

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

EVALUACION DEL METODO DE CENIZAS INSOLUBLES EN ACIDO COMO INDICADOR DE
LA DIGESTIBILIDAD DE PULPA DE CITRICOS EN BORREGAS.

QUE PRESENTA EL C. JAVIER AVILA MEJIA

PARA OBTENER EL TITULO DE: MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

ASESORES: pM. en C. R. ROBERTO RUIZ CHAVEZ

pM. en C. RUBEN BARAJAS CRUZ

pM. en C. T. MIGUEL MERLOS BARAJAS

GUADALAJARA JAL. 29 ENERO 1988.

EVALUACION DEL METODO DE CENIZAS INSOLUBLES EN ACIDO COMO INDICADOR DE
LA DIGESTIBILIDAD DE PULPA DE CITRICOS EN BORREGAS.

REPORTE DE ANOMALIAS

CUCBA

A LA TESIS:

LCUCBA01491

Autor:

Avila Mejia Javier

Tipo de Anomalía:

Errores de Origen: Sin Indice de contenido; paginas sin folios

INTRODUCCION

La alimentación del ganado es la principal limitante a resolver en toda explotación pecuaria, debido al constante incremento de precio de los insumos básicos, aunado a la falta de información acerca del uso de subproductos industriales como la pulpa de cítricos (naranja, lima, toronja) deshidratada como fuente de calorías, ya que ésta puede sustituir el grano o harina de maíz sin que se afecten las ganancias de peso, la calidad de la canal y la eficiencia de los alimentos (Santos A. y Aguilera E. 1981). Para poder utilizar un nuevo producto en las dietas es necesario conocer su digestibilidad, ya que ésta influye directamente sobre el estado nutricional de los animales (Aguilar A.M, et. al 1982). Por lo que se considera de mayor importancia, ya que en buena medida, afecta el consumo voluntario del alimento (Montgomery y Baumgard 1965) y de ésta forma la disponibilidad de nutrientes para el animal. Existen varios métodos para determinar la digestibilidad como son: "In vitro", con líquido ruminal y pepsina; "In situ", con el uso de bolsas de nylon en animales con fistula ruminal (Aguilar A.M. 1980); e "In vivo", éste último más confiable que los anteriores, en el que se utiliza la colección total de heces (Fahmy S.T.M, Orskov E.R. 1984); pero con el fin de disminuir la cantidad de trabajo y la complejidad de éste se han empleado indicadores tales como: Oxido de cromo, oxido de hierro, cristal violeta etc. (Pond W.G, et. al 1986) para determinar la digestibilidad sin sacrificar la eficiencia y la precisión de las mediciones. Pero el costo de reactivos es alto además de que sus cualidades (que sean fisiológicamente inertes, no deben contener ningún elemento de los que se están investigando y sean recuperados totalmente en las heces) requieren de métodos sofisticados para su valoración. Por lo cual se buscan técnicas más sencillas como el uso de indicadores naturales, presentes en el alimento tales como; Fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, lignina, sílice (Cochran R.C, et. al 1986) y cenizas insolubles en ácido. Esta última se utiliza para-

medir las cenizas ó los minerales que no se solubilizan en ácido clorhídrico y que se encuentran presentes en heces y alimento de los animales en experimentación (Tejada de Hernandez Irma) y ofrece un alto grado de recuperación en las heces (Van Keulen; Young 1977). Se ha probado en cerdos como indicador para medir el flujo de digesta (Pond W.G, et. al 1986), digestibilidad de energía y nitrógeno (McCarthy J.F, et. al 1986). En bovinos para medir la digestibilidad de materia seca comparandolo contra otros indicadores con resultados satisfactorios (Cochran R.-C, et. al 1986. Thonney M.L, et. al 1979), así como en borregos y becerros (Elliot Block, et. al 1981), concluyendo que la concentración normal del ácido clorhídrico (HCl 2N) es la más conveniente para medir la cantidad de cenizas insolubles en ácido (CIA) y que con éste método se obtienen resultados de digestibilidad equiparables a los obtenidos por colección total (Van Keulen; Young 1977). Entonces la evaluación de la digestibilidad "In vivo" de la pulpa de cítricos mediante la técnica de cenizas insolubles en ácido clorhídrico proporcionará información valiosa que permita utilizar eficientemente éste ingrediente en dietas para rumiantes.

JUSTIFICACION:

Dado que el método de colección total de heces resulta muy laborioso-- para determinar la digestibilidad "In vivo" y que el método de cenizas--- insolubles en ácido clorhídrico presenta ventajas por ser mas sencilla su medición, rápidos resultados y bajo costo es conveniente evaluar su confiabilidad, para poder utilizarlo en pruebas con grandes rumiantes en los que resulta prácticamente imposible la colección total de heces.

HIPOTESIS:

Sí el uso de cenizas insolubles en ácido clorhídrico, como indicador--
de la digestibilidad dá resultados confiables.

Entonces puede utilizarse como técnica para determinar la digestibili-
dad de las dietas consumidas por grandes ruminantes.

OBJETIVO GENERAL:

Determinar la confiabilidad del método de cenizas insolubles en ácido como indicador de la digestibilidad "In vivo".

