

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



**EFFECTO DE DIFERENTES FUENTES
NITROGENADAS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD
in vitro Y LIBERACION DE AMONIACO EN
RASTROJO DE MAIZ**

T E S I S
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A :
TEOFILO VELA PEDRAZA

MARIN, N. L.

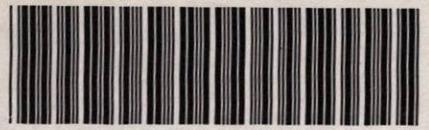
AGOSTO 1983

SB205

M2

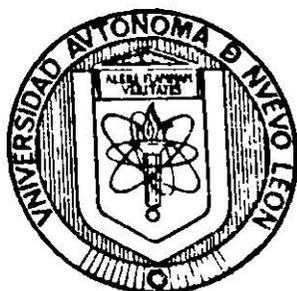
74

C.1



1080063148

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



**EFFECTO DE DIFERENTES FUENTES
NITROGENADAS SOBRE LA DIGESTIBILIDAD
in vitro Y LIBERACION DE AMONIACO EN
RASTROJO DE MAIZ**

T E S I S
**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A :
TEOFILO VELA PEDRAZA

MARIN, N. L.

AGOSTO 1983

T
5B205
.M2
v4

040 633
FA II
1983



Biblioteca Central
Magna Solidaridad
F. tesis



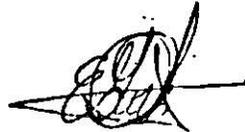
FONDO
TESIS LICENCIATURA

EFFECTO DE DIFERENTES FUENTES NITROGENADAS SOBRE LA
DIGESTIBILIDAD in vitro Y LIBERACION DE AMONIACO -
EN RASTROJO DE MAIZ.

TESIS PRESENTADA POR TEOFILIO VELA PEDRAZA, COMO RE
QUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO
AGRONOMO ZOOTECNISTA.

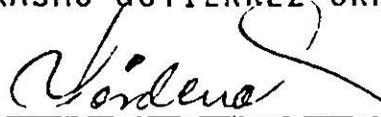
COMITE DE REVISION

ASESOR PRINCIPAL:



ING. M.C. ERASMO GUTIERREZ ORNELAS

ASESOR AUXILIAR:



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

FECHA: JULIO 25 DE 1983.

A LA MEMORIA DE MIS PADRES:

TEOFILO VELA DE ROSA

JUANA INES PEDRAZA DE VELA

A MI HERMANA:

MARIANELA VELA DE BLANCO

A MI HERMANO POLITICO:

FRANCISCO BLANCO CELAYA

A MIS SOBRINAS:

CLAUDIA Y

MARIANELA BLANCO VELA

A MI TIA:

RAFAELA SALINAS DE VELA

Quien me brindó su casa como un ho
gar, en el cual recibí todo estímulo en mi vida universitaria.

A MIS PRIMOS:

OCTAVIO GILDARDO
RAFAEL ANGEL
JUAN ANTONIO
JORGE
MARIO
ROSA
ALEJANDRA Y
LEONILA VELA SALINAS

Por su apoyo y estímulos recibidos
de su parte para mi superación pro
fesional..

A MI TIA:

ESTHER PEDRAZA DE PERALES E HIJOS
Por su apoyo y confianza en mí.

A MI NOVIA:

MARTHA LUCIA CAMPOS ROMO

A MIS FAMILIARES:

Que de un modo u otro intervi
nieron en mi superación profe
sional.

A MIS ASESORES:

ING. M.C. ERASMO GUTIERREZ ORNELAS

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

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

MI AGRADECIMIENTO A:

ING. HOMERO HERNANDEZ AMARO

LIC. M.C. MARIA DE LA LUZ GONZALEZ LOPEZ

Q.I. ROSARIO MIRELES DE SALCEDO

SRA. LETICIA FERNANDEZ DE MEJIA

SRITA. ELSA MARGARITA VARGAS GALLEGOS

**Por su ayuda brindada en la terminación
de este trabajo.**

**A LOS MAESTROS, COMPAÑEROS Y -
AMIGOS DE LA FAC. DE AGRONOMIA.**

I N D I C E

	PAGINA.
1. INTRODUCCION	1
2. LITERATURA REVISADA.	4
2.1. Utilización del nitrógeno en el rumen . . .	4
2.2. Factores que determinan la utilización del nitrógeno.	5
2.2.1. Tipo de fermentación ruminal.	6
2.2.2. Nutrientes	7
2.2.3. Fuentes de Nitrógeno	9
2.3. Concentración óptima de amoníaco en el rumen	13
2.3.1. Factores que se relacionan con la concen- tración de amoníaco	16
2.4. Efectos de la suplementación nitrogenada so- bre los forrajes toscos	17
3. MATERIALES Y METODOS	23
4. RESULTADOS Y DISCUSION	27
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
6. RESUMEN	45
7. BIBLIOGRAFIA	48

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PAGINA.
1. Composición de las mezclas utilizadas en el - experimento	24
2. Análisis de varianza para la digestibilidad - parcial <u>in vitro</u> de la materia seca	28
3. Digestibilidad parcial <u>in vitro</u> del rastrojo de maíz suplementado con fuentes de nitrógeno proteínico y no proteínico	30
4. Análisis de varianza para la producción de -- amoníaco <u>in vitro</u> (mg. NH_3 /100 ml.)	35
5. Efecto de las fuentes proteínicas y el tiempo de incubación sobre la concentración de amo-- níaco	37
6. Digestibilidad total <u>in vitro</u> de las mezclas de rastrojo de maíz suplementado con fuentes de nitrógeno proteínico y no proteínico.	40

