

Universidad de Guadalajara

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



Digestibilidad *in situ* e *in vitro* con Líquido Ruminal
del Bagazo de Caña Tratado con Amono-Urea.

Tesis Profesional

Que Para obtener el Título de:

Médico Veterinario Zootecnista
Presentan:

M.M.Z. Víctor Manuel Orozco Orozco

M.M.Z. Julián Nagano Ishikawa

Asesor: M.M.Z. M.M. en C. Irma Elizondo Espinoza

Guadalajara, Jalisco.

Diciembre de 1988.

RECONOCIMIENTOS:

Al Departamento de Investigación y Superación Académica de la U. de G. por el apoyo brindado para la realización del presente trabajo.

Al personal del Area de Informática por su ayuda en el procesamiento de datos.

Al personal del Departamento de Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U. de G.

A mis Asesores.

DEDICO ESTA TESIS CON TODO CARINO Y SENTIMIENTO:

A MIS PADRES, LUIS NAGANO KOGA Y FLORENTINA ISHIKAWA DE
NAGANO, A QUIENES DEBO TODO LO QUE SOY, -
POR SU AYUDA, CONFIANZA Y CARINO.

A MIS HERMANOS Y CUÑADOS, POR SU APOYO EN LOS MOMENTOS
MAS DIFICILES EN MI ESTANCIA DE PREPARA-
CION PROFESIONAL.

A MI NOVIA ANGELICA ESPINOZA Y A TODA SU FAMILIA, POR -
HABERME ACOMPAÑADO EN MIS ESTUDIOS PROFE-
SIONALES.

A MIS ASESORES, IRMA ELIZONDO, MARIA ESTHER ROJAS Y -
GERARDO SIMON ESTRADA, POR SU AYUDA DESIN-
TERESADA EN MI SUPERACION ACADEMICA.

A MI PADRINO DE GENERACION JOSE RIZO AYALA, GRACIAS POR
SU AYUDA.

A TODOS MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.

G R A C I A S :

JULIAN NAGANO ISHIKAWA

DEDICO ESTA TESIS CON TODO CARINO Y AFECTO:

A MI MADRE, MARIA DEL CARMEN OROZCO Vda. DE OROZCO, POR SU CARINO Y PACIENCIA Y EL HABER COMPARTIDO CONMI GO EL CAMINO DE MI FORMACION ACADEMICA. GRACIAS POR SU CONFIANZA.

A MI PADRE, ALBERTO OROZCO OROZCO, QUE SIN LUGAR A DUDAS, EL LO QUE HUBIERA DESEADO, ES OTORGARME UNA - CARRERA Y PORVENIR; AUNQUE NO ESTE PRESENTE - SIEMPRE ESTARA EN MI PENSAMIENTO.

A MIS HERMANOS, QUIENES CON SU APOYO, ORIENTACION Y CARINO HAN HECHO POSIBLE LA REALIZACION DE UNA DE LAS METAS MAS IMPORTANTE DE MI VIDA.

A MIS ASESORES, IRMA ELIZONDO, MARIA ESTHER ROJAS Y GERARDO SIMON ESTRADA, POR SU AYUDA DESINTERESADA - EN MI SUPERACION ACADEMICA.

A MI PADRINO DE GENERACION, JOSE RIZO AYALA, GRACIAS POR - SU AYUDA.

A TODOS MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.

G R A C I A S :

VICTOR MANUEL OROZCO OROZCO.

DIGESTIBILIDAD "in situ" E "in vitro" CON LIQUIDO RUMINAL
DEL BAGAZO DE CAÑA TRATADO CON AMONO-UREA.

RESUMEN :

El presente trabajo tiene como finalidad evaluar el efecto del tratamiento con amono-urea sobre el bagazo de caña y determinar la posible correlación entre las técnicas in vivo, in situ e in vitro.

Los experimentos se llevaron a cabo en la posta Zootécnica "Co fradía" y el el laboratorio de Investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la U. de G. Se utilizó bagazo de caña tratado con amono-urea en una proporción de 76 gr. de urea por 924 gr. de bagazo de caña en base seca durante 28 días, en dietas isoprotéicas e isocalóricas con niveles de inclusión de 0, 10, 20, 30, 40 y 50%, para evaluar su digestibilidad in situ e in vitro con líquido ruminal.

Los resultados in vitro considerando el 100% de inclusión de bagazo tratado fueron de 14.05, 10.56, -23.33, 17.46 y -22.79%, y para in situ 63.70, 29.72, 90.93, 48.13 y 19.20% en M.S., M.O., -P.C., F.D.N. y F.D.A. respectivamente.

En la comparación de las técnicas DINSI y DINVIT con la técnica DINVI obtuvimos las siguientes fórmulas:

MATERIA SECA:

$$\text{DMS in vivo} = (-9.54651 \times \text{DMS in situ}) + (-15.1865 \times \text{DMS in vitro}) + 894.3259$$

MATERIA ORGANICA:

$$\text{DMO in vivo} = (3.820639 \times \text{DMO in situ}) + (0.37896 \times \text{DMO in vitro}) - 42.9004$$

PROTEINA CRUDA:

$$\text{DPC in vivo} = (1.291355 \times \text{DPC in situ}) + (1.9706117 \times \text{DPC in vitro}) - 54.3313$$

El tratamiento con amono-urea resultó ser efectivo para mejorar el valor nutritivo del bagazo de caña.

INDICE:

	Página
INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	5
HIPOTESIS	6
JUSTIFICACION	7
MATERIAL Y METODOS	8
ANALISIS QUIMICO PROXIMAL	13
DIETAS EXPERIMENTALES	14
RESULTADOS	15
DISCUSION	41
CONCLUSIONES	56
BIBLIOGRAFIA	57

I N T R O D U C C I O N :

Después de la cosecha, los sobrantes de las plantas son conocidos como esquilmos agrícolas o subproductos agroindustriales, dependiendo de que la planta o frutos hayan sido sometidos a un proceso de industrialización. Estos residuos generan un grave problema de manejo, que en la mayoría de los casos, la práctica desempeñada ha sido quemarlos, ocasionando con ello problemas de contaminación ambiental, y en caso de terrenos agrícolas, el empobrecimiento a largo plazo de los mismos.

La producción de subproductos agroindustriales en nuestro país es abundante, ya que se generan alrededor de 70 millones de toneladas anuales, entre los que sobresale el bagazo de caña de azúcar, ya que existen 64 ingenios que producen 7 millones de toneladas anualmente, los cuales representan 4.5 millones de toneladas de fibra cruda (Barrios, 1983).

En Jalisco se producen 1.5 millones de toneladas anuales -- (S.A.R.H., 1986), siendo su principal utilización como combustible en los propios ingenios, además de ser utilizado para la producción de tableros aglomerados, productos plásticos a partir de lignina y en menor proporción para cama para el ganado y mezclas fibrosas para la agricultura (Alcántara, 1983).

Los esquilmos agrícolas y algunos subproductos agroindustriales se caracterizan por ser ricos en fibra cruda, ya que están compuestos hasta en tres cuartas partes por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice, y por ser pobres en nitrógeno (Pigden, 1974). Sin embargo la celulosa y hemicelulosa representan una de las fuentes energéticas más abundante, siendo para los ruminantes una fuente de energía tan buena o mejor que la sacarosa (Donefer, 1978).

Pero el uso de los esquilmos agrícolas y subproductos agroindustriales en la alimentación de los animales esta limitado por no llegar a cubrir los requerimientos nutritivos de éstos (Klopfestein, 1978), debido principalmente a la baja digestibilidad que le confiere las sustancias indigestibles, componentes de la pared celular como lignina y sílice, estos ligan carbohidratos y proteínas disminuyendo su digestibilidad y consumo voluntario (Hoshs, 1977; Llamas, 1984).

Los rumiantes requieren en la dieta por lo menos de un 50 a 55% de digestibilidad en sus nutrimentos (Doyle, 1984), y los esquilmos agrícolas y subproductos agroindustriales tienen una digestibilidad menor a este porcentaje, entonces se hace necesario buscar elevar la digestibilidad de éstos para que puedan ser utilizados más eficientemente en la alimentación animal.

El incremento de los coeficientes de digestibilidad de los esquilmos agrícolas se puede lograr sometiendo a éstos a tratamientos de tipo biológico, físico o químico.

Dentro de los tratamientos biológicos, uno de los caminos para la utilización de los residuos hemicelulósicos es la bioconversión por microorganismos de actividad lignolítica. Se han estudiado los hongos de la pudrición blanca, perteneciente al grupo de los basidiomicetos, los cuales son capaces de colonizar las pajas de los cereales y durante la fermentación de la parte sólida del sustrato liberan sustancias hidrosolubles provenientes de polímeros complejos y usar la lignina (Zadrasil, 1976 y 1986).

Dentro de los métodos de tratamientos físicos estudiados son el picado, molido, empastillado, cocción y cocción a vapor utilizando éste último, se ha reportado incrementos en los coeficientes de digestibilidad de 10 hasta 20% más, como efecto del tratamiento (Donefer y Pathirama, 1983).

De los tratamientos químicos, los que más se han utilizado son los alcalis como el Sulfuro de Sodio (Na_2S), Sulfito de Sodio (Na_2SO_4), Carbonato de Sodio (NaCO_3), Hipoclorito de Sodio (NaClO), Clorito de Sodio (NaClO_2), Formato de Sodio (NaCHO_2), Hidróxido de Sodio (NaOH), Oxido de Calcio (CaO), Hidróxido de Calcio (CaOH), Cloro gaseoso (Cl_2), Hipoclorito de Calcio (CaClO_2), Hidróxido de Potasio (KOH), Clorato de Potasio (KClO_3), Hidróxido de Amonio (NH_4OH), Amoniacó (NH_3) y Urea como precursor de NH_3 . (Sánchez, 1976).

De los alcalis antes mencionados, el más utilizado y en consecuencia el más estudiado es el Hidróxido de Sodio (NaOH). Se ha demostrado que el tratamiento con NaOH incrementa la digestibilidad de la Materia Seca de los esquilmos agrícolas; pero en el procedimiento para su aplicación incluían métodos de enjuague con agua una vez que el material había sido tratado con éste alcali, ocasionando con ello la pérdida de carbohidratos y proteínas solubles, lo que reducía aún más el valor nutritivo del forraje.

Investigaciones posteriores simplificaron los procedimientos anteriores, reduciendo la cantidad de agua, eliminando los lavados y neutralizando los alcalis con soluciones de un ácido débil (Donefer, 1968) Feist, 1970).

Actualmente el tratamiento con Hidróxido de Sodio (NaOH) ha caído en desuso debido a su elevado costo que lo hace anti-económico, además de su manejo peligroso y a que se ha encontrado que es altamente contaminante por alcalinizar los suelos donde se trabaja, así como incrementar el porcentaje de cenizas (Doyle, 1984).

Ha surgido como nueva alternativa para el tratamiento alcalino de esquilmos la amonificación de los subproductos agroindustriales con gas amoniacó (NH_3) o utilizando Urea como precursor del amoniacó (amono-urea). Los cuales presentan ventajas sobre el tratamiento con NaOH , ya que además de aumentar el coeficiente de digestibilidad aumenta el contenido de nitrógeno total en el subproducto, el cual es utilizado por los

microorganismos ruminales como fuente primaria para la síntesis protéica (Chalupa, 1982), además que es de fácil manejo y almacenamiento, previene la formación de hongos en el caso de que el forraje contenga demasiada humedad (Llamas, 1984).

Estos alcalis actúan rompiendo los enlaces alcali-lábiles existentes entre la hemicelulosa y los grupos fenólicos de la lignina, disolviendo parte de la lignina y sílice (Evans, -- 1979; Jackson, 1977); hidrolizando enlaces intermoleculares - tipo ester, entre los grupos de ácidos urónicos de las celulosas y hemicelulosas (Feist, 1970). También se reduce la fuerza intermolecular de los enlaces de hidrógeno, que une a las moléculas de celulosas (Whistler, 1970), lo que ocasiona que éstos se expandan, facilitando la penetración del líquido ruminal y haciendo más accesible su degradación por los microorganismos ruminales. Este fenómeno aumenta principalmente la cantidad de fibra disponible para ser digerida, pero no aumenta claramente la tasa de digestión, sin embargo mejora la digestibilidad y la energía metabolizable y aumenta el consumo voluntario (Llamas, 1982).

La literatura reporta aumentos de la digestibilidad por efecto del tratamiento con amono-urea en paja de arroz (Schiere, 1985; Saadullah, 1985; Ambar, 1982; Waiss, 1972; Jayasuriva, 1982); paja de cebada, de trigo y avena (Ibbotson, 1984; Williams, 1984); rastrojo de maíz (Partida, 1984; Kiangi, --- 1981); cebada (Williams, 1983).

