

U N I V E R S I D A D   D E   G U A D A L A J A R A

CUCBA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



BIBLIOTECA CENTRAL

" DETERMINACION DE DIGESTIBILIDAD IN SITU DEL BAGAZO DE  
CHILE (CAPSICUM ANNUM) COMO ALIMENTO PARA RUMIANTES. "

Tesis que para obtener el titulo  
de:

MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

Presenta:

ISIDRO HERMOSILLO MELENDREZ.

Asesores:

p. M. en C. JUAN DE JESUS TAYLOR  
PRECIADO

p. M. en C. ALBERTO TAYLOR PRE-  
CIADO.

GUADALAJARA, JAL. 1988

## I N D I C E

	<u>PAG.</u>
I N T R O D U C C I O N .....	1 - 2
J U S T I F I C A C I O N .....	3
H I P O T E S I S .....	4
O B J E T I V O S .....	5
M A T E R I A L Y M E T O D O S .....	6 - 9
R E S U L T A D O S .....	10 - 11
D I S C U S I O N .....	12 - 13
R E S U M E N .....	14
C O N C L U S I O N E S .....	15
R E F E R E N C I A S B I B L I O G R A F I C A S .....	28 - 29

## INTRODUCCION

Con el crecimiento acelerado de la población humana, nuevas fuentes de proteína y otros nutrimentos son analizadas continuamente con el fin de utilizarlas en la alimentación animal y evitar así la competencia con el hombre por los mismos alimentos. Una alternativa para este propósito es el uso de subproductos agroindustriales, los cuales pueden utilizarse en la alimentación animal, donde pueden disminuir costos y contribuir a incrementar la productividad; ejemplo de ello son los granos de destilería, subproductos de origen animal, de la pesca, de cosecha, agroindustriales, etc. De entre estos últimos sobresale el bagazo de chile, que es el subproducto que se obtiene de la industrialización del chile morrón (*Capsicum annum*) - una vez que se le ha extraído su contenido de pigmento para la industria avícola, mismo que se ha utilizado en forma limitada y empírica para la alimentación de los rumiantes. Este bagazo de chile contiene después de la extracción del pigmento, nutrimentos apropiados para el consumo animal: Proteína Cruda: 20.05%; Grasa: .81%; fibra cruda: 17.5%; elementos libres de Nitrogeno: 50.72%; cenizas: 10.92% (Laboratorio de Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia U. de G. -- 1987), por lo cual es conveniente evaluar su calidad nutricional para poderlo utilizar más eficientemente en la alimentación animal; siendo la mejor forma determinando su digestibilidad. (Schneider, Flatt, 1975).

Para medir la digestibilidad pueden utilizarse varias tec

nicas como son: In vivo, in situ e in vitro. La que proporciona información más confiable es la técnica in vivo, que involucra la recolección total de las heces producidas, pero presenta el inconveniente de requerir largos periodos de medición, gran número de animales e instalaciones apropiadas (Aguilar M. A. 1982); recomendándose para ingredientes de valor muy limitado, altos en fibra y bajos en proteína como son los forrajes toscos y esquilmos agrícolas. La técnica in situ se utiliza para estimar la digestibilidad del forraje mediante el uso de pequeñas bolsas de nylon conteniendo el forraje y colocadas dentro del rumen de animales fistulados (Kempton T. J. 1980). La desaparición de la materia se interpreta como materia digestible en rumen (Tejada I. 1985). En el caso de alimentos ricos en proteínas, proporciona valiosa información sobre la cantidad de proteína que escapa de la degradación de la microbiota ruminal y llega intacta hasta abomaso e intestino, considerando a esta fracción de proteína como de alta calidad alimenticia; (Rodriguez H. 1968 a) este método proporciona buena correlación con el de in vivo, cuando se utilizan alimentos con alto contenido en fibra y requiere de pocos animales e instalaciones. Por lo tanto con la técnica in situ, es posible caracterizar las diferentes fracciones nutricionales en sus coeficientes de digestibilidad del bagazo de chile y al comparar los resultados con los obtenidos por Gonzalez H. R. 1987 de digestibilidad in vitro con líquido ruminal y pepsina ácida se obtendrá valiosa información para lograr un uso más racional de este ingrediente como alimento para rumiantes.

## J U S T I F I C A C I O N

Puesto que el bagazo de chile contiene un alto porcentaje de nutrimentos que pueden ser utilizables por los rumiantes, es conveniente evaluar su digestibilidad para poder utilizarlo en forma eficiente como alternativa en la alimentación de los rumiantes.

## H I P O T E S I S

Si los nutrimentos contenidos en el bagazo de chile son disponibles para los rumiantes, entonces la digestibilidad - del bagazo de chile y dietas que lo contengan, será elevada.

## O B J E T I V O S

### GENERALES:

- 1) Evaluar la digestibilidad in situ del bagazo de chile. En sus fracciones de: fibra detergente neutra, proteína cruda, materia orgánica y materia seca como alimento para rumiantes.
- 2) Comparar los valores de digestibilidad del bagazo de chile obtenidos in vitro con líquido ruminal y pepsina acida e in situ.

## MATERIAL Y METODOS

El bagazo de chile morrón, tal como se obtiene de la industria, fue reducido a un tamaño de partícula de 1 mm en molino de cuchillas con criba apropiada, a la harina resultante se le determinó en el laboratorio; materia seca (MS), proteína cruda (PC), Extracto Etéreo (EE), Extracto Libre de Nitrogeno (ELN) y cenizas (C). Los resultados se utilizaron para preparar 5 dietas (tratamientos) con niveles de inclusión de 0, 15, 30, 45, y 60 % de bagazo de chile (Cuadro No. 1). Las cuales fueron isoproteicas e isocalóricas.



Cuadro No. 1

Composición de las dietas experimentales.

Ingredientes	D i e t a s				
	1	2	3	4	5
Bagazo de Chile	0	15	30	45	60
Pasta de Soya	23	17	12	6	--
Sorgo Molido	30	25	21	20	20
Rastrojo de Maíz	<u>47</u>	<u>43</u>	<u>37</u>	<u>29</u>	<u>20</u>
Total	100	100	100	100	100
Análisis Calculado					
Proteína Cruda					
( N x 6.25 )	14.4	14.20	14.4	14.4	14.0
E. M. Mcal/Kg.	2.68	2.67	2.68	2.68	2.60

Cuadro No. 2

## Composición de la Dieta de Adaptación.

Ingredientes	% de la dieta
Bagazo de Chile	30 %
Pasta de Soya	8 %
Sorgo Molido	7 %
Rastrojo de Maíz	50 %
Premezcla Mineral	2.5 %
Roca Fosforica	.5 %
Sal	.5 %
TOTAL	100.0 %
Nutrimentos:	
Proteína Cruda %	12.08 %
Energía Metabolizable/Kg.	2.41 %
Calcio	.61 %
Fosforo	.29 %