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAGINA
1	Esquema del efecto de la interacción fuente proteínica y el tiempo de incubación sobre digestibilidad parcial <u>in vitro</u>	32
2	Esquema del efecto de interacción fuente -- proteínica y el tiempo de incubación sobre la liberación de amoníaco <u>in vitro</u>	38

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

En México el alto incremento en los costos de los alimentos concentrados ha hecho que estos sean poco usados en la engorda o ceba de novillos. Por lo anterior, se buscan alternativas para la utilización de otro tipo de alimentos a base de residuos de cosecha, subproductos de destilerías y otras que se derivan de las explotaciones avícolas que generalmente sean de menor precio y en lo posible, de mayor calidad en cuanto a nutrientes.

Enormes cantidades de cereales son producidas anualmente en aquellas áreas de producción de grano en todo el mundo, considerando estas áreas, es de suponer las cantidades inmensas de las diferentes pajas que redituen de estas siembras.

Particularmente para México, Hernández (1982) encuentra estimaciones de producción alrededor de 138 millones de toneladas para los períodos de (1968-1980) y de los cuales el 80% corresponden al rastrojo de maíz.

Uno de los problemas principales que se presentan con los residuos de cosecha como el rastrojo de maíz, es el bajo contenido de proteína cruda y su alta lignificación debido a que no tiene un manejo adecuado después de la post-cosecha. Tradicionalmente los agricultores después de la cosecha mantienen muchas veces en pie el rastrojo y esto hace, que los factores climáticos afecten el rastrojo secándolo más rápido y contribuyendo así a una mas rápida lignificación. Esto quizás no fue-

ra tan grave si al momento de la cosecha se procediera inmediatamente a empacarse y/o a ensilarse, contribuyendo así a tener el forraje un poco menos lignificado y con mejor valor nutritivo para los animales.

Debido a ésto se ha estado tratando de encontrar técnicas o fórmulas que hagan elevar la calidad de estos subproductos, y paralelo a ésto disminuir los costos que se deriven de la -- producción de éstos mismos.

Una de las prácticas a seguir es la suplementación proteínica, siendo ésta una de las mejores técnicas para elevar el valor nutritivo de estos forrajes toscos. Entre la suplementación proteínica se encuentran dos tipos de fuentes: nitrógeno proteínico y nitrógeno no proteínico. Sin embargo, considerando que ambas fuentes poseen ventajas y desventajas se planteó el presente trabajo con los siguientes objetivos.

- 1.- Observar el comportamiento de la digestibilidad - - - in vitro del rastrojo de maíz, suplementandolo con -- fuentes de nitrógeno proteínico, nitrógeno no proteínico y mezclas de ambas fuentes.
- 2.- Determinar el comportamiento de la digestibilidad - - in vitro en relación al tiempo, en los diferentes tipos de suplementación.
- 3.- Encontrar las mejores combinaciones de fuentes de nitrógeno proteínico y no proteínico que nos den como -

resultado una liberación óptima de amoníaco, en relación al tiempo.

- 4.- Observar interacciones entre fuentes proteínicas y -- tiempo de fermentación, tanto en la digestibilidad -- in vitro como en la producción de amoníaco.

2.- LITERATURA REVISADA

2.1. Utilización del nitrógeno en el rumen.

La alimentación de los rumiantes, depende básicamente de lo que pase en el rumen, ya que ésta es una cámara de fermentación que realiza transformaciones muy interesantes. Para el caso de la proteína Kaufmann y Saelzer (1976), mencionan que solo una parte de ésta alcanza el intestino sin ser degradada, el resto sufre un proceso de lisis bacteriana, generalmente -- del tipo desaminativo, en el cual las proteínas son transformadas en amoníaco y ácidos grasos volátiles, señala además, que el amoníaco resultante de la lisis proteica es utilizado como fuente de nitrógeno por las bacterias, es decir a partir de amoníaco, la flora ruminal está en condiciones de sintetizar proteína bacteriana. La capacidad de la microflora ruminal -- de sintetizar proteínas a partir de nitrógeno amoniacal permite la incorporación de nitrógeno no proteínico (urea) en la ración como sustituto parcial de la misma. De esto, se puede establecer que el animal rumiante cuenta con dos fuentes de abastecimiento proteínico: las que provienen de los alimentos y la proteína proveniente de la flora microbiana del rumen, ésta última con un contenido de proteína bruta de 40 a 65%, con un valor biológico sobre el 70% y una digestibilidad enzimática del 70-75%.

Henderickx (1976), menciona que el uso eficiente del nitrógeno no proteínico por los rumiantes descansa en el rumen -- donde las bacterias y protozoos convierten este nitrógeno en --

nitrógeno proteínico bacteriano, el cual después de la digestión será usado por el animal hospedero, así, la máxima utilización del nitrógeno no proteínico dependerá de la síntesis de proteína microbiana.

Satter y Roffler (1977) y Kaufmann y Saelzer (1976), concuerdan en el hecho de que existe una pequeña aportación de nitrógeno salival en forma de urea, la cual es incorporada al rumen para transformarse en amoníaco, de la misma forma también se introducen pequeñas cantidades de urea a través de la pared ruminal que también se transforman en amoníaco, coinciden además en la forma en que es expulsada la proteína que escapa de la degradación pasando directo al sistema digestivo para ser digerida o expulsada en los heces, así como el excedente de amoníaco que se origina de el desdoblamiento de la urea en el rumen y también en la forma en que termina por expulsarse en la orina y otras pequeñas cantidades que van de nuevo a la saliva todas estas en forma de urea, para incorporarse de nuevo al ciclo.

