

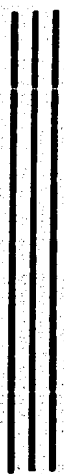
38
28j.



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

**DIGESTIBILIDAD in vitro DE HENO DE
AVENA (Avena sativa) TRATADA
CON AMONIACO ANHIDRO**



T E S I S

Que para obtener el título de:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P r e s e n t a :

JESUS CORONA LOPEZ

**Asesores: M.V.Z. Humberto Troncoso A.
M.V.Z. Alberto R. Alvarez y C.
M.V.Z. Ismael Escamilla Gallegos**



México, D. F.

1987



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 está 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.

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
MATERIAL Y METODOS.....	9
RESULTADOS.....	11
DISCUSION.....	18
LITERATURA CITADA.....	20

R E S U M E N

CORONA LOPEZ JESUS, Digestibilidad in vitro de heno de avena (Avena sativa) tratada con amoníaco anhidro (bajo la dirección de: Humberto Troncoso, Alberto R. Alvarez e Ismael Escamilla Gallegos).

El presente trabajo se realizó en el Departamento de Bioquímica y Nutrición, en colaboración con el Centro Ovino del Programa de Extensión Agropecuaria, en Topilejo, D.F. de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Se realizó el tratamiento químico con amoníaco anhidro en heno de avena de mala calidad de la cosecha 1984 para evaluar el efecto del tratamiento sobre el heno. El método que se empleó fue el Noruego. Se tomaron al azar 20 muestras de heno tratado y 20 muestras de heno sin tratar para realizar el análisis químico proximal, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y la digestibilidad in vitro de la materia seca por el método de Tilley-Terry. Los datos se analizaron mediante pruebas t e intervalos de confianza. Se encontró un aumento en el contenido de proteína cruda de 5.75 %, la fibra detergente neutro disminuyó de 77.15 a 67.94 %, la fibra detergente ácido disminuyó 53.13 a 43.64 % y la digestibilidad aumentó un 22.41 % con respecto al heno de avena no tratada.

DIGESTIBILIDAD in vitro DE HENO DE AVENA (avena sativa) TRATADA CON AMONIACO ANHIDRO

INTRODUCCION

En nuestro país la Dirección General de Aprovechamientos Forrajeros en la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos reporta que existen 41,5 millones de toneladas de esquilmos agrícolas y de estos, 30 a 31 millones de toneladas corresponden a pajas de cereales en el ciclo 82-83, y que en términos generales se aprovechan alrededor del 42% (3,17).

La utilización de las pajas y rastrojos en los últimos 25 años ha cobrado un gran interés por el incremento en los costos de producción por concepto de alimentación (1,4, 12,21,23).

Existe abundante información sobre las características del valor nutricional y las opciones para el mejoramiento del uso de esquilmos, tanto en sistemas de confinamiento como en apoyo a la producción de animales en pastoreo (4,7,15,26).

La principal limitante para la utilización de los esquilmos agrícolas es su bajo contenido de nutrientes, ya que por sí solos son incapaces de satisfacer las necesidades de mantenimiento en los animales (2,4,15,17,18). Además por su gran volumen hace poco costoso el proceso de cosecha, procesamiento, transporte y mantobras; restringiéndose a un radio muy limitado su utilización racional (3,4,11,23).

Otra es la escasez y poca versatilidad de la maquinaria forrajera. En las áreas de riego esta situación es crítica por la premura con que deben desalojarse las tierras para iniciar el siguiente ciclo de cultivos (4,8).

El resultado es que estos productos se desechen o se utilicen con otros fines como son: cama para animales de granja, aislantes, rellenos, abono orgánico en terrenos agrícolas, como combustible o simplemente son quemados; desperdiciando la energía que contienen; de ahí se tiene una alternativa en la utilización, empleándolos en la alimentación de los rumiantes (3,4,11,23).

Los principales constituyentes presentes en la fibra de los forrajes son: la celulosa, hemicelulosa y la lignina; la composición química y física así como la interacción entre estos componentes determinan la disponibilidad de la celulosa y hemicelulosa como fuentes de energía para los microorganismos ruminales que finalmente será utilizada por el animal (4, 8).

