



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**Comportamiento del Borrego Pelibuey en Crecimiento
Compensatorio, Alimentado en Base a Rastrojo
de Maiz tratado con Alcalis (NH₃, NaOH, UREA)**

T E S I S

Que Para Obtener el Título de :
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P r e s e n t a :
Alvaro Luis Jiménez Duarte

Asesor: M.V.Z. Armando S. Shimada M.



México, D. F.

1983



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

RESUMEN.....	Pag. 1
INTRODUCCION.....	Pag. 2
MATERIAL Y METODOS.....	Pag. 7
RESULTADOS.....	Pag. 15
DISCUSIONES.....	Pag. 22
CONCLUSIONES.....	Pag. 25
LITERATURA CITADA.....	Pag. 26

R E S U M E N

COMPORTAMIENTO DEL BORREGO PELIBUEY EN CRECIMIENTO COMPENSATORIO, ALIMENTADO EN BASE A RASTROJO DE MAÍZ TRATADO CON ALCALIS (NH_3 , NaOH, UREA)

ALVARO LUIS JIMENEZ DUARTE

ASESOR: M.V.Z. ARMANDO S. SHIMADA M.

El presente estudio se efectuó en los corrales experimentales del Departamento de Nutrición Animal del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, S.A.R.H., en Palo Alto, D. F. El objeto fue observar el comportamiento del borrego Pelibuey en crecimiento compensatorio y estudiar el efecto del tratamiento con álcalis al rastrojo de maíz. Se emplearon 60 borregos de la raza Pelibuey, machos enteros, en un diseño de bloques al azar con 3 tipos de álcalis: amoníaco anhidro (NH_3 gaseoso), hidróxido de sodio (NaOH) y urea, y 2 bloques: uno de animales chicos con peso de 19.4 a 30.4 Kg y otro de animales grandes de 31 a 38.8 Kg de peso vivo, empleando 4 repeticiones por tratamiento y 5 animales por repetición. Los tratamientos utilizados fueron analizados para conocer su contenido en fracciones de nitrógeno y fibra. Los parámetros estudiados fueron: consumo de alimento, ganancia de peso y conversión alimenticia, para lo cual se utilizó un análisis de varianza. Los resultados indican que la adición de NH_3 y NaOH al rastrojo de maíz incrementaron significativamente ($P < 0.05$) la ganancia de peso (234.0 y 208.5 g) y el consumo de alimento (1.4500 y 1.4050 Kg M.S./día), en comparación a la urea (184 g; 1.2075 Kg M.S./día). No se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) en la conversión alimenticia de todos los tratamientos.

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

La creciente demanda de productos agrícolas y pecuarios, especialmente de origen animal, aunado al crecimiento demográfico, han dado como consecuencia la escasez de los mismos y un incremento en el alza de los precios. Para obtener mayor producción se conjugan el factor calidad y tipo de ganado con la necesidad de emplear raciones de alta eficiencia alimenticia, por lo que se hace necesario variar algunas prácticas existentes e introducir nuevas (Luna, 1982).

Un problema común, en las explotaciones pecuarias, es la pérdida - y/o retraso en el crecimiento de los animales ocasionado por la desnutrición; esto debido, ya sea a un bajo nivel en cuanto a calorías, o bien por la ausencia de algunos nutrimentos esenciales específicos. La forma en que estos factores afectan el crecimiento de los animales va a depender del tipo y severidad de la deficiencia, así como del período comprendido (Maynard et al., 1981).

Si posteriormente a una etapa de subalimentación se brinda alimento de calidad y en cantidades adecuadas, se presenta una fase llamada de crecimiento compensatorio. Teniendo el animal la posibilidad de llegar al peso final al que llegó un animal sin problemas de subalimentación; observándose únicamente que el período total de crecimiento es más duradero (Reid, 1972, - citado por Maynard et al., 1981).

La utilización de esquilmos agrícolas en la alimentación animal se ha venido incrementando a medida que la disponibilidad de grano se reduce. - En nuestro país los esquilmos agrícolas tienen los siguientes usos:

1. Pastoreo directo.
2. Recolección y posterior uso en animales semi-estabulados en época de sequía.
3. Se dejan en el campo para su posterior incorporación al suelo y servir como abono orgánico.

La alta disponibilidad de esquilmos agrícolas (pajas y rastrojos) representa un gran potencial forrajero susceptible de ser más eficientemente aprovechado, ya que se considera que en México se dispone anualmente de 30 a 33 millones de toneladas de éstos (Programa Nacional Agropecuario y Forestal, S.A.R.H., 1979, 1980 y 1981) (Cuadro 1).

De acuerdo a la clasificación internacional de los alimentos, las pajas y rastrojos están comprendidos dentro del grupo de forrajes toscos, pertenecientes al primero de los 8 grupos, estos forrajes se caracterizan por su alto contenido en fibra (mayor del 18%). Estos alimentos vacían el tracto digestivo y por tanto la digestibilidad es mínima, se reduce la utilización de nutrimentos y aumenta la excreción metabólica de nitrógeno fecal (Todorov 1975).

El maíz es el alimento básico de mayor importancia en México, del área de cultivo del país el maíz cubre el 51%, sin embargo existe una baja en su producción debido a dos factores principalmente: uno, que el 90% del área que se siembra con maíz es de temporal con lo que no se asegura una buena producción; el otro, es la falta y/o deficiente tecnificación de las prácticas de cultivo, el poco o ningún uso de fertilizantes y la falta de variedades mejoradas e híbridos para las diferentes regiones en donde se realiza su cultivo (Robles, 1982).