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- 1.- Evaluar la digestibilidad "In vivo" de la pulpa de cítricos por el método de colección total de heces.
- 2.- Estimar la digestibilidad "In vivo" de la pulpa de cítricos usando cenizas insolubles en ácido clorhídrico como indicador natural.
- 3.- Comparar los resultados de digestibilidad obtenidos por los dos métodos.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en la unidad metabólica de investigación de la Universidad de Guadalajara ubicada en las instalaciones de la Posta Zootécnica de Cofradía de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y en el laboratorio de investigación de la misma. Se utilizaron 12 ovinos hembra (Alojados en jaulas metabólicas), con peso promedio de 25 ± 2.5 Kgs. y edad de 8 a 10 meses distribuidas al azar, se les alimentó con dietas isocalóricas e isoprotéicas basadas en el bromatológico (cuadro 1) con niveles de inclusión (Tratamientos) de pulpa de cítricos--- deshidratada de 0, 15, 30 y 45% (cuadro 2) en base seca con 3 repeti--- ciones por tratamiento.

CUADRO 1

EXAMEN BROMATOLOGICO DE PULPA DE CITRICOS

	BASE HUMEDA	BASE SECA
Materia seca	25.1%	
Humedad	74.9%	
Proteína cruda	2.1%	8.3%
Grasa cruda	0.5%	1.9%
Cenizas totales	0.9%	3.7%
Fibra cruda	2.6%	10.2%
E.L.N.	19.0%	75.9%

A los animales se les dió un periodo de 10 días de adaptación y 7 días de medición, en los cuales se les alimentó exclusivamente con las dietas experimentales y agua ad libitum midiéndose diariamente consumo de alimento los 1 al 7 tomándose para el laboratorio muestras de alimento ofrecido y rechazado, las heces se colectaron y pesaron los días 3 al 9, tomándose muestras de las mismas para el laboratorio.

CUADRO 2

COMPOSICION DE LAS DIETAS UTILIZADAS DURANTE LA PRUEBA

INGREDIENTE	T R A T A M I E N T O S			
	1	2	3	4
Pulpa de cítricos	0.0	15.0	30.0	45.0
Sorgo	67.5	56.5	46.5	36.5
Rastrojo de maíz	20.0	15.0	10.0	5.0
Pasta de soya	9.0	10.0	10.0	10.0
Sal	0.5	0.5	0.5	0.5
Premezcla de minerales	2.5	2.5	2.5	2.5
Roca fosforica	0.5	0.5	0.5	0.5

A las muestras de alimento ofrecido, alimento rechazado y heces enviadas al laboratorio, se les determinó; Materia seca (MS), Materia orgánica (MO), por el método de Wendee, Fibra detergente neutro (FDN), Fibra detergente ácido (FDA) y Cenizas insolubles en ácido clorhídrico 2 normal (HCl 2N) por el método de Van Soest. Con los datos obtenidos en el laboratorio se les estimó el coeficiente de digestibilidad (CD) de M.S. por colección total de heces con la fórmula:

$$CD \text{ M.S} = \frac{\text{M.S. consumida (g)} - \text{M.S. excretada (g)}}{\text{M.S. consumida (g)}} \times 100$$

Para calcular el CD de MS, MO, FDN y FDA como nutrimentos (N) se utilizó la fórmula:

$$CD \text{ N} = \frac{\text{N en alimento (\%)} - \text{N en heces (\%)}}{\text{N en alimento (\%)}} \times 100$$

Y por el método del indicador (CIA) con la siguiente fórmula para MS:

$$CD \text{ MS} = 100 - \frac{(\% \text{ CIA en MS en alimento})}{(\% \text{ CIA en MS en heces})} \times 100$$

Y para los nutrimentos (N); MO, FDN y FDA con la fórmula:

$$CD N = 100 - \frac{(\% \text{ CIA en alimento } \times \% \text{ de N en Heces})}{(\% \text{ CIA en heces } \times \% \text{ de N en alimento})} \times 100$$

Los resultados se graficaron para comparar la relación entre los dos métodos. La diferencia numérica entre los resultados de ambas pruebas se promediaron para estimarla como porcentaje y dicho porcentaje se sumó a los valores obtenidos inicialmente por el método de CIA. (CIA⁺ corrección).

Los datos resultantes de dicho manejo matemático se compararon por medio de la prueba de "T" de dos colas para dos poblaciones con igual número de observaciones.

El porcentaje de recuperación del indicador se calculo con la fórmula:

$$\% \text{ de recuperacion CIA} = \frac{\text{CIA en heces } (\%) \times \text{MS excretada (g)}}{\text{CIA en alimento } (\%) \times \text{MS consumida (g)}} \times 100$$

El % de recuperación se comparó contra 100% utilizando la prueba de "T" para dos poblaciones.

