

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFEECTO DEL HIDROXIDO DE SODIO (NaOH)
Y LA SUPLEMENTACION CON DIFERENTES
FUENTES PROTEINICAS EN LA
DIGESTIBILIDAD Y LIBERACION DE AMONIACO
in vitro EN RASTROJO DE MAIZ

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

HOMERO HERNANDEZ AMARO

MARIN, N. E.

NOVIEMBRE DE 1982



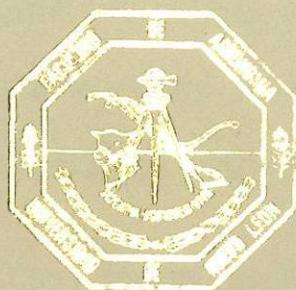
T
SB191
.M2
E47
C.1



1080061495



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



EFECTO DEL HIDROXIDO DE SODIO (NaOH)
Y LA SUPLEMENTACION CON DIFERENTES
FUENTES PROTEINICAS EN LA
DIGESTIBILIDAD Y LIBERACION DE AMONIACO
in vitro EN RASTROJO DE MAIZ

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA
PRESENTA

HOMERO HERNANDEZ AMARO

MARIN, N. L.

NOVIEMBRE DE 1982

T
SB191
.M2
H471

040.633
FA 27
1982



Biblioteca Central
Magna Solidaridad

F. TESIS



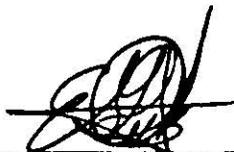
BU Raúl Rangel Frías
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

EFECTO DEL HIDROXIDO DE SODIO (NaOH) Y LA SUPLEMENTA-
CION CON DIFERENTES FUENTES PROTEINICAS EN LA DIGES--
TIBILIDAD Y LIBERACION DE AMONIACO in vitro EN RASTRO
JO DE MAIZ.

TESIS PRESENTADA POR HOMERO HERNANDEZ AMARO, COMO RE-
QUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO
AGRONOMO ZOOTECNISTA.

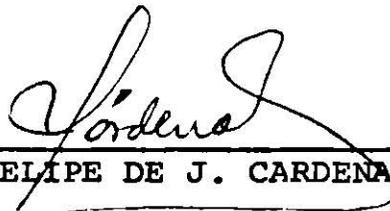
COMITE DE REVISION

ASESOR PRINCIPAL:



ING. M.C. ERASMO GUTIERREZ ORNELAS

ASESOR AUXILIAR:



ING. M.C. FELIPE DE J. CARDENAS GUZMAN

FECHA: 1º DE NOVIEMBRE DE 1982.

A MIS PADRES:

SR. JOSE MA. HERNANDEZ SALDIVAR

SRA. GLORIA E. AMARO DE HERNANDEZ

Por su apoyo y confianza brindada
que hizo posible la culminación de
mi carrera.

A MIS HERMANOS:

MARIA DE JESUS

RAMON

ANGELICA ESPERANZA

HECTOR MANUEL

ELSA

A MIS FAMILIARES:

Por los estímulos recibidos de su parte para mi -
superación profesional.

A MIS ASESORES:

ING. M.C. ERASMO GUTIERREZ ORNELAS

ING. M.C. FELIPE DE JESUS CARDENAS G.

Por su acertada colaboración que fue determinante en la realización de -- este trabajo.

MI AGRADECIMIENTO A:

Q.I. ROSARIO MIRELES DE SALCEDO

ING. MA. DEL CARMEN RUSSILDI

SRA. MA. ELENA GARCIA G.

Por su ayuda brindada en la terminación de este trabajo.

A LOS MAESTROS Y COMPAÑEROS
DE LA FAC. DE AGRONOMIA.

I N D I C E

	PAGINA
1. I N T R O D U C C I O N.....	1
2. L I T E R A T U R A R E V I S A D A.....	3
2.1. Efecto del hidróxido de sodio sobre el valor nutritivo de los forrajes toscos.....	3
2.2. Efecto de la suplementación nitrogenada sobre la utilización de forrajes toscos.....	6
2.3. La actividad celulolítica en el rumen.....	9
2.4. Utilización del amoníaco por los microbios - del rumen.....	10
2.4.1. Concentración óptima de amoníaco con el ru men.....	12
2.4.2. Efecto de la composición de la ración so-- bre la concentración de amoníaco ruminal..	14
3. M A T E R I A L E S Y M E T O D O S.....	17
3.1. Experimento N° 1: Efecto del hidróxido de so dio y la suplementación proteínica en la di- gestibilidad <u>in vitro</u> del rastrojo de maíz..	18
3.2. Experimento N° 2: Efecto del tratamiento -- químico, suplementación proteínica y tiempo de fermentación en la producción de amoníaco	

<u>in vitro</u> con dietas basadas en rastrojo de maíz.....	19
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
4.1. Experimento N° 1. Efecto del tratamiento - con NaOH y suplementación proteínica sobre la digestibilidad <u>in vitro</u> del rastrojo de maíz.....	21
4.2. Experimento N° 2. Efecto del tratamiento - químico, suplementación proteínica y tiem- po de fermentación en la producción de am- niaco <u>in vitro</u> con dietas basadas en ras- trojo de maíz.....	24
5. RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	35
6. B I B L I O G R A F I A.....	39

INDICE DE CUADROS

CUADRO		PAGINA
1	Composición de las mezclas utilizadas.....	19
2	Efecto del hidróxido de sodio y la suplementación proteínica de la digestibilidad <u>in -- vitro</u> del rastrojo de maíz.....	23
3	Concentración de amoníaco como efecto de las fuentes proteínicas y tratamiento químico a diferentes tiempos.....	30
4	Análisis de varianza para la liberación de - amoníaco (mg/litro) obtenida en el <u>experimen</u> to 2.....	31

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Efecto de la suplementación del rastrojo - de maíz (RM) con soya, harinolina, <u>gallina</u> za y urea sobre la liberación de amoníaco en función del tiempo.....	32
2	Efecto del tratamiento químico y suplementación proteínica sobre la liberación de amoníaco <u>in vitro</u> en relación al tiempo...	33
3	Esquema de la interacción tiempo de <u>incubación</u> -tratamiento químico respecto a la liberación de amoníaco <u>in vitro</u>	34

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

En México la práctica de alimentar a rumiantes con dietas basadas en granos, es algo no recomendable, ésto se debe principalmente a su baja disponibilidad y elevado costo. Sin embargo, los subproductos agrícolas son en general, recursos alimenticios actuales o potenciales para los animales rumiantes y están disponibles en grandes cantidades.

Según estimaciones de México (1968, 1980), la producción anual de esquilmos de la agricultura, es de 138 millones de toneladas, de las cuales el rastrojo de maíz constituye más del 80%. Los forrajes toscos son de amplia distribución y bajo costo, su uso en la alimentación animal está limitado por factores tecnológicos, económicos, culturales y nutricionales. Estos materiales son de alto contenido en fibra, bajos en nitrógeno, minerales, vitaminas, además tienen poca digestibilidad. Tales características están asociadas con bajo consumo voluntario y muy baja respuesta animal.

En consecuencia de lo anterior, se plantea la necesidad de desarrollar y evaluar métodos que permitan mejorar el valor alimenticio de los residuos agrícolas de manera tal que puedan incorporarse en altas proporciones en la dieta de los animales. Dentro de las técnicas actuales se ha prestado un gran interés

al tratamiento alcalino y la suplementación proteínica, por los buenos resultados que se han obtenido en su práctica para mejorar el valor nutritivo de los forrajes toscos.

Para conocer cual sera el nivel más adecuado en el tratamiento con hidróxido de sodio y valorar la fuente proteínica que se agrega en la ración, es necesario profundizar en la investigación, haciendo estimaciones de los parámetros principales del sistema digestivo que influyen en forma determinante en la aceptabilidad y asimilación de los alimentos sujetos a estudio.