O B J E T I V O S :

- 1 . - Determinar el coeficiente de digestibilidad del bagazo de caña tratado con amono-urea.
 - 1.1.- Determinar el coeficiente de digestibilidad "in vitro" con líquido ruminal de los diferentes nutrimentos del bagazo de caña tratado con amono-urea.
 - 1.2.- Determinar el coeficiente de digestibilidad "in situ" de los diferentes nutrimentos del bagazo_ de caña tratado con amono-urea.
- 2 . - Determinar la correlación entre las técnicas -- "in situ" e "in vitro" con la técnica "in vivo".

H I P O T E S I S :

Si el tratamiento con amono-urea mejora el valor nutricional de pajas y forrajes, y si el bagazo de caña es un forraje de baja calidad, el tratamiento con amono-urea deberá incrementar la digestibilidad de los diferentes nutrimentos del bagazo de caña y como consecuencia aumentará su valor nutricional.

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

Siendo el bagazo de caña un subproducto agroindustrial de baja calidad nutricional, además de ocupar el segundo lugar en abundancia en nuestro país, del cual la mayor parte es desperdiciado y una menor proporción es subutilizada en la alimentación animal.

Es conveniente evaluar el efecto del tratamiento alcalino con NH_3 vía hidrólisis de la urea sobre la digestibilidad de los nutrimentos del bagazo de caña para obtener el conocimiento del valor nutricional de éste y así poder darle una utilización más adecuada en la alimentación animal.

M A T E R I A L Y M E T O D O S :

- 1.- LUGAR: El experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la posta zootécnica "Cofradía" y en el laboratorio de investigación de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de Guadalajara.

- 2.- TRATAMIENTO DEL BAGAZO DE CAÑA CON AMONO-UREA: Se obtuvieron 100 Kg. de bagazo de caña en el ingenio de Bellavista, se desecó al sol durante 8 días, removiendolo una vez por día; - se molió en un molino de martillos, posteriormente se asperjó con una solución de urea que contenía 7.6 Kg. de urea en 50 - Lt. de agua por cada 92.4 kg. de bagazo de caña en base seca, - una vez asperjada la solución sobre el bagazo de caña, se colocó en bolsas de nylon oscuras y se les extrajo el aire por compresión manual, se sellaron y almacenaron durante 28 días, al término de los cuales se abrieron y se expusieron al aire durante 3 días para que perdiera el exceso de amoniaco no fijado.

- 3.- DIETAS (TRATAMIENTOS): Una vez tratado el bagazo de caña, se molió con un molino de cuchillas con criba de 0.5 mm de -- diámetro, se tomó una muestra y se le realizó un análisis -- proximal (Cuadro # 1). Posteriormente se elaboraron 6 dietas -- isoprotéicas e isocalóricas con niveles crecientes de inclu-- sión de bagazo de caña (0, 10, 20, 30, 40 y 50% ; Cuadro #2).

- 4.- EXPERIMENTO I: DIGESTIBILIDAD "in vitro" DE BAGAZO DE CAÑA TRATADO CON AMONO-UREA: Este método estima la calidad nutritiva de un ingrediente mediante la incubación in vitro del mismo, con líquido ruminal de animales alimentados con dietas que contienen el ingrediente que se pretende evaluar.

A . - MATERIAL: Tubos de vidrio con tapón de baquelita de 30 ml. de capacidad, baño maría con agitación mecánica y termostato que permita una temperatura de $39 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$, balanza analítica, papel filtro, papel parafina, estufa, tanque de CO_2 , thermo, material de vidriería común.

B . - REACTIVO:

SOLUCION AMORTIGUADORA (BUFER) DE Mc DOUGAL:

SOLUCION # 1

- Fosfato de sodio dibásico (Na_2HPO_4 anhidro).. 3.7 gr
 - Carbonato de sodio (NaHCO_3)..... 9.8 gr
 - Agua desionizada a 40°C 1.0 lt

SOLUCION # 2

- Cloruro de sodio (NaCl)..... 4.7 gr
 - Cloruro de potasio (KCl)..... 5.7 gr
 - Cloruro de calcio (CaCl_2)..... 0.4 gr
 - Cloruro de magnesio (MgCl_2)..... 0.6 gr
 - Agua desionizada 100 ml

La solución amortiguadora se prepara adicionando - 10 ml. de la solución #2 a un litro de la solución #1. Se agita la mezcla y se burbujéa con CO_2 durante 15 - minutos.

C . - OBTENCION DEL LIQUIDO RUMINAL: Se utilizó un bovino - adulto fistulado con cánula permanente, el cual fué - sometido a un período de adaptación de 8 días a la - dieta que contenía bagazo de caña tratado con amono-- urea en un nivel de inclusión de 30%, con el fin de - que el animal consumiera el bagazo de caña y existie- ra una flora microbiana adaptada al tipo de dieta pro- porcionada. De éste animal se obtuvo el líquido rumi- nal para realizar la digestibilidad "in vitro".

D . - PREPARACION DEL INOCULO: Se obtuvo el líquido ruminal del bovino fistulado; se dietó 12 horas antes de la prueba y se impidió que tuviera acceso al agua para evitar diluciones del líquido ruminal. Se metió la mano a través de la cánula para tomar una muestra representativa de la parte media del contenido ruminal. Se colocó el líquido en un recipiente aislante (thermo) con una temperatura de 40°C para transportarla al laboratorio; ya en éste, se filtró el líquido a través de 4 capas de gasas y lana de vidrio. Ya limpio el líquido ruminal, se le adicionó la solución amortiguadora de Mc Dougall en una proporción de 1,000 ml. en 250 ml. de líquido ruminal.

E . - PROCEDIMIENTO: La digestibilidad se determinó utilizando la técnica descrita por Irma Tejada (1985).

Se planteó un experimento con 6 tratamientos (dietas), 3 repeticiones (corridas) y 7 observaciones por tratamiento. Se pesó un gramo de cada una de las muestras y se les colocó en un tubo de vidrio con tapón de baquelita, con 7 repeticiones por cada una de las dietas y 3 tubos testigos con la solución amortiguadora e inóculo sin muestra. A cada tubo se le agregó 25 ml. de la solución amortiguadora e inóculo y fueron cerrados y sellados con papel parafina. Se colocaron en una gradilla para incubarlos a $39 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$. a baño maría con agitación mecánica durante 48 horas. Al final de la incubación se filtró el contenido de cada uno de los tubos (individualmente) a través de papel filtro ayudado con una bomba de vacío y el residuo se desecó a 60°C . aproximadamente durante 48 horas y se les determinó Materia Seca (M.S.), Materia Orgánica (M.O.), Proteína Cruda (P.C.), Fibra Detergente Neutra (F.D.N.) y Fibra Detergente Acida (F.D.A.).

5.- EXPERIMENTO II: DIGESTIBILIDAD "in situ" DE BAGAZO DE CAÑA TRATADO CON AMONO-UREA: Este método es usado para estimar la calidad del forraje (Digestibilidad) mediante el uso de pequeñas bolsas de nylon que contienen el forraje por analizar, las cuales se introducen en el rumen de animales fistulados.

La tasa de desaparición de los constituyentes alimenticios en el rumen estiman la digestibilidad (Orskov, 1980).

A . - MATERIAL: Bolsas nylon de 5 por 10 cm. hechos con doble costura y esquinas redondeadas, hilo nylon # 8 (de pescar), animal fistulado con una cánula permanente, agua corriente, estufa, balanza analítica y vidriería común.

B . - PROCEDIMIENTO: La digestibilidad se determinó utilizando la técnica descrita por Irma Tejada (1985).

Se planteó un experimento con 6 tratamientos (dietas), 3 repeticiones (corridas) y 4 observaciones por tratamientos. Se pesó 5 gramos de muestras de cada una de las dietas en las bolsas nylon con 4 repeticiones por dieta. Se ataron las bolsas con el hilo nylon a 5 cm. de distancia entre una y otra agregandosele lastre para que quedaran suspendidas entre el contenido ruminal, dejando aproximadamente 50 cm. de distancia entre la última bolsa y la tapa de la cánula, se incubaron durante 72 horas. Después de éste período se recuperaron y lavaron con el fin de quitar las adherencias externas, se desecaron durante 24 horas a 60°C. aproximadamente para determinarles M.S., M.O., P.C., F.D.N. y F.D.A.

6.- ANALISIS: El análisis proximal y métodos químicos para determinar el contenido de M.S., M.O., P.C., F.D.N. y F.D.A. fueron realizados según las técnicas descritas en A.O.A.C., (1970); Van Soest y Wine (1976); Goering y Van Soest (1975).

7.- CALCULOS: Con los datos obtenidos de cada experimento, se calculó el coeficiente de digestibilidad (% C.D.), para los diferentes nutrimentos (N) con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ C.D.N.} = \frac{(\text{N}) \text{ EN ALIMENTO} - (\text{N}) \text{ EN RESIDUO}}{(\text{N}) \text{ EN ALIMENTO}} \times 100$$

En donde N puede ser: M.S., M.O., P.C., F.D.N. y F.D.A.

Los valores calculados al 100% se establecieron mediante la prueba de Regresión Matemática descrita por Rodríguez G.F. (1980).

El análisis estadísticos de los datos obtenidos como coeficiente de digestibilidad en cada uno de los experimentos se realizó mediante un análisis de varianza completamente aleatorio; y la diferencia entre medias se estableció utilizando la prueba Diferencia Mínima Significativa (D.M.S.) descrita por Stell y Torrie (1960).

CUADRO # 1

ANALISIS BROMATOLOGICO DEL BAGAZO DE CAÑA (BASE SECA)

	Bag. no Trat.	Bag. Trat. (urea)
Humedad (%)	4.48	19.99
Protefna (%) (N x 6.25)	1.76	14.41
Cenizas (%)	4.44	4.97
Grasa Cruda (%)	1.09	1.12
Fibra Cruda (%)	36.62	31.94
E. L. N. (%)	51.61	27.57
F. D. N. (%)	97.87	76.33
F. D. A. (%)	74.32	65.48

CUADRO # 2

RACIONES EXPERIMENTALES

Ingrediente (Kg)	nivel de inclusión (%)					
	Dieta					
	1	2	3	4	5	6
Bagazo/urea	10	10	20	30	40	50
Bagazo sin Tratar	26	28	--	--	--	--
Rastrojo de Maíz	22	16	51	35	28	23
Pasta de Soya	12	10	5	--	--	--
Sorgo	10	10	--	10	20	23
Alfalfa	26	22	20	21	8	--
Roca Fosfórica	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Sal Ganadera	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Minerales	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
ANALISIS CALCULADO						
T. N. D.	50.1	50.5	51.0	51.0	51.0	49.2
PROTEINA	12.4	12.3	13.0	12.5	12.7	13.4

R E S U L T A D O S :

EXPERIMENTO I: DIGESTIBILIDAD "in vitro"

Los resultados obtenidos como coeficientes de digestibilidad de cada nutrimento del bagazo de caña de azúcar tratado con amono-urea, en la prueba de digestibilidad in vitro, muestran una digestibilidad que disminuye conforme aumenta los niveles de inclusión de bagazo de caña tratado (cuadro # 3).

Los coeficientes de digestibilidad de Materia Seca de las dietas preparadas con bagazo de caña tratado, alcanzan un nivel máximo de 38.15 y 38.46% en los niveles de 10 y 20% de inclusión de bagazo respectivamente, a partir de los cuales desciende a 34.55% al llegar al 50% de inclusión (cuadro # 4).

Los valores establecidos mediante una ecuación de predicción se encontró un valor máximo de 37.57% de digestibilidad en el nivel de 20% de inclusión y después disminuye a 14.05% al considerar el 100% de inclusión de bagazo (cuadro # 4, gráfica # 1).

Para Materia Orgánica, los resultados obtenidos como coeficiente de digestibilidad fueron: un valor máximo de 38.96% en el nivel de 10% de inclusión y un valor mínimo de 34.82% en el nivel de 50% de inclusión, que al graficarse describen una curva descendente con una ligera pendiente ya que entre el valor máximo y el valor mínimo solo existe el 4.14% de diferencia (cuadro # 5).

En cuanto a los valores calculados por medio de una ecuación cuadrática, se observa que el dato mínimo de digestibilidad es de 38.22% en el nivel de inclusión del 20%, a partir del cual los datos disminuyen conforme aumenta el porcentaje de inclusión, teniendo como valor mínimo 10.56% de digestibilidad en el nivel de 100% de inclusión (cuadro # 5, gráfica # 2).