2.2. Factores que determinan la utilización del nitrógeno.

En términos generales Preston y Willis (1974), señalan cuatro factores que determinan la utilización del nitrógeno: el primero se refiere a las condiciones que conducen a la máxima tasa de crecimiento de la microflora ruminal, el segundo trata de la fijación del amoníaco por la mucosa ruminal, el tercero se refiere a el valor biológico de la proteína microbiana y por último el más importante, el que se refiere a el

tipo de proteína alimenticia. Sin embargo, se deben de considerar además otros puntos importantes respecto a la utilización del nitrógeno en el rumen, por lo que estos se discuten a continuación.

2.2.1 Tipo de Fermentación ruminal.

Elias (1976; citado por Fernández 1981), menciona que todas las funciones que se realizan en el rumen están determinadas por el crecimiento microbiano y por el tipo y proporción de microbios que proliferan. De ahí que existan diferentes tipos de bacterias en el rumen que se encuentran realizando su función en condiciones anaeróbicas.

La tasa de desarrollo microbiano es un factor importante y el pH es una limitante en su crecimiento o desarrollo. Investigadores como Henderickx y Martín (1963; citados por Preston y Willis, 1974), mencionan que existe un rango de pH entre 6 y 8 para la síntesis óptima de proteína microbiana.

Hungate (1966; citado por Preston y Willis, 1974), señala que el grado de desarrollo microbiano no solo depende de la cantidad y naturaleza de los componentes dietéticos transformables en células, sino también de los componentes energéticos altamente aprovechables (ATP).

Fernández (1981), concluye que la eficiencia de fermentación de los forrajes toscos depende principalmente de la satisfacción de las necesidades nutritivas de los microbios que las

realicen.

2.2.2 Nutrientes.

a) Carbohidratos.

Satter y Roffler (1977), señalan la importancia de un alto contenido de NDT en la alimentación de los rumiantes cuando se va a suplementar con fuentes de nitrógeno no proteínico. Esto es recomendable cuando no exista un equilibrio energético en la ración, ya que al suministrar alguna fuente de nitrógeno no proteínico de rápida degradación, se tiene que utilizar suficiente energía que vaya a la par con la liberación de la fuente proteínica en este caso el amoníaco.

En relación a lo anterior, en la revisión de Valdez (1973), se señalan las necesidades de añadir carbohidratos fermentables en las dietas con urea, además de encontrar que cuando existen carbohidratos suficientes, se sintetizaban en el rumen en cantidades importantes las vitaminas del complejo B. En base a los trabajos anteriores es importante considerar los resultados obtenidos por Houpt (1959; citado por Valdez, 1973) en los que encontró baja utilización de urea hasta de un 22% en raciones que no contienen suplementos del tipo de los carbohidratos. Kay (1969, citado por Valdez, 1973), postula que cuando las dietas contienen mucha proteína y pocos carbohidratos fermentables, la proteólisis ruminal excede a la síntesis microbiana.

b) Minerales.

Conrad y Hibbs (1968; citados por Valdez, 1973), consideran que el fósforo es el elemento mineral mas importante a suplementar en las dietas con urea.

En su revisión; Valdez (1973), encontró que la adición de azufre a dietas con urea puede ser un factor importante para mejorar la eficiencia de éstas, además señala que una deficiencia de azufre (S) puede limitar la síntesis ruminal, encontrando que su adición a una dieta aumenta significativamente la cantidad de proteína sintetizada, en relación a las necesidades de este mineral, encontró que los terneros alimentados con una dieta purificada, necesitan azufre y que su adición hace aumentar la metionina en el plasma. Bull y Vandersall (1973), sugieren que la adición de azufre a las raciones de rumiantes, estimula la actividad bacteriana en el rumen aumentando el balance de nitrógeno.

c) Vitaminas y Hormonas.

En su revisión Valdez (1973), encontró que la adición de vitamina A no parece afectar los niveles sanguíneos de amoníaco inducidos por la urea dietética. Preston et al. (1970; citados por Valdez, 1973), agregaron vitamina E a dietas de toros cebados con urea, sin resultados significativos, mientras que Williams et al. (1968), encontraron que las ovejas pierden peso al alimentarse con una dieta enteramente líquida compuesta de urea, minerales y vitamina A disueltos en melaza de caña.

Resultados de Briggs (1967; citado por Valdez, 1973), indican que la administración de estrógenos sintéticos en forma oral o implantados subcutáneamente, aumentan el ritmo de ganancia y la retención de nitrógeno. Anderson (1967; citado por Valdez, 1973), plantea que el dietilestilbestrol (DES) acelera la adaptación de los rumiantes al nitrógeno no proteínico ejerciendo también su acción estimulante sobre el crecimiento.

Christiansen y Burroughs (1962; citados por Valdez, 1973), señalan que el (DES) aumentaba el número de protozoos ruminales, mientras que Oltjen et al. (1972; citados por Valdez, --- 1973), encontraron que se aumentaba el número de bacterias totales, con esta misma hormona.

Simone et al. (1958; citados por Valencia, 1973), indican que los animales bajo el efecto del (DES) reducen la cantidad de alimentos necesarios para producir una unidad de aumento, no habiendo mayor digestibilidad de la ración, además de reducir el nitrógeno urinario. Parece ser que la proteína una vez digerida es utilizada con mayor eficiencia por la acción de esta hormona.