La lignina, por su parte, es un factor endógeno de la planta que está constituida por polifenoles altamente polimerizados. Cuando se asocian con otros componentes de la pared celular, producen una disminución en la velocidad de paso en la ingesta y a su vez determinan que la digestibilidad de la fibra en los forrajes sea menor. Así también, la formación de celulosa cristalizada presenta una alta resistencia a las enzimas celulolíticas, obteniéndose el mismo efecto antes mencionado (4, 6, 30).

Con el objeto de contrarrestar estos efectos y para aumentar la digestibilidad de este tipo de forrajes se han utilizado diferentes métodos a saber: físicos, químicos y biológicos.

Los principales tratamientos físicos son el picado, la molienda, que permiten una mayor superficie del forraje, para que sea atacado más eficientemente por parte de las bacterias ruminales, y el peletizado (4, 17, 8, 20).

El tratamiento biológico consiste en la utilización de hongos que degradan la lignina pero no así la celulosa o hemicelulosa. No se han desarrollado métodos adecuados a nivel de granja y faltan por realizarse ensayos en la alimentación con animales (5,8).

Desde finales del siglo pasado se han hecho intentos para mejorar el valor nutritivo de la paja y otros forrajes bastos de poca calidad mediante el tratamiento químico. Estos métodos tuvieron amplia difusión en Noruega desde la Segunda Guerra Mundial (4,8,10,17,19,20,26).

Dentro de los tratamientos químicos más comunes y los que presentan mayor posibilidad de uso práctico están los tratamientos con productos alcalinos como es el hidróxido de sodio (NaOH), el hidróxido de calcio (Ca (OH)₂), hidróxido de amonio (NH₄OH), hidróxido de potasio (KOH) y amoníaco anhidro (NH₃). También se utiliza la urea como precursor de NH₃ (4, 8, 17, 26).

El modo de acción de estos tratamientos es mediante el rompimiento de enlaces ésteres alcalilables entre la lignina y la hemicelulosa por medio de una hidrólisis. Además produce una hinchazón de la celulosa, facilitando la acción de las enzimas bacterianas, reduciendo la cristalización de la misma (4, 17, 18).

El efecto del tratamiento cuando el animal consume el esquilmo, es un aumento en la digestibilidad, aumentando la velocidad del vaciado ruminal (tasa de pasaje) por lo que también aumenta el consumo de alimento. No obstante, en tratamientos con NaOH a niveles mayores del 4% en base seca, se ha observado que el incremento en la digestibilidad es menor in vivo que lo observado in vitro (4, 8, 17).

El tratamiento con NaOH es el más estudiado y ha sido utilizado desde inicios de siglo. Existen varios métodos: el de Beckman simple y modificado, por aspersión con solución concentrada, ensilaje con solución concentrada y el tratamiento industrial (4, 8).

El tratamiento con amoníaco anhidro a las pajas, rastrojos y forrajes de mala calidad ha despertado gran interés en los últimos años; debido a que presenta importantes ventajas sobre el tratamiento con NaOH (4, 8, 17, 26).

Existen varios sistemas para llevar a cabo este tratamiento: ensilaje con solución de hidróxido de amonio, tratamiento con gas y calor en un tanque sellado (24 horas) y el método Noruego con amonio en gas o amoníaco anhidro.

El método que ha tenido mayor aplicación práctica en nuestro país es el Noruego, que consiste en apilar las pacas y taparlas con un plástico, posteriormente se inyecta amoníaco anhidro en forma de gas, que se encuentra a una concentración del 82 % (7, 8).

El amoníaco es un producto químico de lenta acción pero como ocurre en las reacciones químicas, el efecto de la amonificación se acelera aumentando la temperatura; así tenemos que en climas tropicales el tiempo del tratamiento es menor con respecto a los climas fríos (26).

Con respecto a la disificación del amoníaco anhidro, en general se utiliza del 3 al 4 % con base en el contenido de materia seca y dosis arriba del 5.5 % no produce efectos aditivos en pruebas de digestibilidad in vitro (4, 8, 26).