Los resultados de digestibilidad de Proteína Cruda del bagazo de caña tratado, al ser graficado describen una curva alcanzando su nivel máximo de 58% en el nivel de 30% de inclusión a partir del cual desciende encontrando un valor de 38.64% de digestibilidad en el nivel de 50% de inclusión (cuadro # 6).

En los resultados calculados, muestran una línea que desciende conforme aumenta el porcentaje de inclusión, teniendo como valor mínimo en el 100% de inclusión de -23.33% y como valor máximo en el 20% de inclusión de 50.54% de digestibilidad (cuadro # 6, gráfica # 3).

Los coeficientes de digestibilidad de Fibra Detergente Neutra, describen una línea descendente la cual va disminuyendo a la vez que aumenta el porcentaje de inclusión de bagazo tratado en las dietas, teniendo como valor mínimo y máximo el 13.75 y 25.05% de digestibilidad en los niveles de inclusión del 50 y 10% respectivamente (cuadro # 7).

En los valores calculados por medio de una ecuación cuadrática, se observa una línea descendente que cae marcadamente, ya que para el nivel de 10% de inclusión fué de 27.19% y para el nivel de 100% fué de -1.88% de digestibilidad (cuadro # 7, gráfica # 4).

En los resultados que corresponden a Fibra Detergente Acida, los coeficientes de digestibilidad describen una línea ascendente que aumenta marcadamente del nivel del 10 al 40% de inclusión, ya que se encontró de un 24.09 a 53.75% de digestibilidad respectivamente; pero al alcanzar el 50% de inclusión el coeficiente de digestibilidad desciende a un 28.02%. Este descenso también se obtiene al someter los datos a una ecuación de tipo cuadrático, observando una regresión no lineal y encontrando de 32.28 a -22.79% de digestibilidad para los niveles de 10 y 100% de inclusión respectivamente (cuadro # 8, gráfica # 5).

EXPERIMENTO II: DIGESTIBILIDAD "in situ".

Los resultados obtenidos como coeficientes de digestibilidad de los diferentes nutrimentos del bagazo de caña tratado con amono-urea, tienen un comportamiento errático de acuerdo a los datos obtenidos en cada una de las dietas; variaciones que se muestran en el cuadro # 9.

Los resultados obtenidos como coeficientes de digestibilidad de la Materia Seca, muestran una línea quebrada ascendente teniendo como valor máximo 32.65% de digestibilidad en el nivel de 40% de inclusión de bagazo tratado, y como valor mínimo 24.68% de digestibilidad en el 20% de inclusión de bagazo. En los valores establecidos por medio de una ecuación de predicción, se tiene un valor mínimo de 27.78% y como valor máximo de 63.70% de digestibilidad en los niveles de inclusión de 20 y 100% respectivamente (cuadro # 10, gráfica # 6).

Los resultados correspondiente a Materia Orgánica, muestran una digestibilidad variable, teniendo como valor mínimo y máximo el 10 y 40% de inclusión de bagazo tratado, con una digestibilidad de 28.78 y 34.64% respectivamente. En los valores calculados a partir de una ecuación cuadrática se observa que la digestibilidad es uniforme, teniendo como dato mínimo 29.63% y como dato máximo 32.28% en los niveles de inclusión de 10 y 60% de bagazo de caña tratado respectivamente (cuadro # 11, gráfica # 7).

En los coeficientes de digestibilidad del bagazo de caña que corresponden a Proteína Cruda, también muestran una línea quebrada ascendente, que indican una digestibilidad variable y sus valores son de 25.43 y 40.29%. En los valores encontrados se observa una curva que asciende marcadamente conforme aumenta los niveles de inclusión, teniendo como valor mínimo 29.06% y como valor máximo 90.93 en el nivel del 10 y 100% de inclusión respectivamente (cuadro # 12, gráfica # 8).

Para los resultados que se obtuvieron en Fibra Detergente Neutra, el valor mínimo como coeficiente de digestibilidad - fué de 19.74% en el nivel 10% de inclusión de bagazo tratado, a partir de éste los valores aumentan marcadamente hasta llegar al 50% de inclusión con un 35.02% de digestibilidad. Para los valores calculados, tenemos un mínimo en el 10% de inclusión de 19.80% y en el 100% de inclusión tenemos como valor - máximo 48.13% de digestibilidad (cuadro # 13, gráfica # 9).

Los resultados obtenidos como coeficiente de digestibilidad para Fibra Detergente Acida, el nivel de 40% de inclusión es el mínimo con un 20.57% y el máximo con 33.26% obtenido en el nivel 50% de inclusión. En los resultados obtenidos por medio de regresión lineal, tenemos cálculos que varían de 26.12 y 42.48% de digestibilidad en el 10 y 100% de inclusión de bagazo de caña tratado (cuadro # 14, gráfica # 10).

CUADRO # 3

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE LAS DISTINTAS FRACCIONES DEL
BAGAZO DE CAÑA TRATADO CON AMONO-UREA. PRUEBA "in vitro".

	NIVELES DE INCLUSION DE BAGAZO EN LAS DIETAS					
	0%	10%	20%	30%	40%	50%
MATERIA SECA %	36.04	38.15	38.46	36.37	34.66	34.55
MATERIA ORGANICA %	35.96	38.96	38.59	37.17	35.65	34.82
PROTEINA CRUDA %	50.38	46.07	46.41	58.00	41.37	38.64
F. D. N. %	32.95	25.05	22.34	19.65	20.30	13.75
F. D. A. %	34.76	24.09	28.25	33.23	53.75	18.02

CUADRO # 4
 COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD Y VALORES CALCULADOS DE
 Materia Seca (in vitro)

% Inclusión	Coef. de Digest.	valor calculado
0	36.04 b	36.65
10	38.15 a	37.45
20	38.46 a	37.57
30	36.37 b	37.01
40	34.66 c	35.77
50	34.55 d	33.85
60		31.25
70		27.97
80		24.01
90		19.37
100		14.05

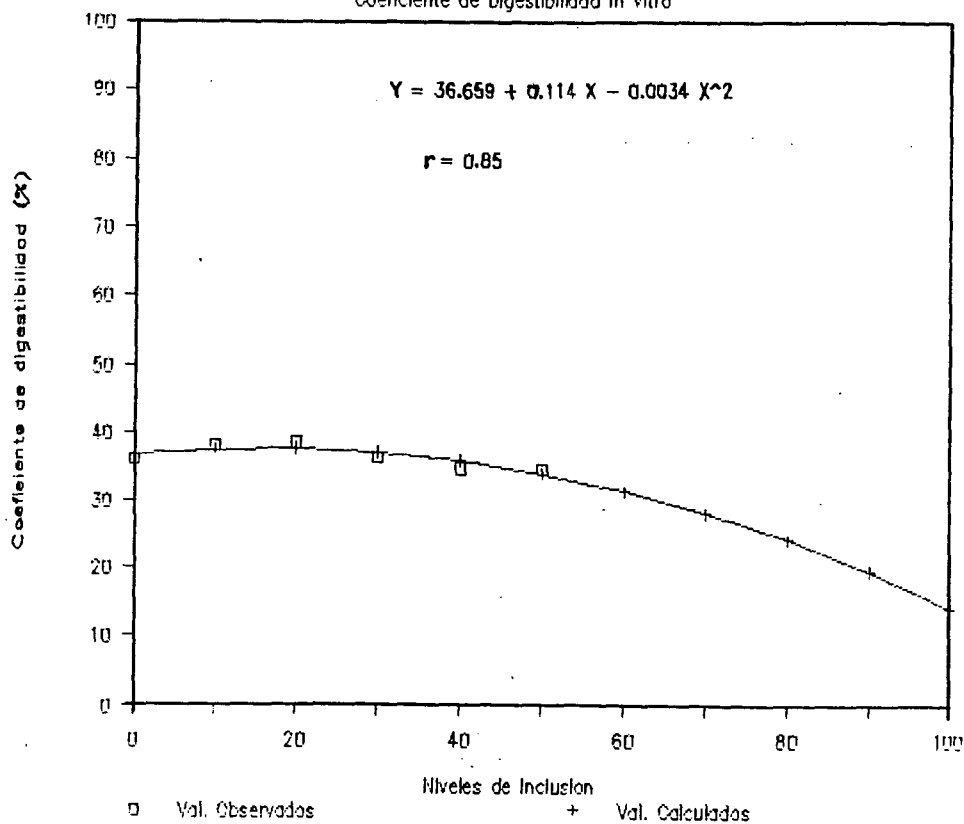
Literales distintas indican diferencia ($P \leq 0.05$)

% Inclusión = % de bagazo tratado en las dietas.

Gráfica 1

Materia Seca

Coeficiente de Digestibilidad In Vitro



CUADRO # 5

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD Y VALORES CALCULADOS DE
Materia Orgánica (in vitro)

<u>% Inclusión</u>	<u>Coef. de Digest.</u>	<u>Valor calculado</u>
0	35.96 bc	36.66
10	38.96 a	37.86
20	38.58 a	38.22
30	37.17 b	37.73
40	35.65 bc	36.39
50	34.82 c	34.21
60		31.17
70		27.29
80		22.56
90		16.98
100		10.56

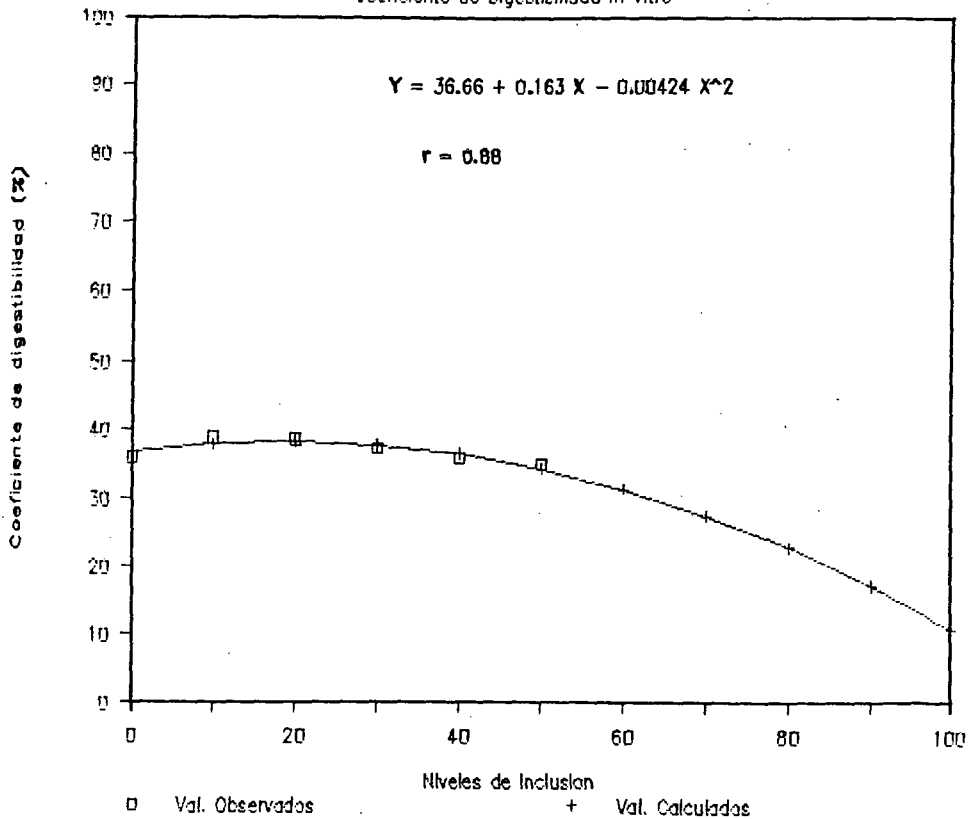
Literales distintas indican diferencia ($P \leq 0.05$)

% Inclusión = % de bagazo de caña tratado en las dietas.

