

---

---

*Universidad de Guadalajara*

---

---

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



CENIZAS INSOLUBLES EN ACIDO CLORHIDRICO (HCl) COMO  
INDICADOR DE LA DIGESTIBILIDAD "IN VIVO" EN BORREGAS.

---

---

**TESIS PROFESIONAL!**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

MARTIN GARCIA GARCIA

---

---

GUADALAJARA, JALISCO, JULIO DE 1991

---

---

CENIZAS INSOLUBLES EN ACIDO CLORHIDRICO (HCL) COMO IN-  
DICADOR DE LA DIGESTIBILIDAD "IN VIVO" EN BORREGAS.

A G R A D E C I M I E N T O S :

ADESCRES: Q.F.B. RUBEN BARAJAS CRUZ

M.V.Z. ROGELIO ORCZCO HERNANDEZ

M.en.C.T. MIGUEL MERLOS BARAJAS.

A TODOS LOS QUE HICIERON POSIBLE  
LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO.

INDICE GENERAL

	Pag.
INTRODUCCION.....	1
PLANTEAMIENTO DEE PROBLEMA.....	3
JUSTIFICACION .....	4
HIFOTESIS .....	5
OBJETIVOS .....	6
MATERIAL Y METCDOCS .....	7
RESULTADCS .....	10
DISCUSION .....	23
CONCLUSION .....	25
RESUMEN .....	26
BIBLIOGRAFIA .....	27

La digestibilidad de los alimentos influye en el estado nutricional de los animales. (Aguilar A.M. et. al. 1982). Por lo cual es necesario conocer la digestibilidad de los diferentes ingredientes que integran una ración.

Para determinar en ruminantes el coeficiente de digestibilidad se utilizan varios métodos como son: "In vitro", con líquido ruminal y pepsina; "In situ", con el uso de --bolsas de nylon en animales con fístula ruminal. (Goering H K y Van Soest P.J. 1970); e "In vivo", este último más sencillo y confiable que los 2 anteriores, en el que se utiliza la colección total de heces en ovinos. (Fahmy S.T.M, Ørgkov E.R. 1984); aunque en animales de gran tamaño como bovinos se dificulta por el volumen de heces. Como alternativa se plantea la técnica de colección parcial de heces, --con la que puede lograrse resultados similares al método de colección total. (McCarthy J.F. et. al. 1977); para ello se requiere el uso de indicadores artificiales como el óxido de cromo, óxido de hierro, cristal violeta, etc. (Pond W G. et. al. 1986). Pero el costo de reactivos es alto y requiere 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. (Aguilar A.M. et. al. 1982). Esta última se ha probado como indicador para medir el flujo de la digesta en cer

dos. (Pond W.G. et. al. 1986); Digestibilidad aparente de energía y nitrógeno en cerdos. (McCarthy J.F. et. al. 1977); Digestibilidad de materia seca en bovinos comparandolo con tra otros indicadores naturales 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); (Van Keulen and Young. 1977) concluyen que la concentración 2.0 normal del ácido clorhídrico (HCl 2N) es la más conveniente para medir la cantidad de cenizas insolubles en ácido (CIA) y que con este método se tienen resultados de digestibilidad equiparables a los obtenidos por colección total. Este trabajo fué diseñado para comparar los valores de digestibilidad obtenidos con cenizas insolubles en ácido, con los de colección total de heces. Y poder estimar la confiabilidad del método indirecto.

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:**

Desafortunadamente en la alimentación de los rumiantes no se llevan a cabo pruebas precisas de los ingredientes que componen la dieta, por la condición de que ingieren grandes cantidades de forrajes, por lo que es necesario el evaluarlos mediante técnicas sencillas y a la vez confiables para que de esta manera, sean incluidos en la dieta para su óptimo aprovechamiento.

**JUSTIFICACION:**

El uso de cenizas insolubles en ácido como indicador de la digestibilidad en ovinos presenta ventajas por lo -- sencillo de su medición, rápidos resultados y bajo costo.

Pero es necesario evaluar su confiabilidad para poder utilizarlo en pruebas de digestibilidad en grandes rumiantes donde la colección de heces se dificulta.



**HIPOTESIS:**

Sí el uso de cenizas insolubles en ácido, como indicador de la digestibilidad en borregas dá resultados confiables; Puede entonces utilizarse como técnica para determinar la digestibilidad "in vivo" en pruebas con grandes ruminantes.

## OBJETIVO GENERAL:

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

## OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Evaluar la digestibilidad "In vivo" del bagazo de caña tratado con urea por el método de colección total de heces.
- Estimar la digestibilidad "In vivo" del bagazo de caña tratado con urea usando cenizas insolubles en ácido como indicador.
- Comparar los resultados de digestibilidad obtenidos -- por los dos métodos.

El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Posta Zootécnica de Cofradía y Laboratorio de Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U de G.

Se utilizaron 12 ovinos hembras de raza pelibuey (alojadas en jaulas metabólicas) con un peso promedio de  $25 \pm 5$  kgs. y con una edad promedio de 12 meses, distribuidas al azar en 6 grupos de 2 animales cada uno, alimentandose con 6 dietas (tratamientos) Isoproteicas e Isocalóricas, que -- contenían bagazo de caña tratado con Urea al 5% (B.S) en diferentes niveles de inclusión de 0, 10, 20, 30, 40 y 50%.- (cuadro No. 1)

CUADRO 1

## COMPOSICION DE LAS DIETAS UTILIZADAS DURANTE LA PRUEBA

INGREDIENTE	TRATAMIENTOS					
	1	2	3	4	5	6
Bagazo	-	10	20	30	40	50
Sorgo	-	10	19	24	28	38
Melaza	15	8	10	16	15	10
Alfalfa	53	44	32	17	10	-
Rastrojo	30	26	17	11	5	-
Minerales	2	2	2	2	2	2
<u>P.C (%)</u>	11.33	11.46	11.57	11.31	11.75	11.76
<u>T.N.D. (%)</u>	62.26	62.06	62.57	62.72	61.98	61.98

REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO: P.C=11.5 y T.N.D=62%.

que, consumieron durante 10 días dietas de adaptación para continuar con la etapa de medición que duró 9 días, en la -

la cual se les alimento exclusivamente con las dietas experimentales y agua ad libitum y se midió diariamente consumo de alimento los días 1 al 7 tomándose para el laboratorio - muestras de alimento ofrecido y rechazos, las heces se co-lectarán y pesarán los días 3 al 9, tomándose muestras de - las mismas para el laboratorio. Al concluir la fase de medi- ción, las jaulas y tratamientos se distribuyeron nuevamente al azar y después de un periodo de adaptación de 10 días, - se procedió a una segunda etapa de medición de la misma ma- nera que la ya descrita. Para conformar la prueba de acuer- do a un diseño totalmente al azar de 6 tratamientos con 4 - repeticiones. A las muestras de alimento ofrecido, alimento rechazado y heces enviadas al laboratorio, se les determinó; Materia Seca (MS), Materia Organica (MO), Proteína Cruda -- (PC), Fibra Detergente Neutra (FDN), Fibra Detergente Acida (FDA), Lignina(Lig.), Hemicelulosa (Hemic.) y CIA en ácido clorhídrico 2 N (Van Keulen and Young. 1977). Con los datos obtenidos se 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 MC, PC, FDN, FDA, Lig. y Hemic. - 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 -  
formula para MS.

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

Y para los nutrimentos (N); MC, PC, FDN, FDA, Lig. y -  
Hemic., con la formula:

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

Los resultados obtenidos se graficarón para comparar -  
la relación entre los dos métodos. La diferencia numérica -  
entre los resultados de ambas pruebas se promedió para esti-  
marla como porcentaje y dicho por ciento fué sumado a los va-  
lores obtenidos inicialmente por el método de CIA. (CIA +  
CORRECCION).

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

El porcentaje de recuperación del indicador (CIA) se -  
calculó con la fórmula:

$$\% \text{ de Recuperación CIA} = \frac{\text{CIA en heces}(\%) \times \text{MS Excretada}(\text{g})}{\text{CIA en alimento}(\%) \times \text{MS Consumida}(\text{g})} \times 100$$

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

Los resultados obtenidos de la digestibilidad de la Ma  
teria Seca por el método de colección total de heces y céni  
za insoluble en ácido; se compararon resultando una diferen  
cia en promedio de  $\bar{x}$  10.14 que equivalía a un 20.20 % del -  
valor obtenido por la técnica de CIA, agregandosele este --  
porcentaje al valor obtenido por el método de céniza insolu  
ble en ácido dando una digestibilidad "CORREGIDA", con valo  
res más cercanos a los obtenidos por colección total de he  
ces. (Cuadro No. 2 y Gráfica No. 1). No existiendo diferen  
cia significativa entre ambos métodos ( $P > .05$ ). A manera de  
comprobación se estimaron los mismos parámetros para el ni  
vel de inclusión 0, y el resultado se anexa en el cuadro No  
2.

CUADRO 2

COMPARACION DE LOS RESULTADOS DE LA DIGESTIBILIDAD DE  
MS OBTENIDOS POR LOS DIFERENTES METODOS.

Inclusion					
bagazo caña					
tratado (%)	METODOS			DIFERENCIAS	
	(control)			1#2	1#3
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>		
	<u>COLECCION TOTAL</u>	<u>CIA</u>	<u>CIA+CORRECCION</u>		
10	49.29	43.31	52.06	5.98	-2.77
20	58.36	43.70	52.53	14.66	5.83
30	64.50	49.96	60.06	14.54	4.44
40	66.51	55.98	67.29	10.53	- .78
50	<u>63.03</u>	<u>58.03</u>	<u>69.75</u>	<u>5.00</u>	<u>-6.72</u>
$\bar{x}$	60.34	50.20	60.34	10.14	0
<b>S</b>	<sup>+</sup> - 6.87	<sup>+</sup> - 6.79	<sup>+</sup> - 8.16	<sup>+</sup> -4.57	<sup>+</sup> - 5.18
0	$\bar{x}$ 52.50	41.50	49.88	11.00	2.62

( $P > .05$ )

Resultados de la digestibilidad de la Materia Organica por el método de colección total de heces y CIA+CORRECCION, donde la media de corrección fue de  $\bar{x}$  9.92 que equivalía a un 19.15 % del valor obtenido por el método de CIA, donde se hizo la comparación entre ambos métodos. (Cuadro No. 3 y Gráfica No. 2). No existiendo diferencia significativa. --- ( $P > .05$ ).

CUADRO 3

COMPARACION DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA MATERIA ORGANICA CON LOS DIFERENTES METODOS.

Inclusión bagazo caña tratado (%)	METODOS			DIFERENCIAS		
	(control) 1	2	3	1#2	1#3	
	<u>COLECCION TOTAL</u>	<u>CIA</u>	<u>CIA+CORRECCION</u>			
10	50.37	44.42	52.93	5.95	-2.56	
20	59.21	45.29	53.96	13.92	5.25	
30	65.74	51.76	61.67	13.98	4.07	
40	68.03	57.21	68.17	10.82	- .14	
50	<u>65.20</u>	<u>60.29</u>	<u>71.84</u>	<u>4.91</u>	<u>-6.64</u>	
$\bar{x}$	61.71	51.79	61.71	9.92	.004	
S	+ 7.13	+ 7.04	+ 8.39	+ 4.31	+ 4.87	
0	$\bar{x}$	54.68	43.59	51.94	11.09	2.74

\*

( $P > .05$ )

Resultados de la digestibilidad de la Proteína por el método de colección total de heces y CIA+CORRECCION, donde la media de corrección fue de  $\bar{x}$  10.68 que equivalía a un 22.07 % del valor obtenido por el método de CIA, con lo cual se hizo la comparación entre los métodos. (Cuadro No. 4 y Gráfica No. 3). No existiendo diferencia significativa. ( $P > .05$ ).