Las ventajas del Método Noruego son: su facilidad de manejo que no requiere agua; no existen requisitos específicos en cuanto a forma y tamaño donde se realizará la reacción; se realiza en forrajes compactos o flojos; se realiza en el campo de cultivo; es independiente a las condiciones climáticas; aumenta la gustosidad del forraje; el amoníaco actúa como agente preservador; previene la formación de hongos si el esquilmo contiene humedad excesiva; se pierde la capacidad de germinación de algunas malas hierbas y se cuenta con forraje incluso cuando hay fracasos en los cultivos (18, 23, 26).

Las desventajas son: el tratamiento debe realizarse en forma hermética; es un producto químico desagradable al manipular; se necesita adiestrar al personal para el manejo del gas; se pierden 2/3 partes del amoníaco al abrirse el recipiente y, en concentraciones en el aire del 15 al 28 % de amoníaco es explosivo por ignición (18,23,26).

El tratamiento con amoníaco anhidro ha demostrado ser un método para mejorar la calidad de las pajas en la alimentación de los rumiantes teniendo un efecto benéfico en cuanto al consumo voluntario, digestibilidad y respuesta animal (2, 9,10,14,15,16,17,21,24,26,29).

Sundstøl (26), reporta que después del tratamiento amoniacal observó en general, que el nitrógeno del material aumentaba de 0,8 a 1,8 %, lo que representa un aumento de 5-6 % en el contenido de proteína bruta. En experimentos con paja de avena y cebada, la digestibilidad aumentó en 20 a 40 %.

Díaz y Col. (7), reportaron que en paja de trigo tratada con amoníaco, encontraron un aumento en 8 unidades en la digestibilidad in vitro de la materia seca, que la fibra detergente neutra (FDN) bajó de 80,6 a 70,9 % y la proteína cruda aumentó de 3,1 a 10,6%.

Gómez y Col. (9), reportan al evaluar diferentes esquilmos, un aumento de 12,2% en la digestibilidad in vitro de la materia seca, en las pajas de cereales tratados con 3% de amoníaco anhidro.

Saenger (24), menciona el efecto del tratamiento con amoníaco anhidro en paja de trigo, incrementándose la proteína cruda de 3,6 a 11,2 %, la fibra detergente neutra bajó de 74,8 a 66,9 %.

Castañeda y Monroy (4), mencionan que la digestibilidad in vitro aumentó como máximo en un 15%, esto se logra con una dosis del 3% de amoníaco anhidro.

Jiménez y Shimada (14), reportan en un trabajo sobre rastrojo de maíz tratado con hidróxido de sodio, urea y amoníaco anhidro, que éste último fue el que mejor se comportó, ya que el contenido de nitrógeno se duplicó de 5,2 a 12,9 %, así como la fibra detergente neutra bajó de 79,9 a 56,3%.

Herrera y Col. (12), determinaron el efecto del tratamiento con amoníaco en paja de trigo; encontrando que el contenido de proteína cruda subió de 3,6 a 9,8% y la digestibilidad in vitro de 13,8 a 31,8%.

Llamas (17), reportó que el contenido de nitrógeno aumenta en 1% en pajas tratadas con amoníaco anhidro y de 5

a 10% en digestibilidad. Así como la fibra detergente neutra disminuye en un 10%.

En la conservación de los forrajes frescos se utiliza el método de henificación, teniendo como principio la reducción del contenido de humedad a un nivel tal que inhiba la acción enzimática de las plantas y microorganismos presentes en ellas (13,25). En general, se ha establecido que para conservar un heno en óptimas condiciones, deberá contener entre un 15-20% de humedad (13,25).

El valor nutritivo de los forrajes es una expresión del potencial del animal para producir carne, leche u otros productos y ésta a su vez está determinada por el consumo animal, digestibilidad y eficiencia de la utilización del forraje digerido (20).

Cada componente antes mencionado está influenciado por las características inherentes al forraje, al animal y por la interacción entre ellas (20). Las características inherentes al forraje son: su gustocidad y ésta a su vez por su composición química, tipo de forraje, succulencia, contenido de alcaloides, la proporción de hojas-tallo y la más importante es en que etapa del desarrollo fisiológico se encuentra la planta (20).