2.2.3 Fuentes de Nitrógeno.

La fuente de nitrógeno es sumamente importante en la utilización de éste, ya que de una fuente a otra existen diferencias en cuanto a concentración y solubilidad que son características importantes en la utilización de nitrógeno para la síntesis de proteína microbiana.

a) Urea.

Se forma a partir de amoníaco y dióxido de carbono, como producto intermedio se origina carbamato amónico; que a temperaturas de 130°C. y 35-40 atmósferas se desdobla en agua y urea (Bergner y Gorsch, 1974).

En general, la actividad ureasica del rumen provoca un rápido desdoblamiento de la urea, debido a esto se hace necesario incluir técnicas o formas para tener un desdoblamiento lento para mayor utilización del producto final por los microorganismos que habitan en el rumen. El tiempo normal que tarda la urea en desdoblarse a otros productos finales va de 2-4 horas (Bergner y Gorsch, 1974).

b) La Gallinaza.

El ácido úrico es el principal producto final del catabolismo de las purinas, de las proteínas en aves y reptiles. Así el ácido úrico y los uratos son las formas de excreción de nitrógeno en estas especies (Maynard y Loosli, 1969), en comparación con la urea el ácido úrico se ha observado que es menos soluble, por lo tanto la tasa de liberación de amoníaco es más lenta, logrando con esto permanentemente un mejor aprovechamiento de nitrógeno (Hernández, 1982).

c) Aminoácidos.

Vaz Portugal (1966; citado por Valdez, 1973), sugiere que la síntesis de proteína en el rumen puede producirse del uso directo de aminoácidos libres. Chalupa (1968), mencionó que -

el efecto negativo que surge de un compuesto no proteínico se puede deber a un desbalance de uno o mas aminoácidos. Valdez (1973), en su revisión encuentra sugerencias sobre los resultados anteriores que a veces se observan con el uso del nitrógeno no proteínico debido a ciertas deficiencias de algunos aminoácidos.

d) Proteínas.

Morrison (1956), señala que las proteínas son de extraordinaria importancia en la alimentación animal, debido a que los animales solo pueden formar las proteínas de sus tejidos a partir de los aminoácidos que obtienen al digerir las proteínas de sus alimentos, sin embargo en el caso de los rumiantes, un aporte considerable de los aminoácidos requeridos son aportados por la digestión de las bacterias.

Crampton y Harris (1974), aprecian dos tipos de suplementos proteínicos de origen vegetal, los que constituyen de - - 20-30% de proteína bruta y los de 30-45% de proteína bruta y la principal característica que los hace diferenciarse es su alto contenido proteíco de uno sobre otro, además de que en cuanto a mayor sea la riqueza en proteína menor es su contenido en carbohidratos.

Las proteínas varían considerablemente en cuanto a su solubilidad, por lo que es difícil concluir que estas son las mejores fuentes de nitrógeno para los rumiantes.

e) Sales de Amonio y Alimentos Amoniacados.

Bergner y Gorsch (1974), mencionan que la preparación de las sales amónicas se realiza principalmente introduciendo amoníaco gaseoso en soluciones de los ácidos correspondientes, o bien, mediante mezclas de éstos con soluciones de amoníaco o de carbonato amónico. Entre ellas se encuentran, el cloruro amónico, carbonato amónico, carbonato ácido diamino, fosfato diácido de amonio, fosfato ácido diamónico y sulfato amónico. Debido a la desconfianza de los ganaderos por la utilización de la urea y sales amoniacas éstos se mantienen reñuentes a utilizar las fuentes de nitrógeno no proteínico (Bergner y Gorsch, 1974).

f) Biuret.

Bergner y Gorsch (1974), mencionan que el biuret se origina por el calentamiento de la urea, a partir de la cual se forma ácido isociánico, con desprendimiento de amoníaco: el primero forma biuret al combinarse con otra molécula de urea. Se ha comprobado un escaso índice de hidrólisis en general, existiendo la sospecha de que el biuret no puede ser desdoblado completamente por microorganismos del rumen hasta las fases de CO_2 y NH_3 .

Loosli y Mc Donald (1968), estiman que el biuret combinado con la urea mejoran en forma práctica la utilización del nitrógeno en forma de éstos. Mientras que Bauriedel et al. (1971), mencionan que la incorporación del biuret como fuente de nitró

geno para la formación de amoníaco utilizable por los microorganismos ruminales, se favorecía con la adición de carbohidratos. Aparentemente esta fuente posee demasiadas desventajas - para su utilización, además de el hecho de que no se produce - en el país.

g) Otros.

Bergner y Gorsch (1974), en la búsqueda de compuestos de nitrógeno sintético lentamente hidrolizables y debido a ésto, - mejor aprovechables y menos lasivos en caso de error de racionamiento, encontraron que; las acetamidas, el acetyl-urea y el isobutiliden-diurea funciona positivamente en cuanto a su balance de nitrógeno y su desdoblamiento lento que los caracteriza.

2.3 Concentración óptima de amoníaco en el rumen.

Mehrez et al. (1977; citados por Fernández 1981), definen a la concentración óptima de amoníaco en el rumen como aquella que resulta en una máxima tasa de fermentación. Resultados parecidos encontró Allison (1969), al encontrar que se necesitan 6.4 mg. de NH_3 /100 ml. de líquido ruminal para una síntesis -- proteica óptima, ésto siempre y cuando no esté limitado el sistema ruminal en cuanto a energía.