El rastrojo de maíz está formado por los tallos y hojas secas que quedan en el campo después de la cosecha de las mazorcas, es empleado para la alimentación de ruminantes a pesar del escaso valor alimenticio y la baja digestibilidad que posee, resultando poco gustoso al animal, todo lo cual se debe, principalmente, a su estado de lignificación (Sánchez, 1976). La lignina es un polímero tridimensional que contiene un esqueleto de fenilpropano que está ligado a carbohidratos estructurales que limitan la digestibilidad de la celulosa y hemicelulosa, debido a que se establece una barrera que impide el ataque biológico y digestión de los componentes de la fibra.

C U A D R O 1
DISPONIBILIDAD DE ESQUILMOS AGRICOLAS^e

Cultivo	Ton. granos (X10 ³)			Rendimiento Paja : Grano	Ton. (X10 ³) Paja/Rastrojo		
	1979	1980 ^a	1981 ^b		1979	1980	1981
Maíz	8752	11081	13057	1.6 : 1	14003	17730	20891
Sorgo	3708	4677	5298	1.0 : 1	3708	4677	5298
Trigo	2272	2645	3123	1.4 : 1	3181	3703	4372
Frijol	555	1130	1192	0.9 : 1	500	1017	1017
Arroz	481	462	587	1.0 : 1	481	462	587
Cebada	367	505	581	1.0 : 1	376	505	581
T o t a l					<u>22249</u>	<u>28094</u>	<u>32802</u>

- a) Estimado
b) Programado

^e Programa Nacional Agropecuario y Forestal - S.A.R.H., 1979, 1980 y 1981.

Para incrementar la utilización de los esquilmos agrícolas, es necesario elevar su valor alimenticio, por lo que en los últimos años se ha despertado interés por el estudio de los métodos para tratar forrajes fibrosos, siendo los métodos físicos y químicos los que han demostrado un mayor efecto. En cuanto al método físico para tratar pajas y rastrojos, la molienda de éstos reduce el desperdicio al disminuir la capacidad de selección del material por parte del animal, teniendo un efecto positivo en el consumo voluntario, al reducir el tiempo que el forraje permanece en el rumen, aún cuando se disminuye su digestibilidad (Anderson, 1978). En lo que respecta al método químico para tratar forrajes fibrosos, la aplicación de soluciones alcalinas ha tenido mayor consideración (Klopfenstein, 1978; Sánchez, 1976, Kellaway, 1980), encontrándose en la mayoría de los casos un efecto benéfico en cuanto al consumo voluntario, digestibilidad y respuesta animal (Al-Rabbat y Heaney, 1978a; Horton, 1978; Jorgensen, 1978; Rexen, 1979; Soundara Rajan y Khan, 1978; Sundstøl et al., 1978).

En términos generales, el método de acción de los álcalis es a través de la ruptura de las paredes celulares por medio de la solubilización de la hemicelulosa, la hidrólisis de los ésteres de ácido urónico y acético y aumentando la tasa de digestión ruminal de la celulosa y hemicelulosa al sufrir un incremento en sus dimensiones (hinchado) (Jackson, 1977; Klopfenstein, 1978).

Las soluciones alcalinas más comúnmente empleadas en el tratamiento de pajas y rastrojos son las de hidróxido de sodio (NaOH), hidróxido de potasio (KOH), hidróxido de calcio (Ca(OH)₂), carbonato de sodio (Na₂CO₃), hidróxido de amonio (NH₄OH) y amoníaco anhidro (NH₃ gaseoso) (Kellaway, 1980).

El hidróxido de sodio (NaOH) es probablemente el compuesto químico más empleado para tratar esquilmos agrícolas (Jackson, 1977), sin embargo el método químico que parece tener mayores ventajas y el cual se ha popularizado en los últimos años es el método de amoniación, en el cual se utilizan sustancias químicas tales como hidróxido de amonio (NH₄OH) y amoníaco anhidro (NH₃ gaseoso) (Sundstøl et al., 1978). Estos productos comparten algunas

desventajas con el hidróxido de sodio (NaOH), como su toxicidad y corrosividad, además de ser más lentos en su acción; ofrecen la gran ventaja de que aumentan el contenido de proteína cruda del forraje tratado al impregnarse con el nitrógeno proveniente del NH_3 (Kellaway, 1980).

Sundstøl et al. (1978), informan las condiciones en que se debe llevar a cabo el tratamiento de pajas y rastrojos con amoníaco (gaseoso o líquido) y discuten que entre más pobre sea el forraje tratado mayor será el efecto benéfico de la aplicación de amoníaco sobre el valor nutritivo del mismo

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- Vislumbrar el comportamiento del borrego Pelibuey en crecimiento compensatorio.
- Observar si existe alguna diferencia y/o efecto entre los álcalis empleados para tratar el rastrojo de maíz.

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

El trabajo fue realizado en los corrales experimentales del Departamento de Nutrición Animal de la Unidad Central del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias, dependencia oficial de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, en Palo Alto, D. F.

Para llevar a cabo la prueba experimental se utilizaron 60 borreños de la raza Pelibuey machos enteros procedentes del Centro Experimental Pecuuario de Tizimín, Yucatán; dichos animales tenían un marcado retraso en su crecimiento debido a que contaban con edades de 2 a 4 años y con un peso vivo de 19.4 a 38.8 Kg, siendo que estos animales deberían tener el peso del mercado (35 a 40 Kg) a los 6 ó 7 meses de edad; el mal estado de los animales se debe a la subalimentación de los mismos.

Para acoger a los animales se dispuso de 12 corraletas con piso de cemento, contando cada una de ellas con techo de lámina de asbesto, bebedero de pileta, comedero de canoa y saladero, todo esto de cemento.

El diseño experimental empleado fue de bloques al azar, los bloques se utilizaron debido al rango tan amplio entre el animal menos pesado (19.4 Kg) y el más pesado (38.8 Kg), además al hacer los bloques se obtuvo un peso promedio inicial similar entre los diferentes tratamientos del mismo bloque. El número de animales fue dividido por la mitad quedando 2 bloques de 30 animales chicos con peso de 19.4 a 30.4 Kg (B₁), y otro de animales grandes de 31.0 a 38.8 Kg de peso vivo (B₂).