### Digestibilidad in situ por regresión.

Se tomaron 5 gramos de cada una de las 5 diferentes dietas experimentales y se colocaron en bolsas de nylon de 10 x 10 cm. Las cuales se dividieron en 3 grupos de 18 bolsas (3 - por tratamiento) las que con diferencia de 72 hs. se introdujeron en el rumen de una vaca fistulada y adaptada durante 15 días con la dieta que se muestra en el cuadro No. 2, donde se incubaron durante 72 hs. (Kempson, T. J. 1980; Ørskov, E. R. 1980) después de lo cual se retiraron y lavaron con agua corriente y posteriormente se secaron a 60°C durante 48 hs., -- los residuos de la fermentación ruminal contenidos en las bolsas nylon y muestras de cada una de las dietas se enviaron al laboratorio donde se les determinó el porcentaje de materia seca, proteína cruda, fibra detergente neutra y materia orgánica calculando posteriormente su coeficiente de digestibilidad con la formula;

$$CD (\%) = \frac{C - E}{C} (100)$$

Donde: CD % = Coeficiente de Digestibilidad

C = Consumido

E = Excretado

Con los resultados obtenidos se efectuó un análisis de - varianza para un diseño experimental completamente al azar, - con 5 tratamientos con 9 repeticiones y las diferencias sig-- nificativas se determinaron por el metodo de Tukey.

El coeficiente de digestibilidad fue calculado al 100% - con la ecuación de regresión:

$$\hat{Y} = a + b x$$

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la digestibilidad in vitro - con líquido ruminal y pepsina acida e in situ; en 5 tratamientos con diferentes niveles de inclusión (0, 15, 30, 45 y 60 %) de bagazo de chile fueron los siguientes; los resultados in vitro con líquido ruminal y pepsina acida muestran que al incrementarse el nivel de inclusión del bagazo de chile, aumentó el CD de la MS desde 0 % (59.78) hasta 60 % (64.61%) (Grafica No. 5) presentando diferencia significativa ( $P < .05$ ) y digestibilidad calculada por regresión al 100 % de 68.69 % - (Cuadro No. 6).

En el caso de digestibilidad in situ de la MS aumentó - ( $P < .05$ ), al incrementarse el nivel de inclusión del bagazo de chile; 35.82 % al nivel 0 % hasta 50.83 % al nivel 60 %, - (Cuadro No. 3) presentando diferencia estadística ( $P < .05$ ) y digestibilidad calculada por regresión al 100 % de 59.57 % - (Grafica No. 1, Cuadro 4 y 6).

En el caso de digestibilidad in vitro con líquido rumi-- nal y pepsina acida se observó un aumento del CD de la MO conforme se incrementó el nivel de inclusión del bagazo de chile desde 0 % (58.88 %) hasta 45 % (63.28 %) y descendiendo ligeramente el nivel 60 % (63.01 %) (Grafica No. 6, Cuadro No. 5), sin presentar diferencias significativas ( $P > .05$ ) y digesti-- bilidad calculada por regresión al 100 % de 66.75 % (Cuadro No. 6). La digestibilidad in situ de la MO presentó un aumento del nivel 0 % (36.28 %) hasta el nivel 60 % (51.13 %) (Grafica No.2) presentando diferencia estadística significativa -

( $P < .05$ ) y digestibilidad calculada por regresión al 100 % de 59.67 % (Grafica No. 6, Cuadro No. 4 y 6).

Los resultados in vitro con líquido ruminal y pepsina ácida mostraron un aumento en el CD de la PC en el nivel 0 % (66.14 %) y 15 % (69.73 %) para luego descender hasta el nivel 60 % (57.64 %), presentando diferencia estadística significativa ( $P < .05$ ) (Cuadro No. 5) y digestibilidad calculada por regresión al 100 % de 50.04 % (Cuadro No. 6, Grafica 7 ). El CD in situ de la PC ascendió desde el nivel 0 % (-7.51 %) hasta el nivel 60 % (26.52 %) (Grafica No. 3, Cuadro No. 3) - presentando diferencia estadística significativa ( $P < .05$ ) y - digestibilidad calculada por regresión al 100 % de 47.56 % - (Grafica No. 3, Cuadros 4 y 6).

Los resultados in vitro con líquido ruminal y pepsina ácida mostraron un incremento en el coeficiente de la FDN en el nivel 0 % (51.22 %) y 15 % (51.71 %), descendiendo posteriormente hasta el nivel 45 % (32.16 %) y volviendo a aumentar al nivel 60 % (39.81 %) (Grafica No. 8, Cuadro 5) presentando diferencia estadística significativa ( $P < .05$ ) y digestibilidad calculada por regresión al 100 % de 24.11 % (Grafica No. 6). El CD in situ de la FDN de las dietas se mantuvo estable en el nivel 0 al 15 % (21.80) de inclusión, y descendió hasta el nivel 45 % (17.85) volviendo a ascender en el nivel 60 % (20.17 %) de inclusión del bagazo de chile (Grafica No. 4, Cuadro No. 3) presentando diferencia estadística significativa ( $P < .05$ ) y digestibilidad calculada por regresión al 100 % de (18.40 %) (Grafica No. 8, Cuadro 4 y 6).

## DISCUSION

A medida que aumentó el nivel de inclusión del bagazo de chile se incrementó la digestibilidad in situ de la materia seca de las dietas (Grafica 1 y 5) indicando con esto una buena digestibilidad (59.56), y al comportarse positivamente -- comparandola con la dieta control, formulada en base a sorgo-soya, (ingredientes considerados de buena calidad nutricional y alta digestibilidad) confirman en forma clara el efecto benéfico de la utilización del bagazo de chile en las dietas. -- Por otro lado el comparar los resultados de la digestibilidad in vitro e in situ, se observa un comportamiento similar en -- ambos casos aunque la digestibilidad in vitro es más alta -- (Cuadro 6, Grafica 5) posiblemente debido a las condiciones -- optimas de laboratorio durante la realización del experimento.

Un efecto positivo similar se encontró para la materia orgánica (59.67 % de digestibilidad in situ) con un incremento lineal hasta el 60 % de inclusión pareciendo indicar que a niveles superiores se encontraría el mismo efecto o incluso -- aumentaría. Encontrandose tambien una relación muy estrecha -- en el comportamiento con los resultados obtenidos in vitro -- (Grafica No. 6, Cuadro 6) no obstante que estos resultados -- fueron superiores a los reportados in situ.