Estas características darán como resultado un mejor aprovechamiento del forraje por parte del animal y a su vez determinan la calidad del forraje. Hay dos características a nivel de campo que determinan la calidad del forraje (heno): el color y la cantidad de follaje. El color verde indica el valor nutritivo del heno, a mayor intensidad indica que el heno fue cosechado durante el crecimiento de la planta, y la cantidad del follaje, puesto que el nivel de proteína está en proporción con el contenido de hojas (25).

La cantidad de follaje está influenciado a su vez por los trabajos de campo, así un forraje que ha sido segado y permanece por un tiempo prolongado en el campo expuesto a condiciones climáticas adversas, presenta un color amarillento, la proporción de hojas será baja, por lo tanto se considera un heno de mala calidad.(8,13,20).

La finalidad del presente trabajo fue evaluar el efecto que tiene el tratamiento con amoníaco anhidro en henos de avena de mala calidad en pruebas in vitro utilizando la técnica de Tilley-Terry, Van Soest y Análisis Químico Proximal (22,27,30).

Hipótesis

El heno de avena de mala calidad tratada con amoníaco anhidro comparada con otra no tratada de la misma cosecha, aumenta su digestibilidad in vitro y su contenido de proteína.

Objetivo

Determinar la proteína cruda, fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y la digestibilidad in vitro de la materia seca por el método de Tilley-Terry, en heno de avena (Avena sativa) de mala calidad tratada con amoníaco anhidro.

MATERIAL Y METODOS

El presente trabajo se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, en el Departamento de Bioquímica y Nutrición, en colaboración con el Centro Ovino del Programa de Extensión Agropecuaria, ubicado en el km. 28.5 de la carretera federal México-Cuernavaca en el Municipio de Topilejo, D.F.

Se utilizó heno de avena cosechado en el año de 1984 por el Departamento de Producción Agrícola en dicho Centro, por sus características cuantitativas y cualitativas se consideró un heno de mala calidad.

El método empleado en el tratamiento químico fue el Noruego (25), consistente en apilar las pacas y taparlas con un plástico. Se estibarón 6 toneladas de heno de avena en 4 capas (3 m de ancho, 1.3 m de altura y 10.75 m de largo correspondiendo a 42 m^3), cubiertas por un plástico de 8 x 15 m de superficie y 2 mm de grosor, alrededor de la estiba se cubrió con tierra para impedir fugas del gas.

Con una manguera de plástico duro de 25 m de largo con perforaciones cada 80 cm e intercalada en las pacas, se inyectó el gas a razón del 4% de su peso en materia seca, quedando a esta concentración. El tiempo de permanencia fue de 8 semanas, más otras 2 para aerearse el heno y permitir que el excedente de gas se perdiera. Al cabo de este tiempo, se tomaron 20 muestras al azar de heno tratado y 20 muestras de heno sin tratamiento.

Las pruebas que se realizaron fueron: el análisis químico proximal en 20 muestras dobles, análisis de fibra de tergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) en 10 muestras y, digestibilidad in vitro de la materia seca por el método de Tilley-Terry.

Las pruebas estadísticas a que se sometieron los resultados fueron: la desviación standard, intervalo de confianza para cada característica y comparación de los datos mediante pruebas T (22,26).

RESULTADOS

En el cuadro No. 1 se muestran los resultados del análisis químico proximal completo del heno tratado; se observa que dentro del valor del coeficiente de variación sólo el extracto etéreo tiene un elevado porcentaje, no así las otras determinaciones.

En el cuadro No. 2 se muestran los resultados del análisis químico proximal completo del heno sin tratar; igualmente el extracto etéreo está elevado; la fibra cruda se presenta casi idéntica al heno tratado, no así la proteína cruda, el extracto etéreo y la relación nutritiva, que variaron en 5.75, 6.04 y 4.49 unidades porcentuales respectivamente.

En el cuadro No. 3 se muestran los datos de las pruebas estadísticas del análisis químico proximal, siendo diferentes la proteína cruda, el extracto libre de nitrógeno, la materia seca, la humedad y la relación nutritiva.

En los cuadros No. 4 y 5, se observan los resultados de los análisis de fibra detergente neutro y fibra detergente ácido. Se efectuaron sólo en 10 muestras para cada tratamiento debido a la falta de reactivo, y se muestra que hubo diferencias estadísticas ($P < .05$) para ambos tratamientos.