RESULTADOS

La digestibilidad de materia seca por el método de colección total se comportó de una manera ascendente a partir del nivel 0 al 45% de inclusión de pulpa de cítricos no encontrándose diferencia entre tratamientos ($P > .05$), mientras que por el método del indicador (CIA) la digestibilidad fue aumentando del nivel 0 al 30% de inclusión disminuyendo ligeramente en el 45%, mostrando diferencia entre tratamientos ($P < .05$): El porcentaje de diferencia es variable en todos los niveles de inclusión tomándose como 100% los valores obtenidos por colección total como se aprecia en el cuadro 3 y grafica 1. Para materia organica la digestibilidad se comportó de una forma ascendente por el método de colección total a partir del nivel 15 hasta el 45% de inclusión ya que el nivel 0 fue mas que el 15% aunque estas diferencias no fueron significativas ($P > .05$) y por el método del indicador (CIA) la digestibilidad fue incrementándose del nivel 0 al 30% donde llego hasta 64.70% que fue el mayor valor de digestibilidad encontrado ($P < .05$) observándose en el cuadro 4 y en la grafica 2. La digestibilidad de proteina cruda de las cuatro dietas no mostro diferencias ($P > .05$) por colección total de heces mientras que calculada por cenizas insolubles en ácido si se presentaron diferencias ($P < .05$) lo que se refleja en la diferencia de los valores obtenidos por las dos técnicas, que se expresan en porcentaje en el cuadro 5 y grafica 3. Con respecto a la digestibilidad de fibra detergente neutro, se mostro un incremento del nivel 0 al 30% de inclusión calculada por el método de colección total descendiendo posteriormente en el 45% pero manteniéndose por encima del primer nivel aunque no hubo diferencias significativas ($P > .05$) y por otro lado la digestibilidad por el método del indicador (CIA) reporta incremento del nivel 0 al 30% de inclusión descendiendo ligeramente en el 45%. Las diferencias entre tratamientos fueron significativas ($P < .05$). La disparidad de lo encontrado por las dos

técnicas se muestra en el cuadro 6 y grafica 4. Por el método de colección total la digestibilidad de fibra detergente ácido muestra un incremento del nivel 0 al 45% de inclusión no habiendo diferencias significativas ($P < .05$) y por el método del indicador (CIA) la digestibilidad incremento del nivel 0 al 45% de inclusión reportando diferencias entre tratamientos ($P < .05$). Igual que en los casos anteriores, la diferencia entre los valores encontrados por las dos técnicas presenta grandes oscilaciones entre tratamientos cuadro 7 y grafica 5. con respecto al porcentaje de recuperación del indicador (CIA) cabe señalar que los resultados son muy variados y no muestran una continuidad entre tratamientos por lo que no se obtuvo un factor de corrección aplicable para igualar los resultados obtenidos por CIA con colección total como puede observarse en el cuadro 8.

COMPARACION DE LA DIGESTIBILIDAD DE M.S. POR COLECCION TOTAL Y CIA.

CUADRO N. 3

Técnica utilizada	% de inclusión de pulpa de cítricos			
	0	15	30	45
CT	76.54	78.22	79.10	80.95
CIA	59.47 b	61.53 ab	73.32 a	61.10ab
Diferencia %	22.30	16.21	7.31	24.52

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

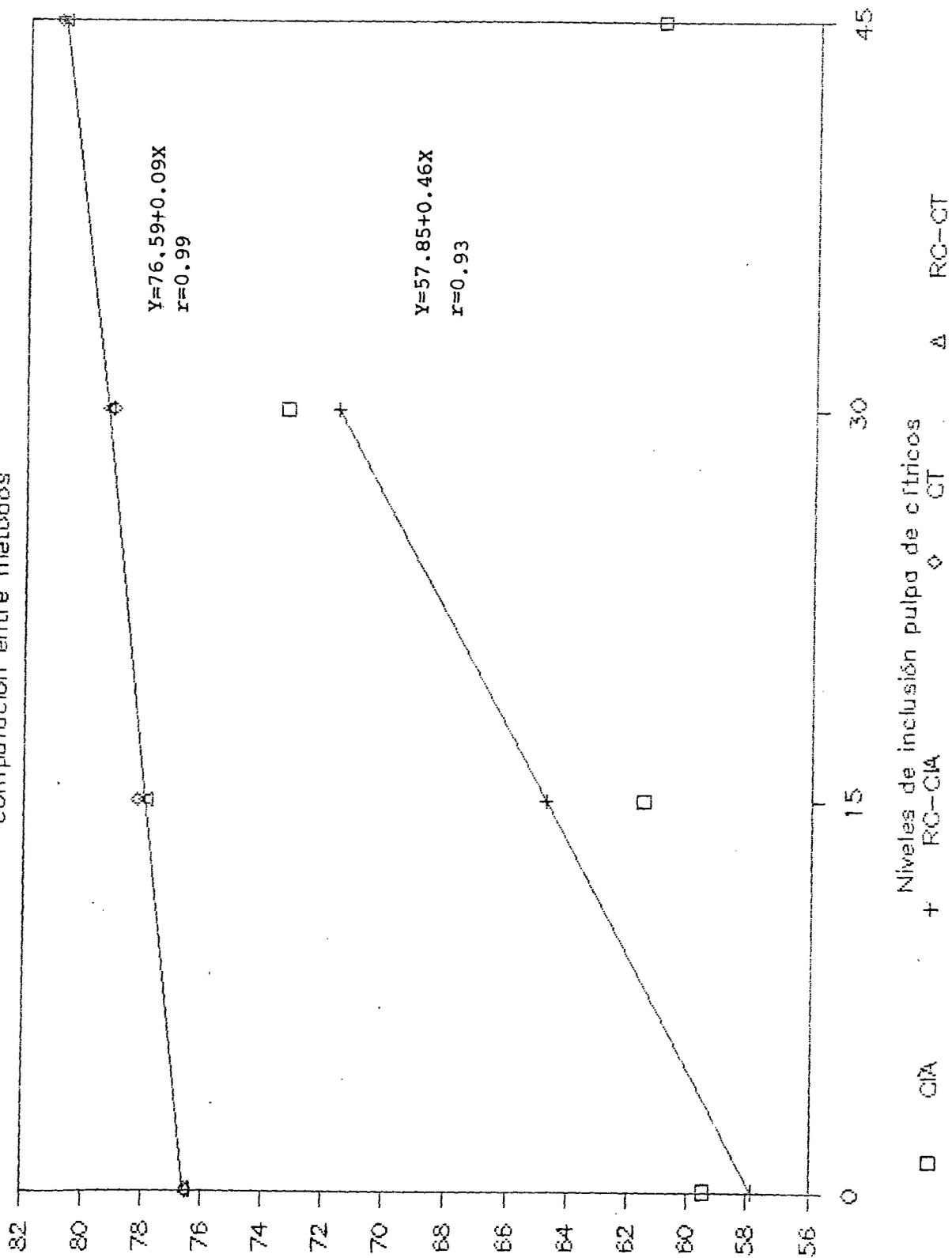
COMPARACION DE LA DIGESTIBILIDAD DE E.O. POR COLECCION TOTAL Y CIA.