Gráfica 2

Materia Orgánica

Coeficiente de Digestibilidad In Vitro



CUADRO # 6

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD Y VALORES CALCULADOS DE
Proteína Cruda (in vitro)

<u>% Inclusión</u>	<u>Coef. de Digest.</u>	<u>Valor calculado</u>
0	50.38 b	47.61
10	46.07 c	50.14
20	46.41 c	50.54
30	58.00 a	48.79
40	41.37 d	44.91
50	38.64 e	38.89
60		30.72
70		20.42
80		7.97
90		-6.60
100		-23.33

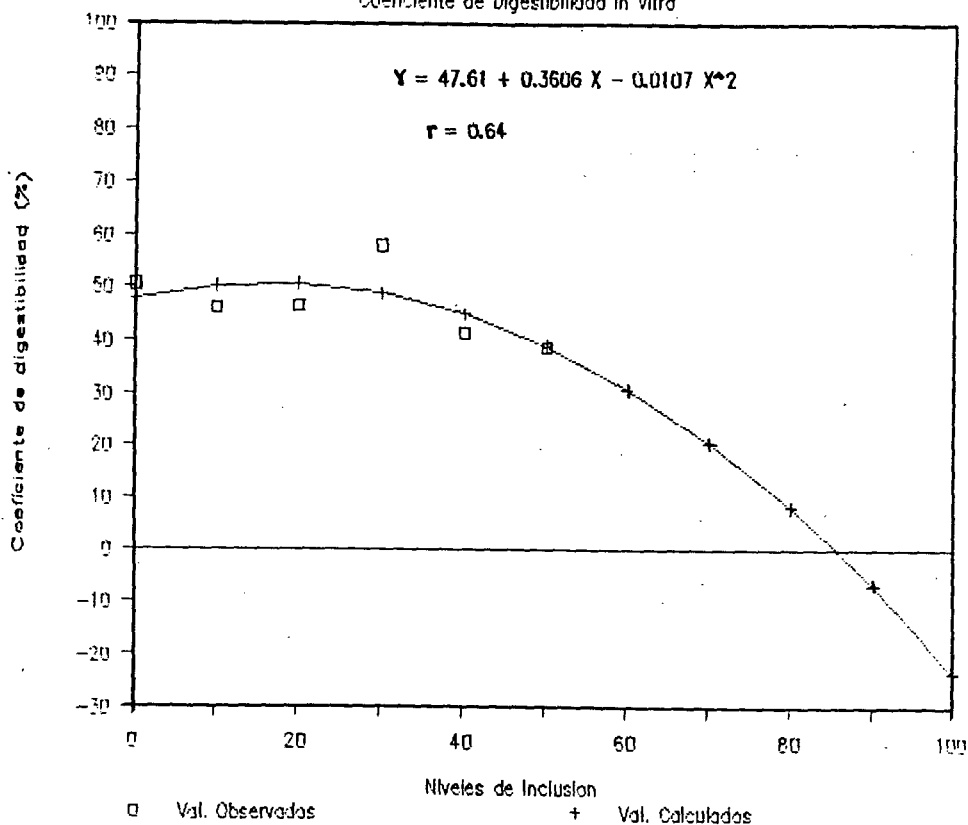
Literales distintas indican diferencia ($P \leq 0.05$)

% Inclusión = % de bagazo tratado en las dietas.

Gráfica 3

Proteína Cruda

Coeficiente de Digestibilidad In Vitro



CUADRO # 7
 COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDAD Y VALORES CALCULADOS DE
 Fibra Detergente Neutra (in vitro)

% Inclusión	Coef. de Digest.	valor calculado
0	32.95 a	31.67
10	25.05 d	26.90
20	22.34 c	22.88
30	19.65 b	19.59
40	20.30 bc	17.05
50	13.75 c	15.26
60		14.21
70		13.91
80		19.34
90		15.53
100		17.46

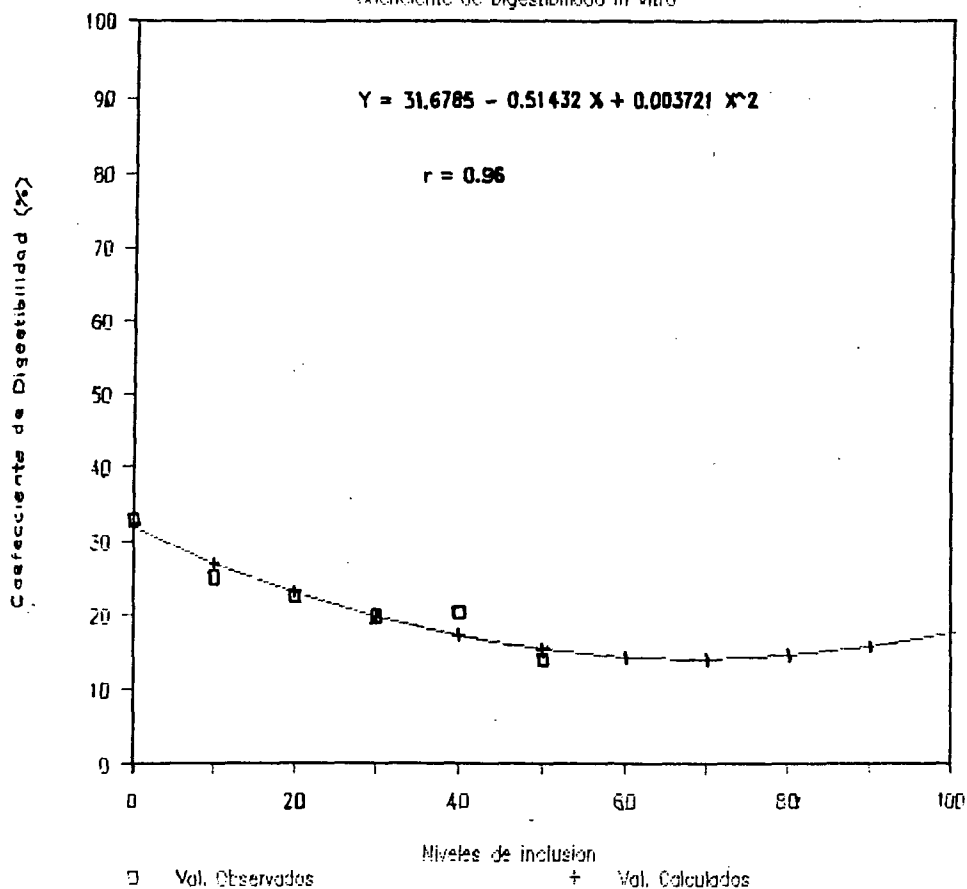
Literales distintas indican diferencia ($P \leq 0.05$)

% Inclusión = % de bagazo tratado en las dietas.

Gráfica 4

Fibra Detergente Neutra

Coeficiente de Digestibilidad In Vitro



CUADRO # 8

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD Y VALORES CALCULADOS DE
Fibra Detergente Acida (in vitro)

<u>% Inclusión</u>	<u>Coef. de Digest.</u>	<u>Valor calculado</u>
0	34.76 b	27.72
10	24.09 d	32.28
20	28.25 c	34.72
30	33.23 b	35.01
40	53.75 a	33.16
50	18.02 e	29.18
60		23.06
70		14.80
80		4.41
90		-8.12
100		-22.79

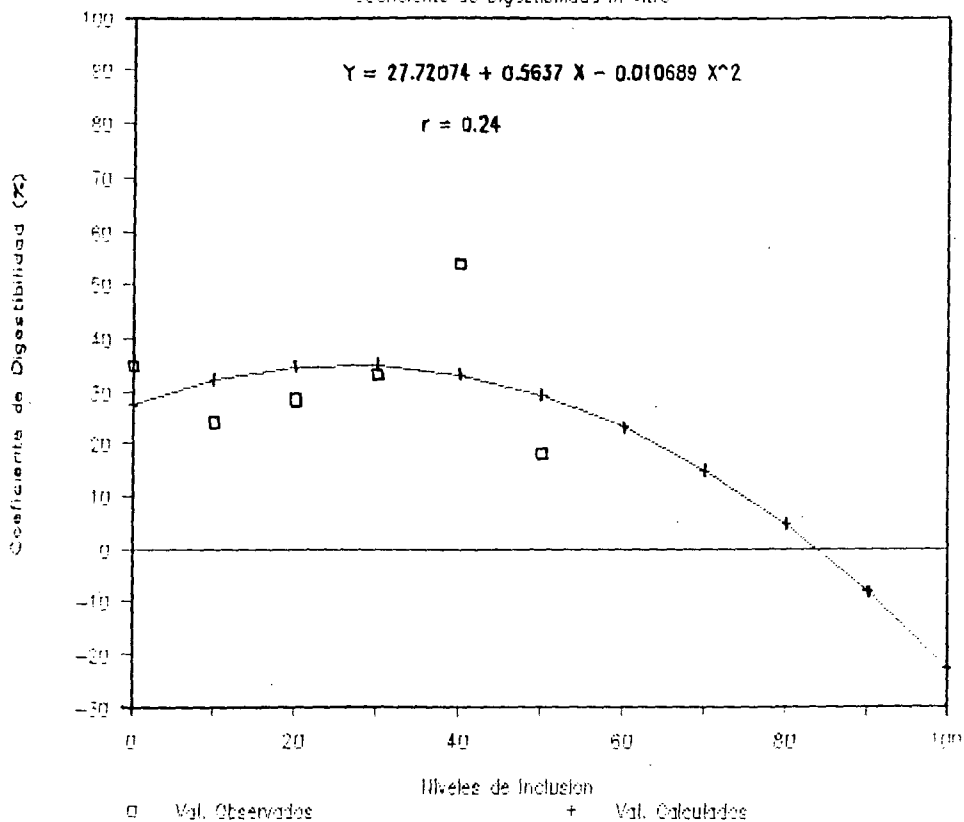
Literales distintas indican diferencia ($P \leq 0.05$)

% Inclusión = % de bagazo tratado en las dietas.

Gráfica 5

Fibra Detergente Acida

Coeficiente de Digestibilidad In Vitro



CUADRO # 9

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD DE LAS DISTINTAS FRACCIONES DEL
BAGAZO DE CAÑA TRATADO CON AMONO-UREA. PRUEBA "in situ"

	NIVELES DE INCLUSION DE BAGAZO EN LAS DIETAS					
	0%	10%	20%	30%	40%	50%
MATERIA SECA %	29.92	30.35	24.68	28.30	32.65	31.43
MATERIA ORGANICA %	28.73	28.78	31.78	29.21	34.64	31.29
PROTEINA CRUDA %	29.76	25.43	33.19	28.65	40.29	39.91
F. D. N. %	17.35	19.74	16.84	17.27	25.98	32.02
F. D. A. %	40.27	25.79	28.34	29.82	20.57	33.2

CUADRO # 10

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD Y VALORES CALCULADOS DE
Materia Seca (in situ)

% Inclusión	Coef. de Digest.	Valor calculado
0	29.92 ab	30.15
10	30.35 ab	28.40
20	24.68 ab	27.78
30	28.30 b	28.29
40	32.65 a	29.94
50	31.43 ab	32.73
60		36.65
70		41.71
80		47.91
90		55.24
100		63.70

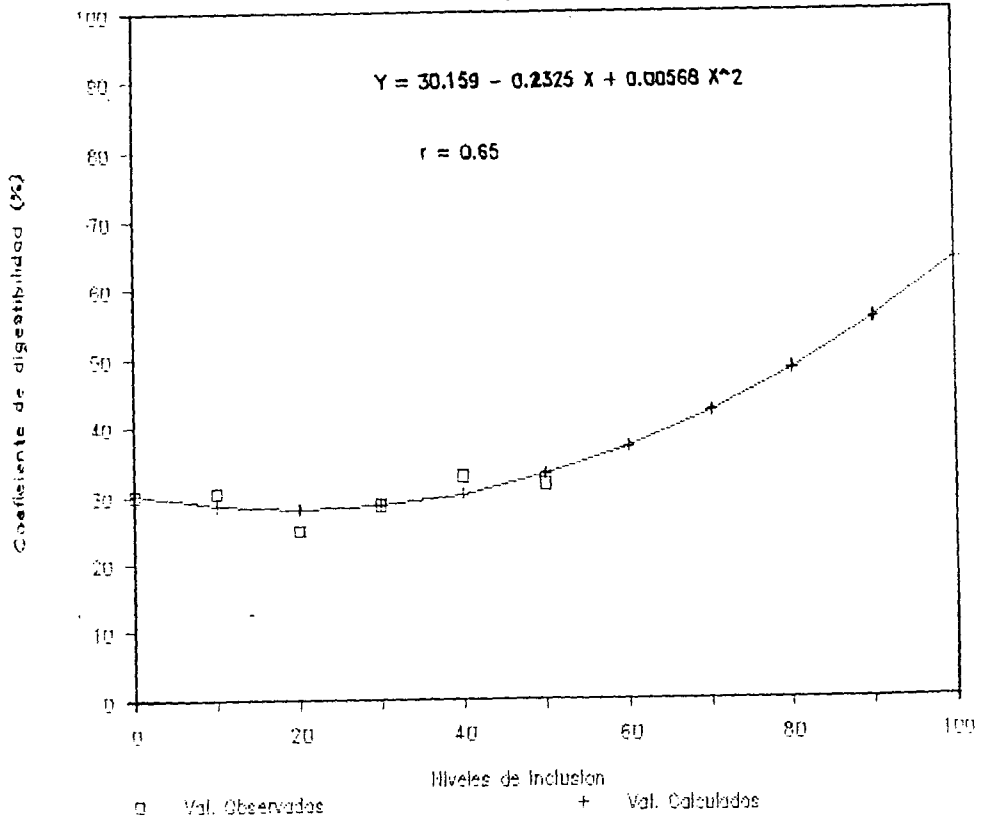
Literales distintas indican diferencia ($P \leq 0.05$)

% Inclusión = % de bagazo tratado en las dietas.