Finalmente en el cuadro No. 6, están los valores de la digestibilidad *in vitro* para ambos tratamientos, siendo éstos diferentes estadísticamente ($P < .05$), encontrándose un aumento en la digestibilidad del 22.41 % con respecto al heno de avena no tratado.

Cuadro N°1.- Resultados promedio del Análisis Químico Proximal en base seca de 20 muestras de heno de avena (Avena sativa) tratada con amoníaco anhidro.

Determinación	Promedio X	Desviación Standard	C.V. %	Intervalo de* Confianza
Humedad	12.21	1.28	10.50	11.61-12.80
Materia Seca	87.78	1.28	1.46	87.18-88.37
Proteína Cruda	13.75	1.55	11.27	13.02-14.47
Extracto Etéreo	2.19	1.32	60.27	1.57-2.80
Cenizas	6.29	1.10	17.49	5.77-6.80
Fibra Cruda	40.04	4.33	10.82	38.01-42.06
E.L.N.	37.68	2.99	7.94	36.28-39.07
T.N.D.	62.60	2.99	4.77	61.2-63.99
E.D. Kcal/kg aprox.	2754.53	131.70	4.78	2692.95-2816.1
Relación Nutritiva	5.14	0.83	16.15	4.75-5.52

* Intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro N°2.- Resultados promedio del Análisis Químico Proximal en base seca de 20 muestras de heno de avena (Avena sativa) sin tratamiento.

Determinación	Promedio X	Desviación Standard	C.V. %	Intervalo de* Confianza
Humedad	10.14	1.07	10.55	9.63-10.64
Materia Seca	89.85	1.07	1.19	89.34-90.35
Proteína Cruda	7.98	0.89	11.15	7.56-8.39
Extracto Etéreo	2.02	0.70	34.65	1.69-2.34
Centzas	5.67	0.64	11.28	5.37-5.96
Fibra Cruda	40.68	3.08	7.57	39.23-42.12
E.L.N.	43.72	2.22	5.08	42.68-44.75
T.N.D.	63.14	1.56	2.47	62.10-64.17
E.D. Kcal/kg aprox.	2778.44	68.91	2.48	2746.22-2810.6
Relación Nutritiva	9.63	1.06	11.00	9.13-10.12

* Intervalo de confianza del 95 %.

Cuadro N° 3.- Resultados promedio del Análisis Químico Proximal en 20 muestras de heno de avena (Avena sativa)

Determinación	Promedio tratado	Promedio sin tratar
Humedad	12.21 A	10.14 B
Materia seca	87.78 A	89.85 B
Proteína Cruda	13.75 A	7.98 B
Extracto etéreo	2.19 A	2.02 A
Cenizas	6.29 A	5.67 A
Fibra Cruda	40.04 A	40.68 A
E.L.N.	37.68 A	43.72 B
T.N.D.	62.60 A	63.14 A
E.D. Kcal/kg aprox.	2754.53 A	2778.44 A
Relación Nutritiva	5.14 A	9.63 B

Promedios con diferente letra son estadísticamente diferentes (P < .05)

Cuadro N°4.- Resultado de los promedios de la determinación de Fibra Detergente Neutro en 10 muestras de heno de avena (Avena sativa).

Concepto	Heno con tratamiento	Heno sin tratamiento
Promedio (%)	67.94 ^A	77.15 ^B
Desviación Standard	2.51	3.72
C.V. (%)	3.69	4.82
Intervalo de Confianza	65.70-70.18	73.83-80.47

Promedios con diferente letra son estadísticamente diferentes ($P < .05$)

Los valores obtenidos corresponden al contenido de paredes celulares.

Cuadro N°5.- Resultado de los promedios de la determinación de Fibra Detergente Acido en 10 muestras de heno de avena (Avena sativa).

Concepto	Heno con tratamiento	Heno sin tratamiento
Promedio (%)	43.64 ^A	53.13 ^B
Desviación Standard	2.51	3.66
C.V. (%)	5.75	6.90
Intervalo de Confianza	41.40-45.88	49.87-56.39

Promedios con diferente letra son estadísticamente diferentes ($P < .05$)

Los valores obtenidos corresponden al contenido de celulosa, lignina, sílice y material mineral.