Satter y Roffler (1977), encontraron que la concentración de amoníaco ruminal se relacionó positivamente con el porcentaje de proteína cruda (en base a materia seca) de la ración y a medida que se aumentaba la proteína cruda por encima de un 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 más rápido con raciones bajas en energía, esto solo utilizando proteína de origen vegetal. Estos mismos autores señalan que el poder predecir el punto de exceso amoniacaal en el rumen es de mucha utilidad en la determinación de cuándo ha de ser o no beneficioso el agregar nitrógeno no proteínico en la ración, para ésto considera dos etapas:

Primero: Saber qué concentración de amoníaco ruminal es - necesaria para soportar una máxima tasa de crecimiento de bac-
terias en el rumen.

Segundo: Es necesario conocer la concentración predominante o significativa de amoníaco ruminal bajo condiciones típi--
cas de alimentación y manejo. Satter y Roffler (1977), mostra-
ron que se requiere una concentración de al menos 5 mg. de - -
 NH_3 /100 ml. de fluido ruminal para el máximo crecimiento microo
bial.

Tillman y Sidh (1969), resumen los factores que inciden -
sobre la concentración ruminal de amoníaco, presentándola como
un balance entre su utilización por las bacterias ruminales, -
el metabolismo en la pared ruminal, la absorción en la vena --
portal y su paso al omaso.

El factor determinante del destino del amoníaco es el po-
der de los microorganismos ruminales para utilizar este produco

to (Schwartz, 1967; citado por Valdez, 1973)

A su vez, Vaz Portugal (1972; citado por Valdez, 1973), resume los factores que condiciona la hidrólisis de la proteína en el rumen y que conduce, en una primera y transitoria etapa, a la producción de aminoácidos libres y después a amoníaco, -- siendo estos factores:

a) Tiempo de retención de la proteína en el rumen, relacionado directamente con la presentación física del alimento, -- su tamaño y forma (área) de las partículas y su peso específico.

b) Grado de solubilidad y dispersión de la proteína en el licor ruminal.

c) Grado de resistencia natural o artificial de la proteína al ataque microbiano.

d) Grado de contacto de las partículas alimenticias con la población microbiana.

e) Nivel y frecuencia de la ingestión de alimentos.

f) Efecto estimulante de la dieta sobre el crecimiento -- bacteriano.

g) Factores relacionados con las peculiaridades fisiológicas de los animales individuales que se reflejan, a su vez, sobre el desarrollo de la población microbiana del rumen.

Tomando en cuenta todo lo anterior, es de suponer que la

suplementación nitrogenada es importante para satisfacer las necesidades de amoníaco. Así la importancia radica en encontrar los parámetros óptimos de producción de amoníaco para que así halla un máximo crecimiento microbial y por consecuencia, un aumento en la síntesis de proteína microbiana.

2.3.1 Factores que se relacionan con la concentración de amoníaco.

Hernández (1982), menciona que el tratamiento químico --- tiende a beneficiar la fermentación microbiana, ya que aumenta la disponibilidad de los carbohidratos estructurales atrapados por los enlaces de lignina y sílice. Además de que al utilizar 2 técnicas a la vez (tratamiento con NaOH y suplementación con nitrógeno proteínico o nitrógeno no proteínico), tenderán 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 microbial; sin embargo, esto dependerá del nivel de suplementación (Gutiérrez, 1981).

Cole et al. (1976), encontraron ventajas en la sustitución de nitrógeno no proteínico por proteína de la dieta en la máxima utilización del nitrógeno, si bien se menciona que estos cambios son ventajosos, a la vez la desventaja principal de estos ciclos es cuando la proteína dietética es de origen vegetal y es de alta calidad, ya que baja la utilización de el nitrógeno no proteínico (Satter y Roffler, 1977).

Satter y Roffler (1977), mencionan que la proteína de alta solubilidad y compuestos como la urea, rápidamente son digeridos y su conversión a NH_3 es casi completa. Otro de los aspectos que mencionan estos autores es la baja utilización de nitrógeno no proteínico con niveles de proteína cruda de 13%.

De esto se desprende que la concentración de amoníaco - - se verá influida por los factores ya mencionados directa o indirectamente que son: % de proteína, energía, procesamiento de alimento.

Cabe mencionar que el peligro de exceder la concentración de NH_3 óptima es muy alto al usar nitrógeno no proteínico. Debido a ésto es necesario buscar técnicas o nuevas fuentes de nitrógeno no proteínico (Acetamidas) que sean capaces de mantener la concentración de amoníaco óptima (Henderickx, 1976). - O bien, realizar las combinaciones óptimas de diferentes fuentes de nitrógeno que nos den como resultado la producción óptima de amoníaco deseado.

2.4 Efectos de la suplementación nitrogenada sobre los forrajes toscos.

Es sabido de que los forrajes toscos o residuos de cosecha se encuentran en condiciones pobres en contenido de proteína cruda, por eso se hace necesario la adición de fuentes de nitrógeno para mejorar la utilización de estos forrajes toscos o pajas de cereales (Campling et al. 1962; citados por Horton y Nicholson, 1981). Con relación a ésto Horton (1979),

reportó ganancias para el crecimiento del ganado alimentado -- con altas dietas en pajas y suplementados con cualquier planta rica en proteína o una mezcla de granos y urea.