CUADRO 4

COMPARACION DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA PROTEINA CON --  
LOS DIFERENTES METODOS.

Inclusión bagazo caña tratado (%)	METODOS			DIFERENCIAS	
	(control) 1	2	3	1#2	1#3
	<u>CCOLECCION TOTAL</u>	<u>CIA</u>	<u>CIA+CORRECCION</u>		
10	51.27	47.47	57.95	3.80	-6.68
20	59.99	46.03	56.19	13.96	3.80
30	62.32	46.43	56.68	15.89	5.64
40	65.04	52.21	63.73	12.83	1.31
50	<u>56.76</u>	<u>49.85</u>	<u>60.85</u>	<u>6.91</u>	<u>-4.09</u>
$\bar{x}$	59.08	48.40	59.08	10.68	.004
S	<u>+ 5.32</u>	<u>- 2.60</u>	<u>- 3.17</u>	<u>+ 5.10</u>	<u>+ 5.23</u>
0 $\bar{x}$	55.73	48.65	59.39	7.08	-3.66

( $P > .05$ )



Resultados de la digestibilidad de la Fibra Detergente Neutra por el método de colección total de heces y CIA\*CORRECCION, donde la media de corrección fue de  $\bar{x}$  10.77 que equivalía a un 22.17 % del valor obtenido por el método de CIA, con lo cual se hizo la comparación entre los métodos. (Cuadro No. 5 y Gráfica No. 4). No existiendo diferencia significativa. ( $P > .05$ ).

## CUADRO 5

COMPARACION DEL LA DIGESTIBILIDAD DE LA FDN CON LOS DIFERENTES METODOS.

	METODOS			DIFERENCIAS	
	(control) 1	2	3	1#2	1#3
Inclusión bagazo caña tratado (%)					
	<u>CCOLECCION TOTAL</u>	<u>CIA</u>	<u>CIA+CORRECCION</u>		
10	46.34	40.04	48.92	6.30	-2.58
20	62.14	47.67	58.24	14.47	3.90
30	58.64	42.86	52.36	15.78	6.28
40	58.27	46.89	57.29	11.38	.98
50	<u>71.41</u>	<u>65.51</u>	<u>80.03</u>	<u>5.90</u>	<u>-8.62</u>
$\bar{x}$	59.36	48.59	59.37	10.77	.008
S	+ 9.00	+ 9.95	+ 12.15	+ 4.55	+ 5.84
0 $\bar{x}$	41.22	31.05	37.93	10.17	3.29

( $P > .05$ )

Resultados de la digestibilidad de la Hemicelulosa por el método de colección total de heces y CIA+CORRECCION, don de la media de corrección fue de  $\bar{x}$  1.176 que equivalía a un 1.65 % del valor obtenido por el método de CIA, con lo cual se hizo la comparación entre los métodos. (Cuadro.No. 6 y - Gráfica No. 5). No existiendo diferencia significativa. ( $P > .05$ ).

CUADRO 6

COMPARACION DE LA DIGESTIBILIDAD DE LA HEMICELULOSA --  
CCN LOS DIFERENTES METODOS.

Inclusión bagazo caña tratado (%)	METODOS			DIFERENCIAS	
	(control) 1	2	3	1#2	1#3
	<u>COLECCION TOTAL</u>	<u>CIA</u>	<u>CIA+CORRECCION</u>		
10	71.52	68.11	69.23	3.41	2.29
20	90.63	86.94	88.37	3.69	2.26
30	74.49	65.48	66.56	9.01	7.93
40	33.67	45.69	46.44	-12.02	-12.77
50	<u>90.92</u>	<u>89.13</u>	<u>90.60</u>	<u>1.79</u>	<u>.32</u>
$\bar{x}$	72.25	71.07	72.24	1.176	.006
S	+ 23.35	+ 17.76	+ 18.06	+ 7.86	+ 7.69
0 $\bar{x}$	67.57	58.07	59.03	9.50	8.54

( $P > .05$ )

La recuperación del indicador fué de 80.41 % (  $\pm 7.60$  )  
 significativamente menor que 100 % ( $P < .001$ ). Los resultados  
 se muestran en el cuadro No. 7.