Teniendo como tratamientos al alimento, empleando para tal efecto 3 tipos de rastrojo de maíz tratado con álcali (amoníaco anhidro, hidróxido de sodio y urea), empleando 4 repeticiones por tratamiento y 5 animales por repetición. En el Cuadro 2 se muestra la forma en que quedaron distribuidos-

los bloques, los tratamientos, sus repeticiones y el peso inicial individual y promedio de los animales.

Previo al inicio de la prueba, los animales fueron desparasitados internamente contra vermes pulmonares y gastrointestinales,[•] al mismo tiempo se implantaron, usando para tal efecto, implantes no hormonales,^{••} de igual forma se registró el peso individual al inicio del período experimental y subsecuentemente cada 28 días (previa dieta de 24 hs), hasta obtener el peso del mercado (35 a 40 Kg). Para el pesaje de los borregos se utilizó una jaula de madera y una báscula rodante de plataforma para 500 Kg, la cual estuvo siempre en el mismo lugar y bajo las mismas condiciones de manejo en todos los pesajes.

En el Cuadro 3 se contemplan las dietas empleadas en este estudio, todos los ingredientes de las mismas fueron adquiridos en una forrajera comercial. Las dietas fueron elaboradas en la planta de alimentos adjunta a los corrales experimentales, contando para ello con un molino de martillos para la molienda de los diferentes ingredientes, una mezcladora mecánica de tolva para la homogeneización de los mismos y una enmelazadora vertical.

El procedimiento empleado en la obtención de cada uno de los tratamientos fue el siguiente:

- Rastrojo de maíz tratado con amoníaco anhidro (NH_3).
Una tonelada de rastrojo de maíz previamente molido fue almacenado en un cuarto que una vez lleno fue cerrado y sellado con impermeabilizante con objeto de impedir que el gas se escapase, poste icamente se inyectó el NH_3 por una pequeña entrada hasta saturar la atmósfera de dicho cuarto; debido a la falta de una válvula que midiera la cantidad de gas salida del tanque no se pudo saber cuanto NH_3 se introdujo. El cuarto permaneció cerrado por espacio de un mes para permitir que el NH_3 se distribuy

• Valbazen, Norden de México.

•• Rolgro, INC de México.

ra homogéneamente en el rastrojo; al cabo del mes, el cuarto fue abierto dejándolo así por espacio de 2 días, tiempo suficiente para que el olor-despedido se disipara; una vez logrado esto, se procedió a utilizar el rastrojo ya tratado en la elaboración de la dieta correspondiente (Ver Cuadro 3).

- Rastrojo de maíz tratado con hidróxido de sodio (NaOH). El rastrojo de maíz, previamente molido, fue almacenado en la esquina de una bodega, poniendo por cada 96 Kg de rastrojo de maíz 10 litros de una solución saturada de NaOH y 10 litros de agua con el objeto de permitir una mejor mezcla ya que el rastrojo estaba sumamente seco y dificultaba su homogeneización, la cual se llevó a cabo con bieldo y pala hasta completar una tonelada. Realizada la mezcla, se procedió a cubrirla con plástico por espacio de 48 hs con objeto de que el rastrojo de maíz se impregnase en forma homogénea; después del lapso antes mencionado el rastrojo de maíz ya tratado se destapó y se dejó aerear durante 24 hs antes de ser utilizado para la formulación de la dieta correspondiente (Ver Cuadro 3).
- Rastrojo de maíz tratado con urea.
Para la obtención de este tratamiento fue necesario el empleo de una mezcladora mecánica en la que se combinaron todos los ingredientes descritos en el Cuadro 3.

Por cada tonelada de alimento preparado según las fórmulas del Cuadro 3 y sin importar el tratamiento se agregaron 25 g de monensina sódica.

La dieta basal empleada en los diferentes tratamientos llenó un requerimiento de 14% de P.C. y 2.8-3.1 Mcal/Kg.

Todos los animales dispusieron de una mezcla mineral a libre acceso, compuesta por 61.5%, roca fosfórica; 36%, sal yodada y 2.5% de premezcla mineral (81.5%, azufre; 7.5%, sulfato ferreo; 3.7%, sulfato de manganeso; 3.5%, óxido de zinc; 1.2%, sulfato de cobre; 0.1%, sulfato de cobalto). De igual forma, cada una de las dietas y el agua de bebida fueron ofrecidas a libre acceso.

C U A D R O 2

DISTRIBUCION DE LOS BLOQUES, TRATAMIENTOS Y REPETICIONES, PESO INICIAL INDIVIDUAL Y PROMEDIO DE LOS ANIMALES

Bloque ^a	B ₂			B ₁			B ₂			B ₁		
	NH ₃	Urea	NaOH	NaOH	NH ₃	Urea	Urea	NaOH	NH ₃	NH ₃	Urea	NaOH
	32.4	32.2	32.2	19.8	19.8	19.8	32.2	31.8	31.0	19.8	19.6	19.4
	33.2	33.2	33.2	20.0	20.2	20.4	33.6	33.8	33.8	20.6	20.8	20.8
	34.8	34.8	34.8	26.8	25.0	23.0	34.4	34.2	33.8	22.4	22.0	21.0
	35.0	35.2	35.2	27.6	27.8	28.0	35.8	35.8	36.6	28.2	28.8	29.0
	38.8	38.4	38.4	30.4	30.2	30.0	37.4	36.8	36.8	29.8	29.4	29.0
Kg \bar{x} =	34.84	34.76	34.76	24.92	24.6	24.24	34.68	34.48	34.4	24.16	24.12	23.84

a) B₁ = Bloque de animales chicos.
 B₂ = Bloque de animales grandes.