CUADRO N. 4

Técnica utilizada	% de inclusión de pulpa de cítricos			
	0	15	30	45
CT	77.41	71.93	77.82	83.26
CIA	44.03 b	45.16 b	64.70 a	48.72 b
Diferencia %	43.12	37.22	16.86	35.72

Digestibilidad de Materia Seca

comparación entre métodos

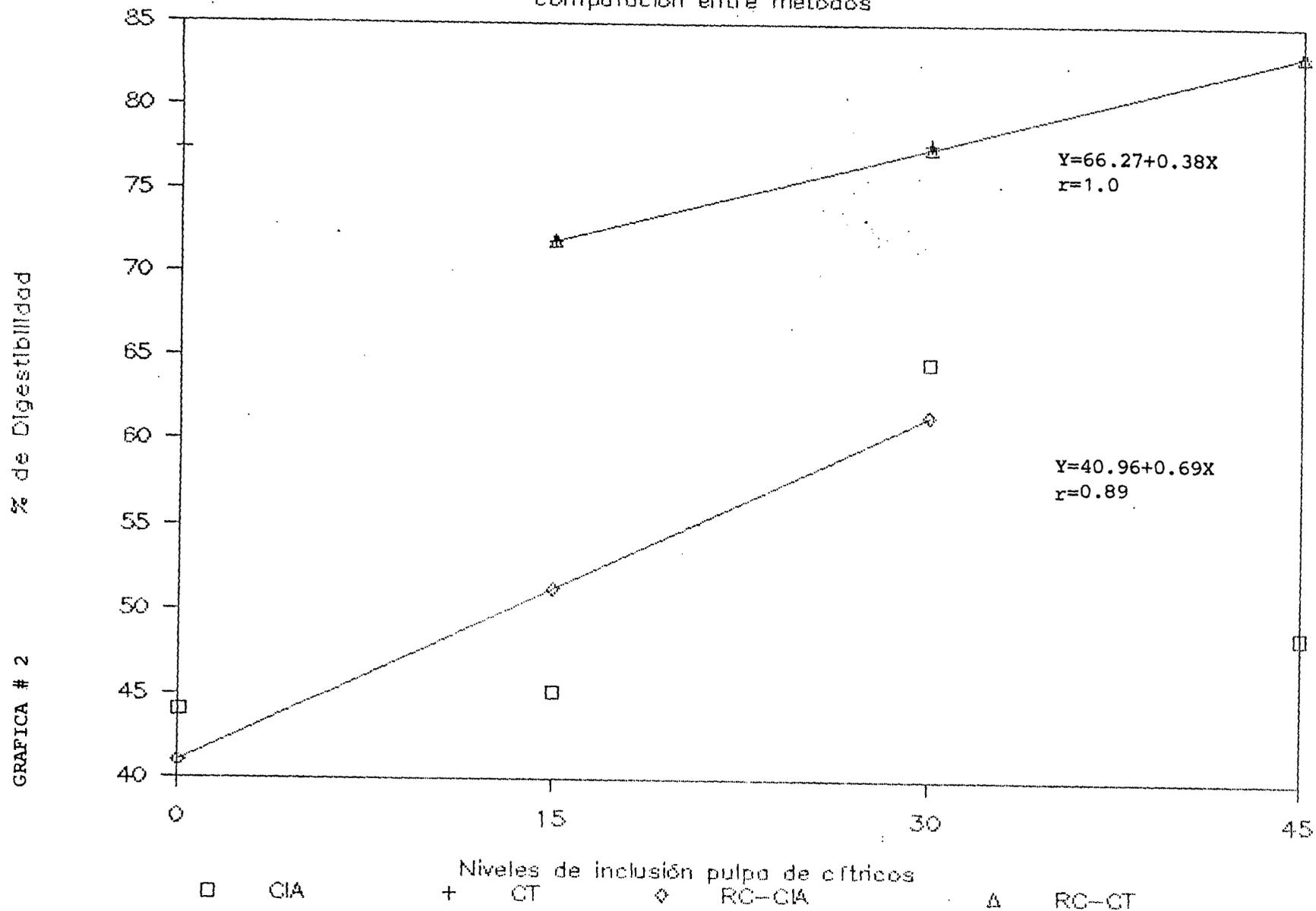


% de Digestibilidad

GRAFICA # 1

Digestibilidad de Materia Orgánica

comparación entre métodos



COMPARACION DE LA DIGESTIBILIDAD DE P.C. POR COLECCION TOTAL Y CIA.