Investigadores como Kropp et al. (1977); Sambrook y Rowe (1981); Battacharya y Fontenot (1966); El-Saban (1970), han -- trabajado con diferentes fuentes de nitrógeno proteínico y no proteínico como harina de algodón, harina de soya, urea y ga-- llinaza; encontrando resultados satisfactorios al mezclarlos a diferentes niveles y en la mayoría de los casos utilizando un forraje tosco y los suplementos ya mencionados.

Kropp et al. (1977), utilizaron becerros con cánulas abo-- masales y alimentados con cáscara de semilla de algodón, harina de soya y urea para ver la influencia de diferentes fuentes de nitrógeno en la producción de proteína microbial, encontrando que la digestión de materia seca, materia orgánica y celulosa fueron mejoradas con la adición de urea.

Sambrook y Rowe (1981), haciendo una comparación entre la harina de algodón en la ración y urea incluida a 2.5% en la -- melaza, encontraron que la harina de algodón es una fuente de nitrógeno no degradable, y como quiera es necesario incluir -- urea con la melaza para asegurar la fermentación ruminal y -- maximizar la síntesis de proteína microbial. Igual conclusión encontró Kropp (1977), al sustituir urea como fuente de nitrógeno por harina de soya.

Rubio (1982), en un estudio sobre digestibilidad in vitro del bagazo y la punta de caña, encontró que la punta de caña - es mayor digestible que el bagazo, pero que es necesario evaluar la digestibilidad de los forrajes toscos, así como de los suplementos para que se puedan formular dietas completas para rumiantes, escogiendo para ello aquellas cuyas tasas y velocidades de fermentación contra tiempo, sean afines.

Borquez (1980), en un estudio sobre formulación de dietas completas para rumiantes en base a la tasa de fermentación in vitro de los ingredientes encontró que las raciones que consideró como compatibles (en base a nutrientes de rápida degradación) fueron superiores a las raciones incompatibles (nutrientes de lenta degradación) en cuanto a digestibilidad de materia seca y producción de gas. Concluyendo que es aconsejable que existan ingredientes con tasas de fermentación que permitan un continuo suministro de proteína ($\text{NH}_3\text{-N}$) y energía (ATP) para mantener un nivel aceptable de la población microbiana y por ende ocasionar una mayor digestibilidad total.

Hernández (1982), en un estudio de digestibilidad in vitro del rastrojo de maíz bajo suplementación y tratamiento químico encontró diferencias altamente significativas para la digestibilidad de materia seca con el tratamiento químico, mientras que con la suplementación proteínica encontró que se afectó la digestibilidad de materia seca pero con una ($P < .05$). Esto puede ser debido a que la suplementación actúa indirectamente

en la fermentación del material celulolítico, comparado con el modo de acción del tratamiento alcalino (NaOH); ya que este -- tiende a beneficiar la fermentación microbiana debido a que - aumenta la disponibilidad de los carbohidratos estructurales - que se encuentran atrapados por los enlaces de lignina y sílice, siendo los principales elementos que impiden su digestibilidad, mientras que la suplementación nitrógenada es importante para satisfacer las necesidades de amoníaco, que es el producto final de la fermentación de la proteína y es la principal fuente de nitrógeno para la formación de proteína microbiana.

Salinas (1982), en un estudio similar al de Rubio (1982), evaluando la calidad forrajera del teocintle (Zea perennis) en contró que la digestibilidad in vitro se afectó, encontrando - que la madurez de las plantas frescas (60 vs. 150 días de crecimiento) tuvo un marcado efecto sobre la digestibilidad máxima y el tiempo requerido para obtener la mitad de la digestibilidad máxima y que se incrementó mas cuando se adicionó melaza y urea, concluyendo que el estado de madurez al corte afectó - la digestibilidad in vitro del teocintle, ya que baja la tasa de fermentación ocasionando una disminución en el consumo de - materia seca.

Resultados de Ammerman et al. (1972), muestran que la digestibilidad de un forraje con bajo contenido de proteína cruda se mejoran con la suplementación protéica a base de nitróge

no proteínico y no proteínico combinados, como harinolina-urea.

Vassallo (1979), al estudiar el efecto de interacciones en tre ingredientes en raciones para ganado lechero, indica que - la digestibilidad in vitro de la materia seca de raciones que contienen alfalfa, ensilaje de maíz y concentrado, no correspon de exactamente a la calculada en base a la digestibilidad de - los ingredientes que la componen, así mismo señala que estas - interacciones se podrían explicar por el contenido de proteína cruda y/o energía de cada combinación, que afectan a la pobla- ción microbiana del rumen y en consecuencia a la tasa de fer- - mentación y además a la diferencia en digestibilidad de las pa- redes celulares y contenido celular de estos ingredientes.

Geerken et al. (1980), demostraron que la suplementación con proteína verdadera y nitrógeno no proteínico resulta en un mejoramiento del metabolismo nitrogenado y energético del ani- mal, ya que incrementan la proteína digerible y aumenta la re- tención de nitrógeno. En la actualidad un tercio de las nece- sidades proteínicas de los rumiantes puede cubrirse con com- - puestos de nitrógeno no proteínico (Bergner y Gorsch, 1974).

De lo anterior se puede deducir que una combinación ade- - cuada de fuentes de nitrógeno proteínico y no proteínico y un equilibrio energético; pueden mejorar en gran parte la utiliza- ción de forrajes toscos.

Cabe señalar los trabajos realizados por Hadjipanayiotow

et al. (1975), en los que no encontró diferencias, entre fuentes de nitrógeno al suplementar forrajes toscos, esto quizá -- se pueda explicar, pero podemos decir que cuando no se observaron efectos en relación al tipo de suplemento, esto pudo haberse debido a que fue cubierto por otros factores como el nivel de suplementación o calidad del forraje (Hernández, 1982).