CUADRO 3

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

Ingredientes	T r a t a m i e n t o		
	NH ₃	NaOH	Urea
Rastrojo de Maíz	45.0	44.2	44.2
Urea	--	0.8	0.8
Sorgo	24.0	24.0	24.0
Pasta de girasol	26.0	26.0	26.0
Melaza	5.0	5.0	5.0
	<hr/> 100.0	<hr/> 100.0	<hr/> 100.0

Los parámetros medidos en este estudio fueron: consumo de alimento, por lo que diariamente se pesaba el alimento ofrecido y el rechazado; ganancia de peso y conversión alimenticia, para lo cual los animales fueron pesados cada 28 días.

Los resultados obtenidos en dichas mediciones fueron analizados estadísticamente siguiendo el método de varianza descrito por Snedecor y - - - Cochran (1967).

Los diferentes tipos de rastrojo tratado fueron analizados para determinar su contenido en fracciones de nitrógeno y de fibra.

FRACCIONES DE NITROGENO. Se evaluó el contenido de proteína total, nitrógeno no proteico (NNP), nitrógeno de la fibra ácido detergente (NFAD) y proteína verdadera. Para determinar la proteína total se siguió el método de - - - Kjeldahl (A.O.A.C., 1975), para obtener el NNP se siguió la técnica descrita por Jacobs (1965), mientras que para obtener el NFAD se utilizó la técnica descrita en el Agriculture Handbook (1975).

FRACCIONES DE FIBRA. Se determinó el contenido de fibra neutro detergente (FND), contenido celular (CC), hemicelulosa, fibra ácido detergente (FAD), celulosa y lignina.

El sistema de detergentes para determinar las fracciones de la fibra de un ingrediente ha sido estudiado por Van Soest (1963), Van Soest y Wine (1967 y 1968). La primera separación de los constituyentes del material da como resultado los valores del contenido de la célula y de las paredes celulares. En el contenido celular se encuentran los nutrimentos solubles y accesibles como son proteína, carbohidratos solubles, lípidos y minerales solubles. Las paredes celulares están constituidas por compuestos (básicamente

lignina y celulosa) que no son totalmente aprovechables o que dependen de la fermentación microbiológica para su utilización.

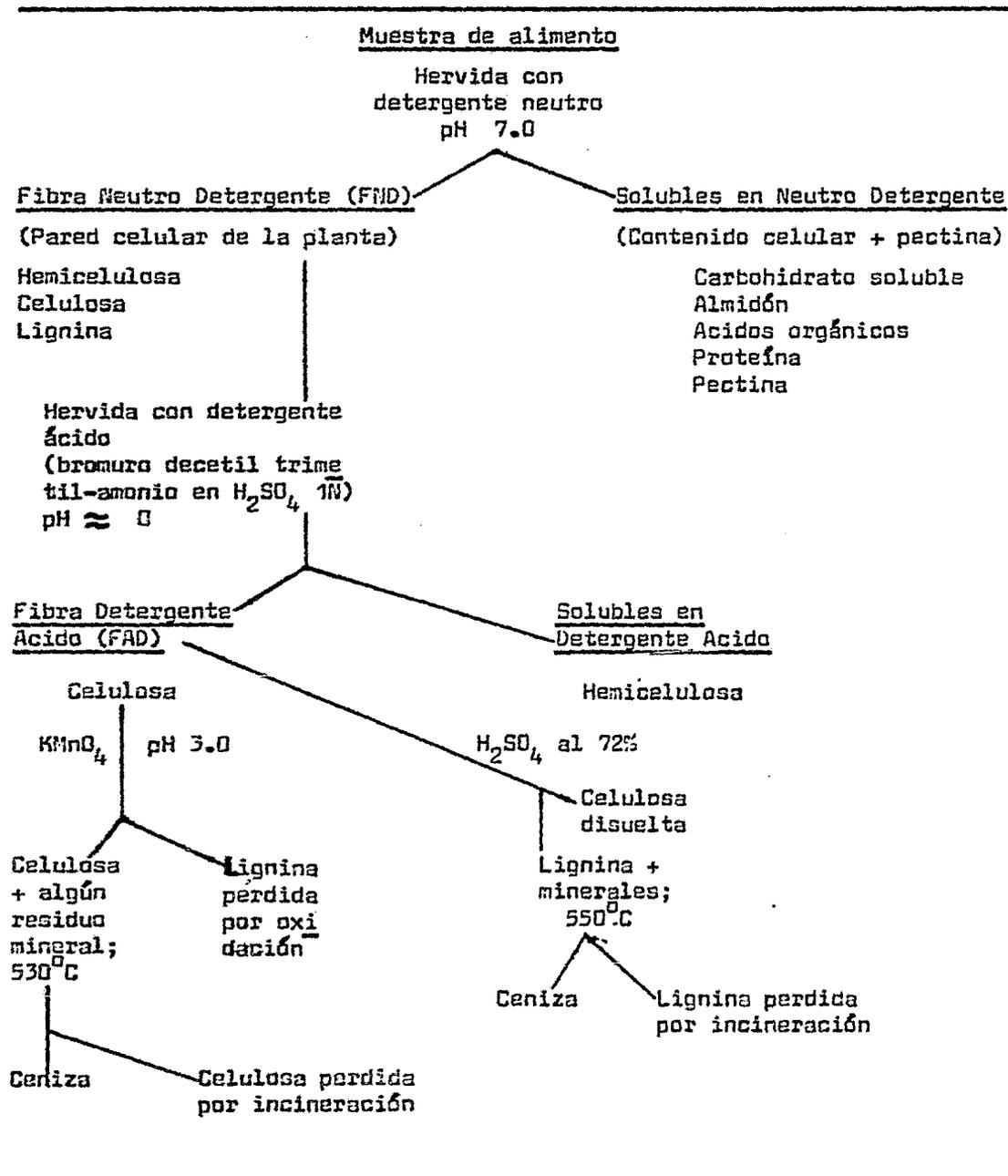
Para evaluar separadamente a estos dos tipos de nutrimentos se somete una muestra del material a la acción de un detergente en una solución a pH neutro, la cual rompe las paredes de las células y libera el contenido celular. La fibra que constituye las paredes celulares es filtrada, lavada y pesada. El contenido celular se calcula como la diferencia entre el peso original de la muestra y el peso de las paredes (fibra neutro detergente).