Por otro lado para la proteína cruda se encontró un efecto similar a los dos anteriores ( 47.56 % de la digestibili-- dad in situ). Considerandose tambien que a niveles de inclu--

sión más elevados se encontraría el mismo efecto o incluso -- pudiera aumentar e indicando que la proteína cruda es más aprovechable por los rumiantes al nivel 60 % de inclusión (Grafica No. 7, Cuadro 6). Pero al compararlo con los resultados in vitro se observó una diferencia altamente significativa -- (Grafica No. 7) posiblemente debido a la introducción a las -- bolsas de proteína endógena lo cual ocasionaría las diferencias entre la digestibilidad in vitro e in situ ( $P < .05$  %).

En el caso de la fibra detergente neutra se observa un -- comportamiento estable dentro del nivel 0 a 30 % de inclusión (Grafica No. 4) demostrando que es más digestible para los rumiantes a estos niveles que si se usara a más altos porcentajes ya que los niveles de 45 y 60 % de inclusión decrecen linealmente indicando su menor digestibilidad y observandose un comportamiento similar en los resultados obtenidos in vitro -- aunque en este caso la digestibilidad fue mayor (Cuadro No. 6 Grafica 8). Esto concuerda con Rodríguez, H. 1968 (b), quien sugiere que la entrada de partículas dietéticas dentro de la bolsa, constituye una fuente de variación en la técnica, lo -- que explicaría que el comportamiento de la digestibilidad in situ e in vitro de la NS, MO y FDN sea similar aunque los resultados in vitro sean superiores, existiendo una estrecha correlación entre ambos métodos para los nutrimentos mencionados. Así mismo, Rodríguez, H. 1968 (b), menciona que el tamaño de las bolsas, la forma, el peso para mantener la bolsa en el saco ventral del rumen, y el tamaño del hilo para suspender las bolsas, no influye significativamente en los resultados de digestibilidad.

## RESUMEN

El bagazo de chile como se obtiene de la industria fue molido para incluirse a niveles de 0, 15, 30, 45 y 60 % en dietas isoproteicas e isocalóricas a base de sorgo-soya, para constituir 5 tratamientos, en los que con 9 repeticiones por tratamiento, se depositaron en bolsas de nylon y distribuidos al azar se introdujeron en una vaca fistulada durante 72 hs., obteniendo posteriormente los valores de digestibilidad in situ calculada por regresión de 59.56 % para materia seca, 59.67 % para materia orgánica, 47.56 % para proteína cruda y 18.72 % para fibra detergente neutra del bagazo de chile. Comparándose posteriormente con los resultados in vitro con líquido ruminal y pepsina ácida.

Los resultados indican que los nutrientes del bagazo de chile son disponibles por los rumiantes por lo que se considera que este bagazo de chile puede ser incluido en dietas para rumiantes como fuente de proteína y que el nivel apropiado sería de 45 %. Así mismo el comportamiento similar de la digestibilidad in vitro con líquido ruminal y pepsina ácida e in situ para MS, MO, y PDK indica una correlación estrecha entre métodos.



## C O N C L U S I O N E S

El bagazo de chile puede incluirse en las raciones para la alimentación de los rumiantes.

Parece ser que el nivel de inclusión más adecuado de bagazo de chile en la dieta es de 45 % (de inclusión).

Para poder utilizarlo con mayor seguridad el bagazo de chile en dietas prácticas para rumiantes, es necesario que se realicen pruebas de digestibilidad in vivo y de comportamiento animal.

Cuadro No. 3

Coefficiente de digestibilidad in situ de las fracciones de las dietas experimentales.

% de bagazo de chile	N U T R I M E N T O S			
	M S	N O	P C	F D N
0	35.83 <sup>d</sup>	36.28 <sup>d</sup>	-7.52 <sup>e</sup>	20.87 <sup>ab</sup>
15	41.05 <sup>c</sup>	42.08 <sup>c</sup>	4.32 <sup>d</sup>	21.80 <sup>a</sup>
30	41.58 <sup>c</sup>	42.75 <sup>c</sup>	8.45 <sup>c</sup>	21.36 <sup>a</sup>
45	45.54 <sup>b</sup>	46.59 <sup>b</sup>	17.18 <sup>b</sup>	17.85 <sup>b</sup>
60	50.83 <sup>a</sup>	51.13 <sup>a</sup>	26.52 <sup>a</sup>	20.17 <sup>ab</sup>

Literales distintas indican diferencia significativa ( $P < .05$ ).

Gráfico No. 4

Digestibilidad in situ de las fracciones del  
hejasa de chile (%). Calculada por regresión  
al 100 % con la fórmula  $\hat{Y} = a + b(x)$

0.0	33.56
1.0	28.67
2.0	17.56
3.0	18.40

Cuadro No. 5

Coefficiente de digestibilidad in vitro de las fracciones de las dietas experimentales (Gonzalez H. R. 1987).

% de bagazo de chile	N U T R I M E N T O S			
	M S	M O	P C	F D R
0	59.78 <sup>b</sup>	58.88 <sup>b</sup>	66.14 <sup>AB</sup>	51.22 <sup>A</sup>
15	62.44 <sup>ab</sup>	61.31 <sup>ab</sup>	69.73 <sup>A</sup>	51.71 <sup>A</sup>
30	63.82 <sup>ab</sup>	62.49 <sup>ab</sup>	68.04 <sup>L</sup>	48.07 <sup>AB</sup>
45	64.35 <sup>a</sup>	63.28 <sup>ab</sup>	66.97 <sup>AB</sup>	32.16 <sup>B</sup>
60	64.61 <sup>a</sup>	63.01 <sup>a</sup>	57.64 <sup>B</sup>	39.81 <sup>B</sup>

Literal distinta indica diferencia estadística significativa: minúsculas ( $P < .05$ ), mayúsculas ( $P < .01$ ).