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, Nuevo León, de el 10 de Enero al 15 de Marzo de 1983.

Usando rastrojo de maíz previamente molido y tamizado, se elaboraron mezclas de rastrojo de maíz con suplementos proteínicos (NP) y suplementos no proteínicos (NNP) balanceando a 12.5% de proteína cruda (P.C.). En el cuadro 1 se observan las mezclas de rastrojo suplementadas con varias fuentes de nitrógeno. Cuando se suplementó la proteína faltante, con dos fuentes, la cantidad requerida fue aportada en partes iguales por esas dos fuentes.

En el trabajo, las variables a determinar fueron digestibilidad parcial, digestibilidad total de la materia seca, además de la producción de amoníaco in vitro. Esto hizo necesario utilizar técnicas específicas para cada determinación, por lo tanto el trabajo realizado consta de tres etapas.

Cabe aclarar que para este trabajo se está tomando en cuenta el término "digestibilidad parcial" a la desaparición del alimento en relación al tiempo de incubación (30, 90, 150 y 210 minutos) a nivel rumen. La primera etapa del experimento consistió en la determinación de digestibilidad parcial, utilizando solamente la primera fase de la técnica de digesti-

bilidad in vitro indicada por Tilley y Terry, (1963), suspendiéndose la fermentación con ácido clorhídrico (HCl) a diferentes tiempos (30, 90, 150 y 210 minutos), después de haber inoculado las muestras. Al término de los tiempos respectivos se filtró la muestra correspondiente y se determinó la digestibilidad parcial in vitro de la materia seca.

Cuadro No. 1 Composición de las mezclas utilizadas en el experimento.

TRATAMIENTOS*	RASTROJO %	SUPLEMENTOS%		
		UREA	GALLINAZA	HARINOLINA
(RM)	100.00	-	-	-
(RM-H)	77.59	-	-	22.40
(RM-G)	47.22	-	52.77	-
(RM-U)	96.66	3.33	-	-
(RM-HG)	63.00	-	25.00	12.00
(RM-HU)	87.40	1.70	-	10.90
(RM-GU)	72.45	1.71	25.84	-

* RM= Rastrojo de maíz; H= Harinolina; G= Gallinaza; U=Urea; HG= Harinolina-Gallinaza; HU= Harinolina-Urea y GU= Gallinaza-Urea.

La segunda etapa se inició al momento mismo en que se suspendió la fermentación, ya que el sobrenadante de cada tubo se utilizó para llevar a cabo la determinación de la producción -

de nitrógeno inorgánico por arrastre de vapor indicada por --- (Bremner, 1965).

La tercera etapa consistió en la determinación de la di--gestibilidad in vitro que se inició al mismo tiempo que la di--gestibilidad parcial, pero solamente con una variante, de que el período de incubación fue de 96 hrs. como lo especifica la técnica de Tilley y Terry (1963), modificada por Barnes (1969).

Para la prueba de digestibilidad parcial, se probaron 28 tratamientos, resultado de un diseño de bloques al azar con -- arreglo factorial 7x4. Los factores involucrados fueron: fuentes proteínicas y sus combinaciones (H, G, U, HG, HU Y GU; lle-- vando todas éstas rastrojo de maíz) y el otro factor fue el -- tiempo de fermentación (30, 90, 150 y 210 minutos). Dentro -- del experimento se consideró el rastrojo de maíz sin suplemen-- to como testigo.

Para los resultados en producción de amoníaco en mg./100 ml. de fluido ruminal se utilizó un diseño completamente al azar - con arreglo factorial 7x4 donde se involucraron los mismos fac-- tores que en la digestibilidad parcial (fuentes proteínicas y tiempos de fermentación).

Para la digestibilidad total, es decir, la tercera etapa -- del experimento, se utilizó un diseño completamente al azar en el cual se utilizaron 7 tratamientos que fueron las fuentes -- proteínicas y sus combinaciones, el primer tratamiento se con--

sideró como testigo, ya que fue exento de suplementos.

Para los tres experimentos, la comparación de medias se -
llevó a cabo por una prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1960).

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Como se mencionó en el capítulo anterior, el experimento se dividió en tres etapas, por lo tanto se discutirán los resultados de cada una de ellas en el orden correspondiente.

Los resultados del análisis de varianza correspondiente a la primera fase, es decir, a la digestibilidad parcial in vitro de la materia seca de las siete mezclas (RM-suplementos) se muestran en el (cuadro 2). En dicho cuadro se observa un efecto significativo con ($P < .05$) para la interacción entre fuentes proteínicas y tiempo de incubación. En el mismo cuadro, también se observan efectos altamente significativos para el tipo de suplementación así como para el tiempo de incubación.

Los resultados obtenidos de la digestibilidad parcial se ilustran en el (cuadro 3), en ellos se observa que la ración -- donde se suplementó con harinolina, la digestibilidad parcial no exhibió diferencias significativas en relación al tiempo, mientras la digestibilidad de esta misma ración fue similar estadísticamente a las demás raciones diferenciando solo de las raciones donde se suplementó con gallinaza, harinolina-gallinaza, gallinaza-urea y donde no se suplementó.