Cuadro N°6.- Resultados Promedio de la Digestibilidad in vitro de la materia seca en 20 muestras de heno de avena (Avena sativa)

Concepto	Heno con tratamiento	Heno sin tratamiento
Promedio (%)	16,95 ^A	13,15 ^B
Desviación Standard	2.75	3.95
C.V. (%)	16.22	30.03
Intervalo de Confianza	15,39-18,51	11,37-14,93

Promedios con diferente letra son estadísticamente diferentes (P .05).

DISCUSION

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede observar (ver cuadro No. 1 y 6), que el efecto del tratamiento con amoniaco anhidro sobre el heno de avena de mala calidad, resultó en un aumento en la cantidad de proteína cruda, debido a la fijación de nitrógeno no protéico sobre el forraje, así como el incremento en la digestibilidad in vitro por el rompimiento de los enlaces entre la lignina, hemicelulosa y celulosa (4,15,16).

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Sundstøl (25), Díaz (6), Santacruz (5), Saenger (23), Castañeda y Monroy (4), Jiménez y Shimada (12), Herrera y Saldaña (10). En los cuales, encuentran un efecto positivo en el tratamiento de forrajes toscos mediante la aplicación de amoniaco - anhidro; obteniendo un aumento en la proteína cruda de 5.75%, la fibra detergente neutro disminuyó de 77.15 a 67.94 %, la fibra detergente ácida disminuyó de 53.13 a 43.64 % y la digestibilidad in vitro aumentó un 22.41 % con respecto al heno de avena no tratada (ver cuadro 4,5 y 6).

Se puede observar dentro de los valores del análisis químico proximal que la determinación de fibra cruda, el total de nutrientes digestibles y la energía digestible son casi iguales para el heno tratado y el heno sin tratar (ver cuadro 1 y 2), esto debido a que cuantitativamente son iguales, pero cualitativamente no, esto se corrobora al realizar el análisis de fibra detergente neutro y fibra detergente ácida, los cuales fueron mayores; 9.21 y 9.49 % respectivamente. Con relación a la digestibilidad in vitro hubo un incremento de más del 20 % a favor del heno tratado.

Sólo una determinación en el análisis químico proximal tuvo un coeficiente de variación elevado, este fue el extracto etéreo; esto seguramente debido a fallas en la técnica y/o del muestreo.

También se observa que el extracto libre de nitrógeno se encuentra elevado en el heno tratado, debido a la hidrólisis

sis de los enlaces entre la lignina, hemicelulosa y celulosa por parte del amoníaco anhidro; dejando libre mayor cantidad de celulosa y azúcares solubles. Con lo que respecta a la relación nutritiva, ésta igualmente se elevó en el heno tratado, ya que es una determinación cuyo valor está directamente relacionado al nitrógeno existente en la muestra; y al añadir nitrógeno no proteico por parte del tratamiento, ésta determinación por consiguiente se elevó.

A nivel de campo no sólo se necesita de la información que puede ofrecer un análisis químico proximal para conocer el valor nutricional de un heno y poder formular la dieta de los animales de granja, sino que se tiene que contemplar varios aspectos, como son: prácticas de cultivo (fertilización principalmente), el grado de madurez de la planta, el efecto del medio ambiente sobre el proceso de henificación, el manejo del forraje durante la cosecha y contemplar este análisis con otras pruebas de laboratorio que permitan precisar el valor nutritivo de los forrajes.

Por lo tanto, en el caso de haber obtenido un heno de mala calidad, se puede en un momento dado, utilizar el tratamiento químico con amoníaco anhidro y obtener un forraje más apetecible para el ganado, así como un alimento de me -
jor calidad.