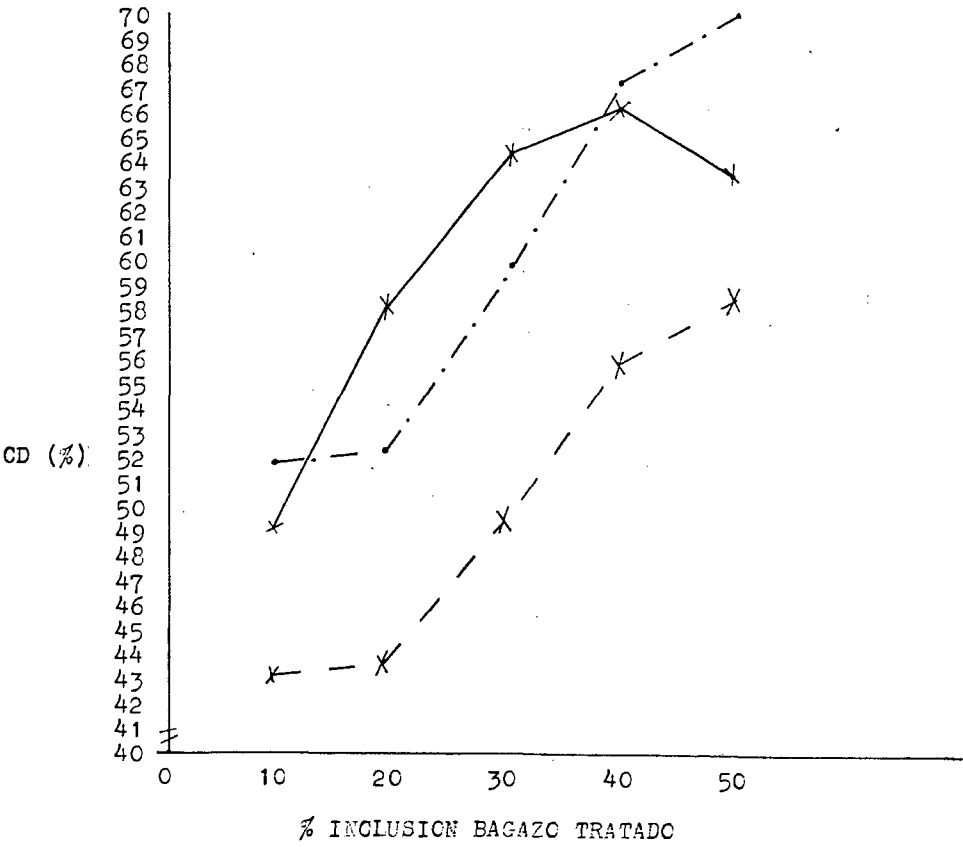
## CUADRO 7

## PORCENTAJE DE RECUPERACION DEL INDICADOR.

TRATAMIENTO No.	% RECUPERACION DE CIA
1	81.25
2	90.24
3	74.57
4	71.58
5	76.41
6	88.39
$\bar{x}$	80.41
S	$\pm 7.60$

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD CALCULADO POR LOS 3 METODOS..

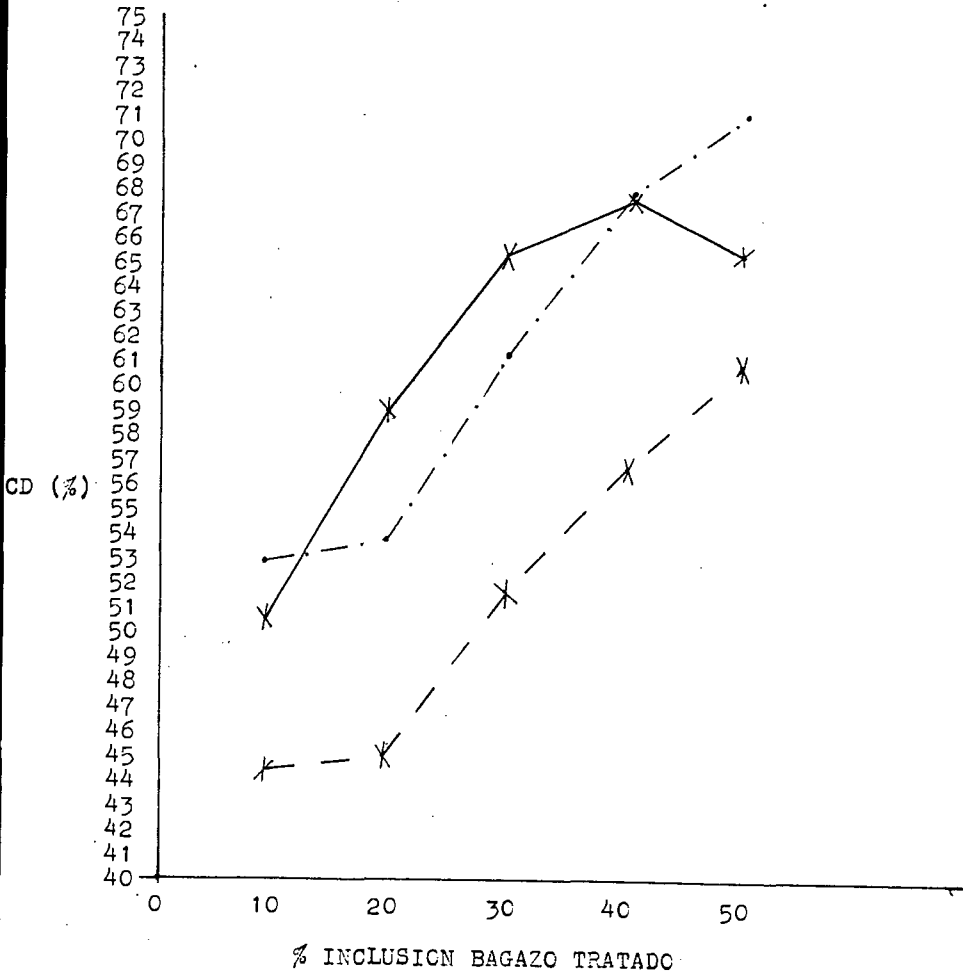
MATERIA SECA:



- COLECCION TOTAL
- - - CIA
- . - . - CIA++ CORRECCION.

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD CALCULADO POR LOS 3 METODOS.