En base a lo anterior se planteó el presente trabajo, cuyos objetivos fueron:

1) Observar los cambios de digestibilidad in vitro del rastrojo de maíz por efecto del hidróxido de sodio y la suplementación con diferentes fuentes proteínicas.

2) Detectar posibles interacciones entre hidróxido de sodio y la suplementación proteínica en cuanto a la producción de amoníaco y digestibilidad in vitro.

3) Determinar la relación entre el tipo de suplemento proteínico y la producción de amoníaco en diferentes tiempos de fermentación in vitro.

2. LITERATURA REVISADA

2.1. Efecto del hidróxido de sodio sobre el valor nutritivo - de los forrajes toscos.

El problema de los residuos agrícolas, es que la planta al tiempo de la cosecha de grano, está tan madura que las paredes celulares están altamente lignificadas. Esto ocasiona que cambie mucho su digestibilidad siendo generalmente abajo de -- 50%, por esta razón, han sido utilizadas muchas sustancias -- químicas en experimentos de laboratorio para aumentar la digestibilidad. Dentro de las más utilizadas tenemos al hidróxido de sodio que ha dado resultados muy satisfactorios, algunos son los reportados por Saxena, et al. (1971), Berger, et al. (1979), Cuthbert, et al. (1978).

El modo de acción más aceptado del hidróxido de sodio, es que rompe los enlaces de lignina con la celulosa y hemicelulosa, de esta manera los microorganismos ruminales tienen mayor facilidad para fermentar los carbohidratos estructurales. Los residuos responden en diferente forma al tratamiento químico, por ésta razón en la acción sobre materiales como el olote de maíz, los efectos fueron de menor magnitud en relación a otros residuos (Koers, 1972).

Klopfenstein (1978), indica que el nivel de tratamiento para una mejor respuesta en el animal varía de 3 a 5 gr de -- NaOH por 100 gr de materia seca de residuos (3 y 5%). Resulta dos de Mowat y Ololade 1970, (citados por Fernández, 1981) in dican que la digestibilidad de la paja de cebada aumentó con un tratamiento de 4% de hidróxido de sodio (NaOH), de tal modo que los tratamientos de 6 y 8% no produjeron aumento signi ficativo.

De igual manera, Jayasuriya, et al. (1975), encontraron que tratando químicamente con NaOH en los niveles de 4.5 y -- 6.75% los incrementos en la digestibilidad fueron significa-- tivamente altos, sin embargo, en el nivel 9% no se tuvo gran efecto. Klopfenstein, et al. (1972), mostraron que la diges-- tibilidad de la materia seca (DMS) in vitro del forraje de - maíz picado aumentó con un tratamiento del 3% de NaOH; y un - aumento más favorable fué obtenido con un tratamiento del - - 5%.

Saxena, et al. (1971), encontraron que el tratamiento al calino tuvo un efecto muy significativo en la DMS in vitro de la paja de avena con incrementos del 53% en relación al testi go, explican ésto como resultado de una remoción del sílice - del forraje tosco. Trabajando con paja de maíz, Oji, et al. -

(1977), trataron químicamente con diferentes sustancias obteniendo resultados bastante satisfactorios en relación al tratamiento control, además encontraron que la combinación de las sustancias alcalinas puede dar mejores resultados -- que utilizándolos por separado.

La técnica del tratamiento alcalino de forrajes de mala calidad, ha tenido tan buenos resultados que se está extendiendo hacia muchas partes del mundo, comenzando de una manera experimental para después transformarse en una técnica para la producción bovina en forma comercial. La mayor proporción de residuos agrícolas que se producen en México y otros países Americanos corresponde al rastrojo de maíz, de tal forma que éste residuo ha sido el material más indicado para la experimentación con alcalis. Trabajos de Gutiérrez (1981), Escobar y Parra (1978, 1979), son algunos de muchos que han realizado con forraje de maíz, llegando a la conclusión, que dentro de las sustancias alcalinas que mejores resultados -- han producido, ya sea en forma individual o combinada, es el hidróxido de sodio.

2.2. Efecto de la suplementación nitrogenada sobre la utilización de forrajes toscos.

La baja digestibilidad de los productos celulolíticos - puede ser incrementada significativamente cuando estos son - suplementados con fuentes de nitrógeno tanto proteínico como no proteínico. Este tema ha sido revisado ampliamente por muchos investigadores como Martínez y Orcasberro (1978).

En revisiones hechas por Fernández (1981), concluye que el efecto general observado cuando los niveles de suplementación son bajos o moderados, es un aumento en la digestibilidad, en el consumo voluntario y en el balance de nitrógeno de animal, lo que se ha atribuido a un incremento en la actividad de los microorganismos del retículo-rumen. Los principales factores que influyen en la respuesta al suplementar con nitrógeno, son la proporción del suplemento en la ración, tipo de forraje tosco y el tipo de fuente nitrogenada utilizada.

En estudios realizados por Martínez y Orcasberro (1978), observaron que cuando el suplemento constituye más de un 14% de la ración, el consumo de forraje empieza a disminuir por una substitución del forraje por el suplemento. Esta disminución en el consumo ha sido relacionado con una disminución en

la actividad celulolítica de los microbios del rumen y una depreciación en la velocidad de desaparición del forraje en el tubo digestivo (Campling, 1966 citado por Fernández, 1981).

Sin embargo, se aparenta un efecto positivo generalizado de los bajos niveles de suplementación sobre la digestibilidad y el consumo de los forrajes toscos. Por otro lado parece existir interacción entre el tipo de forraje y el efecto de la suplementación, Bhattacharya y Pervez (1973), tratando de detectar esta interacción utilizaron pajas de cebada y trigo, las suplementaron con los mismos ingredientes -- proteínicos y en iguales proporciones en la ración, encontrando una mayor digestibilidad de materia seca en paja de cebada que en paja de trigo. Algo semejante fué observado -- por Gutiérrez (1981), pero en la digestibilidad in vitro de rastrojo de maíz y la médula de caña, lo anterior puede estar relacionado con una mayor carencia de energía disponible por parte de la médula de caña para iniciar el trabajo -- celulolítico. Esto pudo observarse en virtud de que en presencia de carbohidratos solubles, si se encontró efecto sobre la DMS in vitro de la médula de caña. Estas diferencias están relacionadas con la composición de la pared celular en cada forraje, de tal forma que la digestibilidad acumulada --

en función del tiempo, es muy variable dependiendo del tipo de pared celular en cada forraje (Van Soest 1975, citado -- por Fernández, 1981).

El efecto de el tipo de suplemento proteínico sobre el incremento del valor nutritivo de los forrajes toscos, está bien reconocido y por lo tanto, ha sido el tema de numerosas investigaciones. Los resultados de Ammerman, et al. (1972), - muestran que la digestibilidad de forraje con 2.5% de proteína cruda (PC), cuando no se suplementó fué de 42.9%, al -- suplementar con harinolina aumentó a 48.2% y al suplementar con harinolina-urea en igual cantidad de proteína cruda el - aumento fué mayor de 53.7%.

Resultados similares observaron con paja conteniendo -- 4.63% de PC, donde la celulosa fue más digerida cuando se - suplementó con biuret (60.5%) que con harinolina (57.0%). -- Fishwick, et al. (1978) observaron un mayor efecto sobre la digestibilidad de paja de avena cuando suplementaron fuentes menos solubles. De igual manera, Wholt, et al. (1978) observaron que la digestibilidad de la fibra detergente ácido - - (FDA) del rastrojo de maíz sin suplementar con nitrógeno, -- fué de 46.5%, al suplementar con concentrado conteniendo 13% de PC en base a urea o soya, disminuyó a 41.5 y 44.2% respec

tivamente, mientras que al suplementar con las dos fuentes - de nitrógeno en forma conjunta pero a 17% de PC la digestibilidad de la FDA aumentó a 50.1%.