LITERATURA CITADA

- 1.- Bribiesca, J.E.: Aprovechamiento de esquilmos agrícolas para engorda de ganado bovino. 1er. Simposio Nacional Sobre el Aprovechamiento de Esquilmos Agrícolas y Subproductos Industriales para la Alimentación Animal. Centro de Convenciones del Centro Médico Nacional, México, D.F. 1982, Mesa 1. Departamento de Divulgación de la Dirección General de Aprovechamientos Forrajeros: México, D.F. (1982).
- 2.- Carrillo, M.E.: Tratamiento de pajas con amoniaco anhídrido para alimento de ganado. 1er. Simposio Nacional Sobre el Aprovechamiento de Esquilmos Agrícolas y Subproductos Industriales para la Alimentación Animal. Centro de Convenciones del Centro Médico Nacional, México, D.F. 1982. Mesa 1. Departamento de Divulgación de la Dirección General de Aprovechamientos Forrajeros, México, D.F. (1982).
- 3.- Castañeda, F.E., Espinoza, E.C., Sierra, E.J. y Riveroll, B.A.: Esquilmos Agrícolas. 1er. Simposio Nacional Sobre el Aprovechamiento de Esquilmos Agrícolas y Subproductos Industriales para la Alimentación Animal. Centro de Convenciones del Centro Médico Nacional, México, D.F., 1982. Mesa 1. Departamento de Divulgación de la Dirección General de Aprovechamientos Forrajeros. México, D.F. (1982).
- 4.- Castañeda, F.E. y Monroy, A.V.: Métodos de procesamiento de subproductos agrícolas para elevar su valor nutricional. Memorias del Seminario Utilización de Subproductos Agroindustriales en la Alimentación de Rumiantes. Colegio de Postgraduados, Chapingo, Texcoco, Estado de México, 1984. 25-29. Taller de impresión del Colegio de Postgraduados, Chapingo, Texcoco, Estado de México. (1984).
- 5.- Chang, S.T.; Hayes, W.A.: The Biology and cultivation of edible mushrooms. Academic Press. U.S.A, 1978.

- 6.- Darey, B.K. and Belyea, R.L.: Effect of delignification upon in vitro digestion of forage cellulose. J. Anim. Sci. 51: 798-80
- 7.- Díaz, N.T., Llamas, L.G. y Gómez, A.R.: Paja de trigo tratada con amoníaco en gas y dos fuentes de energía para novillos en crecimiento. Memorias de la Reunión Anual de Investigación Pecuaria en México. I.N.I.P.-S.A.R.H., México, D.F., 1984. 684-687. Departamento de Divulgación del I.N.I.P., México, D.F. (1984).
- 8.- Flores, M.J.: Bromatología Animal. LIMUSA. México 1983.
- 9.- Gómez, A.R., Romero, G.H., Llamas, L.G. y Santacruz, M. I.: Efecto del tratamiento alcalino de la paja de trigo sobre su digestibilidad. Avances de Investigación Pecuaria en el Estado de Sonora, Sonora 1982. 55-58. Centro de Investigaciones Pecuarias del Estado de Sonora, Sonora (1982).
- 10.- Gutiérrez, D.E.: Rastrojo de maíz en la alimentación de los rumiantes; III efecto del tratamiento químico, 1er. Simposio Nacional Sobre el Aprovechamiento de Esquilmos Agrícolas y Subproductos Industriales para la Alimentación Animal, Centro de Convenciones del Centro Médico Nacional, México, D.F., 1982. Mesa 1, Departamento de Divulgación de la Dirección General de Aprovechamientos Forrajeros, México, D.F. (1982).
- 11.- Herrera, S.R.: Efecto del rastrojo de sorgo tratado con amoníaco anhidro en la engorda de toros. 1er. Simposio Nacional Sobre el Aprovechamiento de Esquilmos Agrícolas y Subproductos Industriales para la Alimentación Animal. Centro de Convenciones del Centro Médico Nacional, México, D.F., 1982. Mesa 1, Departamento de Divulgación de la Dirección General de Aprovechamientos Forrajeros, México, D.F. (1982).
- 12.- Herrera, S.R., Church, D.C. y Kellems, R.V.: Effects of ammoniation treatment of wheat straw on in vitro and in vivo digestibility. J. Anim. Sci., 56: 938-941 (1983)