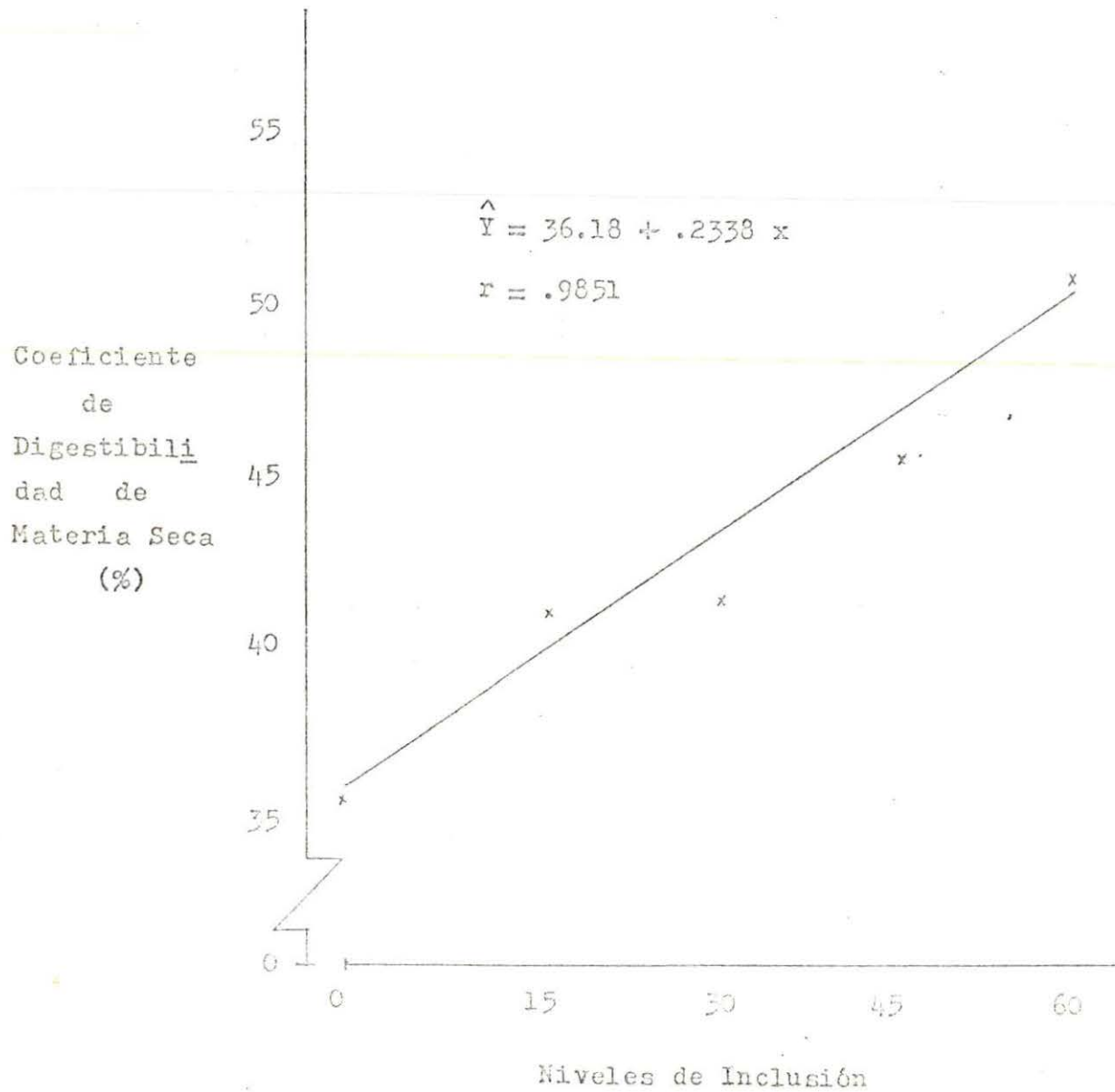
Cuadro No. 6

Coefficiente de digestibilidad in situ e in vitro, calculados por regresión, del bagazo de chile en cinco diferentes fracciones nutricionales.

FRACCIONES	In situ (%)	In vitro (%) Ácido Ruminal + Pepsina.
M S	59.56	68.69
M O	59.67	66.75
P C	47.50	50.04
C D E	18.40	24.11

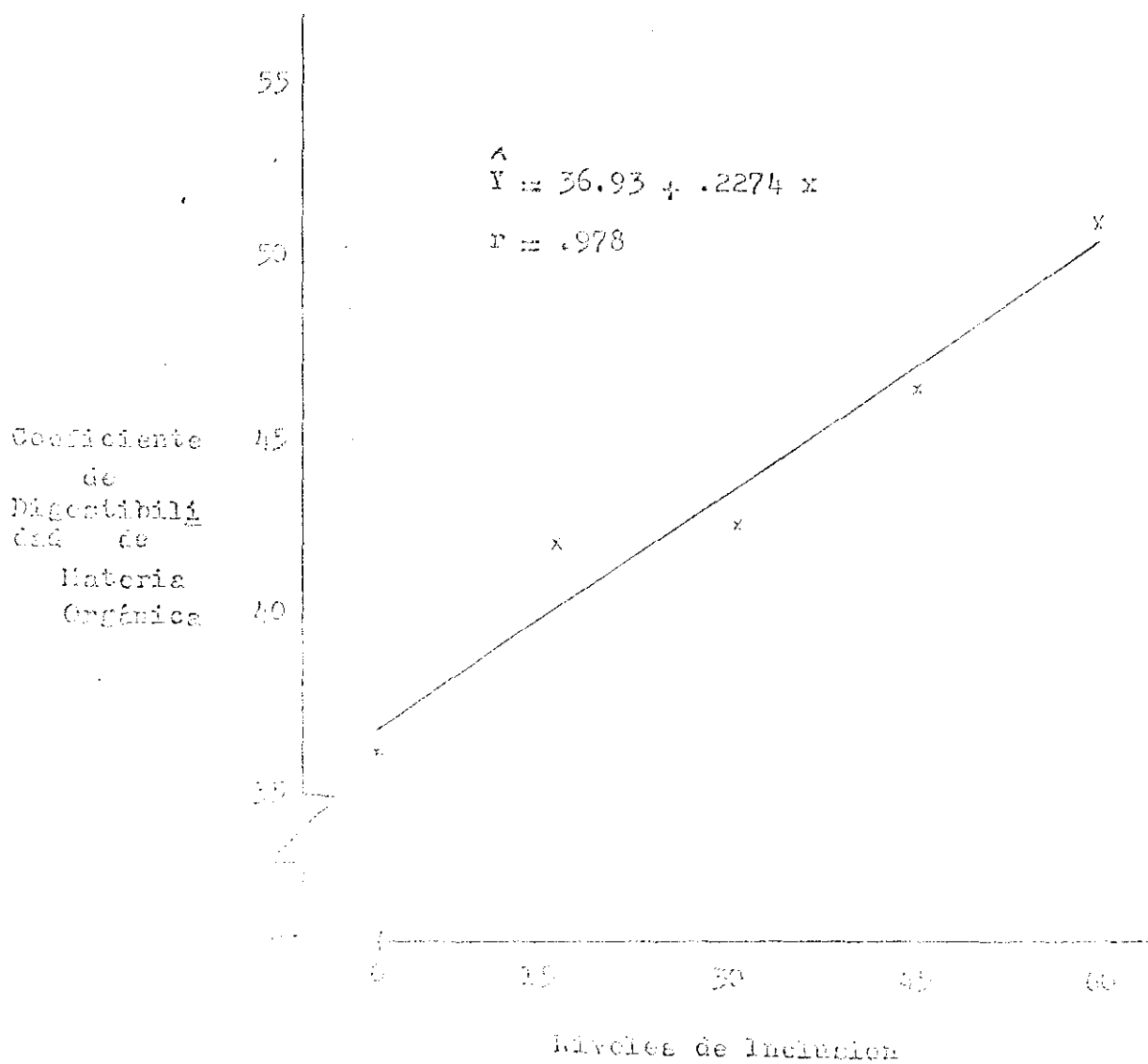
Grafica No. 1

Coefficiente de digestibilidad por regresión  
in situ de la materia seca de las dietas ex-  
perimentales.