Por medio de una reacción similar a la anterior, pero con un detergente en solución a pH ácido se obtiene igualmente una separación, en este caso en lugar de obtener las paredes celulares queda únicamente lignocelulosa y minerales, el valor de este residuo (fibra ácido detergente) es una estimación de la hemicelulosa del ingrediente.

El residuo fibra ácido detergente es tratado posteriormente para determinar en él la cantidad de lignina y celulosa. Primeramente se oxida la lignina con una solución combinada de ácido acético con permanganato y catalizadores, quedando la celulosa y los minerales insolubles; la diferencia entre el peso de este residuo y el peso de la fibra ácido detergente es el contenido de lignina. Posteriormente la celulosa es incinerada y su evaluación es la pérdida entre los pesos tomados antes y después de la calcinación; todo el procedimiento anterior se describe en forma gráfica en la Figura 1.

FIGURA 1

METODO DE VAN SOEST PARA FRACCIONAR LAS FIBRAS DE LOS ALIMENTOS



R E S U L T A D O S

Los datos obtenidos en el análisis de las fracciones de nitrógeno del rastrojo de maíz solo y tratado con álcalis se contemplan en el Cuadro 4, en donde se puede observar que el contenido de proteína total, de NNP y de proteína verdadera fue superior en el rastrojo de maíz tratado con NH_3 , seguido por el tratado con urea. En cuanto al nitrógeno de la fibra ácido detergente (NFAD), se observa similitud entre el rastrojo tratado con NH_3 y con NaOH.

Los resultados del análisis de las fracciones de fibra se muestran en el Cuadro 5, en el cual se observa que la fibra neutro detergente (FND) y sus principales componentes, hemicelulosa, celulosa y lignina, se redujeron con el tratamiento con NH_3 y NaOH, asimismo fueron los tratamientos con mayor contenido de paredes celulares, no observándose cambios en el tratamiento con urea.

Los resultados de los parámetros medidos en este estudio se presentan en el Cuadro 6. Se puede observar que la ganancia de peso de los animales que consumieron rastrojo de maíz tratado con NH_3 y NaOH fue significativamente mayor ($P < 0.05$), que la de los animales alimentados con rastrojo de maíz tratado con urea; a pesar de que se observó un aumento en la ganancia de peso de los animales que recibieron el rastrojo de maíz tratado con NH_3 sobre los que recibieron rastrojo de maíz tratado con NaOH, sin embargo las diferencias observadas no fueron estadísticamente significativas.

Con respecto al consumo voluntario, el análisis de varianza refleja una diferencia estadística ($P < 0.05$) de los animales alimentados con rastrojo de maíz tratado con NH_3 y NaOH sobre los que consumieron rastrojo de maíz tratado con urea. En este parámetro se observó un mayor consumo por parte de los animales alimentados con rastrojo de maíz tratado con NH_3 sobre el

tratado con NaOH, pero no se detectaron diferencias estadísticas entre --
ellos.

El consumo por Kg de peso metabólico de los animales alimentados -
con rastrojo de maíz tratado con NH_3 y NaOH fueron estadísticamente mayores-
($P < 0.05$) que los obtenidos por los animales que consumieron el rastrojo de
maíz tratado con urea, no observándose diferencia estadística entre el tratam
miento con NH_3 y NaOH.

El análisis estadístico de la conversión alimenticia no mostró di-
ferencias significativas ($P > 0.05$) entre ninguno de los tratamientos.

En las Figuras 2 y 3 se representa para cada bloque experimental -
la relación existente entre el aumento de peso (Kg) y el número de días transu
curridos.

CUADRO 4

FRACCIONES DE NITROGENO DEL RASTROJO DE MAIZ SOLO Y TRATADO CON ALCALIS

Tratamiento	Materia Seca	Proteína Total %	NNP ^a	NFAD ^b	Proteína Verdadera
Rastrojo solo	94.8	5.2	0.33	0.43	3.13
Rastrojo + NH ₃	93.6	12.9	1.41	0.93	3.80
Rastrojo + NaOH	93.8	5.1	0.42	0.90	2.40
Rastrojo + Urea	94.8	7.5	0.70	0.74	3.12

a) Nitrógeno no proteico.

b) Nitrógeno de la Fibra Acido Detergente.

C U A D R O 5

FRACCIONES DE FIBRA DEL RASTROJO DE MAIZ SOLO Y TRATADO CON ALCALIS, BASE SECA

Tratamiento	FND ^a	CC ^b	Hemicelulosa	FAD ^c	Celulosa	Lignina
Rastrojo solo	79.9	20.1	29.6	50.3	36.7	9.3
Rastrojo + NH ₃	56.3	43.7	7.4	40.9	36.8	6.9
Rastrojo + NaOH	66.9	33.1	22.8	44.1	34.0	6.8
Rastrojo + Urea	79.9	20.1	29.6	50.3	36.7	9.3

- a) Fibra Neutra Detergente.
- b) Contenido Celular
- c) Fibra Acido Detergente.

CUADRO 6

COMPORTAMIENTO DE BORREGOS ALIMENTADOS CON RASTROJO DE MAIZ TRATADO CON ALCALIS^a

Parámetro	t r a t a m i e n t o		
	Urea	NaOH	NH ₃
Gainancia diaria \bar{X} , g	184.0 ^b	208.5 ^c	234.0 ^c
Consumo diario \bar{X} , kg	1.2075 ^b	1.4050 ^c	1.4500 ^c
Consumo por kg de peso metabólico, g	87 ^b	100 ^c	103 ^c
Conversión alimenticia	6.6 ^b	6.8 ^b	6.2 ^b

a) Veinte animales por tratamiento.

b.c.) Diferentes literales en la misma línea difieren estadísticamente ($P < 0.05$).