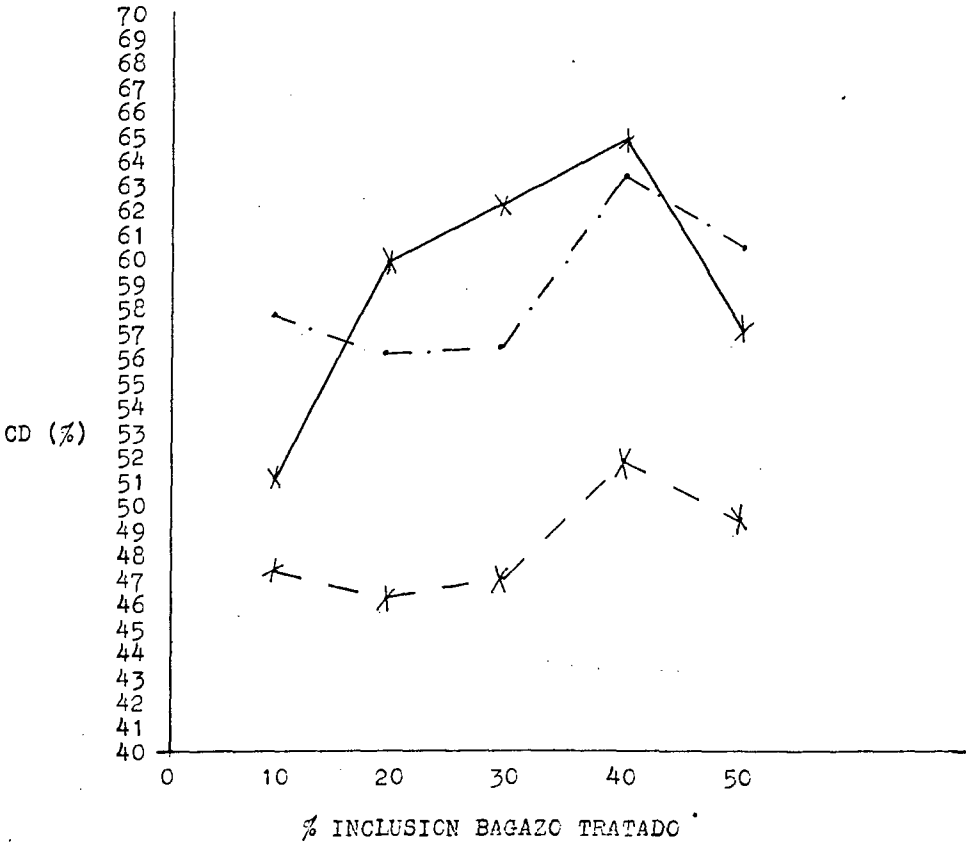
MATERIA ORGANICA:



— COLECCION TOTAL  
 - - - CIA  
 - . - . - CIA + CORRECCION.

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD CALCULADO POR LOS 3 METODOS..

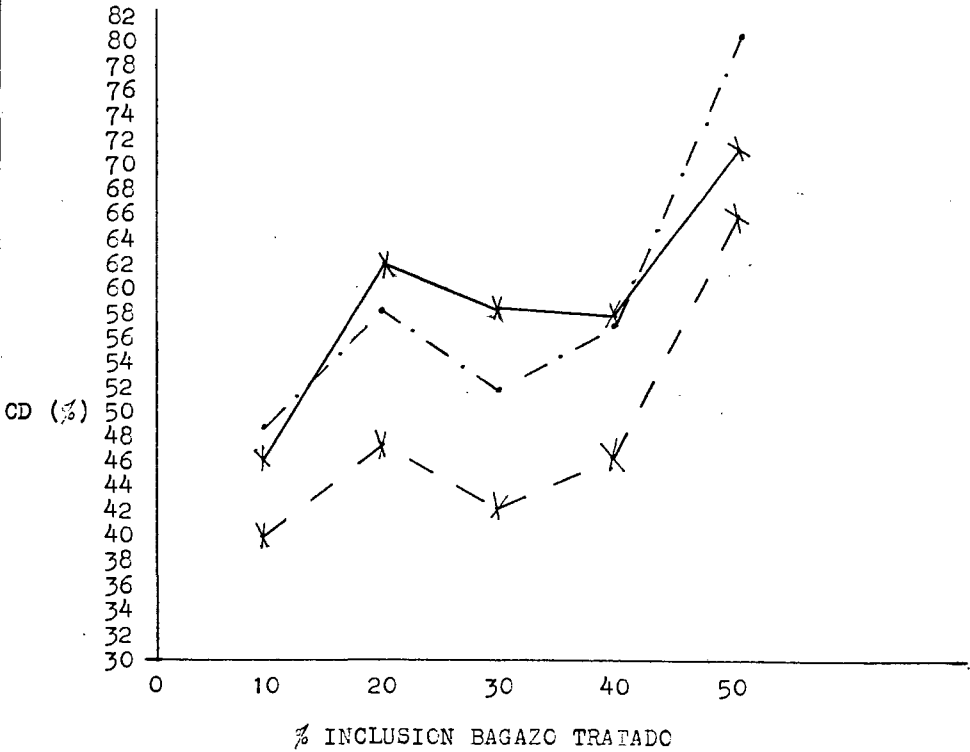
PROTEINA:



——— COLECCION TOTAL  
 - - - CIA  
 - . - . - CIA + CORRECCION.

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD CALCULADO POR LOS 3 METODOS.