- 13.- Hughes, H.D., Heat, M.E.: Forrajes CECSA, México, (1980)
- 14.- Jiménez, D.A. y Shimada, A.S.: Comportamiento del borrego pelibuey en crecimiento, alimentado en base a rastrojo de maíz tratado con alcalis (NH_3 , NaOH, UREA). Memorias de la Reunión Anual de Investigación Pecuaria en México, I.N.I.P.-S.A.R.H., 1983. 692-694. Departamento de Divulgación del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. México, D.F. (1983).
- 15.- Klopfenstein, T.: Chemical treatment of crop residues. J.Anim.Sci. 48: 1239 (1978).
- 16.- Laksessvela, B.: A note on the use of whole, moist barley treated with ammonia as a feed supplement for sheep. Anim. Prod., 32: 231-233 (1981).
- 17.- Llamas, L.G.: Tratamiento alcalino de pajas y rastrojos. Memorias del II Curso Nacional de Actualización en Nutrición y Alimentación de Rumiantes. I.N.I.P., 1984. 127-131. Departamento de Divulgación del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. México, D.F. (1984).
- 18.- Martínez, A.A., Sortano, T.J. y Shimada, S.A.: Rastrojo de maíz tratado con amoníaco anhidro y su efecto en el comportamiento de ovinos en crecimiento. Memorias de la Reunión Anual de Investigación Pecuaria en México, I.N.I.P.-S.A.R.H., 1983. 695-698. Departamento de Divulgación del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarias. México, D.F. (1983).
- 19.- Maya, G.N.: Como transformar la paja y otros esquilmos agrícolas en alimento valioso para rumiantes. Ier. Simposio Nacional Sobre el Aprovechamiento de Esquilmos Agrícolas y Subproductos Industriales para la Alimentación Nacional, 1982. Mesa 1. Departamento de Divulgación de la Dirección General de Aprovechamientos Forrajeros. México, D.F. (1982).

- 20.- Orcasberro, R. y Fernández, R.S.; Importancia del valor nutritivo de los forrajes en la nutrición ovina. Los Forrajes en la Alimentación de Ovinos. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, Estado de México. 1982.
- 21.- Rexen, F.: Low-quality forages improve with alkali treatment. Feedstuffs, 51: 33 (1979)
- 22.- Rivera, M.A.; Efecto de la edad, estación de corte y fertilización sobre la digestibilidad in vitro de la materia seca del pasto nativo (Paspalum spp/Axonopus spp) y Bermuda cruzal (Cynodon dactylon x Cynodon nlemfuensis). Tesis de Licenciatura de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 1982.
- 23.- Rodríguez, G.F.; Usos y formas de utilización de pajas y rastrojo. Memorias del II Curso Nacional de Actualización en Nutrición y Alimentación de Rumiantes. I.N.I.P. 1984. 114-120. Departamento de Divulgación del Instituto Nacional de Investigaciones Pecuarías, México, D.F. (1984)
- 24.- Saenger, P.F., LERNENAGER, R.P. and Hendrix, K.S.; Effect of anhydrous ammonia treatment of wheat straw upon in vitro digestion performance and intake by cattle. J. Anim. Sci. 56: 15-20 (1983).
- 25.- Sánchez, G.E.; Uso de Forrajes de corte henificado en la alimentación de rumiantes. Segundo Congreso Nacional de la Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal. Auditorio del Registro Civil de Veracruz, Ver. 1981.
- 26.- Sundstøl, F., Coxworth, E. y Mowat, D.N.; Mejora del valor nutritivo de la paja mediante el tratamiento con amoníaco. Revista Mundial de Zootecnia, F.A.O., 26: 13-21 (1978).
- 27.- Tilley, J.M.A. and Terry, R.A.; A two technique for the in vitro digestion of forage crops. Brit. Grassl. Soc., 18: 104 (1963).

- 28.- Todorov, N.A.; The effect of feeding dairy cows with wheat straw treated with anhydrous ammonia or ensiled with ammonia water or carbamide. Zhivotnov'd Navki, 18: 20-27 [1981].
- 29.- Troels, S.R.; Utilización de la paja principalmente como alimento para ganado, 1er. Simposio Nacional Sobre Aprovechamiento de Esquilmos Agrícolas y Subproductos Industriales para la Alimentación Animal, Centro de Convenciones del Centro Médico Nacional, 1982. Mesa 1, Departamento de Divulgación de la Dirección General de Aprovechamientos Forrajeros, México, D.F. [1982].
- 30.- Van Soest, P.J.; Symposium on nutrition and forage and pastures; new chemical procedures for evaluating forages. J.Anim.Sci., 23: 834-845 [1964].