Resultados de Gutiérrez (1981), trabajando in vitro observó efecto de la suplementación con soya pero no con urea en la digestibilidad del forraje sin tratar. Sin embargo, resultados de Hadjipanayiotow, et al. (1975) y Jones, et al. (1975), no encontraron diferencias entre fuentes de nitrógeno como suplementos a forrajes toscos. Es difícil explicar estas discrepancias encontradas en la literatura, pero podemos decir que cuando no se observaron efectos en relación al tipo de suplemento, es porque probablemente ha sido cubierto por otros factores como el nivel de suplementación ó la calidad del forraje.

2.3. La actividad celulolítica en el rumen.

La eficiencia de la digestión del alimento y la fibra - por parte de los rumiantes es dependiente del equilibrio fermentativo, Chalupa (1978). De tal manera que las funciones - que se realizan en el rumen, están determinadas por el crecimiento microbiano, además por el tipo y la proporción de microbios que proliferen. Las características generales de la

dieta afectan el tipo de bacteria celulolítica que predomina en la población microbiana, por lo tanto la eficiencia de -- fermentación de los forrajes toscos depende principalmente - de la satisfacción de las necesidades nutritivas de los mi-- crobios que la realizan (Fernández, 1981).

Específicamente el amoníaco es la molécula básica para la síntesis de proteína en la mayoría de las bacterias para así mantener activa la fermentación ruminal (Henderickx, - 1976).

2.4. Utilización del amoníaco por los microbios del rumen.

Sobre la degradación de la proteína ingerida, Satter y - Roffler (1977), mencionan que la proteína puede ser degradada por los microorganismos del rumen ó puede escapar de la degra dación y pasar hacia el sistema digestivo interno para ser di gerida o excretada en heces. La cantidad de proteína verdade ra que se escapa a la degradación puede variar considerable-- mente, sin embargo, es mayor con el manejo y las condiciones alimenticias actuales empleadas en la industria lechera y de carne, una tasa de escape del 40% para la proteína dietética probablemente representa un promedio aceptable. El 60% restan te de la proteína dietética es degradada casi completamente - a amoníaco. El nitrógeno no proteínico dietético así como el

salival y posiblemente una pequeña cantidad de urea que entra a través de la pared ruminal, son convertidos casi totalmente a amoníaco.

Sambrook y Rowe (1982), mencionan que la bacteria ruminal usa el amoníaco (NH_3) como la fuente principal de nitrógeno para la síntesis protéica microbiana, recalcando así los resultados de otros investigadores como Allison (1969), además señalan que la proteína sintetizada mediante los microorganismos del rumen frecuentemente proveen más del 50% de la proteína disponible para el animal huésped y es por lo tanto importante proveer nutrientes en la dieta para optimizar éste proceso.

Satter y Roffler (1977), han determinado que la cantidad de amoníaco que puede ser utilizado por las bacterias, dependerá de las bacterias existentes y su rapidez de crecimiento. Los alimentos con alto NDT son más fermentables que los que tienen un bajo NDT, por lo tanto, se puede utilizar más amoníaco de fuentes de NNP cuando se emplean alimentos con alto NDT. Debido a lo anterior, Sambrook y Rowe (1982), indican que la mayoría de las veces resulta más barato suministrar a los rumiantes fuentes de nitrógeno no protéico como la urea, que confiar en la descomposición del alimento protéico a --

NH_3 durante la fermentación del rumen para proveer un suministro de nitrógeno soluble para el crecimiento microbiano.

Satter y Roffler (1977), indican que hay situaciones en donde las bacterias son incapaces de utilizar todo el amoníaco producido, por lo que existe un exceso del mismo. Además mencionan, que en apariencia el ser capaz de producir el punto de exceso amoníacal en el rumen es de mucha utilidad en la determinación de cuando va a ser o no beneficioso al agregar NNP a la ración. Para lograr ésto, se consideran necesarias dos etapas de información, la primera consiste en conocer que concentración de amoníaco ruminal es necesaria para soportar una máxima tasa de crecimiento de bacterias ruminales; y la segunda, que es necesario conocer la concentración predominante ó significativa de amoníaco ruminal bajo condiciones típicas de alimentación y manejo.

2.4.1. Concentración óptima de amoníaco con el rumen.

Mehrez, et al. 1977 (citados por Fernández, 1981), definen a la concentración óptima de NH_3 en el rumen, como aquella que resulta en una máxima tasa de fermentación. En estudios realizados por Allison (1969), encontró que para una síntesis o producción proteínica óptima se requiere una concen--

tración de 6.4 mg/100 ml de líquido ruminal, con la condición de que el sistema ruminal no esté limitado de energía.

Satter y Roffler (1977), obtuvieron in vivo, resultados donde se indica que el nitrógeno amoniacal en exceso de - - 5 mg/100 ml de líquido ruminal no tuvo efecto sobre la masa proteínica microbiana. De igual manera Satter y Slyter (1974) citados por Sambrook (1982) en estudios in vitro, mostraron - que se requirió una concentración de al menos 5 mg de NH_3 /100 ml. de líquido ruminal para el máximo crecimiento microbial.

La síntesis proteínica no se incrementa a valores mayo-- res debido a que un aumento de NH_3 libre trae como resultado un incremento en la absorción de éste a través del epitelio - ruminal. Esto conduce a pérdidas de energía debido a la nece- sidad de convertir al NH_3 en un compuesto no tóxico como la - urea y su excreción en la orina disminuye la retención de ni- trógeno. Por lo tanto, debiera hacerse un esfuerzo para mante- ner la concentración óptima de NH_3 y evitar una disminución - ó un incremento para que el NH_3 formado sea igual al NH_3 usa- do (Henderickx, 1976).

2.4.2. Efecto de la composición de la ración sobre la concentración de amoníaco ruminal.

En general se acepta que existe una relación lineal entre el porcentaje de proteína cruda de la ración y el nivel de NH_3 en el rumen. Satter y Roffler (1977), mostraron que la concentración de amoníaco ruminal promedio se relacionó positivamente con el porcentaje de proteína cruda en la materia seca de la ración. Encontraron que a medida que aumentaba la proteína cruda por encima del 13% (en base a materia seca) se incrementaba el amoníaco ruminal, en un excedente de 5 mg de NH_3 /100 ml de líquido ruminal.

También mencionan que aumentando la proteína dietética - el amoníaco alcanza 5 mg de NH_3 /100 ml de líquido ruminal más rápido con raciones bajas en energía que con raciones altas - en energía, esto utilizando solamente proteína de origen vegetal. Sus estimaciones indican que la digestibilidad de la ración tiene influencia sobre el nivel de NH_3 del rumen. - - Crawford, et al. (1978), encontraron correlaciones entre la degradación de los componentes nitrogenados incubados por 4 - - horas en el rumen, y su solubilidad. En base a esto, las proteínas de alta solubilidad y compuestos como la urea, son rápidamente digeridos y su conversión a NH_3 es casi completa - - (Satter y Roffler, 1977).

La información hasta aquí revisada, indica que la digesti bilidad de raciones con altas proporciones de forraje tosco - ésta directamente influenciada por la eficiencia de la activi dad microbiana del rumen. La manera de mejorar la eficiencia de fermentación de las bacterias ruminales, es proporcionando le a éstas las fuentes nutricionales en niveles óptimos que - estimulen su acción celulolítica.

La suplementación nitrogenada es importante para satisfa cer las necesidades de amoníaco, que es el producto final de la fermentación de la proteína y es la principal fuente de ni trógeno para la formación de proteína microbiana. Por otra -- parte el tratamiento con hidróxido de sodio tiende a benefi-- ciar la fermentación microbiana, ya que aumenta la disponibi-- lidad de los carbohidratos estructurales que se encuentran -- atrapados por los enlaces de lignina y sílice, siendo los -- principales elementos que impiden su digestibilidad. La utili zación de estas dos técnicas a la vez, tenderá a mejorar el - valor nutritivo de los forrajes toscos pues se proporcionará una concentración de amoníaco óptima y una fuente de energía disponible para una máxima síntesis de proteína microbiana.

De ésta manera habra menor dificultad para llenar los re querimientos proteínicos y energéticos, que afectan en forma

determinante en el comportamiento productivo de los rumiantes.

3. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo en el Laboratorio de Bromatología del Departamento de Zootecnia de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en Marín, N.L.

Usando rastrojo de maíz previamente molido y tamizado, se elaboraron una serie de mezclas con suplementos proteínicos, balanceando a un 12.5% de proteína cruda (cuadro 1). En este trabajo se determinó el efecto del NaOH en dos niveles (0 y 4 g/100 gr de MS) sobre DMS y DMO del rastrojo de maíz. Para hacer la solución de NaOH requerida, se calculó la cantidad de agua necesaria para saturar el material y posteriormente, a ésta se le agregó la cantidad de NaOH correspondiente para cada tratamiento. El remojo de las muestras fué por un período de 12 horas para después inmediatamente iniciar la digestibilidad in vitro.

En el trabajo las variables a determinar fueron, digestibilidad de la ración tanto en materia seca como de materia orgánica, además la producción de amoníaco, ésto hizo necesario utilizar una técnica específica para cada determinación, por lo tanto el trabajo realizado consta de dos experimentos que tienen como base factores comunes y hasta el método es similar

en lo que corresponde a las primeras dos horas después de iniciar la fermentación, pues de éste momento en adelante, para cada determinación, se utiliza la técnica adecuada.

3.1. Experimento N^o 1: Efecto del hidróxido de sodio y la suplementación proteínica en la digestibilidad in vitro -- del rastrojo de maíz.

Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial 4 x 2; ésto indica que se utilizaron cuatro -- fuentes proteínicas las cuales fueron: soya (S), harinolina (H), gallinaza (G) y urea (U), además dos niveles de hidróxido de sodio, en las concentraciones cero 0 y 4% en base a -- materia seca de rastrojo de maíz, dando un total de 8 trata-- mientos a estudiar.

Las variables determinadas fueron: digestibilidad de materia seca (DMS) y digestibilidad de materia orgánica (DMO), utilizando para ello la técnica de Tilley y Terry (1963), modificada por Barnes, (1969).

Para cada tratamiento se tuvieron tres repeticiones, además se usaron 4 blancos en el experimento para hacer las correcciones que sean pertinentes. Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y posteriormente las medias se com-

pararon mediante una prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1960).

CUADRO 1.- Composición de las mezclas utilizadas.

Tipo de - Suplemento	% P. C.	M E Z C L A	
		% Rast.maíz	% Supl. prot.
Soya	53.64	88.20	11.79
Harinolina	51.38	87.60	12.39
Gallinaza	14.35	25.17	74.82
Urea	288.0	98.08	1.91

3.2. Experimento N° 2: Efecto del tratamiento químico, suplementación proteínica y tiempo de fermentación en la producción de amoníaco in vitro con dietas basadas en rastrojo de maíz.

Para éste experimento se probaron 24 tratamientos resultado de un diseño completamente al azar con arreglo factorial 4 x 3 x 2. Los factores involucrados fueron: fuente proteínica (soya, harinolina, gallinaza y urea), tiempo de fermentación (30, 90 y 120 minutos) y tratamiento químico (0 y 4% de NaOH).

La composición del alimento analizado corresponde al que

se indica en el cuadro 1. Haciendo la combinación de factores se obtuvo en total 72 muestras para analizar tomando en cuenta tanto los niveles de éstos como las 3 repeticiones respectivas para cada tratamiento.

Para ésta prueba se utilizó solamente la primera fase de la técnica de digestibilidad in vitro indicada por Tilley y Terry, (1963), por la razón de que las fermentaciones fueron suspendidas en los períodos de 30, 90 y 120 minutos después de hacer la inoculación.

La determinación de amoníaco se hizo utilizando la técnica de obtención de nitrógeno inorgánico por arrastre de vapor indicada por Bremner, (1965). Los resultados obtenidos fueron analizados estadísticamente mediante un análisis de varianza para un diseño completamente al azar con arreglo factorial y la comparación de medias se hizo utilizando una prueba de -- Tukey, (Steel y Torrie, 1960).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Experimento N° 1. Efecto del tratamiento con NaOH y suplementación proteínica sobre la digestibilidad in vitro del rastrojo de maíz.

Los promedios de digestibilidad de materia seca (DMS) y de materia orgánica (DMO), in vitro de los tratamientos se muestran en el cuadro 2.

La DMS fué altamente afectada ($P < 0.01$) por el tratamiento con hidróxido de sodio al 4%. Los promedios obtenidos con y sin tratar fueron de 49,91 y 35,31% respectivamente, dando un incremento en la digestibilidad de un 41,27%.

La DMO también se vió afectada por el hidróxido de sodio ($P < 0.01$), los promedios resultantes indican un 42,5% para las raciones sin tratar y 59,07% para las tratadas con substancia alcalina, de éste modo se obtuvo un incremento del 38,76%.

El análisis de varianza hace notar un efecto significativo ($P < 0.05$) para el tipo de suplementación proteínica en la DMS, sin embargo, éste efecto no se presentó al analizar los datos de DMO. Claramente en los tratamientos donde no se probó el efecto del hidróxido de sodio, y la digestibilidad de la ración sólo estuvo influenciada por el tipo de suplemento proteí-

nico se pudo notar la variabilidad obtenida. Al suplementar -- con soya la digestibilidad fué significativamente mayor - - - (P < 0.05) a la obtenida cuando se utilizó urea como fuente de nitrógeno.

En forma general los promedios de DMS por suplemento fueron 45.73, 44.46, 41.9 y 38.75% respectivamente para gallinaza, soya, harinolina y urea.

Aunque el análisis de varianza no mostró efecto significativo de la interacción tratamiento químico y fuente proteínica, en forma general, el cambio observado tanto de la DMS y -- DMO cuando se suplementó con NNP fué superior, el cambio producido por la suplementación de NP al pasar del nivel cero al nivel del 4% de NaOH es posible que éste efecto se detecte al bajar el coeficiente de variación ya que fué alto (cuadro 2) considerando que se hizo en laboratorio. Los promedios obtenidos de DMO por suplemento hace notar a la soya (54.14%) superior a la harinolina (51.41%), gallinaza (51.14%) y urea (46.62%), sin embargo, fueron estadísticamente iguales (P > 0.05).

En el caso de la gallinaza su comportamiento fue muy diferente al provocado por la otra fuente de nitrógeno no proteínico, tanto en la DMS como en la DMO, sin embargo debemos indi--

car que este suplemento estuvo en mayor proporción que el forraje ó rastrojo de maíz en la mezcla balanceada a 12.5% de proteína cruda (cuadro 1).

CUADRO 2.- Efecto del hidróxido de sodio y la suplementación proteínica en la digestibilidad in vitro del rastrojo de maíz.

Tratamiento ¹	DMS ² (%)	DMO ³ (%)
0 - Soya	37.52 ^c	46.87 ^{abcd}
0 - Harinolina	35.62 ^{cd}	44.94 ^{bcd}
0 - Gallinaza	38.71 ^c	41.24 ^{cd}
0 - Urea	29.41 ^d	37.30 ^d
4 - Soya	51.41 ^a	61.41 ^a
4 - Harinolina	48.19 ^{ab}	57.89 ^{ab}
4 - Gallinaza	52.75 ^a	61.05 ^{ab}
4 - Urea	47.29 ^{ab}	55.94 ^{abc}

a, b, c, d = Promedios con distinta letra en la misma columna son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

1 = Los números indican el nivel de tratamiento químico.

2 = Coeficiente de variación = 9.78%

3 = Coeficiente de variación = 11.22%

Las mejoras mostradas en el incremento de la digestibilidad tanto de materia seca como de materia orgánica por efecto del NaOH fueron similares a los obtenidos en estudios realiza--

dos por Oji (1977), Woods (1970) y Klopfenstein (1979).

Berger, et al. (1979) haciendo estudios con el NaOH mostraron que los incrementos in vivo no son significativos a niveles superiores de 4%, mientras que in vitro los incrementos después de éste nivel son más notorios. Sin embargo, debemos tomar en cuenta que la prueba in vitro tiende por lo general a sobrestimar la digestibilidad (Berger, et al. 1979).