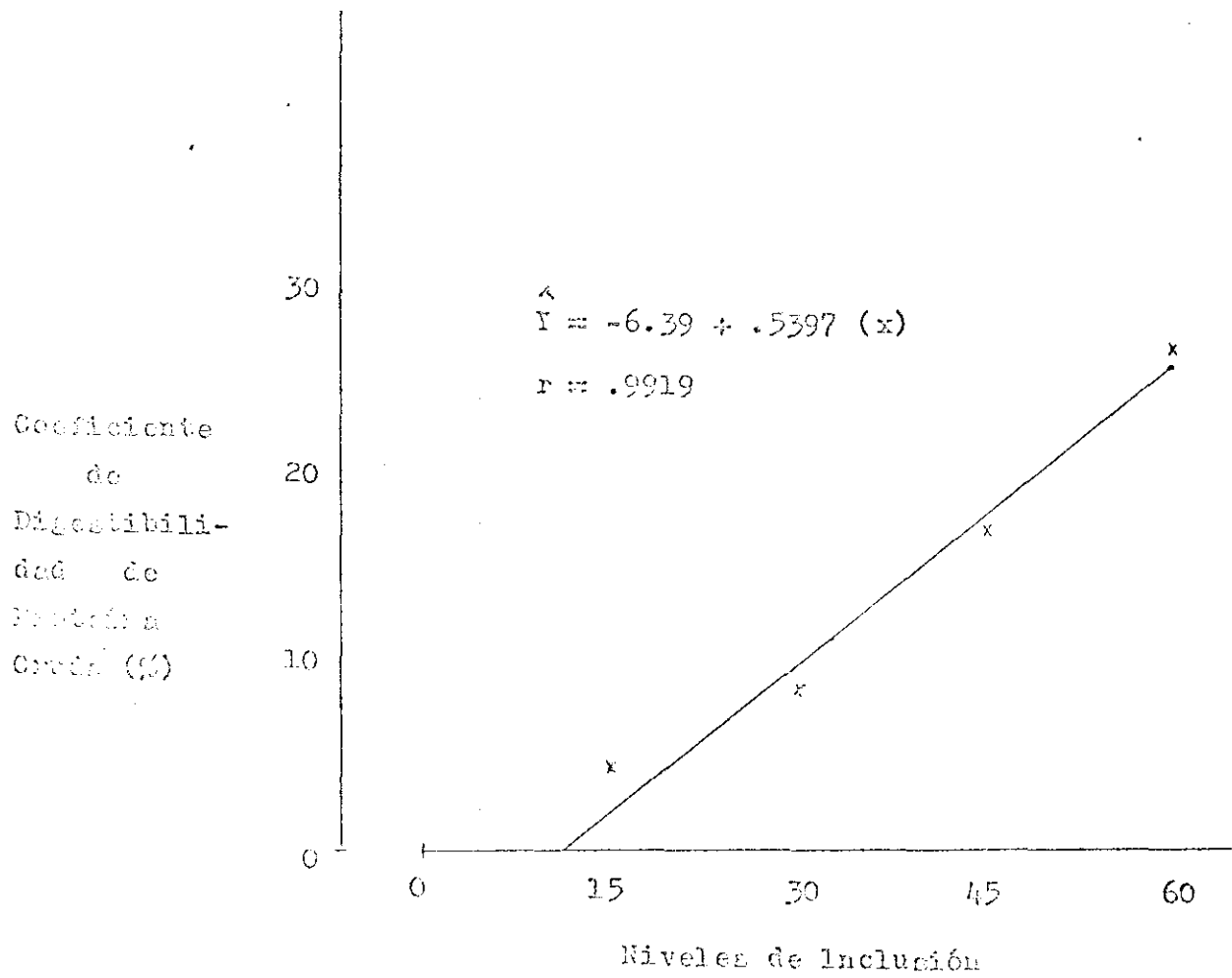
Grafica No. 2

Coefficiente de digestibilidad por regresión in situ  
de la materia orgánica de las dietas experimentales



Grafica No. 3

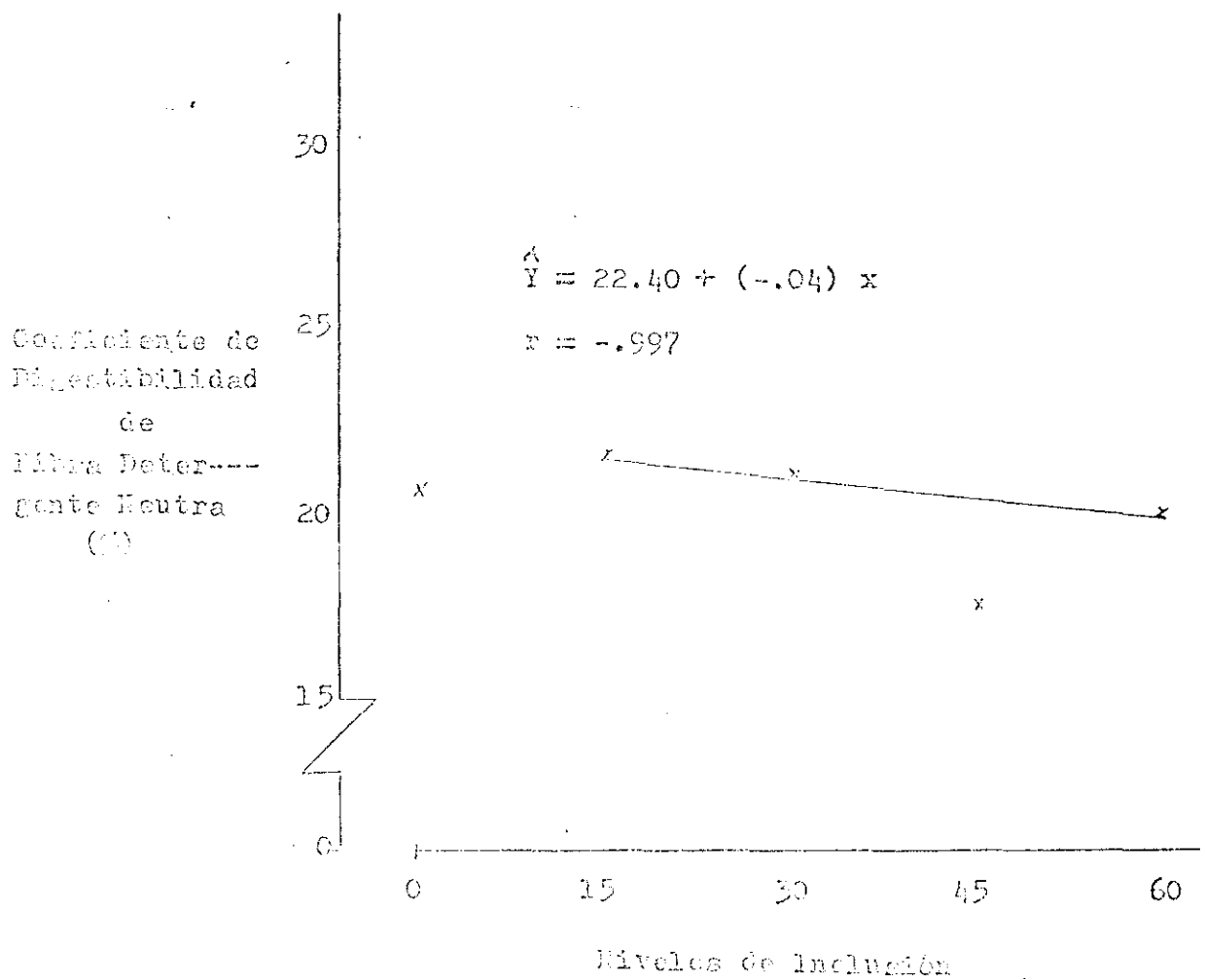
Coefficiente de digestibilidad por regresión in situ de la proteína cruda de las dietas experimentales.