F I G U R A 2

RELACION EXISTENTE ENTRE EL AUMENTO DE PESO (kg) Y LOS DIAS TRANSCURRIDOS,
BLOQUE DE ANIMALES CHICOS (B₁)

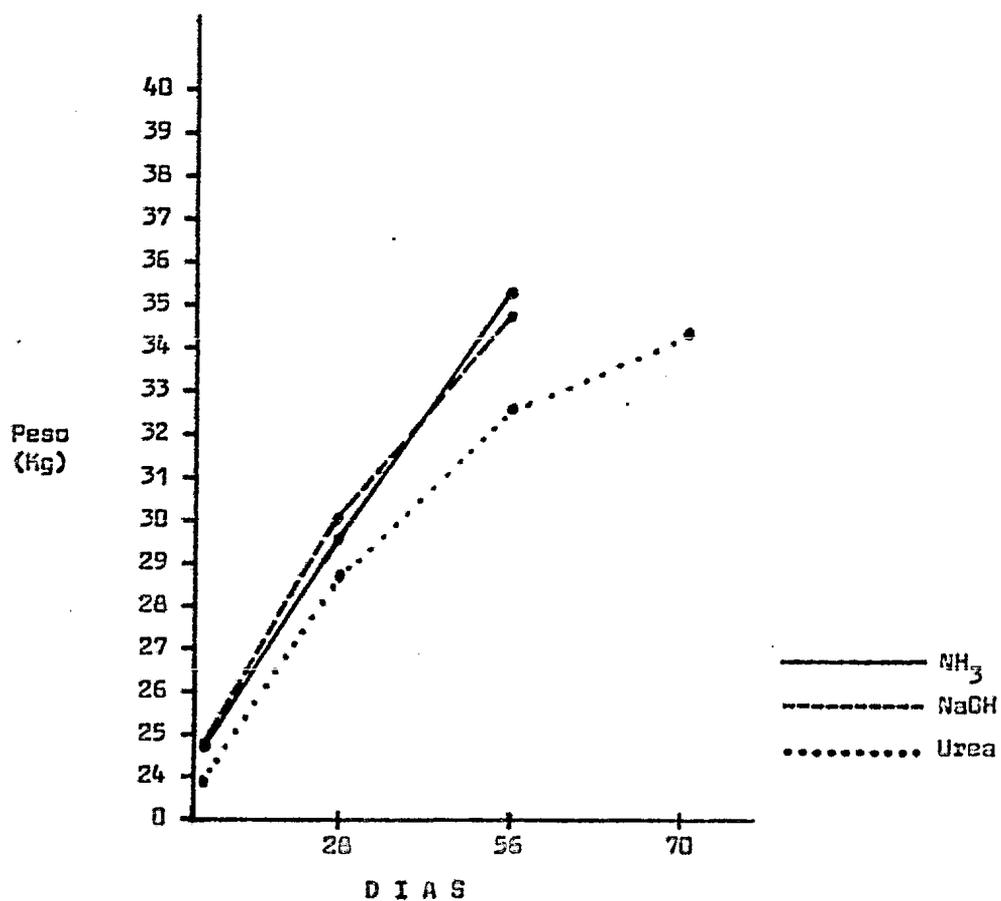
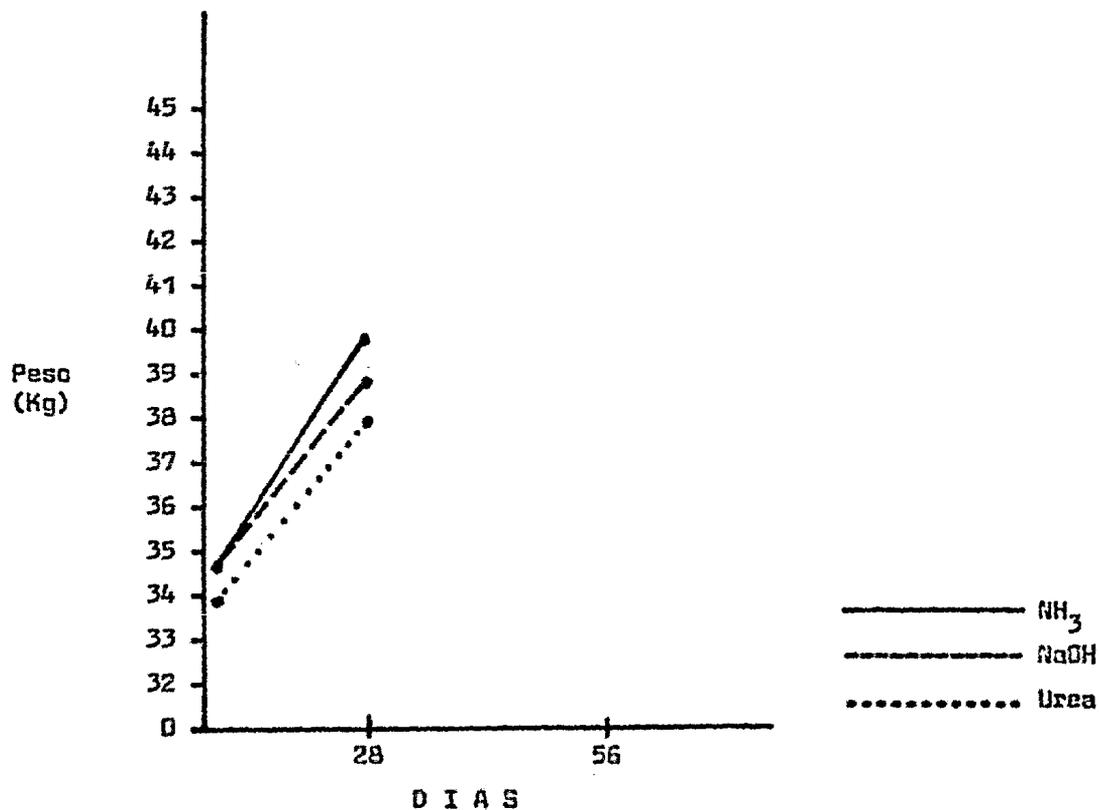