Gráfica 6

Materia Seca

Coeficiente de Digestibilidad In Situ



CUADRO # 11

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD Y VALORES CALCULADOS DE
Materia Orgánica (in situ)

<u>% Inclusión</u>	<u>Coef. de Digest.</u>	<u>Valor calculado</u>
0	28.73 b	28.32
10	28.78 b	29.63
20	31.78 ab	30.68
30	29.21 b	31.47
40	34.64 a	32.00
50	31.29 ab	32.27
60		32.28
70		32.03
80		31.52
90		30.75
100		29.72

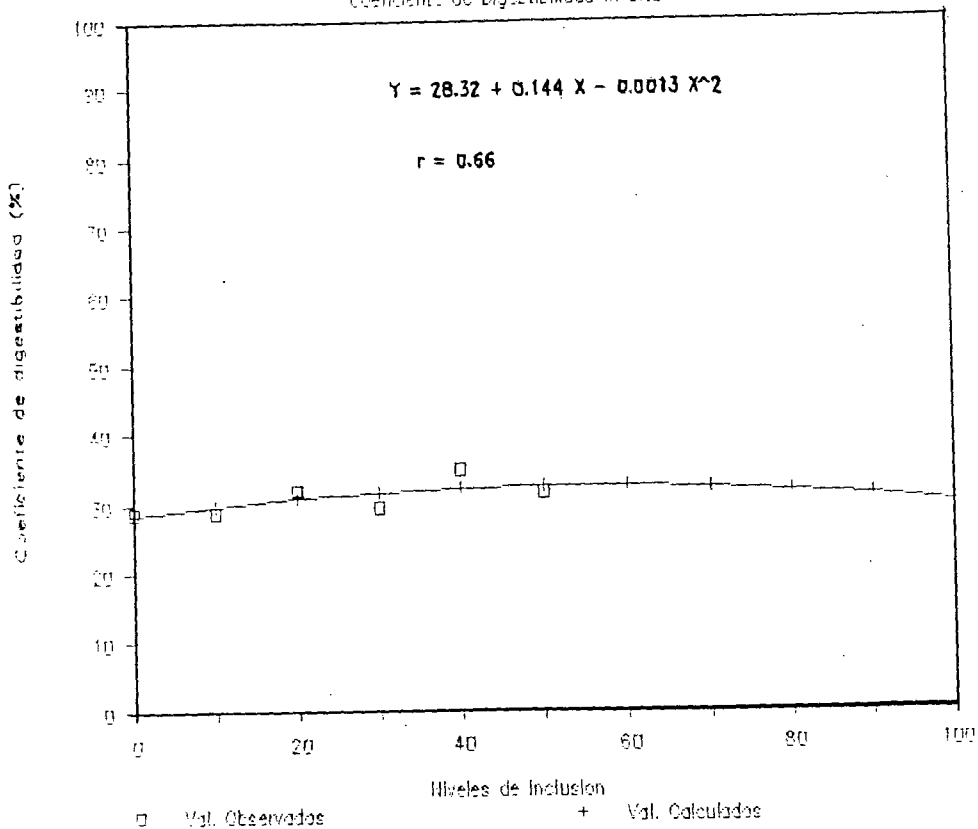
Literales distintas indican diferencia ($P \leq 0.05$)

% Inclusión = % de bagazo tratado en las dietas.

Gráfica 7

Materia Orgánica

Coeficiente de Digestibilidad In Situ



CUADRO # 12

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD Y VALORES CALCULADOS DE
Proteína Cruda (in situ)

<u>% Inclusión</u>	<u>Coef. de Digest.</u>	<u>Valor calculado</u>
0	29.76 bc	28.48
10	25.43 c	29.06
20	33.19 b	30.80
30	28.65 bc	33.99
40	40.29 a	38.34
50	39.91 a	43.96
60		50.83
70		58.97
80		68.36
90		79.02
100		90.93

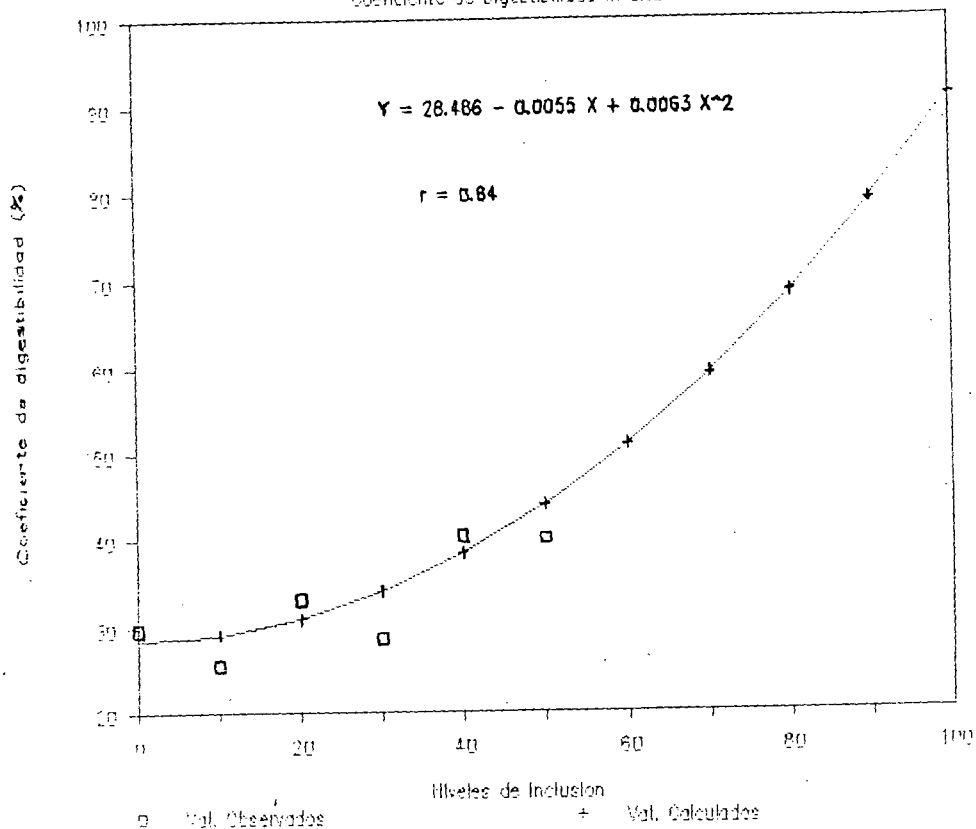
Literales distintas indican diferencia ($P \leq 0.05$)

% Inlcusión = % de bagazo tratado en las dietas.

Gráfica 8

Proteína Cruda

Coeficiente de Digestibilidad In Situ



CUADRO # 13

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD Y VALORES CALCULADOS DE
Fibra Detergente Neutra (in situ)

<u>% Inclusión</u>	<u>Coef. de Digest.</u>	<u>Valor calculado</u>
0	17.35 c	16.65
10	19.74 bc	19.80
20	16.84 c	22.95
30	17.27 c	26.09
40	25.98 b	29.24
50	35.02 a	32.39
60		35.54
70		38.69
80		41.84
90		44.88
100		48.13

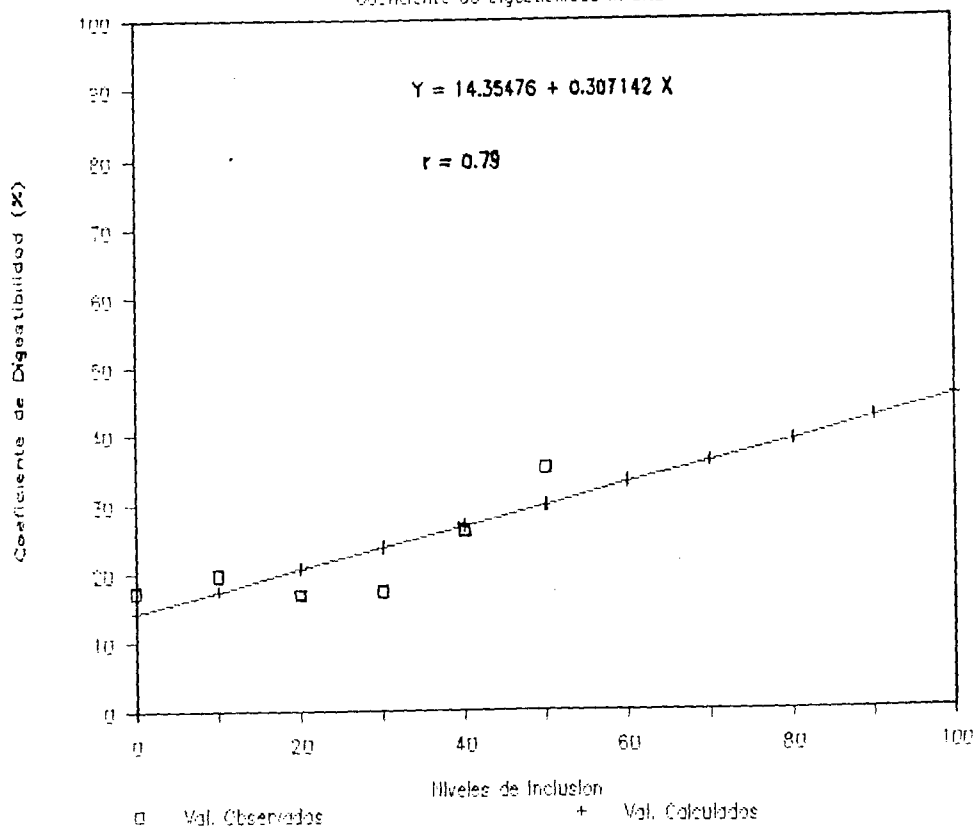
Literales distintas indican diferencia ($P \leq 0.05$)

% Inclusión = % de bagazo tratado en las dietas.

Gráfica 9

Fibra Detergente Neutra

Coeficiente de Digestibilidad In Situ



CUADRO # 14

COEFICIENTES DE DIGESTIBILIDAD Y VALORES CALCULADOS DE
Fibra Detergente Acida (in situ)

<u>% Inclusión</u>	<u>Coef. de Digest.</u>	<u>Valor calculado</u>
0	40.27 a	33.19
10	25.79 ab	31.78
20	28.34 ab	30.37
30	29.82 ab	28.97
40	20.57 b	27.56
50	33.25 ab	26.15
60		24.75
70		23.34
80		21.93
90		20.53
100		19.2

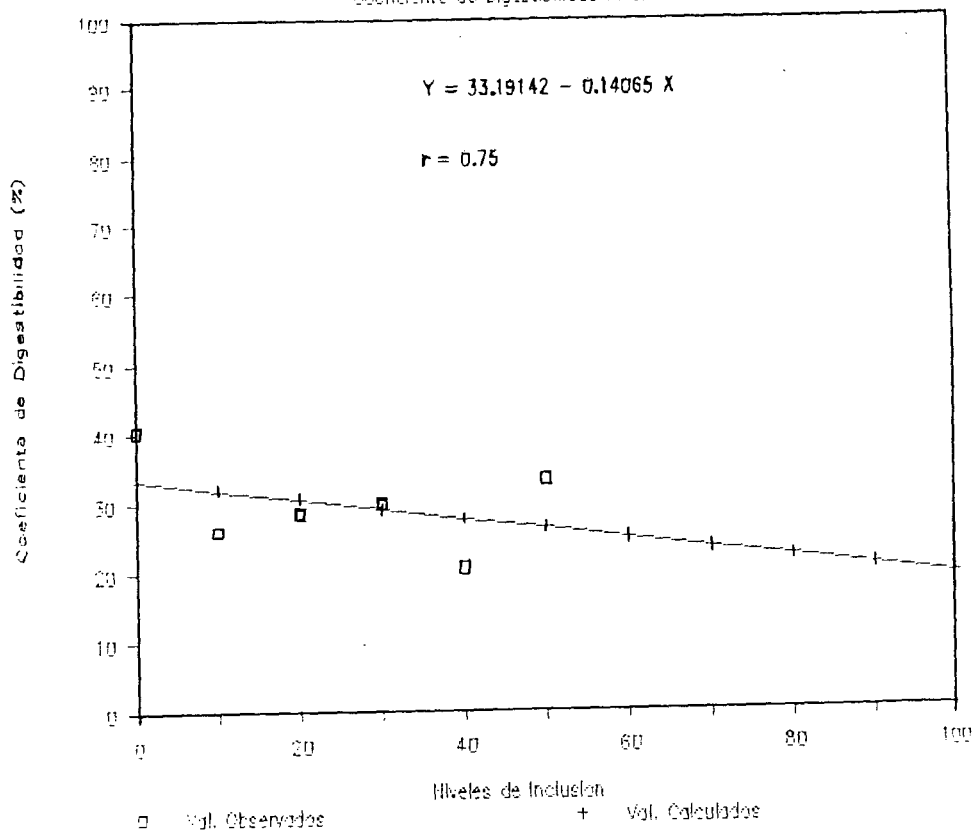
Literales distintas indican diferencia ($P \leq 0.05$)

% Inclusión = % de bagazo tratado en las dietas.