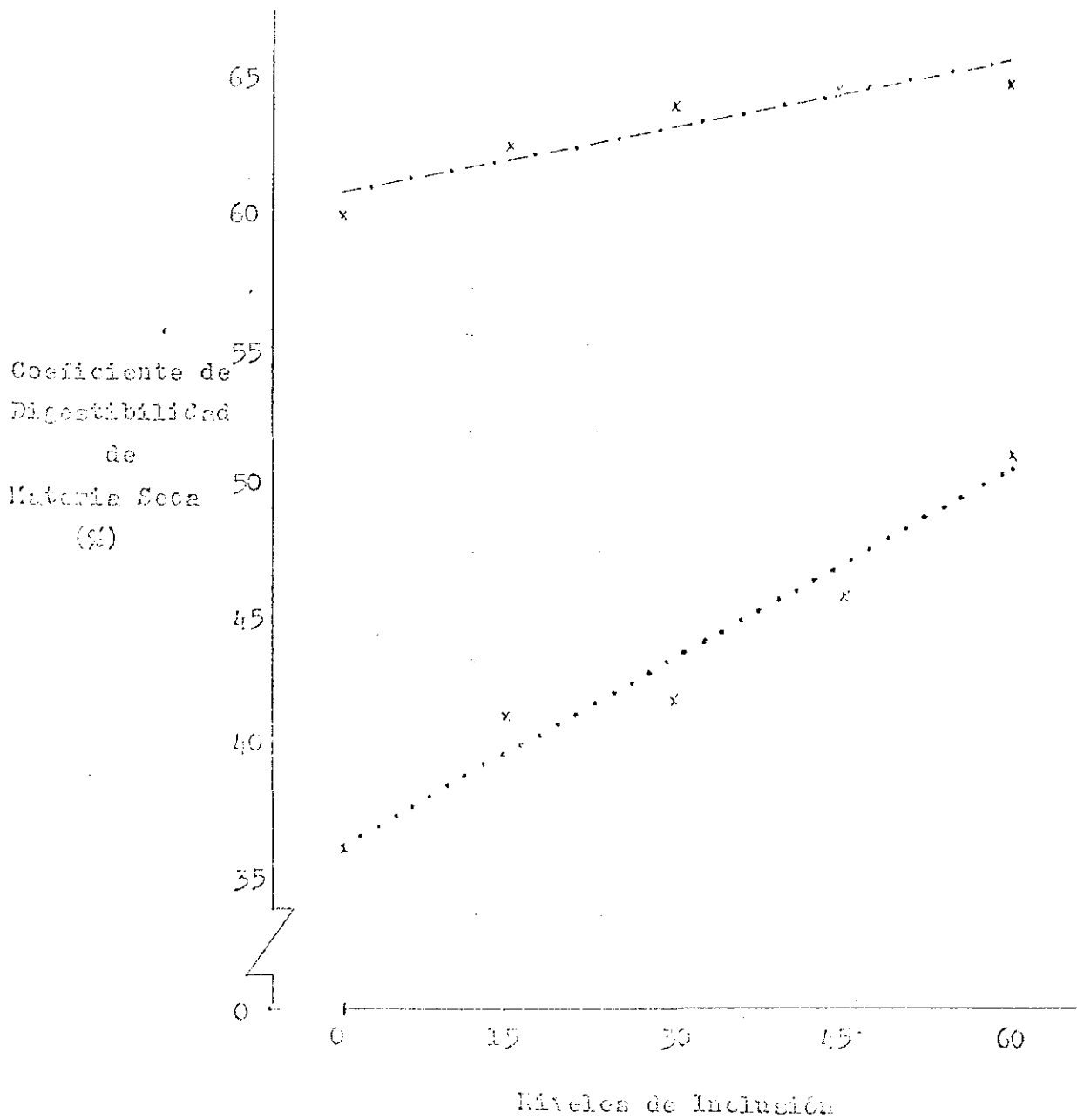
Grafica No. 4

Coefficiente de digestibilidad por regresión in situ de la fibra detergente neutra de las dietas experimentales.