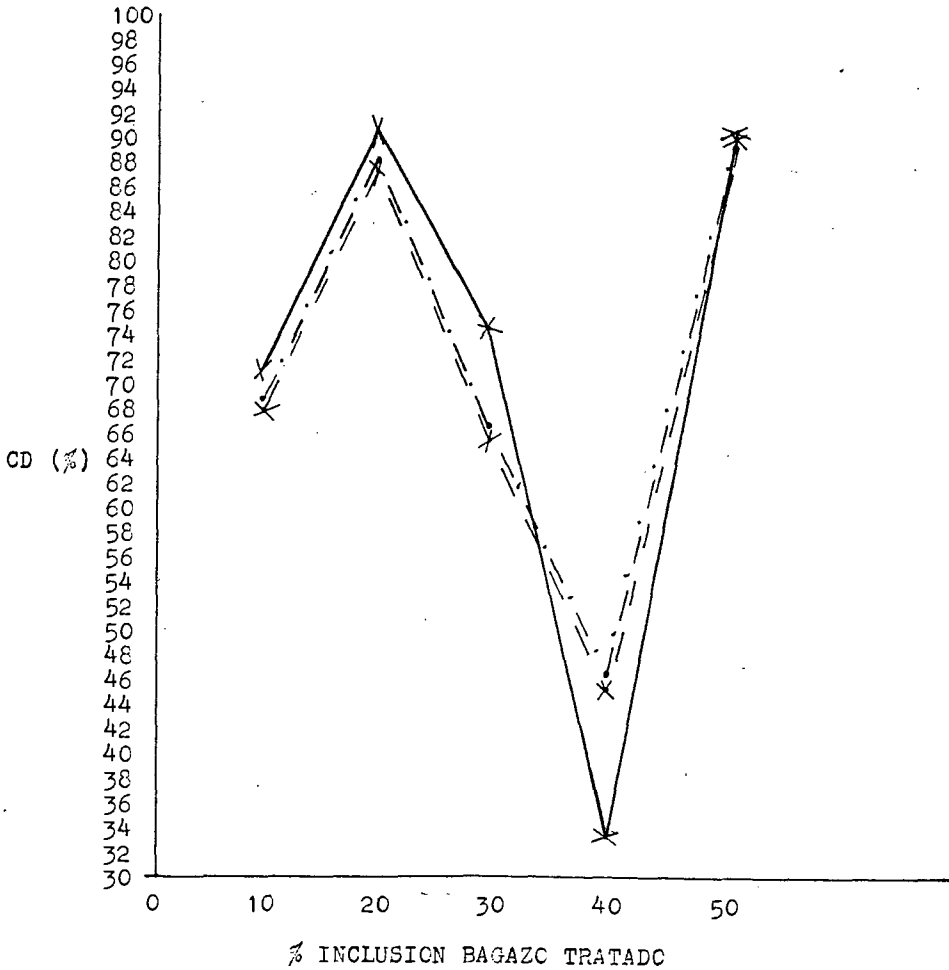
FIBRA DETERGENTE NEUTRA:



- COLECCION TCTAL
- - - CIA
- . - . - CIA + CORRECCION.

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD CALCULADO POR LOS 3 METCDOS.

HEMICELULOSA:

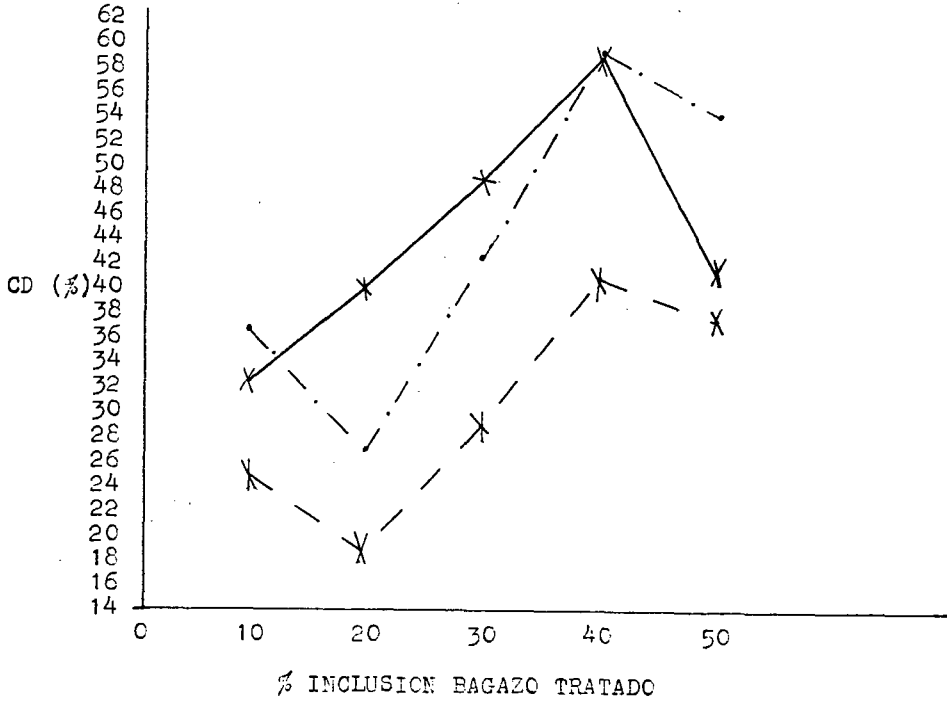


— COLECCION TOTAL  
 - - - CIA  
 - . - . - CIA + CORRECCION.



COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD CALCULADO POR LOS 3 METODOS.