CUADRO N. 5

Técnica utilizada	% de inclusión de pulpa de cítricos			
	0	15	30	45
CT	77.87	78.29	75.43	80.52
CIA	56.6 c	61.45 b	66.69 a	54.06 c
Diferencia %	29.72	21.51	11.59	32.86

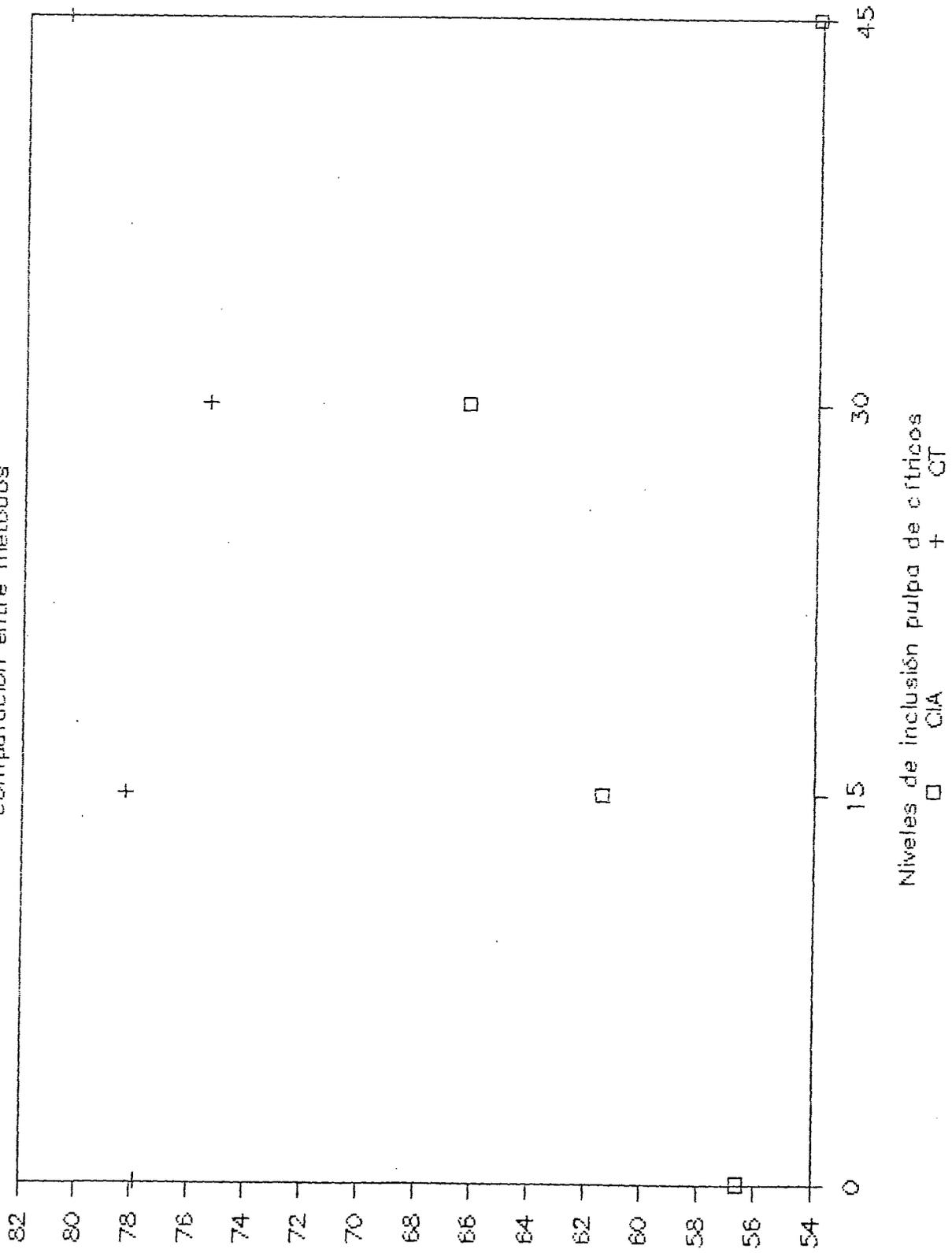
COMPARACION DE LA DIGESTIBILIDAD DE F.D.M. POR COLECCION TOTAL Y CIA.

CUADRO N. 6

Técnica utilizada	% de inclusión de pulpa de cítricos			
	0	15	30	45
CT	46.44	55.85	61.48	48.42
CIA	40.43 c	57.59 b	68.76 a	67.18 b
Diferencia %	12.94	-3.12	-11.84	-6.29