Grafica No. 5

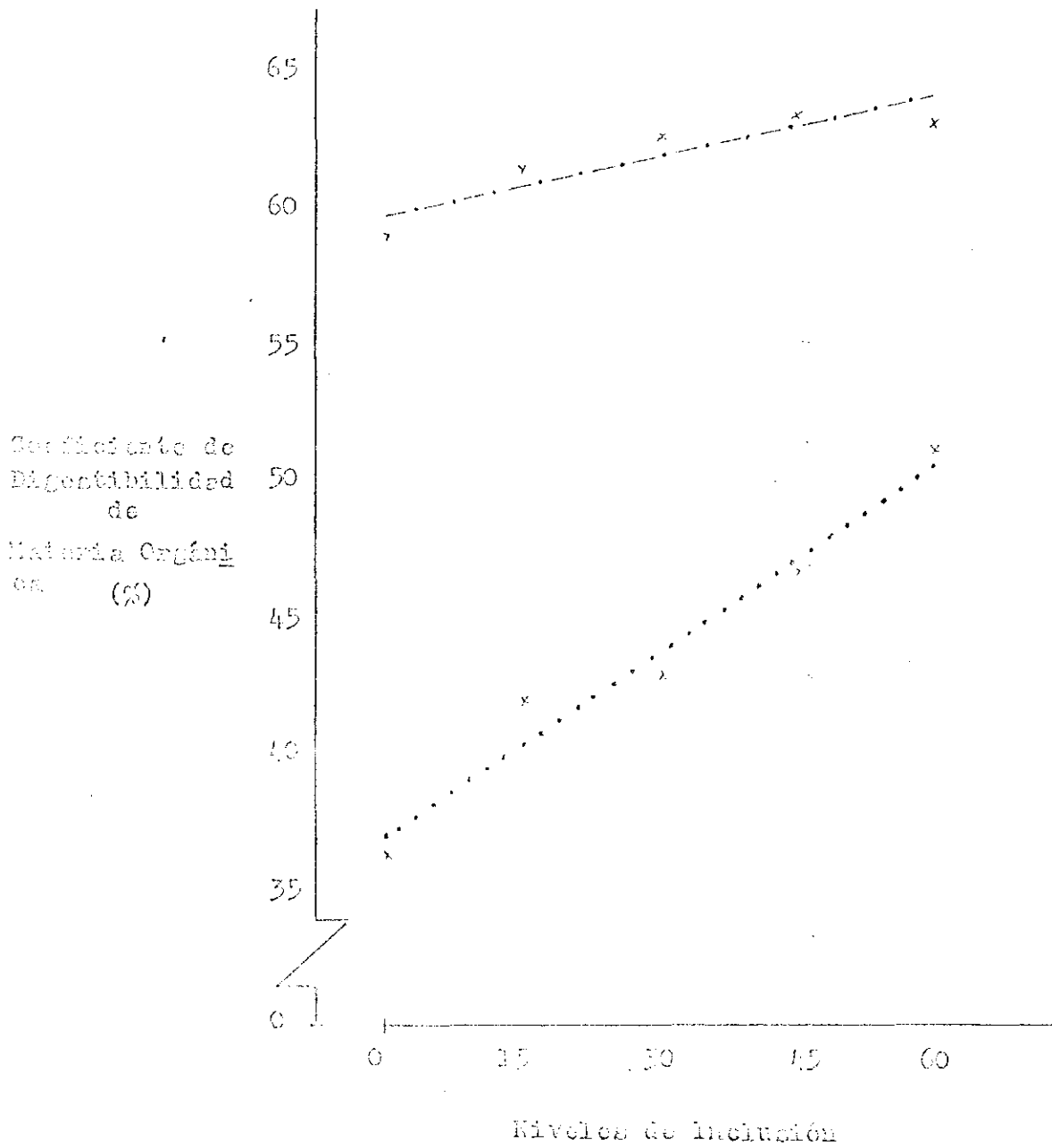
Comparación de la digestibilidad in situ e in vitro de la materia seca de las dietas experimentales.



in vitro -----  
in situ .....

Grafica No. 6

Comparación de la digestibilidad in situ e in vitro de la materia orgánica de las dietas experimentales

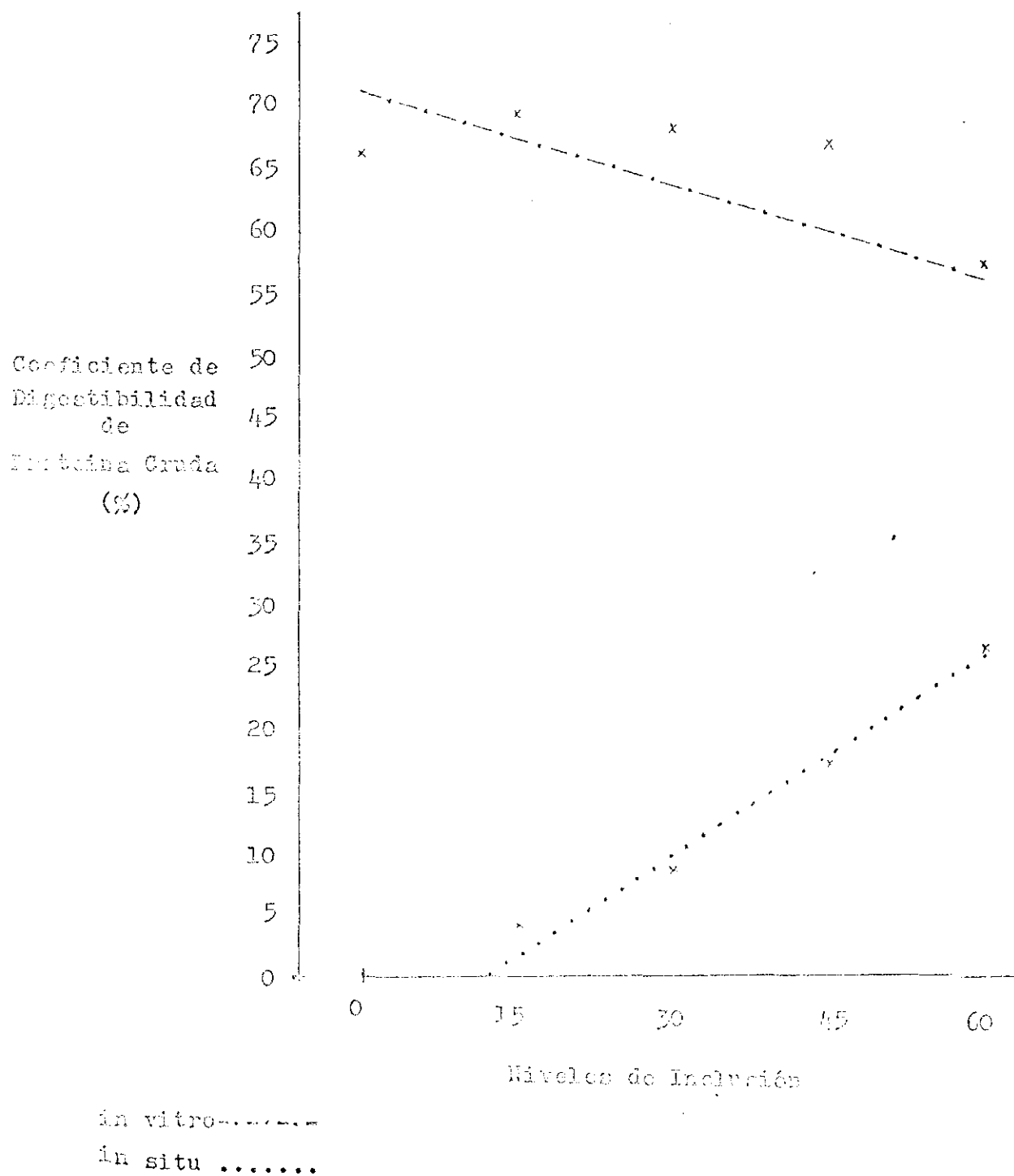


in vitro .....

in situ .....