El efecto del tipo de suplementación nitrogenada fué significativo ($P < 0.05$) en la digestibilidad de la materia seca. Los resultados indican que el tipo de fuente proteínica es importante cuando se tiene poca energía disponible, sin embargo cuando la energía se hizo más accesible por efecto del hidróxido de sodio su importancia tiende a disminuir.

4.2. Experimento N° 2. Efecto del tratamiento químico, suplementación proteínica y tiempo de fermentación en la producción de amoníaco in vitro con dietas basadas en rastrojo de maíz.

Los resultados obtenidos en la liberación de amoníaco se presentan en el cuadro 3 y se muestran gráficamente en las figuras 1 y 2. En la primer figura se muestra la acumulación de

amoníaco (NH_3) en función del tiempo, de las mezclas de rastrojo de maíz suplementado con soya, harinolina, gallinaza y urea. En la figura 2 se indica la concentración de NH_3 en función del tiempo, cuando las raciones antes mencionadas se trataron con NaOH en un nivel del 4%.

El tipo de suplemento según el análisis de varianza tuvo un efecto altamente significativo ($P < 0.01$) en los resultados obtenidos, por ésta razón la liberación de amoníaco por las cuatro raciones está claramente definida tanto en la figura 1 como en la figura 2. En la forma gráfica y en la comparación de medias que se manifiesta en el cuadro 3, se hace notar que la suplementación con urea provoca una alta tasa de liberación de NH_3 que sobrepasa el límite mínimo para un óptimo crecimiento microbiano, que según Satter y Roffler (1977) es de 5 mg de NH_3 /100 ml de líquido ruminal.

La gallinaza provoca una liberación de NH_3 inferior al promovido por la urea y no es suficiente para alcanzar la concentración que satisfaga las necesidades bacterianas. Sin embargo fué significativamente mayor ($P \leq 0.05$) a los resultados obtenidos con soya y harinolina que por ser ingredientes de baja solubilidad liberaron poco NH_3 en el tiempo utilizado en la prueba.

El tiempo de incubación tuvo solo un efecto significativo ($P < 0.05$) en la liberación de amoníaco y ésto lo podemos certificar en el cuadro 3, donde sólo algunos tratamientos -- tienden a disminuir ó incrementar las concentraciones de NH_3 al aumentar el período de fermentación.

En éste experimento el tratamiento con hidróxido de sodio tuvo un efecto altamente significativo ($P < 0.01$) en la liberación de amoníaco. Cuando las mezclas de alimentos no fueron -- tratadas con NaOH los resultados obtenidos promediaron 35.5 mg de NH_3 /litro, mientras que en las raciones tratadas con la solución alcalina promediaron 39.79 mg de NH_3 /litro.

El análisis de varianza (cuadro 4) también manifiesta un efecto altamente significativo ($P < 0.01$) provocado por la interacción del tiempo de fermentación y el tratamiento con NaOH, -- en la concentración de amoníaco obtenida. En la gráfica 3 se muestra como únicamente en las mezclas tratadas sufren incrementos en los primeros 90 minutos, mientras que las raciones -- sin tratar mantienen durante todo el período niveles de amoníaco constantes.

Aunque estadísticamente no se tuvo efecto de la interacción de los tres factores que intervienen en la prueba, compa-

rando las figuras 1 y 2 observamos el diferente comportamiento de los suplementos nitrogenados utilizados. Con la urea en raciones no tratadas los niveles tienden a disminuir conforme pasa el tiempo de fermentación, mientras tanto en las raciones tratadas se tiene un incremento significativo ($P \leq 0.05$) - en el período de incubación entre 30 y 90 minutos. Los resultados obtenidos con gallinaza fueron similares tanto en raciones tratadas con NaOH como sin tratamiento, la concentración de NH_3 fué constante en ambos casos, para los tres períodos de fermentación.

En lo referente a los suplementos proteínicos (soya y harinolina), su forma de actuar es similar al comportamiento expresado por la urea, manifestando incrementos significativos por la acción del NaOH, ésto lo podemos verificar al consultar el cuadro 3, donde se presentan todas las medias de tratamiento ya analizadas estadísticamente con subíndices en el costado que nos indican la similitud o diferencia entre ellas.

Aunque las cuatro raciones analizadas se balancearon a un mismo porcentaje de nitrógeno, los resultados indican una clara superioridad de los suplementos no proteínicos sobre los proteínicos. Esto indica que además del porcentaje de proteína

cruda en la ración hubo otros factores que influyeron en la concentración de NH_3 obtenido durante la fermentación in vitro. Las características de la fuente proteínica, principalmente la solubilidad, el tiempo de fermentación y el tratamiento con NaOH son factores que influyeron en forma importante en la liberación de amoníaco.

La solubilidad de la proteína es determinante en su transformación a amoníaco durante la fermentación bacteriana, por ésta razón la urea que es un compuesto sumamente soluble alcanzó los niveles más altos durante la prueba pues su degradación es rápida y casi completa en muy corto tiempo (Henderickx, 1976). Cuando la proteína es poco soluble, el tiempo de fermentación influye en su descomposición, de tal manera que para llegar a los productos finales se requiere su catabolismo pasando por productos intermedios hasta concluir con el NH_3 . Debido a esto los suplementos proteínicos por ser poco solubles indujeron a la obtención de niveles bajos de NH_3 al principio y un poco superiores en los últimos períodos de la prueba. Podemos sugerir que las bajas concentraciones de NH_3 obtenidas con los suplementos proteínicos, fué el resultado de su dificultad para ser degradados y la disponibilidad de NH_3 que existía en el momento de la fermentación. Lo anterior además puede deberse a que los suplementos proteínicos aportan mayor cantidad de - -

energía fácilmente disponible, por lo que su utilización sería más rápida, reflejándose ésto en una mayor digestibilidad - - (cuadro 2).

Es importante subrayar, que para una eficiente actividad microbiana además del NH_3 la energía es sumamente indispensable debido a ésto, el tratar con NaOH a las raciones indujo a incrementar un poco la liberación de NH_3 . El modo de acción -- de la sustancia alcalina es hacer más disponible la energía - de las estructuras celulolíticas, estimulando la fermentación y por lo tanto, la liberación de productos del metabolismo ruminal entre los que sobresale el NH_3 .

CUADRO 3.- Concentración de amoníaco por efecto de las fuentes proteínicas y tratamiento químico a diferentes tiempos. (mg de NH_3 /litro).

Tratamiento	Tiempo en minutos		
	30	90	120
0 - Soya	15.88 ^a _x	17.22 ^a _x	18.34 ^a _x
0 - Harinolina	14.36 ^a _x	17.65 ^a _x	18.05 ^a _x
0 - Gallinaza	33.17 ^a _y	33.72 ^a _y	33.84 ^a _y
0 - Urea	79.21 ^a _z	73.38 ^a _z	72.21 ^a _z
\bar{X}	35.65 ¹	35.49 ¹	35.61 ¹

4 - Soya	18.54 ^a _x	26.31 ^a _{xy}	26.58 ^a _{xy}
4 - Harinolina	13.20 ^a _x	23.90 ^b _x	21.18 ^a _x
4 - Gallinaza	33.72 ^a _y	34.05 ^a _y	36.71 ^a _y
4 - Urea	74.48 ^a _z	86.53 ^b _z	83.34 ^a _z
\bar{X}	34.98 ¹	42.69 ²	41.70 ^{1,2}

a, b = Promedios en hileras con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

x, y, z = Promedios en columnas con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

1, 2 = Promedios con diferente número son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

