

** : diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$)

Cuadro A.12. Análisis de varianza ajustado de la conversión alimenticia de ovinos alimentados con diferentes niveles de semilla entera de algodón en la fase de finalización.

F.V.	GL	SC	CM	Fc
Nivel (A)	3	3.72541271	1.241804237	1.16NS
Sexo (B)	1	5.4908053	5.4908053	5.13*
Nivel x sexo (AB)	3	2.614314044	0.871146813	0.81NS
Error ajustado	15	16.05315193	1.0702110129	
Total A	18	19.77857063		
Total B	16	21.54395773		
Total AB	18	18.66659237		

*: diferencia significativa ($P \leq 0.05$)

NS: no hay diferencia significativa

Cuadro A.13. Análisis de varianza de la digestibilidad in situ de la materia seca parcial en novillos.

F.V.	GL	SC	CM	Fc
Tratamientos	3	731.111	243.77	60.6**
Error experimental	5	56.3	4.021	
Total	17	787.6111		

** : diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$)

Cuadro A.14. Análisis de varianza de la digestibilidad in situ de la proteína cruda en novillos.

F.V.	GL	SC	CM	Fc
Tratamientos	3	42.306	14.102	15.7**
Error experimental	5	4.494	0.8988	
Total	8	46.8		

** : diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$)

Cuadro A.15. Análisis de varianza de la digestibilidad in situ de la energía en novillos.

F.V.	GL	SC	CM	Fc
Tratamientos	3	294.1	98.03333	309.6**
Error experimental	6	1.9	0.3166	
Total	9	296		

** : diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$)

Cuadro A.16. Análisis de varianza de la digestibilidad in situ de la fibra neutro detergente en novillos.

F.V.	GL	SC	CM	Fc
Tratamientos	3	973.0	291.0	1164.0**
Error experimental	4	1.0	0.25	
Total	7	874.0		

** : diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$)