Gráfica 10

Fibra Detergente Acida

Coeficiente de Digestibilidad In Situ



DISCUSION :

EXPERIMENTO I: DIGESTIBILIDAD "in vitro"

En general los coeficientes de digestibilidad observados para cada uno de los distintos nutrimentos del bagazo de caña sometido a tratamiento con amono-urea, disminuyeron conforme se incrementó el contenido de bagazo en las dietas, a consecuencia de lo cual nuestros valores calculados muestran este mismo comportamiento.

En lo que respecta a Materia Seca se obtuvo un máximo de digestibilidad de 38.46% el cual difiere del 48.66% reportado por Almanza (1983), para rastrojo de maíz suplementado con urea, y del 57.3% reportado por Llamas (1982), trabajando con paja de trigo tratada con 3% de amonia-anhidro (NH₃) durante dos meses; pero si se conoce por lo reportado en la literatura en general, que la efectividad del tratamiento va a depender del tiempo de reacción a que se someta el material y el tamaño de la partícula utilizada, además de que la respuesta al tratamiento alcalino es específica para cada uno de los distintos forrajes, la diferencia entre nuestra digestibilidad reportada y la observada en otros trabajos probablemente se deba a la diferencia en el tiempo de exposición del forraje al tratamiento y a que se trabajó con distintos tipos de forrajes.

En lo que de alguna manera coincide nuestro trabajo con el reportado por Llamas (1982), es en el porcentaje en que se incrementó la digestibilidad como probable efecto del tratamiento, ya que además de reportar un 57.3% de digestibilidad para paja de trigo tratada reporta un 46.6% para paja sin tratar, observandose una diferencia de 10.7 unidades de porcentaje entre una y otra, y en el presente trabajo se obtuvo un 10.22 unidades porcentuales de diferencia al com-

parar el 38.46% de digestibilidad para bagazo tratado contra un 28.24% de digestibilidad para bagazo sin tratar, ambos resultados obtenidos, respectivamente mediante la técnica *in vitro* e *in vivo* dentro del mismo proyecto de Investigación de caracterización del bagazo de caña.

Para Materia Orgánica obtuvimos un coeficiente máximo de digestibilidad de 38.96%, que al igual que con Materia Seca, observamos que difieren con los reportados de algunos autores, ya que Kiangi y Kategile (1981) encontraron un 50.8%; Ibbotson (1983) reportó 54%; Garza, (1979) 52.56%, desigualdad que probablemente se deba a la diferencia del tiempo de exposición del forraje al tratamiento y a que se está trabajando con distinto tipo de forraje.

El coeficiente de digestibilidad más elevado que se obtuvo en el presente trabajo para Proteína Cruda (N x 6.25) fué de 58%, el cual está por arriba del 46.4, 46.6 y 46.1% reportado por Fuentes (1982), para paja de trigo, cebada y avena tratadas con NH_3 , pero es inferior al 64% reportado por Hadjipayiotou (1984), esta variación en los datos reportados probablemente se deba a que se trata de distintos tipos de forrajes, aunque por otro lado según Satter y Slyter (1974), que para un máximo crecimiento y producción de proteína microbiana en el rumen, debe existir una concentración mínima de aproximadamente 5 mg. de NH_3 - N/100 ml. de líquido ruminal, así que como en la utilización del amoníaco ruminal, un factor de importancia es la habilidad de los carbohidratos para proporcionar energía a los organismos del rumen, según Pearson y Smith (1943) por lo cual probablemente la diferencia entre los coeficientes de digestibilidad reportados se puede deber a que en el inóculo no se cumplió algunos de los requerimientos antes expuestos. En particular, el comportamiento que obtuvimos en el presente trabajo, sobre la digestibilidad de Proteína Cruda, fué en aumento hasta alcanzar el 58% en el nivel de 30% de inclusión a partir del cual disminuye conforme se incrementó el porcentaje de inclusión de bagazo, probablemente

se deba a que conforme se aumenta el porcentaje de inclusión de bagazo de caña, se va llenando el requerimiento de los 5 mg. de NH_3 - N/100 ml. de líquido ruminal por el aporte de nitrógeno no protéico que lleva el bagazo de caña y a partir del cual, aunque ya se cobró dicha condición, la cantidad de energía proporcionada por los carbohidratos ya no es la suficiente y por lo tanto disminuye la digestibilidad.

Como coeficiente de digestibilidad de Fibra Detergente Neutra, encontramos valores que van de 25.05 y 13.75% disminuyendo conforme se incrementó el bagazo tratado en las dietas encontrándose una diferencia significativa a una $P \leq 0.05$ entre los distintos niveles de inclusión.

En Fibra Detergente Acida encontramos que los coeficientes de digestibilidad describen un comportamiento cuadrático existiendo diferencia significativa a una $P \leq 0.05$ entre cada uno de ellos, éste mismo comportamiento es reportado por Gleaves (1981), trabajando con microensilajes de caña tratada con NaOH, atribuyendo éste comportamiento a que probablemente la hemicelulosa desaparezca conforme se incrementó el nivel del alcali o también puede deberse a que sólo exista una hidrólisis parcial con lo que se incrementa su porcentaje de lignina y celulosa volviéndose más indigestible.

EXPERIMENTO II: DIGESTIBILIDAD "in situ"

Observando los coeficientes de digestibilidad que se obtuvieron en éste trabajo (cuadro # 4), notamos que a diferencia con la digestibilidad in vitro, no presentan un comportamiento continuo o parecido entre las distintas fracciones nutricionales analizadas.

Para Materia Seca observamos un comportamiento cuadrático ascendente con un valor máximo de 32.65% de digestibilidad (valores observados), en el cual no coinciden con el 82.4% de digestibilidad para paja de cebada reportada por Hadden y Per (1983), esta diferencia probablemente se puede atribuir al tamaño de los poros de las bolsas utilizadas ya que a mayor tamaño existe un aumento del flujo tanto de entrada o salida del material de las bolsas.

En cuanto a Materia Orgánica observamos muy poca variación de los coeficientes de digestibilidad conforme se incrementó el porcentaje de inclusión de bagazo de caña, encontrándose una diferencia máxima de 6 unidades entre el valor más alto y el más bajo. Los datos obtenidos no concuerdan con los reportados por la literatura, diferencia que de alguna manera también atribuimos a la probable diferencia del tamaño del poro de las bolsas utilizadas, además de posibles errores en el laboratorio.

Para Proteína Cruda tanto los valores observados como calculados presentan un comportamiento cuadrático ascendente alcanzando un valor máximo de 90.93% de digestibilidad, el cual esta por arriba del 82.17% , promedio observado para distintas variedades de bagazo de caña reportado por Garza F.J. de D. y Shimada (1979); la causa probable de ésta diferencia, así como el elevado porcentaje de digestibilidad se pudiera deber a la alta solubilidad del nitrógeno no protéico, fijado en el bagazo de caña durante el tratamiento.

Los coeficientes de digestibilidad obtenidos para Fibra Detergente Neutra (paredes celulares), se sujetaron a un comportamiento lineal ascendente encontrando un máximo de 48.13% de digestibilidad, el cual difiere del 4.6% del promedio de 43.47% observado en el trabajo de Garza F. J. de D. y Shimada (1979). El que la digestibilidad haya ido en aumento posiblemente se deba al rompimiento o debilitamiento de los enlaces lignocelulósicos provocado por el efecto del tratamiento con amono-urea.

Por el contrario, los resultados obtenidos para Fibra Detergente Acida, describen una línea descendente conforme se incrementa el bagazo de caña en las dietas, encontrando como valor máximo de digestibilidad un 33.26%.

Por otro lado, para poder determinar la correlación entre las técnicas in vitro e in situ con la de in vivo, el cual es uno de los objetivos planteados en el presente trabajo, fué necesario tomar los coeficientes de digestibilidad de Materia Seca, Materia Orgánica y Protefna Cruda del bagazo de caña tratado con amono-urea determinados mediante la técnica in vivo por Elizondo y Estrada (1987), los cuales se muestran en las gráficas # 11-13.

Al realizar la comparación gráfica de los resultados obtenidos mediante la técnica in vivo (DINVI), in situ (DINSI) e in vitro (DINVIT) (cuadro # 15-17, gráfica 14-16), bajo las condiciones en que se realizó el presente trabajo y refiriendonos exclusivamente a M.S., M.O. y P.C. del bagazo de caña tratado con amono-urea, observamos que las líneas descritas por los valores calculados por medio de las técnicas DINSI y DINVIT tendieron a cruzarse cuando el bagazo de caña tratado alcanzó entre 45 y 55% de inclusión, lo que de alguna forma puede sugerirnos que las técnica in situ e in vitro pueden ser utilizadas para calcular la digestibilidad de dietas que compongan como máximo 40% de bagazo de caña.

En general la técnica in situ fué la que más se acercó a la digestibilidad in vivo, aunque para materia seca y proteína cruda describe una curva ascendente.

La comparación entre las distintas técnicas se realizó - mediante el cálculo de constantes utilizando ecuaciones simultáneas encontrando para:

MATERIA SECA:

$$\text{DMS in vivo} = (-9.54651 \times \text{DMS in situ}) + (-15.1865 \times \text{DMS in vitro}) + 894.3259$$

MATERIA ORGANICA:

$$\text{DMO in vivo} = (3.820639 \times \text{DMO in situ}) + (-0.37896 \times \text{DMO in vitro}) - 42.9004$$

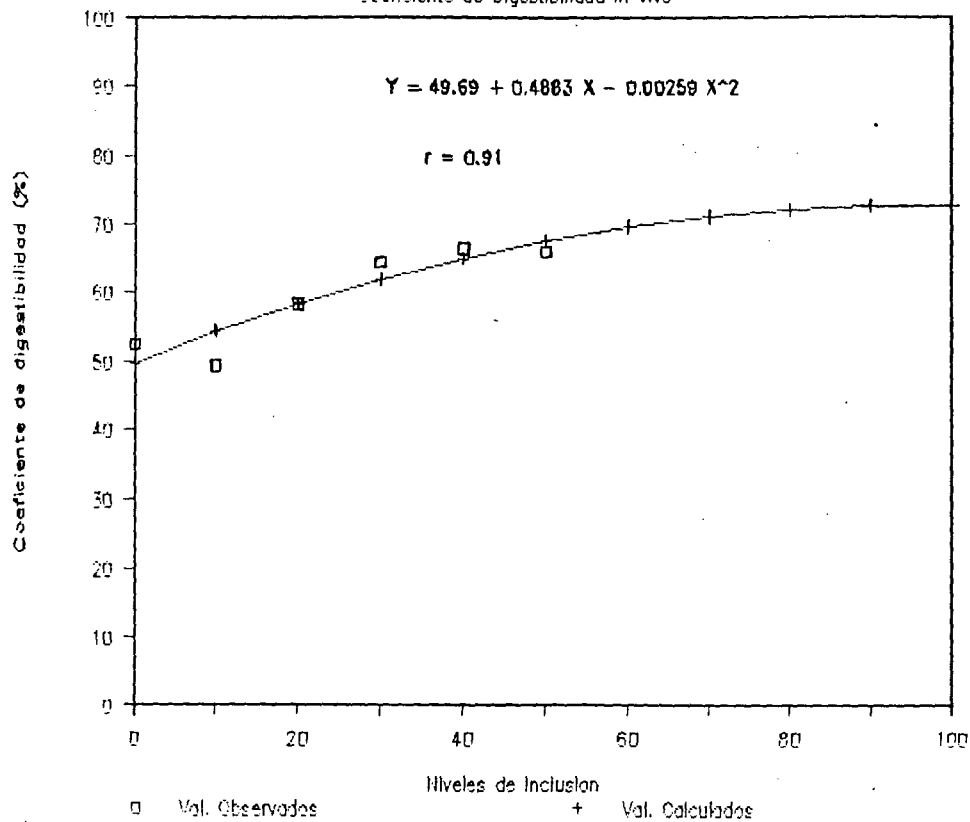
PROTEINA CRUDA:

$$\text{DPC in vivo} = (1.291355 \times \text{DPC in situ}) + (1.4706117 \times \text{DPC in vitro}) - 54.3313$$