FIGURA 3

RELACION EXISTENTE ENTRE EL AUMENTO DE PESO (Kg) Y LOS DIAS TRANSCURRIDOS,
BLOQUE DE ANIMALES GRANDES (B₂)



D I S C U S I O N

Cuando a una dieta para rumiantes, baja en proteína, se le adiciona nitrógeno en forma de proteína convencional o como NMP, se observa un aumento en la digestibilidad de la materia seca y otras fracciones, especialmente la fibra. Numerosos experimentos han demostrado que el NMP puede ser utilizado por las bacterias del rumen para la síntesis de proteína microbiana, esta proteína es entonces digerida y utilizada por el animal.

El contenido de nitrógeno medido como proteína cruda se duplicó (5.2 a 12.9%) por efecto del tratamiento con NH_3 al rastraje de maíz; resultados similares han sido observados por Sandstedt et al. (1978), Waagepetersen y Vestergaard Thomsen (1977) y Garret et al. (1979), quienes informan incrementos semejantes al tratar paja de trigo y paja de arroz con amoníaco. El tratamiento con urea fue superior al tratamiento con $NaOH$, pero inferior al NH_3 . Al-Sabbat y Haney (1978b) y Horton y Steady (1978), mencionan que el incremento de nitrógeno se debe a que durante el tratamiento con NH_3 se movilizan a la paja cantidades considerables de nitrógeno, el cual es favorablemente utilizado por los rumiantes para la síntesis de proteína microbiana.

El tratamiento de pajas y rastrajes con ácido clorhídrico mercedemente el porcentaje de paredes celulares, aumentando con esto el contenido celular del material tratado, incrementando el valor nutritivo de los forrajes de baja calidad (Hoffenstein, 1978). Rexen (1979), menciona que en el tratamiento con bases químicas ocurren cambios físicos y químicos que mejoran la disponibilidad de los componentes de la pared celular. Los cambios observados en las fracciones de fibra del rastraje de maíz tratado con NH_3 y $NaOH$ están de acuerdo con lo informado por la literatura. En cuanto a la FND, el tiempo lento con NH_3 mejoró la eficiencia al disminuir el porcentaje de paredes celulares y aumentar el contenido celular; lo cual, por lo tanto, es un buen ejemplo de cómo se movilizó, lo cual concuerda con lo informado por

Sundstøl et al. (1978) en el sentido de que, entre más pobre sea el forraje-tratado, mayor será el beneficio de la aplicación de NH_3 sobre el valor nutritivo del mismo, debido a que el NH_3 rompe la barrera lignina-hemicelulosa-celulosa. Con respecto a las otras fracciones de la fibra los resultados obtenidos entre el tratamiento con NaOH y NH_3 son similares, siendo inferiores los resultados obtenidos con el tratamiento con urea.

El consumo voluntario y la digestibilidad de los alimentos son parte primordial del valor nutritivo y el objeto del tratamiento químico de pajas y rastrojos es incrementarlos. El mayor consumo de alimento fue registrado por los animales que consumieron rastrojo de maíz tratado con NH_3 , NaOH y urea, respectivamente, lo cual concuerda con lo informado por Rexen (1979), Sundstøl et al. (1978) y Klopfenstein (1978).

La ganancia diaria de peso fue mayor en los animales que consumieron rastrojo de maíz tratado con NH_3 , seguidos por los que recibieron el tratamiento con NaOH , observándose una gran diferencia con los animales que consumieron el tratamiento con urea, lo anterior es similar a lo informado por Garret et al. (1979) usando ovejitas y novillos; Erlinger y Klopfenstein (1975) con elote de maíz; Garret y Kohler (1974) con paja de trigo y Oji et al. (1976) con rastrojo de maíz. Debido a que todos los tratamientos recibieron el mismo tipo y cantidad de suplemento, las diferencias obtenidas pueden ser atribuibles al tipo de tratamiento del rastrojo de maíz.

El efecto del crecimiento compensatorio es observado cuando después de un período de subalimentación se proporciona un buen alimento en cantidades adecuadas, observándose que los animales pueden alcanzar el peso del mercado presentando únicamente un aumento en el tiempo para lograrlo.

Es interesante observar como en los parámetros de ganancia diaria, consumo diario y consumo por Kg de peso metabólico existe una diferencia estadística ($P < 0.05$) de los tratamientos con NH_3 y NaOH sobre el tratamiento con urea, sin embargo, la eficiencia en la utilización del alimento (conversión alimenticial) no presentó diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre los

tratamientos, en todos se puede observar una buena conversión alimenticia. - Se puede asumir que fue debido al efecto del crecimiento compensatorio, ya que los animales se encontraban en una fase de subalimentación al inicio del experimento. Asimismo se observó un mayor incremento de peso en los animales con más edad, con lo que se puede asumir que el efecto del crecimiento compensatorio puede ser mayor entre más edad tengan los animales.

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

Bajo las condiciones experimentales en que se efectuó el trabajo, se puede concluir:

1. Que el proporcionar una alimentación adecuada a animales con problemas de subalimentación y retraso en el crecimiento, provoca una respuesta positiva en cuanto a la tasa de crecimiento y ganancia de peso.
2. Que el tratamiento químico de pajas y rastrojos para la alimentación animal, es una práctica recomendable para obtener mayores beneficios de los alimentos fibrosos.
3. El tratamiento del rastrojo de maíz con NH_3 y NaOH mostraron tener la mejor respuesta en cuanto al consumo voluntario de alimento y ganancia de peso; sin embargo, para la elección de su utilización deberá considerarse el costo y disponibilidad de dichas sustancias químicas.