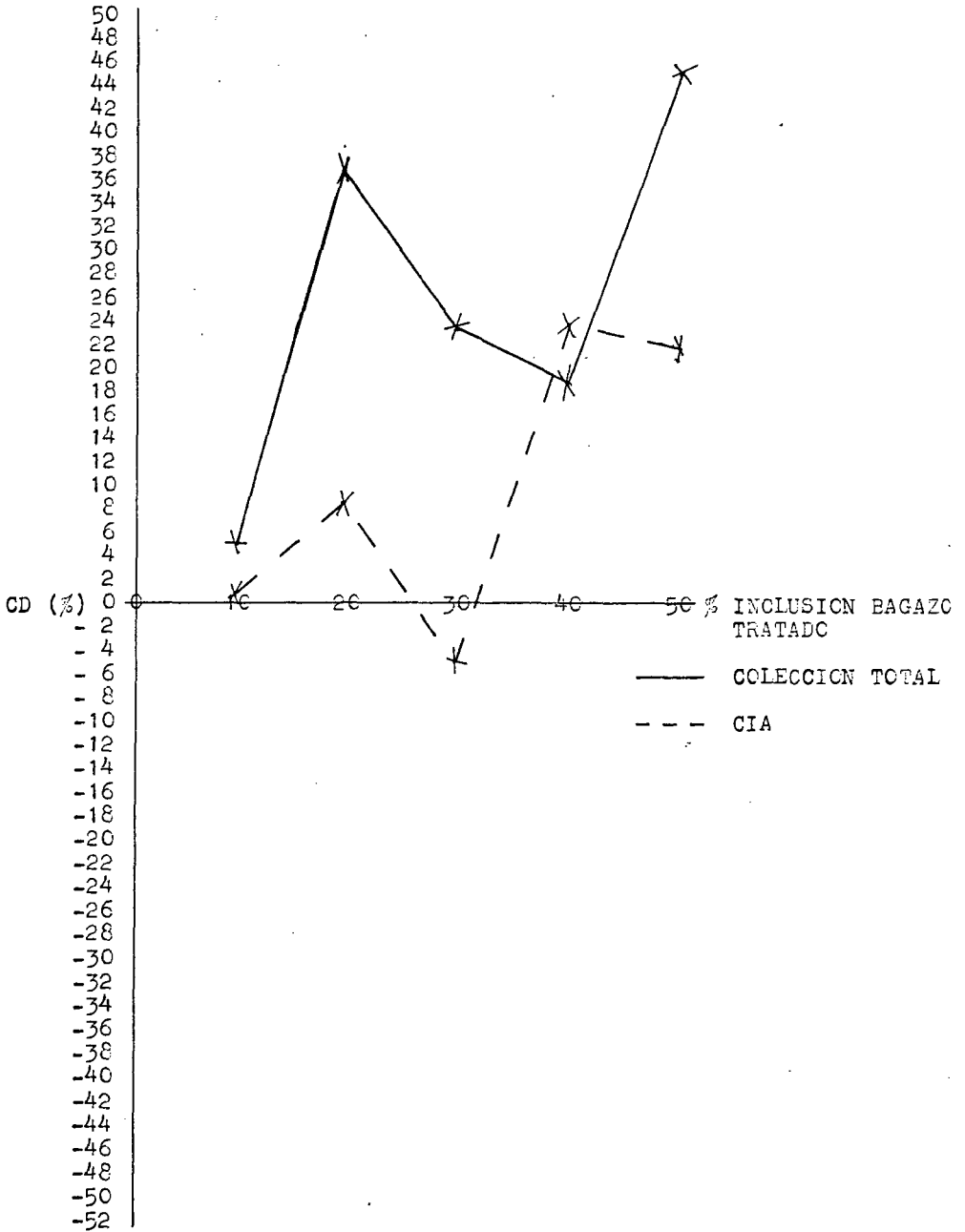
FIBRA DETERGENTE ACIDA:



- COLECCION TOTAL
- - - - CIA
- . . . . CIA + CORRECCION.

COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD CALCULADO POR LOS 2 METODOS.

LIGNINA:



El porcentaje de recuperación relativamente bajo (80.41 %) de las cenizas insolubles en ácido, acarrea como consecuencia que la digestibilidad calculada con CIA como indicador hayan resultado más bajos que los obtenidos por colección total.

Por otro lado la digestibilidad de la materia seca -- del bagazo de caña tratado con urea mostró diferencia entre los dos metodos, siendo esta más o menos constante y -- alrededor de 20.2% menor para el CIA, lo que indica que en este caso el método de CIA subestima la digestibilidad de la Materia Seca, pero en una relación constante; por lo -- que al aplicar el 20.2% de aumento a los valores calculados por CIA se obtuvieron valores de digestibilidad confiables y similares a los de colección total. Datos de digestibilidad de M.S. menores calculados por CIA coinciden con lo reportado por Aguilar y Col. (1982), Barth y Col. (1987) utilizando borregos; así como con los de Sagardía (1980) -- con becerros. Siendo diferentes de los encontrados por McCarthy y Col. (1977) en cerdos; Van Keulen y Young (1977) en borregos; Thonney y Col. (1979), Block (1981) con bovinos quienes no encontraron diferencia entre los dos metodos para medir digestibilidad. La digestibilidad de la Materia Organica se comportó de manera similar a la Materia Seca, aunque la diferencia fué ligeramente mayor pero constante.

Por otro lado la digestibilidad de la Proteina Cruda

se comportó más regular la calculada por CIA que la obtenida por colección total. En cambio la digestibilidad de la Fibra Detergente Neutro mostró valores menor pero más constante que el calculado por colección total y su diferencia fué muy similar al de la Materia Seca, Proteína Cruda. Además las diferencias entre métodos para la digestibilidad de Hemicelulosa 1.65% mostraron que la utilidad de CIA para predecir la digestibilidad de esta fracción; mientras que para Fibra Detergente Ácido y Lignina no fué aplicable; esto posiblemente se deba a las diferencias de los métodos de laboratorio para la determinación de ligninas.

La baja recuperabilidad de CIA coincide con lo reportado por Aguilar y Col. (1982) quienes encontraron 82.3% de recuperación. Siendo diferente a lo reportado por McCarthy y Col. (1977) empleando cerdos; Van Keulen y Young (1977) sirviéndose de diversas combinaciones de granos y forrajes para ovinos; Thonney y Col. (1979) con bovinos consumiendo diversas proporciones de concentrado y forraje; Block y Col. (1981) con borregos y bovinos alimentados con planta de maíz quienes encontraron un  $\pm 100\%$  de recuperación del indicador, obteniéndose más baja recuperación por presencia de granos y concentrado.