Digestibilidad de Proteína Cruda

comparación entre métodos



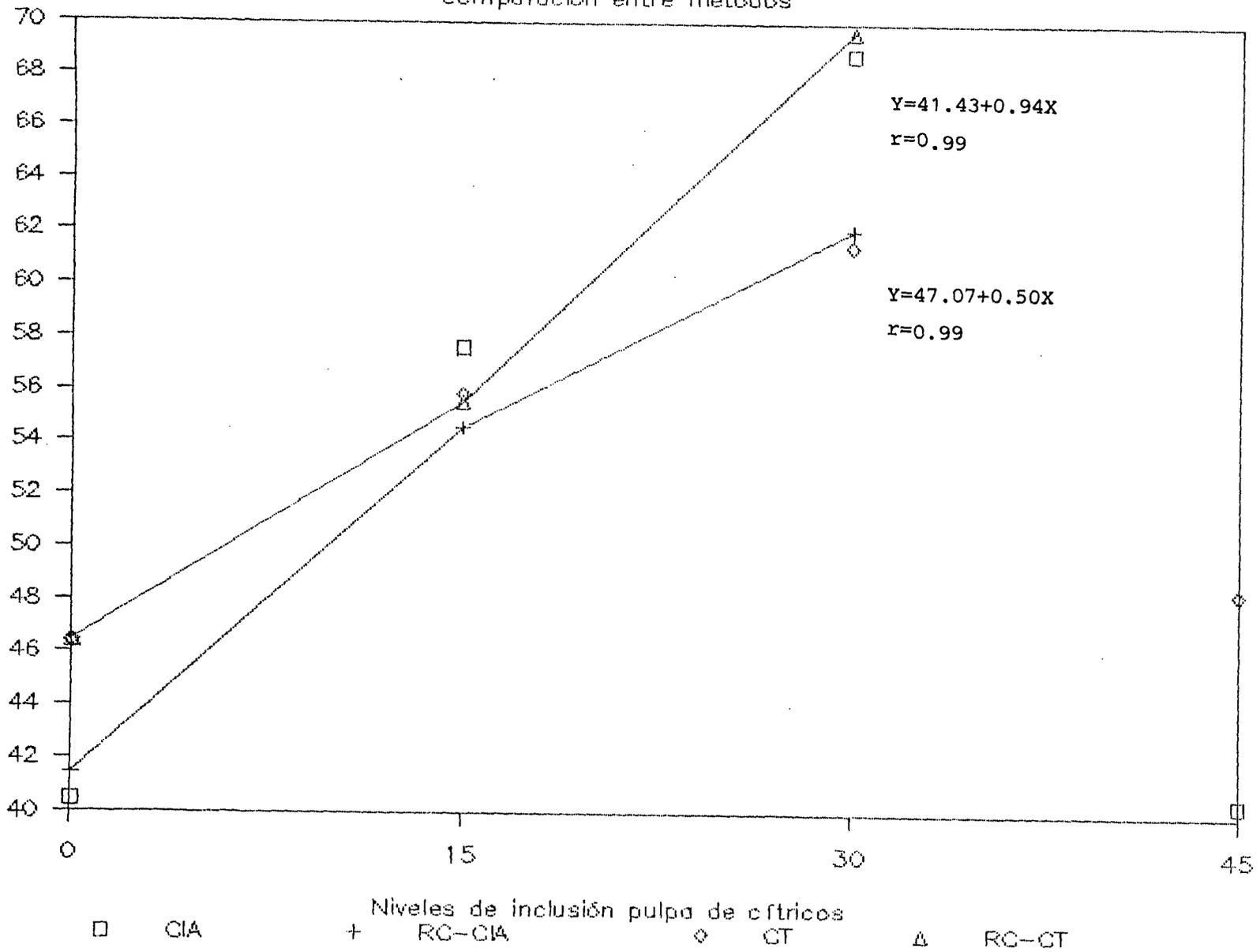
% de Digestibilidad

GRAFICA # 3

Digestibilidad Fibra Detergente Neutro

comparación entre métodos

GRAFICA # 4



COMPARACION DE LA DIGESTIBILIDAD DE F.D.A. POR COLECCION TOTAL Y CIA.

CUADRO N. 7

Técnica utilizada	% de inclusión de pulpa de cítricos			
	0	15	30	45
CT	59.78 a	69.12 ab	76.55 ab	87.22 a
CIA	33.55 a	51.50 a	67.18 ab	70.92 b
Diferencia %	43.88	25.49	12.24	18.69