CUADRO 4.- Análisis de varianza para la liberación de amoníaco (mg/litro) obtenida en el experimento 2.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. Cal.	F. Teórica	
					0.05	0.01
Tratamientos	23	43132.39	1875.32	87.96**	1.74	2.20
F	2	204.12	102.06	4.78*	3.19	5.08
Q	1	318.65	318.65	14.94**	4.04	7.19
FQ	2	218.49	109.24	5.12**	3.19	5.08
P	3	42033.62	14011.20	657.18**	2.80	4.22
PF	6	98.12	16.35	0.76 NS	2.30	3.20
PQ	3	109.94	36.64	1.71 NS	2.80	4.22
FQP	6	149.43	24.90	1.16 NS	2.30	3.20
Error	48	1023.71	21.32			
Total	71	44156.10				

* = Significativo

** = Altamente significativo

NS = No significativo

F = Tiempo de fermentación

Q = Tratamiento químico

P = Fuente proteínica

FQ = Interacción entre tiempo de fermentación y tratamiento químico

PF = Interacción entre fuente proteínica y tiempo de fermentación

PQ = Interacción entre fuente proteínica y tratamiento químico

FQP = Interacción entre los tres factores

Coefficiente de variación = 12.2%

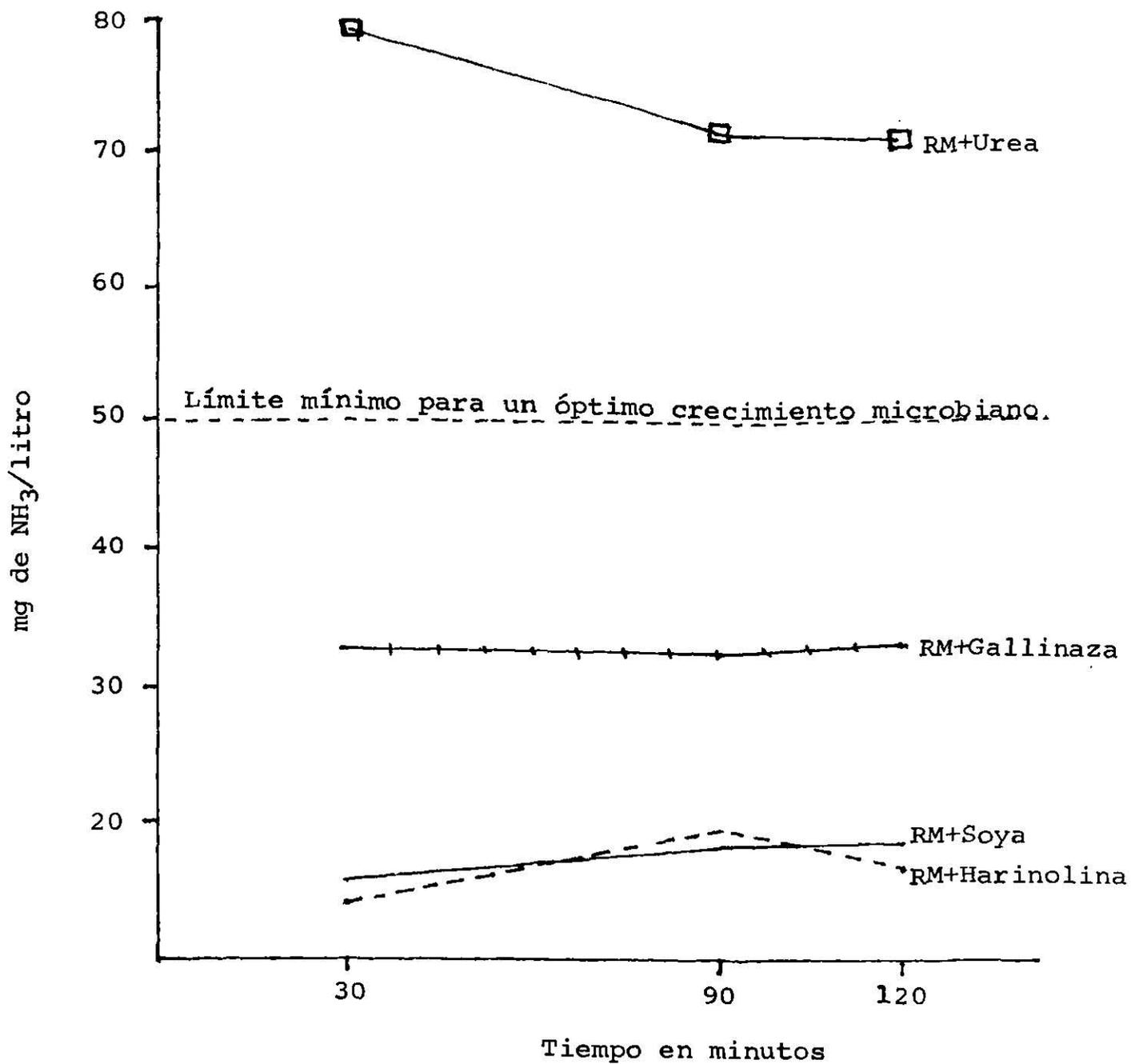


FIGURA 1.- Efecto de la suplementación de rastrojo de maíz (RM) con soya, harinolina, gallinaza y urea en un nivel - de 12.5% de PC sobre la liberación de NH_3 en función del tiempo.

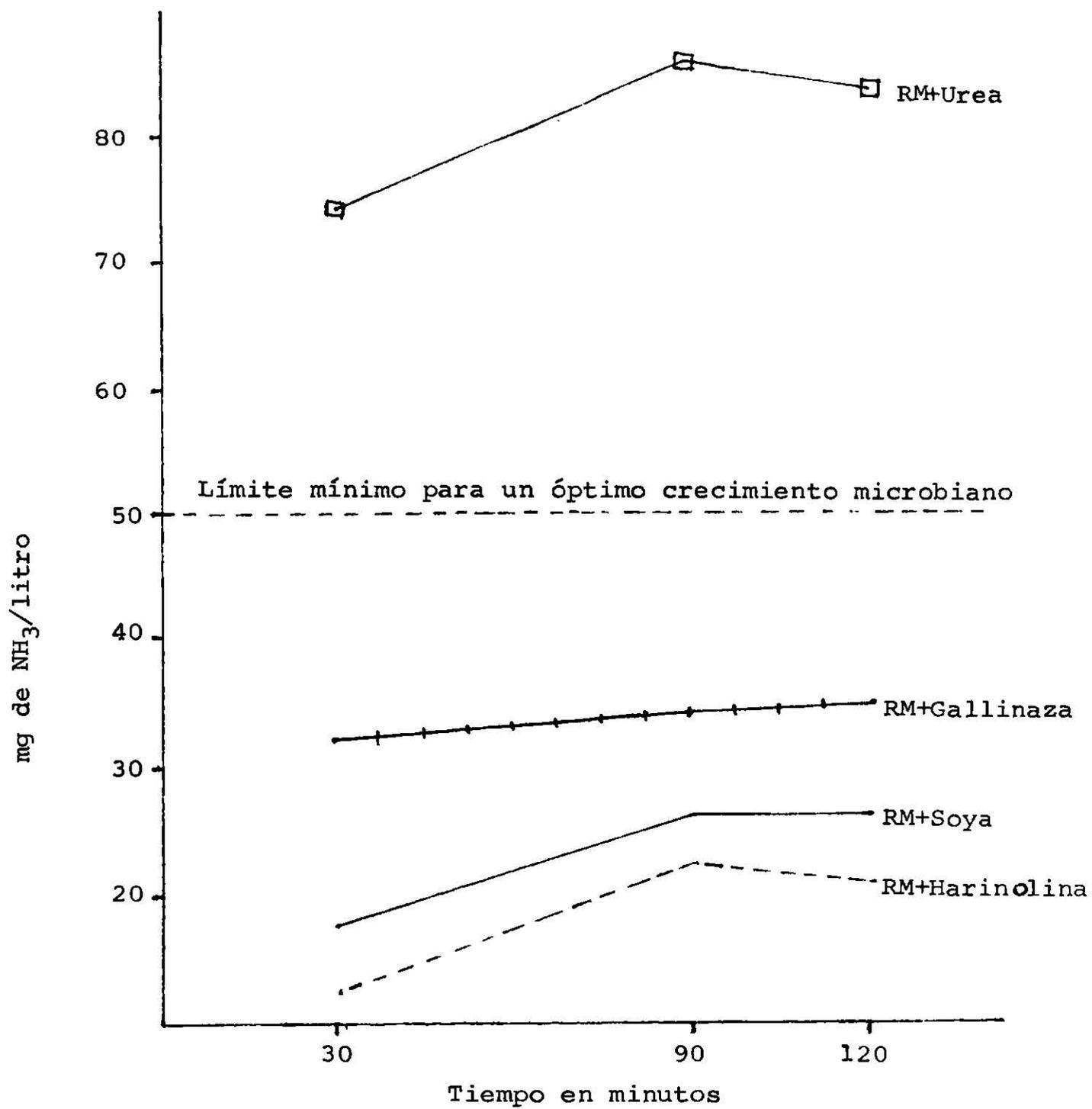


FIGURA 2.- Efecto del tratamiento con NaOH y suplementación proteínica sobre la liberación de NH₃ in vitro en función del tiempo.