**CONCLUSION:**

1.- Los coeficientes de digestibilidad de las distintas fracciones nutricionales del bagazo de caña presentaron variación entre los dos metodos.

2.- El factor de corrección estimado para los distintos nutrimentos fué útil para esta prueba y no se debe aplicar indiscriminadamente en otros estudios.

3.- El porcentaje de recuperabilidad del indicador -- fué de 80.41%.

4.- Es necesario realizar más investigaciones para estandarizar el método y poder emplearlo en forma más eficiente.

Se utilizaron 12 borregas raza pelibuey con peso promedio de  $25 \pm 5$  Kg. y 12 meses de edad las que en 6 grupos - con 4 repeticiones cada uno, se distribuyeron totalmente - al azar a jaulas metabólicas y a dietas. Para evaluar la - digestibilidad "in vivo" de dietas isoproteicas e isocaló- ricas con niveles de inclusión 0, 10, 20, 30, 40 y 50% de bagazo de caña tratado con urea al 5% B.S. Se obtuvieron - los coeficientes de Dig. de MS, MC, PC, FDN, FDA, lig. y - Hemic. Se comparó el método de colección total (CT) para - determinar la digestibilidad "in vivo" con el método de Ce - nizas Insolubles en Acido (CIA) como indicador. El CD de - MS por CT fué  $60.34 \pm 6.87\%$  y por CIA  $50.20 \pm 6.79\%$  sin dife- - rencia estadística (P .05), de MC  $61.71 \pm 7.13$  y por CIA ---  $51.79 \pm 7.04$  sin diferencia significativa (P .05), y de PC -  $59.08 \pm 5.32$  y por CIA  $48.40 \pm 2.60$  sin diferencia estadística (P .05), y de FDN  $59.36 \pm 9.00$  y por CIA  $48.59 \pm 9.95$  sin dife- - rencia estadística (P .05), y para Hemic. fué de  $72.25 \pm$  --  $23.35$  y con CIA  $71.07 \pm 17.76$  sin diferencia significativa - (P .05), FDA y Lig. se compararon gráficamente por su com- - portamiento irregular. El % de recuperación del indicador fué  $80.41\% \pm 7.60$  (P .001).

- Aguilar M.A., Chel G.L., y Castellanos R.A. 1982. Estudio comparativo de técnicas para determinar la digestibilidad del alimento de rumiantes y monogástricos. *Técnica Pecuaria*. 27-33.
- Barth K.M., Ashley P.E., Gelaye S., Leahy K.T., Fulgoni V. L. 1987. Acid-insoluble ash as a digestibility indicator for sheep diets containing crop residues with or without manure. *J. Anim. Sci.* 65:22. Sup. 1.
- Block Elliot, Kilmer L.H. and Muller L.D. 1981. Acid insoluble ash a marker of digestibility for sheep fed --- corn plants or hay and for lactating dairy cattle fed hay ad libitum. *J. Anim. Sci.* 52:1164.
- Cochran R.C., Adams D.C., Wallace J.D. and Galyean M.L. -- 1986. Predicting digestibility of different diets --- with internal markers: Evaluation of four potential - markers. *J. Anim. Sci.* 63:1476-1483.
- Escobar A., Parra R. and Parra de C. 1984. Effect of alkali treatment on digestibility, fermentation rate and intake of maize cobs. *Tropical animal production* 9:45-52.
- Estrada M.G.S. 1987. Efecto de la adición de bagazo de caña tratado con Amono-urea sobre la digestibilidad de dietas para borregos. Tesis Licenciatura. Universidad de Guadalajara.

- Fahmy S.T.M. and Ørskov E.R. 1984. Digestion and utilization of straw. 1. Effect of different chemical treatments on degradability of barley straw by sheep. *Animal Production*. 38:69-74.
- Goering H.K. and Van Soest P.J. 1970. Forage fiber analyses. *Agriculture Handbook No. 379*. ARS, USDA.
- Illg D.J., Sommerfeldt J.L., Boe A.A. 1987. Chickpeas as a substitute for corn and soybean meal in growing heifer diets. *J. Dairy. Sci.* 70(10) 2181-2185.
- McCarthy J.F., Bowland J.P. and Aherne F.X. 1977. Influence of method upon the determination of apparent digestibility in the pig. *Can. J. Anim. Sci.* 57:131-135.
- Pond W.G., Pond K.R., Ellis W.C. and Matis J.H. 1986. Markers for estimating digesta flow in pigs and the effects of dietary fiber. *J. Anim. Sci.* 63:1140-1149.
- Rodríguez G.F. 1980. Determinación de la digestibilidad in vivo y balance de nutrientes. En: *Manual de técnicas de investigación en nutrición de rumiantes*, Departamento de Nutrición Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, SARH, P. 88.
- Schneider H. B. and Flatt P.W. 1975. The evaluation of feeds through digestibility experiments. Ed. The University of Georgia Press. Athens. U.S.A.
- Steel G.D. y Torrie J.H. 1986. *Bioestadística principios y procedimientos*. 2da. Edición. Mc-GrawHill, México. -- 574-575.



- Tejada I. 1985. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Ed. Patronato de apoyo a la investigación y experimentación pecuaria en México A.C. México, D.F.
- Thonney M.L., Palhof B.A., De Carlo M.R., Ross D.A., Firtb N.L., Quass R.L., Perosio D.J., Duhaine D.J., Rollins S.R., Nour A.Y.M. 1985. Source of variation of dry matter digestibility measured by the acid insoluble ash marker. L. Dairy. Sci. 68:661.
- Thonney M.L., Duhaine D.J., Moe P.W. and Reid J.T. 1979. - Acid insoluble ash and permanganate lignin as indicators to determine digestibility of cattle rations. J. Anim. Sci. 49:1112.
- Van Keulen J. And Young B.A. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. J. Anim. Sci. 44:283.