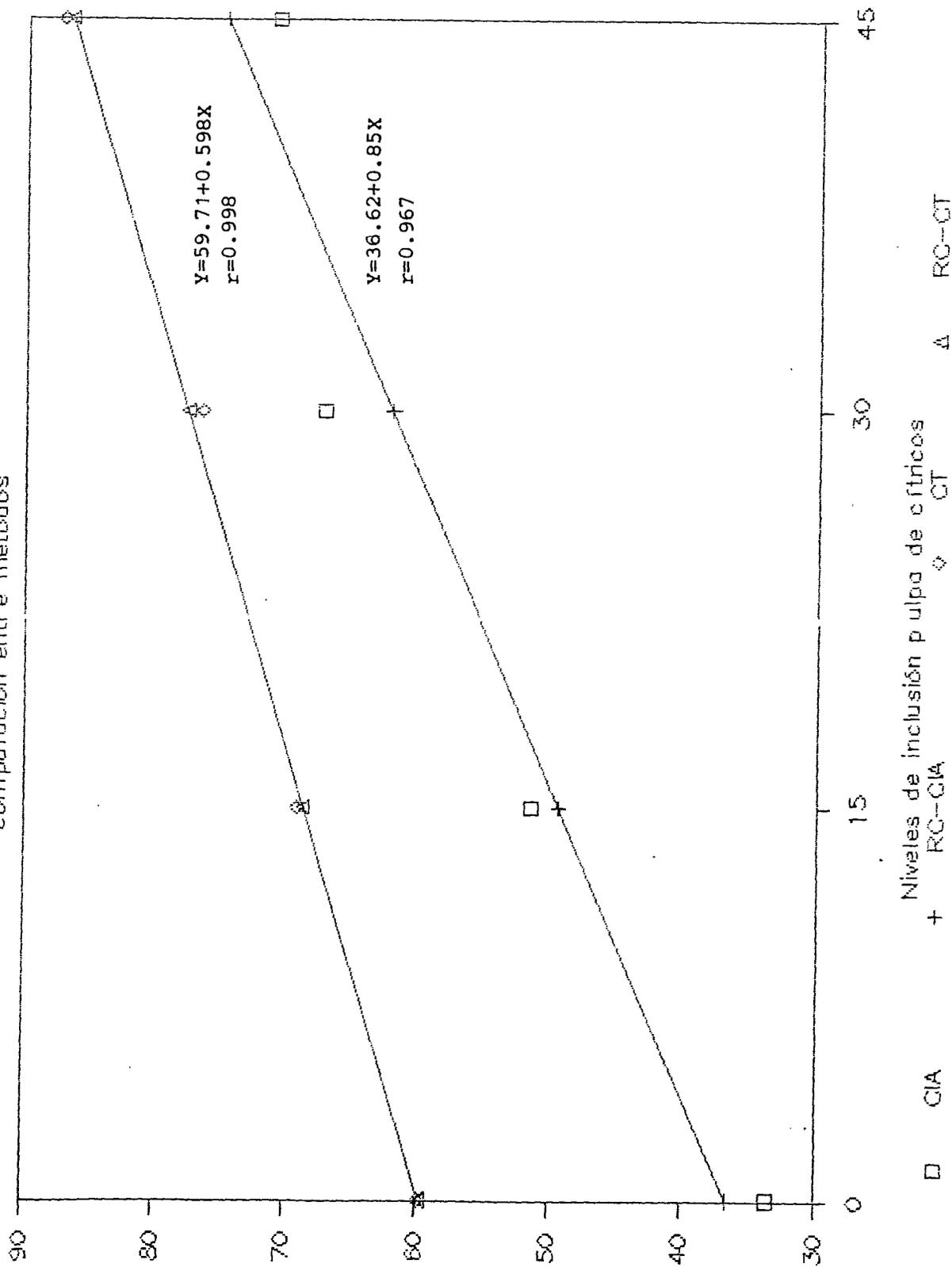
RECUPERACION DEL INDICADOR (CIA) POR TRATAMIENTOS

CUADRO N. 8

	% de inclusión de pulpa de cítricos			
	0	15	30	45
Recuperación %	62.82	68.34	81.37	50.24

Digestibilidad Fibra Detergente Acido

comparación entre métodos



% de Digestibilidad

GRAFICA # 5

DISCUSION

El coeficiente de digestibilidad (CD) de materia seca tuvo una relación mas o menos constante por el método de colección total mientras que por cenizas insolubles en ácido los valores se alejan en un 20% con respecto al método anterior, esto debido probablemente a la baja recuperación del indicador, influido quizá por la selectividad del alimento por parte de los ovinos y en consecuencia del indicador; sin embargo la corrección hecha al método de CIA no resulta útil para este caso, ya que no puede ser aplicado para estandarizar los valores obtenidos, sino que, se requiere de varios trabajos mas para establecer un comportamiento constante y poder obtener un factor de corrección aplicable a estudios posteriores.

Los resultados obtenidos de la digestibilidad de materia seca con el método de CIA coinciden con Aguilar A.M, et. al (1982), Barth K.M, et. al (1987) utilizando borregos; Sagarria J.R. (1980) con becerros, reportando una baja digestibilidad de la materia seca en comparación con el método de colección total, no coincidiendo con los datos reportados por McCarthy J.F, et. al (1977) utilizando cerdos, Van Keulen and Young (1977) en borregos, Thonney et. al (1979), Block et. al (1981) con bovinos no encuentro diferencia significativa ($P > .05$) en los coeficiente de digestibilidad de materia seca entre ambos métodos. El coeficiente de digestibilidad de materia organica resulto menor al de materia seca posiblemente debido a la presencia de material inorganico en los ingredientes por lo que fue su coeficiente mas bajo, siendo de un comportamiento variable entre colección total y CIA, que no se acercan ni con el factor de corrección. El CD de la proteina fue de un comportamiento irregular por colección total y por CIA como se muestra en la grafica 3 con un 23.92% menor que colección total, apreciandose en el cuadro número 5. El CD de fibra detergente neutro o del contenido de paredes celulares tuvo un comportamiento similar

lar entre colección total y CIA; pero con un factor de corrección total--
mente diferente al de proteína y materia seca. El CD de fibra detergente-
ácido o de ligno celulosa tuvo un comportamiento muy diferente entre co-
lección total y CIA, con un factor de corrección de 25.08% como se apre-
cia en el cuadro N. 7. El bajo porcentaje de recuperación obtenido por el
método de CIA, como se observa en todos los cuadros es semejante a los---
resultados encontrados por Aguilar et. al (1982) con zacate panizó verde-
consumido por borregos donde obtuvo una recuperación del indicador de----
82.3% contra 82.41% encontrado en este trabajo con pulpa de cítricos para
materia seca, pero no concuerda con la bibliografía reportada ya que,----
McCarthy et. al (1977) utilizando cerdos, Van Keulen and Young (1977) o--
freciendo varias combinaciones de granos y forrajes para ovinos, Thonney-
et. al (1979) con bovinos a los que ofrecieron diferentes proporciones de
concentrado y forraje, Block et. al (1981) alimentando borregos y bovinos
con planta de maíz, reportan una recuperación del indicador muy cerca al-
100%, obteniendo una mas baja recuperación en dietas que contenían granos
y concentrado, debido a la baja concentración de CIA en ellos, que en----
las dietas que contenían heno.