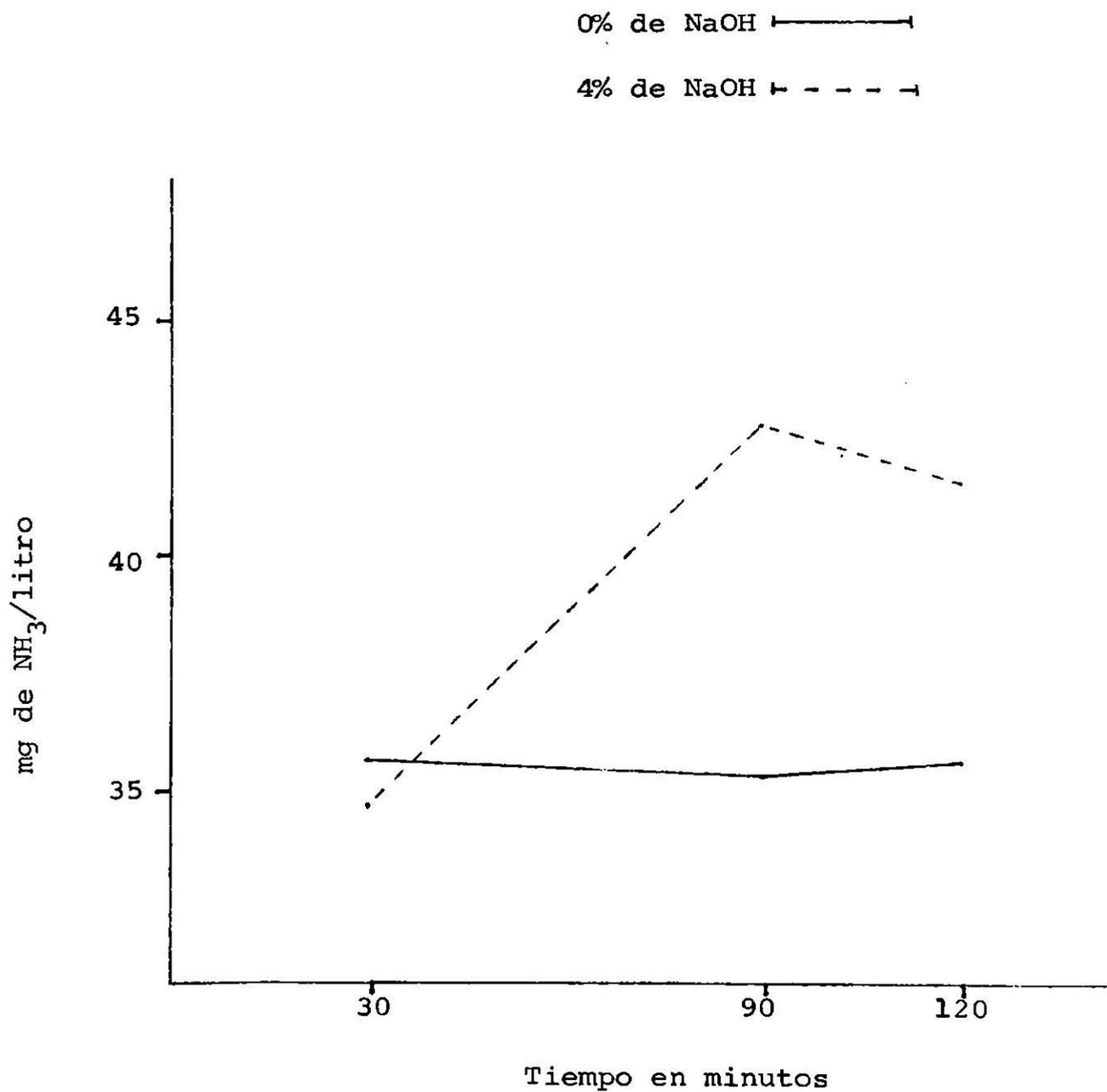


FIGURA 3.- Esquema de la interacción tiempo de incubación y tratamiento químico en la liberación de NH_3 in vitro.

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se realizaron dos experimentos con el objetivo de evaluar los efectos del tratamiento químico y suplementación proteínica en la digestibilidad y liberación de amoníaco in vitro utilizando rastrojo de maíz.

En el primer experimento se evalúan el efecto del tratamiento con hidróxido de sodio en dos niveles (0 y 4% en base a MS), y cuatro fuentes de suplementación proteínica (soya, harinolina, gallinaza y urea), sobre la digestibilidad in vitro del rastrojo de maíz.

La digestibilidad de materia seca (DMS) resultó altamente afectada ($P < 0.01$) por el NaOH, se promedió 49.91% para las raciones tratadas mientras que los tratamientos sin NaOH tuvieron una media de 35.31%. De igual manera de DMO fué afectada por el tratamiento químico, obteniendo promedios de 59.07 y 42.58% para las raciones con ó sin tratamiento alcalino respectivamente.

El efecto del tipo de suplementación proteínica sólo fue significativo ($P < 0.05$) para la DMS. Los promedios para cada uno de las fuentes fueron: gallinaza 45.73%, soya 44.46%, harinolina 41.90% y urea 38.35%. Para la DMO el orden quedó de la

siguiente manera, soya 54.14%, harinolina 51.41%, gallinaza - 51.14% y urea 46.62%.

Se concluye que la técnica del tratamiento alcalino con hidróxido de sodio es una forma de mejorar el valor nutritivo del forraje de maíz.

El nivel utilizado de NaOH (4%) podría ser el más apropiado para el tratamiento de forraje tosco, en la alimentación de animales rumiantes, pues según trabajos revisados in vivo, altos niveles afectan el consumo voluntario de tal manera que los resultados aquí obtenidos con éste nivel manifiestan un significativo aumento en el rendimiento nutritivo del forraje de maíz dando confianza plena para su utilización.

Por otra parte la suplementación nitrogenada también tiene de a mejorar la digestión del forraje tosco, teniendo un efecto de menor apariencia al encontrado con NaOH, por la razón de que actúa indirectamente en la fermentación del material celulolítico y puede muchas veces ser alterado por las características propias del ingrediente como es la solubilidad y productos finales que dan en su degradación.

En el segundo experimento se estudio el efecto del NaOH (0 y 4%), fuentes proteínicas (soya, harinolina, gallinaza y

GRADUADOR FAJAN

urea), y tiempo de incubación (30, 90 y 120 minutos) sobre la liberación de amoníaco in vitro con dietas basadas en forraje tosco de maíz.

Los tratamientos se uniformizaron a un 12.5% de PC para de ésta manera fuera más fácil identificar los efectos de los factores involucrados en la prueba. El tratamiento alcalino - tuvo un efecto altamente significativo ($P < 0.01$) pues las raciones no tratadas promediaron 35.5 mg de NH_3 /litro de líquido fermentado, mientras que para las raciones tratadas fué de 39.79 mg/litro.