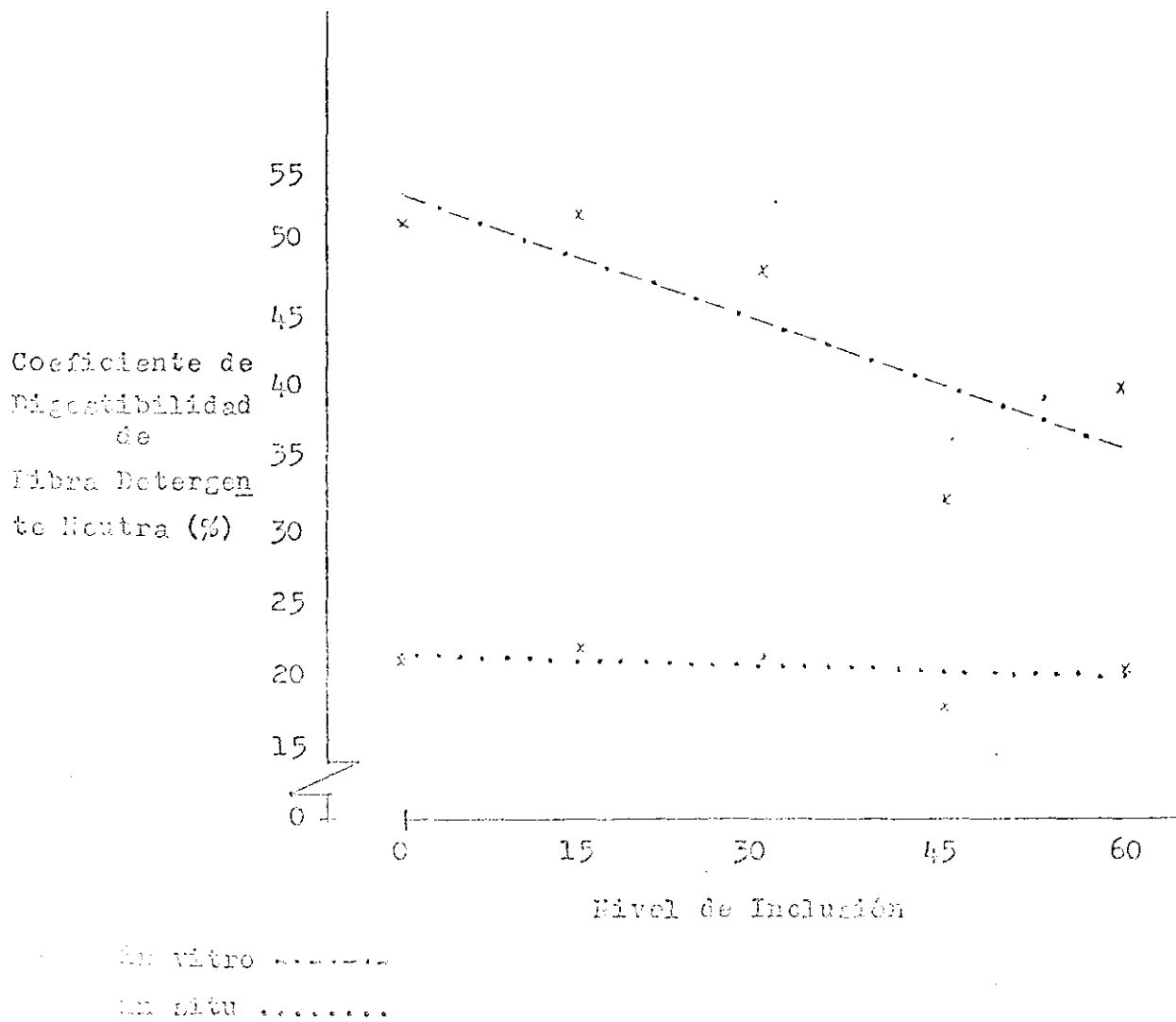
Grafica No. 7

Comparación de la digestibilidad *in situ* e *in vitro* de la proteína cruda de las dietas experimentales.



Grafica No. 8

Comparación de la digestibilidad in situ e in vitro de la fibra detergente neutra de las dietas experimentales.



## Referencias Bibliográficas

- 1.- Aguilar M. A., Chel G. J., Castellanos R. A., (1982). Estudio Comparativo de Técnicas para determinar la Digestibilidad del Alimento para Rumiantes y Monogástricos. Técnica Pecuaria México No. 44, pag. 27-32.
- 2.- Gonzalez H. R. (1987). Digestibilidad in vitro de bagazo de chile (*Capsicum Annuum*) como alimento para rumiantes. - Tesis Fac. de Med. Vet. y Zoot. U. de G.
- 3.- Johnston J., Coon C. N., (1978). The Use of Varying Levels of Pepsin for Pepsin Digestion Studies with animal Proteins Poultry Science 58; pag. 1271-1273.
- 4.- Kempton, T. J. (1980). El uso de las Bolsas de Nylon para Caracterizar el Potencial de Degradabilidad de Alimentos para el Rumiente. Producción Animal Tropical. Department of Biochemistry and Nutrition, University of New England, Armidale, NSW - 2351, Australia. Vol. 5; pag. 115-126.
- 5.- Laboratorio de Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Guadalajara Jal., México (1987).
- 6.- Lanes P. E., Jones H. (1973). A Modified Method for the in vitro determination of dry Matter and Organic Matter Digestibility. Canadian Journal of Animal Science 53; pag. 251.
- 7.- N.R.C.; Nutrient Requirements of Dairy Cattle (1978). Na-

tional Academy of Sciences, Washington, D. C.

- 8.- Grakov, E. R., Howell Deb, F. D. y Howld, F. (1980). Uso de la Técnica de la Bolsa de Nylon para la Valuación de los Alimentos. Producción Animal Tropical. Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen, Scotland. Vol. 5; pag. 213-223.
- 9.- Rodríguez H. (a) (1968). La técnica de la Bolsa in vivo - en Estudios de Digestibilidad. Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 2; pag. 81-84. Instituto de Ciencia Animal, Apartado 24, San José de Las Lajas, Habana, Cuba.
- 10.- Rodríguez H. (b) (1968). Digestibilidad con la bolsa in vivo: La posición relativa de la bolsa dentro del Rumén - Revista Cubana de Ciencias Agrícolas 2. Instituto de Ciencia Animal, Apartado 24, San José de Las Lajas, Habana, - Cuba.
- 11.- Schneider Burch H., Flatt William P. (1975). The Evaluation of Feeds Through Digestibility Experiments. The University of Georgia Press Athens. Pag. 8-9.
- 12.- Steel y Torrie (1966). Estadística: Principios y Procedimientos. Ed. Mc. Graw Hill. Mex. 1966. Pag. 132-171.
- 13.- Tejada de Hdez. Irma (1985). Digestibilidad de Forrajes - por el Metodo de la Bolsa de Nylon (in situ e in vitro). Manual de Laboratorio para Análisis de Ingredientes utilizados en la Alimentación Animal. Primera Reimpresión -- 1985. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México. Capítulo 8; pag. 311-316.