CONCLUSIONES

- La dificultad a superar para realizar determinaciones precisas de digestibilidad con CIA como marcador interno consiste en lograr que los animales en experimentación consuman uniformemente el alimento ofrecido para asegurar tambien el ingreso del marcador ya que de lo contrario la digestibilidad experimenta variaciones por cambios en la concentración de CIA.
- Los porcentajes de digestibilidad obtenidos por el método de cenizas insolubles en ácido se alejarón en un 20% con respecto a los de colección total.
- De acuerdo a los resultados obtenidos en éste trabajo podemos concluir que la inclusión de un 30% de pulpa de cítricos en dietas para rumiantes es la mas conveniente ya que reporta mayor digestibilidad por el método de colección total y cenizas insolubles en ácido.
- El factor de corrección no resultó aplicable en éste caso para igualar los resultados obtenidos por CIA con colección total.
- Se requiere de más trabajos para establecer una buena utilización del indicador para medir la digestibilidad.

RESUMEN

Se utilizó pulpa de cítricos (naranja, lima, toronja) deshidratada--
al sol, la que se incluyó a niveles de 0, 15, 30 y 45% en dietas a base--
de sorgo y soya. Se utilizarón 12 ovinos hembra distribuidos al azar a---
dietas y a jaulas, a los cuales se les dió un periodo de 10 días de adap--
tación y 7 de medición. A muestras de alimento ofrecido, rechazado y he--
ces se les determinó en el laboratorio, MS, MO, PC, FDM, FDA y CIA para--
posteriormente obtener los coeficientes de digestibilidad de los nutri---
mentos mencionados y comparar los resultados obtenidos por colección to--
tal con CIA, encontrando una disparidad ya que los datos reportados por--
el método del indicador (CIA) se alejarón en un promedio de 20% con----
respecto a los obtenidos por colección total, tomando como 100% los de---
este ultimo método y debido a que el factor de corrección, no resultó----
constante no pudo ser aplicado en éste caso para igualar los resultados.

BIBLIOGRAFIA

- Aguilar A.M. (1980). Estudio comparativo de técnicas para determinar la digestibilidad del alimento de rumiante y monogástricos. *Téc.-Péc. Méx.* N.44;27.
- Block E, L.H. Kilmer; L.D. Muller (1981). Acid insoluble ash as a marker of digestibility for sheep fed corn plants or hay and for lactating dairy cattle fed hay ad libitum. *J. Anim. Sci.* 52 (5)---1164 - 1169.
- Barth K.M., P.E. Ashley, S. Gelege, K.T. Leahy, V.L. Fulgoni (1987). Acid-insoluble ash as a digestibility indicator for sheep diets---containing crop residues with or without manure. *J. Anim. Sci.* 65; supplement 1; p 22 (Abstract).
- Cochran R.C., D.C. Adams, J.D. Wallace, M.L. Galyean (1986). Predicting---digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. *J. Anim. Sci.* 52; 1476-1483
- McCarthy J.F., J.P. Poulard, F.X. Aherne (1977). Influence of method upon the determination of apparent digestibility in the pig. *J. Anim. Sci.* 57, 131 - 135.
- Montgomery M.J., Baumgard B.R. (1965). Regulation of food intake in ruminants 1: Pelleted rations varying in energy concentration. *J. Dairy sci.* 48: 569.
- Pond W.G., K.R. Pond, W.C. Ellis, J.H. Metis (1986). Marker for estimating digesta flow in pig and the effects of dietary fiber. *J. Anim.-Sci.* 63; 1140 - 1149.
- Santos A. Y E. Aguilera (1981). Niveles de sustitución de la harina de maíz por pulpa de cítricos deshidratada en concentrados para terneros. Efectos en el comportamiento y salud de los terneros *Rev. Cubana*, San José de las Lajas Pág. 141 - 146.
- Steel y Torrie (1986). *Bioestadística: principios y procedimientos*. Ed. McGraw Hill. Méx. 132 - 148.

- Tejada de Hernandez Irma (1985). Manual de laboratorio para analisis de--
ingredientes utilizados en la alimentaci3n animal. Patronato--
de apoyo a la investigaci3n p3cuaria en M3xico, A.C. 299 -300.
- Thonney M.L, D.J. Du haime, P.W. Moc, J.T. Reid (1979). Acid insoluble---
ash and permanganate lignin as indicators to determine diges--
tibility of cattle rations. J. Anim. Sci. 49 (4) 1112 - 1116.
- Thonney M.L (1979). Acid insoluble ash as a digestion marker. Departament
Anim. Sci. 118 - 122.
- Van Keulen J; B.A. Young (1977). Evaluation of acid insoluble ash as a---
natural marker in ruminant digestibility studies. J. Anim. Sci.
44; 282 - 287.