De igual manera la fuente proteínica influyó en forma altamente significativa ($P < 0.01$) sobre la liberación de amoníaco en la mezcla fermentada, los resultados obtenidos de mayor a menor fueron los siguientes, urea 78.19, gallinaza 34.03, soya 20.47 y harinolina 18.05 mg de NH_3 por litro de líquido fermentado.

La urea sobrepasa el nivel ó límite mínimo para un máximo crecimiento bacteriano, que es de 50 mg de NH_3 /litro, resultando bastante inferiores las concentraciones obtenidas con las otras fuentes proteínicas. El tiempo de fermentación afectó -- significativamente ($P < 0.05$) en la liberación de amoníaco, en

los tiempos comprendidos de 30, 90 y 120 minutos, los promedios encontrados fueron 35.32, 39.09 y 38.65 mg de NH_3 /litro respectivamente.

En base a los resultados obtenidos se concluye que el --
NaOH aumenta la disponibilidad de los carbohidratos estructura--
les que los microorganismos toman como fuente de energía, in--
crementando su trabajo fermentativo que ocasiona mayor libera--
ción de amoníaco. Otro punto importante es que se podría maxim--
zar el aprovechamiento de la suplementación nitrogenada reali--
zando la combinación de fuentes proteínicas con fuentes de ni--
trógeno no protéico, de ésta manera se evitan los excesos ó de--
ficiencias de amoníaco. La urea por su alta solubilidad sería --
la más recomendable para la combinación de con cualquiera de --
las fuentes proteínicas estudiadas, ésto dará como resultado --
una rápida disponibilidad de amoníaco, además de proveer de --
otros elementos que son compuestos naturales de las fuentes pro--
teínicas y que estimulan la eficiencia de la actividad microbia--
na, por lo tanto, hay un mejor trabajo fermentativo y una alta
producción de proteína bacterial.

6. B I B L I O G R A F I A

- Allison, M.J. 1969. Biosynthesis of amonio acids by ruminal --
microorganisms. J. Anim. Sci. 29:797.
- Ammerman, C.B., G.J. Verde, J.E. Moore, W.C. Burns and C.F.
Chicco. 1972. Biuret, urea and natural proteins as nitro-
gen supplements for low quality roughage for sheep. J. --
Anim. Sci. 35:121.
- Barnes, R.F. 1969. Collaborative research with the two stage
in vitro rumen fermentation technique. In: Proc. Nat. - -
Conf. on forage quality evaluation and utilization.
Lincoln, Nebraska.
- Berger, L., T. Klopfenstein and R. Britton. 1979. Effect of -
sodium hydroxide on efficiency of rumen digestion. J. --
Anim. Sci. 49:1317.
- Bhattacharya, A.N. and E. Pervez. 1973. Effect of urea supple-
mentation on intake and utilization of diets containing -
low quality roughages in sheep. J. Anim. Sci. 36:976.
- Bremner, J.M. 1965. Methods of soil analysis. American Society
of Agronomy. 2:1191.

- Chalupa, W. Digestion and absorption of nitrogenous compounds in ruminants. In. III. Congreso Mundial de Alimentación - Animal. Ponencias Generales. Madrid, España. pp. 211-229.
- Crawford, J., W.H. Hoover, C. J. Sniffen and B.A. Crooker. - - 1978. Degradation of feedstuff nitrogen in the rumen Vs nitrogen solubility in three solvents. J. Anim. Sci. 46: - 1768.
- Cuthbert, N.H., W.S. Thickett, P.N. Wilson and T. Brigstocke. 1978. The use of sodium hydroxide-treated straw in rations for beef cattle. Anim. Prod. 27:161.
- Escobar, A. y R. Parra. 1978. Efecto del tratamiento con alcali (NaOH) sobre la composición química y digestibilidad - - in vitro de diferentes residuos agrícolas fibrosos. Rev. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto de Producción Animal. p. 41.
- Escobar, A. R. Parra. 1979. Efectos de diferentes alcalis sobre la digestibilidad in vitro de la materia orgánica de tusa de maíz. Rev. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Instituto de Producción Animal. p. - 36-44.

Fernández, R.S. 1981. Efecto del procesamiento físico del nivel de alimentación y la suplementación nitrogenada sobre la utilización del rastrojo de maíz por borregos. Tesis, M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Fishwick, G., J.J. Parkins, R.G. Hemingway and N.S. Ritchie. 1978. A comparison of the voluntary intake and digestibility by beef cows of diets based on oat straw and - - supplemented with different forms of nonprotein nitrogen. Anim. Prod. 26:135.

Gutiérrez, O.E. 1981. Efecto del tratamiento químico y la suplementación de cuatro nutrientes sobre la digestibilidad in vitro del rastrojo de maíz y la médula de caña. Tesis, M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Hadjipanayiotou, M., A. Louca and M.J. Lawlor. 1975. A note on the straw intake of sheep given supplements of urea-molasses, soya bean meal, barley-urea or barley. Anim. Prod. 20:429.

Henderickx, H.K. 1976. Aspectos cuantitativos del uso del nitrógeno no protéico en la alimentación de rumiantes. Rev. Cubana Ciencia Agrícola. 10:1.

- Jayasuriya, M.C.N. and E. Owen. 1975. Sodium hidroxide treatment of barley straw; Effect of volume and concentration of -- solution on digestibility and intake by sheep. Anim. Prod. 21:313.
- Jones, G.M., C. Stephens and B. Kensett. 1975. Utilization of - starea urea, or soybean meal in complete rations for lac- tating dairy cows. J. Dairy Sci. 58:689.
- Klopfenstein, T.J. 1978. Chemical teatment of crop residues. J. Anim. Sci. 46:841.
- Klopfenstein, T.J., V.E. Krause, M.J. Jones and W. Woods. 1972. Chemical treatment of low quality roughages. J. Anim. Sci. 35:418.
- Koers, W., M. Prokop and T.J. Klopfenstein. 1972. Sodium hidrox*i* de treatment of crop residues. J. Anim. Sci. 35:1131 - - (Abstr.).
- Martínez, G.C. y R. Orcasberro. 1978. Efecto de la suplementa-- ción nitrogenada sobre el valor nutritivo de residuos de - candelilla (Euphorbia cerifera) con borregos. Chapingo, -- Nueva Epoca 9:80.

México. 1968. Plan Nacional Agrícola, Ganadero y Forestal. Eta
pa 1968-1969. Secretaría de Agricultura y Ganadería.

México. 1980. Programa Nacional Agropecuario y Forestal. Secret
taría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

Oji, U.I., D.N. Mowat and J.E. Winch. 1977. Alkali treatments
of corn stover to increase nutritive value. J. Anim. Sci.
44:798.

Sambrook, P.A. y J.B. Rowe. 1982. Harina de algodón como fuen-
te de nitrógeno para los microorganismos del rumen en ove-
jas alimentadas con dieta basada en melaza. Producción - -
Animal Tropical. 7:28.

Satter, L.D. y R.R. Roffler. 1977. Requerimiento proteínico y --
utilización de nitrógeno no protéico. Producción Animal --
Tropical. 2:248.

Saxena, S.K., D.E. Otterby, J.D. Donker, and A.L. Good. 1971.
Effects of feeding alkali-treated oat straw supplemented
with soybean meal or nonprotein nitrogen on growth of - -
lambs and on certain blood and rumen liquor parameters.
J. Anim. Sci. 33:485.

- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics. Mc Graw-Hill Book Co., New York. 481 p.
- Tilley, J.M.A. y R.A. Terry. 1963. A two-stage technique for - the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassld. Soc. 18:104.
- Wholt, J.E., J.H. Clark and F.S. Blaisdell. 1978. Nutritional value of urea vs preformed protein for ruminants. II. Nitrogen utilization by dairy cows fed corn based diets - - containing supplemental nitrogen from urea and or soybean meal. J. Dairy Sci. 61:916.
- Woods, W., W. Koers and T.J. Klopfenstein. 1970. Sodium hidroxide treatment of corn stover and cobs. J. Anim. Sci. 31:1030 (Abstr.).