Gráfica 11

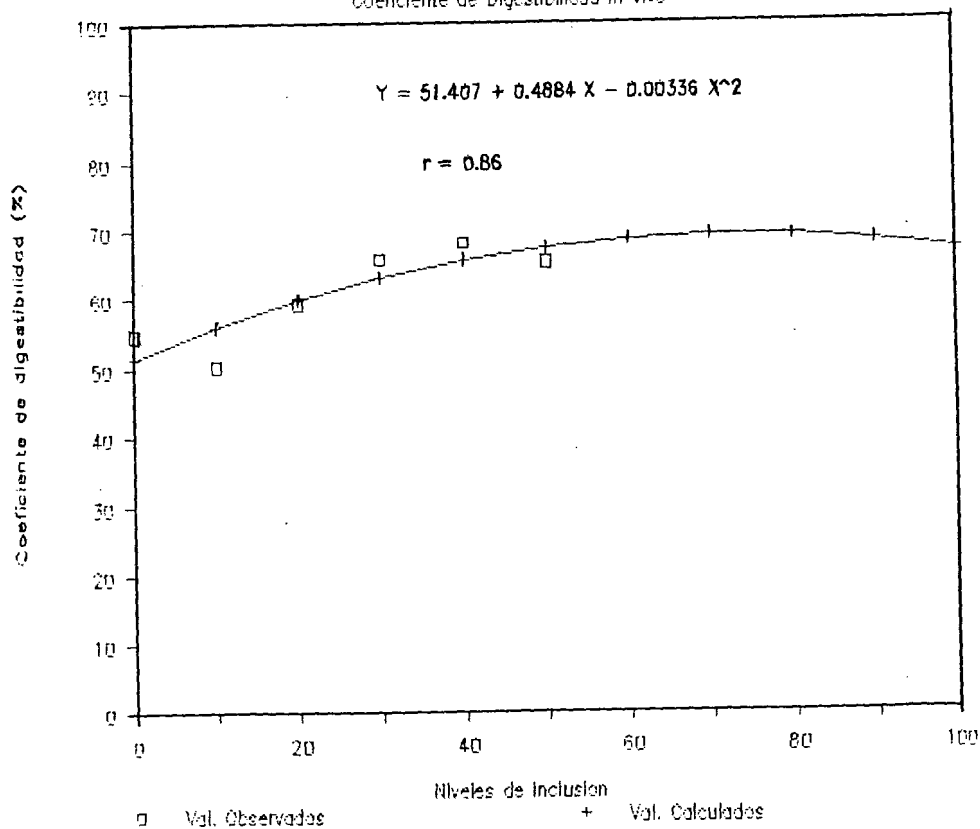
Materia Seca

Coeficiente de Digestibilidad In Vivo



Gráfica 12**Materia Orgánica**

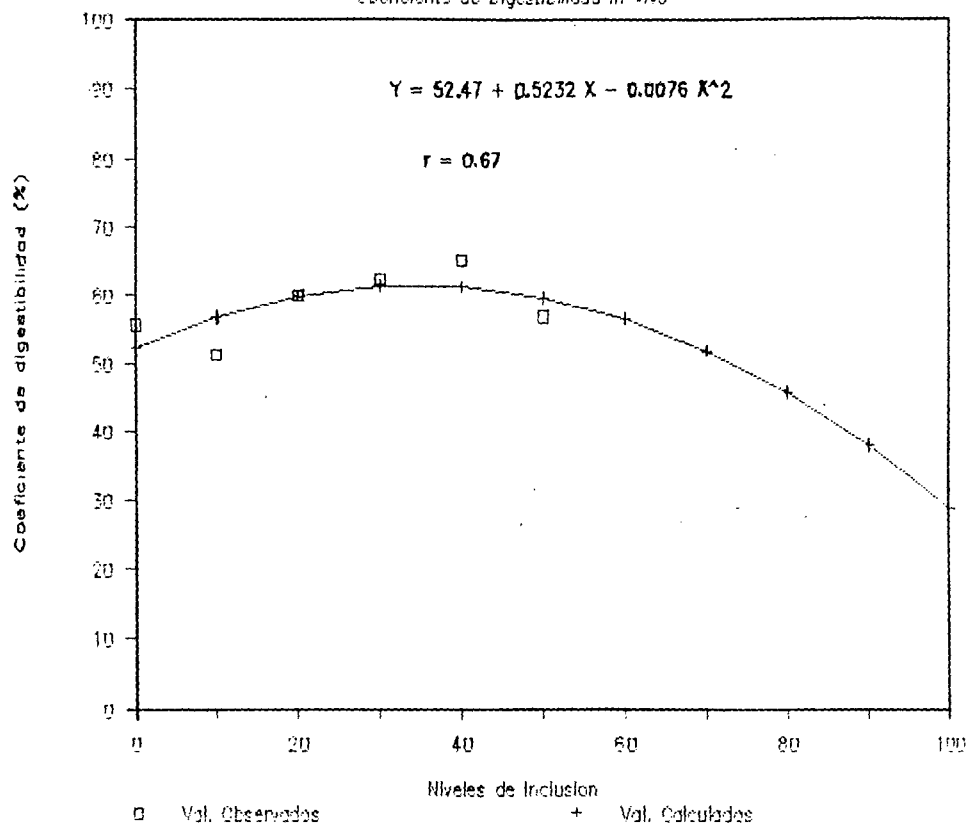
Coeficiente de Digestibilidad In Vivo



Gráfica 13

Proteína Cruda

Coeficiente de Digestibilidad In Vivo



CUADRO # 15

VALORES AJUSTADOS A in vivo A PARTIR DE in situ e
in vitro DE MATERIA SECA

% Inclusión	situ	vitro	vivo
0	30.159	36.659	49.690
10	28.402	37.459	54.314
20	27.781	37.579	58.420
30	28.296	37.019	62.008
40	29.947	35.779	65.078
50	32,734	33.859	67.630
60	36.657	31.259	69.664
70	41.717	27.979	71.180
80	47.911	24.019	72.178
90	55.242	19.379	72.658
100	63.709	14.059	72.620

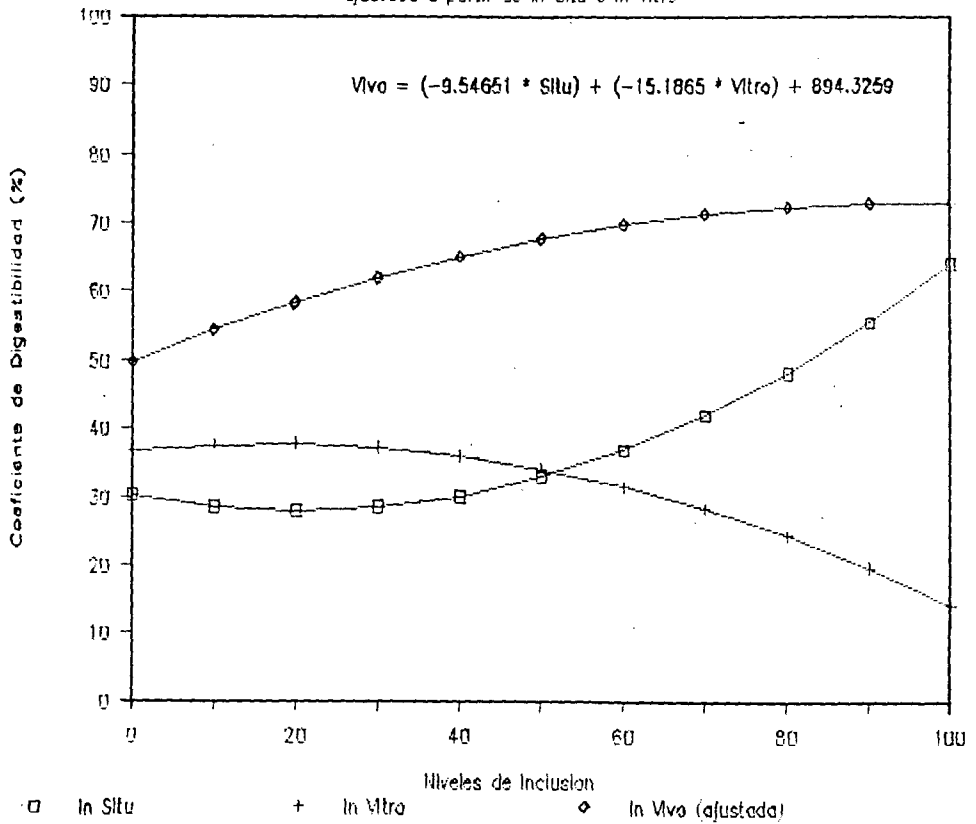
ECUACION:

$$- 9.54651 (\text{situ}) - 15,1865 (\text{vitro}) + 894.3259 = \text{vivo}$$

Gráfica 14

Materia Seca

ajustada a partir de In Situ e In Vitro



CUADRO # 16

VALORES AJUSTADOS A in vivo A PARTIR DE in situ e
in vitro DE MATERIA ORGANICA

% Inclusión	situ	vitro	vivo
0	28.320	36.660	51.407
10	29.630	37.866	55.955
20	30.680	38.224	59.831
30	31.470	37.734	63.035
40	32.000	36.396	65.567
50	32.270	34.210	67.427
60	32.280	31.176	68.615
70	32.030	27.294	69.131
80	31,520	22.564	68.975
90	30.750	16.986	68.147
100	29.720	10.560	66.647

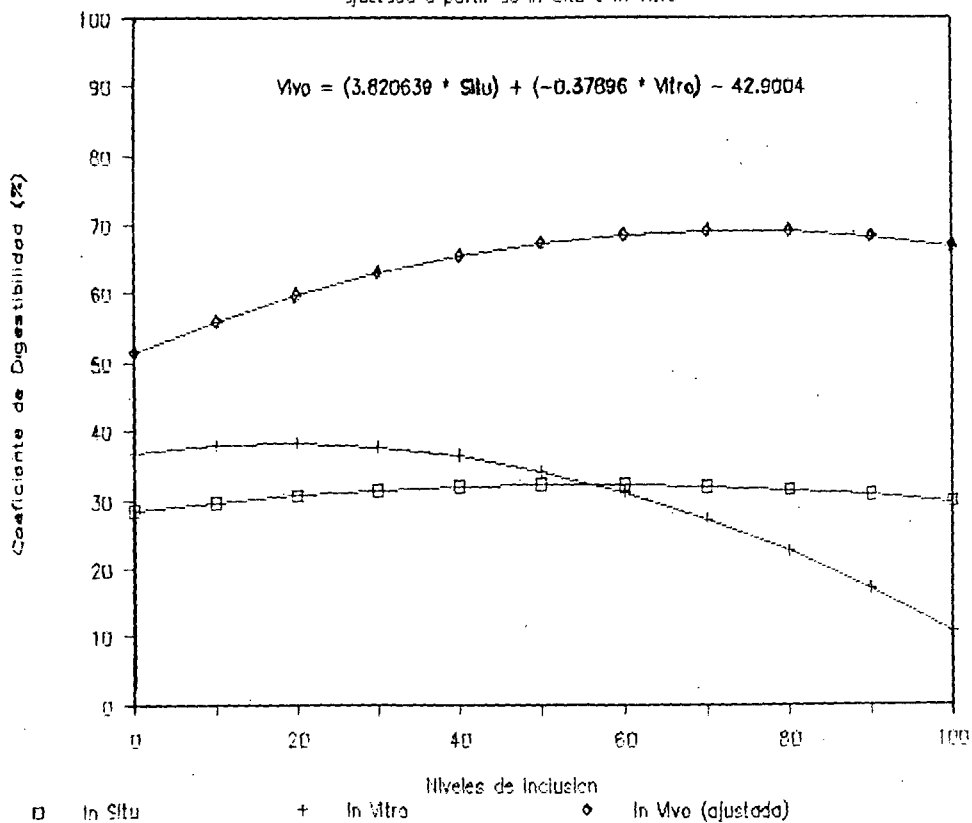
ECUACION:

$$3.820639 \text{ (situ)} - 0.37896 \text{ (vitro)} - 42.9004 = \text{vivo}$$

Gráfica 15

Materia Orgánica

ajustada a partir de In Situ e In Vitro



CUADRO # 17

VALOREA AJUSTADOS A in vivo A PARTIR DE in situ e
in vitro DE PROTEINA CRUDA

% Inclusión	situ	vitro	vivo
0	28.486	47.610	52.470
10	29.061	50.146	56.942
20	30.896	50.542	59.894
30	33.991	48.798	61.326
40	38.346	44.914	61.238
50	43.961	38.890	59.630
60	50.836	30.726	56.502
70	58.971	20.442	51.854
80	68.366	7.978	45.686
90	79.021	-6.606	35.998
100	90.936	-23.330	28.790