L I T E R A T U R A C I T A D A

1. Al-Rabbat, M.F. and Heaney, D.P.: The effects of anhydrous ammonia - - treatment of wheat straw and steam cooking of aspen wood on their feeding value and on ruminal microbial activity. I. Feeding Value assessments using sheep. Can. J. Anim. Sci., 58: 443-451 (1978a).
2. Al-Rabbat, M.F. and Heaney, D.P.: The effects of anhydrous ammonia - - treatment of wheat straw and steam cooking of aspen wood on their feeding value and on ruminal microbial activity. II. Fermentable energy and microbial growth derived from ammonia nitrogen in the ovine rumen. Can. J. Anim. Sci., 58: 453-463 (1978b).
3. Anderson, D. Craig: Use of cereal residues in beef cattle production -- systems. J. Anim. Sci., 46: 849-861 (1978).
4. A.O.A.C.: Official Methods of Analysis, Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., U.S.A. (1975).
5. Agriculture Handbook # 379, United States Department of Agriculture - - (1975).
6. Erlinger, L.L. and Klopfenstein, T.: Ammoniated acid hydrolyzed wood -- residue as a source of nitrogen for ruminants. J. Anim. Sci., 41: 1189-1198 (1975).
7. Garret, W.N. and Kohler, G.O.: Nutritive value of NaOH and NH₃ treated-rice straw. J. Anim. Sci., 38: 1342 (1974).
8. Garret, W.N., Walker, H.G., Kohler, G.O., Weiss, A.C., Graham, R.P., -- East, N.E. and Hart, M.R.: Response of ruminants to diets containing --

- sodium hydroxide or ammonia treated rice straw. J. Anim. Sci., 48: 92--103 (1979)
9. Horton, G.M.J.: The intake and digestibility of ammoniated cereal straws by cattle. Can. J. Anim. Sci., 58: 471-478 (1978).
 10. Horton, G.M.J. and Steacy, G.M.: Effect of anhydrous ammonia treatment on the intake and digestibility of cereal straws by steers. J. Anim. Sci., 48: 1239-1249 (1979).
 11. Jackson, M.G.: Review article: The alkali treatment of straws. Anim. -- Feed. Sci. Technol., 2: 105-130 (1977).
 12. Jacobs, M.B.: The chemical analysis of foods and food products. 3th ed., D. Van Nostrand Company Inc., New Jersey, U.S.A. P 667 (1965).
 13. Jorgensen, L.M.: Wheat straw + NH₃ could feed cattle if corn price -- climbs. Feedlot Management, 20: 14-15 (1978).
 14. Kellaway, R.C.: Improving the nutritive value of low quality forages. - Recent Advances in Animal Nutrition, The Univ. of New England Publishing Unit. Armindale, Australia, p 10-21 (1980).
 15. Klopfenstein, T.: Chemical treatment of cropresidues. J. Anim. Sci., 46: 841-848 (1978).
 16. Luna, F.J.: Hojas y puntas de caña de azúcar en la alimentación animal- (rumiantes), Alimentación Animal Aplicada. Editada por: Soriano T.J. y Castellanos, C.C., Coordinación Nacional de Nutrición Animal, México, - D.F., (1982).
 17. Maynard, L.A., Loosli, J.K., Hintz, H.F. and Warner, R.F.: Nutrición Animal, 4a. ed., McGraw-Hill, México, p 455 (1981).

18. Oji, U., Mowat, D.N., Winch J.E. and Buchanan-Smith, J.G.: Alkali Treatments of cor stover. J. Anim. Sci., 42: 1366 (1976).
19. Programa Nacional Agropecuario y Forestal, S.A.R.H., 1979, 1980, 1981.
20. Rexen, F.: Low-quality forages improve with alkali treatment. Feedstuffs, 51: 33-34 (1979).
21. Robles, S.R.: Producción de granos y forrajes. 3a ed., Limusa, México - (1982).
22. Sánchez, E.J.: Cambios en la composición química y digestibilidad de forrajes de baja calidad nutritiva, mediante el uso de diversos compuestos químicos. Tec. Pec. Méx., 31: 68-74 (1976).
23. Snedecor, G.W. and Cochran, E.G.: Statistical Methods, 5th ed., The Iowa State University Press, Ames, Iowa U.S.A. (1967).
24. Soundarà Rajan, S.N. and Khan, M.V.: Effect of sodium hydroxide or lime-treated wheat straw on the digestibility of nutrients. Indian J. Anim. Sci., 48: 9 (1978).
25. Sundstål, F., Coxwart, E. y Mowat, D.N.: Mejora del valor nutritivo de la paja mediante tratamiento con amoníaco. Rvta. Mundial Zoot., 26: 13 (1978).
26. Todorov, N.A.: Recent developments in animal nutrition research in Eastern Europe. J. Anim. Sci., 40: 1284-1299 (1975).
27. Van Soest, P.J.: Use of detergents in the analysis of fibrous feed. I.- Rapid methods for the determination of fiber and lignin. J. of the A.C. A.C., 4: 829 (1963).
28. Van Soest, P.J. and Wine, R.H.: Use of detergents in the analysis of fibrous feed. IV Determination of plant cell-wall constituents. J. of the A.O.A.C., 59: 90-95 (1967).

29. Van Soest, P.J. and Wine, R.H.: Determination of lignin and cellulose - in acid detergent fiber with permanganate. J. of the A.O.A.C., 51: 780 (1968).

30. Waagepetersen, J. and Vestergaard Thomsen, K.: Effect on digestibility and nitrogen content of barley straw of different ammonia treatments. - Anim. Feed. Sci. Technol., 2: 131-142 (1977).