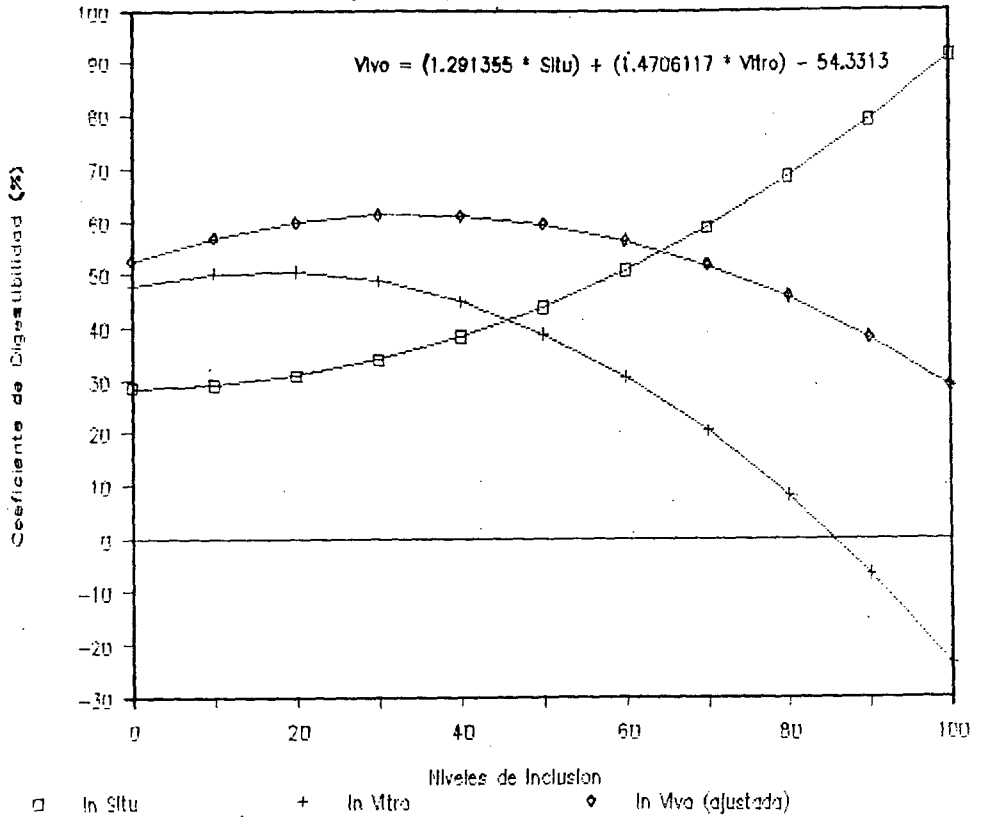
ECUACION:

$$1.291355 (\text{situ}) + 1.4706117 (\text{vitro}) - 54.3313 = \text{vivo}$$

Gráfica 16

Proteína Cruda

ajustada a partir de In Situ e In Vitro



CONCLUSIONES :

- El tratamiento con amono-urea en una proporción de 7.6 Kg. de urea por cada 92.4 Kg de bagazo de caña - en base seca y con un tiempo de acción de 28 días, - resultó ser efectivo para mejorar el valor nutritivo del bagazo de caña.
- El experimento demuestra que es posible la utilización del bagazo de caña tratado con amono-urea como parte de las dietas integrales en la alimentación para rumiantes.
- Para poder determinar la utilidad de las constantes propuestas para calcular la digestibilidad in vivo a partir de los coeficientes in situ e in vitro, es necesario realizar más pruebas y verificar la certeza de los mismos.

B I B L I O G R A F I A :

- Alcántara, S.E. y Pérez-Gil R.F. (1983), Subproductos fibrosos de la molienda de caña de azúcar para la alimentación de rumiantes. Instituto Nacional de la Nutrición; Publicación -- C-57, México, D. F.

- Almanza Sancén, J. y Rimelque Villagrán, E. (1983), Efecto del tipo y frecuencia de suplementación sobre la digestibilidad in vitro de raciones basadas en rastrojo de maíz y sobre las fluctuaciones de la concentración de amoníaco en el medio de incubación. Chapingo Año VIII, No. 42, Nov-Dic. pág. 75-78

- Ambar, A. R. and Djajanegara, A., (1982), The effects of urea treatment on the disappearance of dry matter and fibre of rice straw from nylon bags. School of Agriculture and forestry. -- University of Melbourne, Australia. Vol. 2 No. 4.

- A.O.A.C. (1980), Official Methods of Analysis, Association of Official Methods of Analytical Chemists, 13 th. Ed. Washington, D. A.

- Barrios, R. S. (1983), El bagazo y el bagacillo de caña de azúcar para la alimentación del rumiante, (ovino), Tesis F.M. V.Z., UNAM.

- Chalupa, W. (1972), Metabolic aspects of nonprotein-nitrogen utilization in ruminant animals. Fed Proc. 31:1152-1164.

- Donefer, E. (1968), The effect of sodium hydroxide treatment on the digestibility and voluntary intake of straw, Pro. of 2nd. World conf. of anim. Prod. 446.

- Donefer, E. et al. (1978), Composición y digestibilidad de muestras de bagazo tratado y no tratado. Resúmenes de -- trabajos de la Ira. reunión internacional sobre la utilización de la caña de azúcar en la alimentación animal. Oaxtepec, Morelos. pág. 22.
- Doyle, P. T., (1984), Options for the treatment of rubrons roughaeges in developing countries. A review. School of the agriculture and forestry. University of Melbourne.
- Estrada, M. G; Elizondo E. I; y Barajas, C. R. (1987), -- Efecto de la adición de bagazo de caña tratado con amonourea sobre la digestibilidad de dietas para borregos.
- Evans, P. J. (1979), Chemical and physical aspects of the interaction of sodium hidroxide after the cell whit component of straw. Straw decay and effect in disposal and utilization, Proc. et a Syumposium Ed. by E. Grossbard P. 187.
- Feist, W. C. et al. (1970), Alkali requirements for improving digestibility of hard woods by rumen microorganisms, - J. Anim. Sci. 30:833.
- Fuentes, G. C. (1982), Tratamiento de pajas con amoniaco, Agrosíntesis, noviembre pág. 26-27.
- Garza F. J. y col. (1979), Ensilaje de planta completa o de cañuela de maíz como fuentes de forraje para vaquillas - Holstein. Técnica pecuaria México, Octubre pág. 7-11.
- Garza F. J. y Shimada A. S. (1983), Digestibilidad de 6 variedades de caña de azúcar en borregos. Técnica pecuaria México, pág. 22-25.

- Gleaves, G., Pérez, M. (1981), A: Efecto de la adición de NaOH sobre la composición físico-química de microensilajes de caña de azúcar. B: Utilización de ensilaje de caña de -- azúcar con o sin adición de NaOH como único forraje para va cas lecheras en el trópico, Técnica pecuaria 41 México, pág 7- 13 y 67-72.
- Goering, H. K. y P. J. Van Soest, (1975), Forrage fiber - analysis (apparatus reagents, procedures y some applicatio- ns), Agric. Handbook No. 379, Agr. Res. Serv., USDA.
- Hadden Graham and Per Aman (1983-1984), A comparison Bet- ween degradati6n in vitro and in sacco of constituents of - untreated and ammonia-treated barley straw. Animal Science_ and Technology, 10:199-211.
- Hadjipanayiotou, M. (1984), The value of urea-treated --- straw in diets of lactating goats. Animal Feed an Technology 11:67-74.
- Ibb6tson, C.F., et al. (1984), Comercial experience of -- treating straw with-ammonia. Animal Feed Sci. Technol., --- 10:223-228.
- Jackson, M. G. (1977), The alkali treatmen of straw. Ani- mal Feed Sience Technol., 2:105-130.
- Jackson, M. G., (1978), Treating straw for animal feeding Animal Production and Healt and Healt paper No. 10 Fac, -- Rome.
- Jayasuriva, M. C. and H. G. D. Perera, (1982), Urea-am- onia treatment of rice straw to improve its nutritive value for ruminants. Agric. Wastes, 4:143-150.

- Kiangi, E.M.I., et al, (1981). Different sources of ammonia for improving the nutritive value of low quality roughages. Ani. Feed Sci. and Technol. 6:377-386.
- Klopfenstein, T.J. (1978). Chemical treatment of crop residues. J. Ani. Sci., 46:841-848.
- La Hoz, E.J. y col. (1977). Uso de bagacillo de caña tratado con NaOH en raciones de engorda de bovinos. Rev. Inter. sobre utilización de caña de azúcar, alim. animal, Oaxtepec, Mor. pág. 23.
- Llamas, G.L. y col. (1982). Efecto del tratamiento con diferentes niveles de amonio y del contenido de humedad sobre la digestión in vitro de la paja de trigo. Reunión de Investigación pecuaria en México. pág. 502-506 INIP, Universidad de Nebraska, Lincoln.
- Llamas, G.L. y col. (1982). Tratamiento de paja de trigo con amoníaco gaseoso y su efecto en la digestibilidad in vivo con borregos y en el comportamiento de vacas gestantes. Reunión de Investigación Pecuaria en México. pág. 326-330, INIP, Universidad de Nebraska, Lincoln.
- Llamas, G.L. y col. (1986). Respuesta de los esquilmos de cereales y leguminosas, y de subproductos de algodón al tratamiento alcalino con amonio (NH_3), Hidróxido de sodio (NaOH). Téc. Pec. Méx. 51:68-80.
- Llamas, G.L. (1984). Tratamiento alcalino de pajas y rastrojos. Memorias del curso de actualización en nutrición y alimentación en rumiantes. APAINIP. Guadalajara, Jal.

- Orskov, E.R. et al. (1982), Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. Producción -- Animal Tropical. 5:213-233.

- Partida Becerra Elena y col. (1984), Mejoramiento del valor nutritivo de ensilaje de cañuela de maíz para borregos_ mediante la adición de Hidróxido de amonio o de urea. Téc.- Pec. México 47:33-38.

- Pearson, R. M. and Smith, J. H. B. (1943), The utilita- - tion of urea in the bovine rumen. 3: The synthesis and break-down of protein in rumen ingesta in : Biochem. Jour. 37: 153.

- Pigden, W.D. (1974), La caña de azúcar descortezada como pienso, un paso decisivo. Rev. Mundial de Zoot., 11:7-10.

- Rodríguez F. (1980), Capítulo III: Manual de Técnicas de_ Investigación en nutrición de rumiantes. INIP. pág. 88-137.

- Saadullah, M., (1985), Suplementing ammoniated rice straw for native cattle in Bangladesh, School of Agriculture and_ Forestry; University of Melbourne, Australia. Vol. 5, No.1.

- Sánchez, J. E. (1976), Cambios de la composición química_ y digestibilidad de forrajes de baja calidad nutritiva, mediante el uso de diversos compuestos químicos. Técnica Pe- _ cuaria México. Junio, pág. 68-74.

- Satter, L. D. and Slyter, L. L. (1974), Efect of amonia - concentration on rumen microbial protein production in vitro In: Br. Jour. Nutr. 32:199.

- Schiere, J. B., et al. (1985), Supplementation of urea-amonia treated rice straw. School of Agriculture and forestry University of Melbourne, Australia; vol. 5 No. 2.
- Steel, R. G. and Torrie, J. H. (1960), Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill. New York, pag. 86.
- Tejada, I., (1985), Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Patronato de apoyo a la investigación y experimentación pecuaria en México. A. C.
- Van Soest, P. J. and W. C. Marcus. (1976), Method for the determination of cell wall constituents in forages using -- detergent and relationship between this fraction and voluntary intake and digestibility. J. Dairy Sci. 47-704.
- Williams, P. E. et al. (1984), Ammonia treatment of straw via hidrolisis of urea. II: Aditions of soya bean (urease), sodium hidroxide and molasses; effects on the digestibility of urea treated straw. Animal Feed Sci. Technl., 11:115-124
- Williams, P.E. V., et al. (1983-1984), Ammonia-treated -- barley offered either together, in a mixed ration, or successive to beet steers. Anim. Feed Sci. and Technol. 10:247-255.
- Zadrazil, F. (1986), Screening of basidiomycetes for optimal utilization of straw (production of fruiting bodies y - feed). In "straw decay and its effect on disposal and utilization". John and Sons: Chichester, New York, Brisbane, --- Toronto. pag. 139-146.