Cuando solo se utilizó gallinaza en la ración, la digestibilidad parcial de ésta, se afectó significativamente ($P < .05$) en relación al tiempo de incubación notándose que se incrementa la digestibilidad después de (90 minutos) en que se inició

Cuadro 2. Análisis de varianza para la digestibilidad parcial in vitro de la materia seca.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F. CAL.	F. Teórica 0.05	0.01
Tratamientos	27	1523.8302	56.438155	9.69**	1.71	2.14
Bloques	3	.976	.325333	.05N.S.	2.79	4.21
F	6	1252.673	208.77883	35.86**	2.29	3.19
T	3	121.741	40.58033	6.97**	2.79	4.21
FT	18	242.196	13.45533	2.31*	1.82	2.33
Error	49	285.271	5.8218571			
Total	79					

* Significativo ($P < .05$)

** Altamente significativo ($P < .01$)

NS No Significativo ($P \geq .05$)

T Tiempo de incubación

F Fuentes proteínicas

TF Interacción entre tiempo de incubación y fuentes proteínicas

C.V.=18.69%

la digestión. Esta ración mostró una clara superioridad en la digestibilidad parcial, sobre las demás raciones con excepción de la ración donde se involucró la combinación harinolina-gallinaza donde la digestibilidad de estas raciones no mostró -- significancia ($P > .05$), resultando iguales (ver cuadro 3).

Estos resultados pueden ser engañosos ya que la gallinaza

en la ración fue en un porcentaje de 52.77% (ver cuadro 1), de ahí que se pudiera estar tomando en cuenta la digestibilidad de la gallinaza y no la del rastrojo de maíz. Hernández (1982) encontró resultados similares en la digestibilidad de la materia seca, pero total, no parcial atribuyendo esto a un alto porcentaje de gallinaza en la ración.

Existen posibles contradicciones con lo planteado anteriormente, debido a que si se analiza la figura 1, la gallinaza conserva un incremento lineal ascendente en relación al tiempo, ahora, que si se estuviera tomando la digestibilidad de la gallinaza, el comportamiento de esta ración en la gráfica sería estable debido a su lenta degradación al estar aportando amoníaco, siendo ésta una peculiaridad de ella (Hernández, 1982).

Cuando se suplementó con urea, la digestibilidad parcial no exhibió diferencias en relación al tiempo de incubación, mientras que esta misma ración diferió en cuanto a la digestibilidad obtenida de las raciones suplementadas con gallinaza y la combinación de esta última con la urea y harinolina, (ver cuadro 3).

La combinación de dos fuentes proteínicas dió resultados satisfactorios en la digestibilidad parcial, particularmente en el último tiempo de incubación donde alcanzaron su más alto porcentaje de digestibilidad.

Cuadro 3. Digestibilidad parcial in vitro del rastrojo de maíz suplementado con fuentes de nitrógeno proteínico y no proteínico.

Tratamiento	TIEMPO EN MINUTOS			
	30	90	150	210
RM (testigo)	7.81 _x ^b	4.42 _x ^c	8.01 _x ^c	5.80 _x ^d
RM-H	11.53 _x ^{ab}	11.67 _x ^b	12.83 _x ^c	11.25 _x ^{cd}
RM-G	15.14 _y ^a	19.01 _{xy} ^a	22.66 _x ^a	23.19 _x ^a
RM-U	13.50 _x ^{ab}	10.81 _x ^b	12.60 _x ^c	12.20 _x ^{bc}
RM-HG	10.93 _y ^{ab}	13.88 _{xy} ^{ab}	16.83 _x ^{ab}	17.38 _x ^{ab}
RM-HU	9.87 _x ^{ab}	10.49 _x ^b	9.00 _x ^c	12.65 _x ^{bc}
RM-GU	14.01 _{xy} ^a	11.28 _y ^b	13.55 _y ^{bc}	18.98 _x ^a

x, y= Promedios en hileras con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P \leq .05$).

a, b, c, d= Promedios en columnas con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P \leq .05$).

La ración donde se involucraron fuentes de proteína como la harinolina-gallinaza mostró efectos sobre la digestibilidad parcial en relación al tiempo, similares a la ración donde se suplementó solo con gallinaza como única fuente proteínica en la ración, (ver cuadro 3).

En esta ración (RM-HG), la proporción de rastrojo fue mayor que la de los suplementos (ver cuadro 1) como se podrá --- observar, no se puede decir que los altos porcentajes de digestibilidad se debieron a la gallinaza, sino que se puede asumir el hecho de que en esta ración hubo una concordancia entre las dos fuentes proteínicas en el incremento de la digestibilidad. Hay que considerar que la harinolina es una fuente proteínica de baja tasa de liberación de amoníaco (Figura 2), existiendo - entre la gallinaza y la harinolina cierta afinidad al combinarlas. Baldwin y Denham, (1979) señalan que la máxima formación de ATP, no existiendo deficiencias en nitrógeno, se registra - en las primeras 6 hrs. después de la alimentación, asumiéndose que en esta ración (G-H) estos dos factores se conjugaron para dar los resultados correspondientes.

La ración donde la combinación fue harinolina-urea no --- exhibió diferencias significativas con ($P > .05$) con respecto a la digestibilidad parcial en relación al tiempo de incubación. Mientras la digestibilidad de esta misma ración (RM-HU) mostró una diferencia significativa, en ciertos tiempos, con respecto a las raciones donde se suplementó con gallinaza, harinolina--gallinaza, gallinaza-urea y donde no se suplementó "ración --- testigo". Con respecto a las demás raciones los porcentajes - de digestibilidad fueron iguales.

Esto pudo haberse debido a que la urea en la ración, fue en mitad de la proporción, que cuando se adicionó sola en la - ración (ver cuadro 1) se puede decir que los bajos resultados

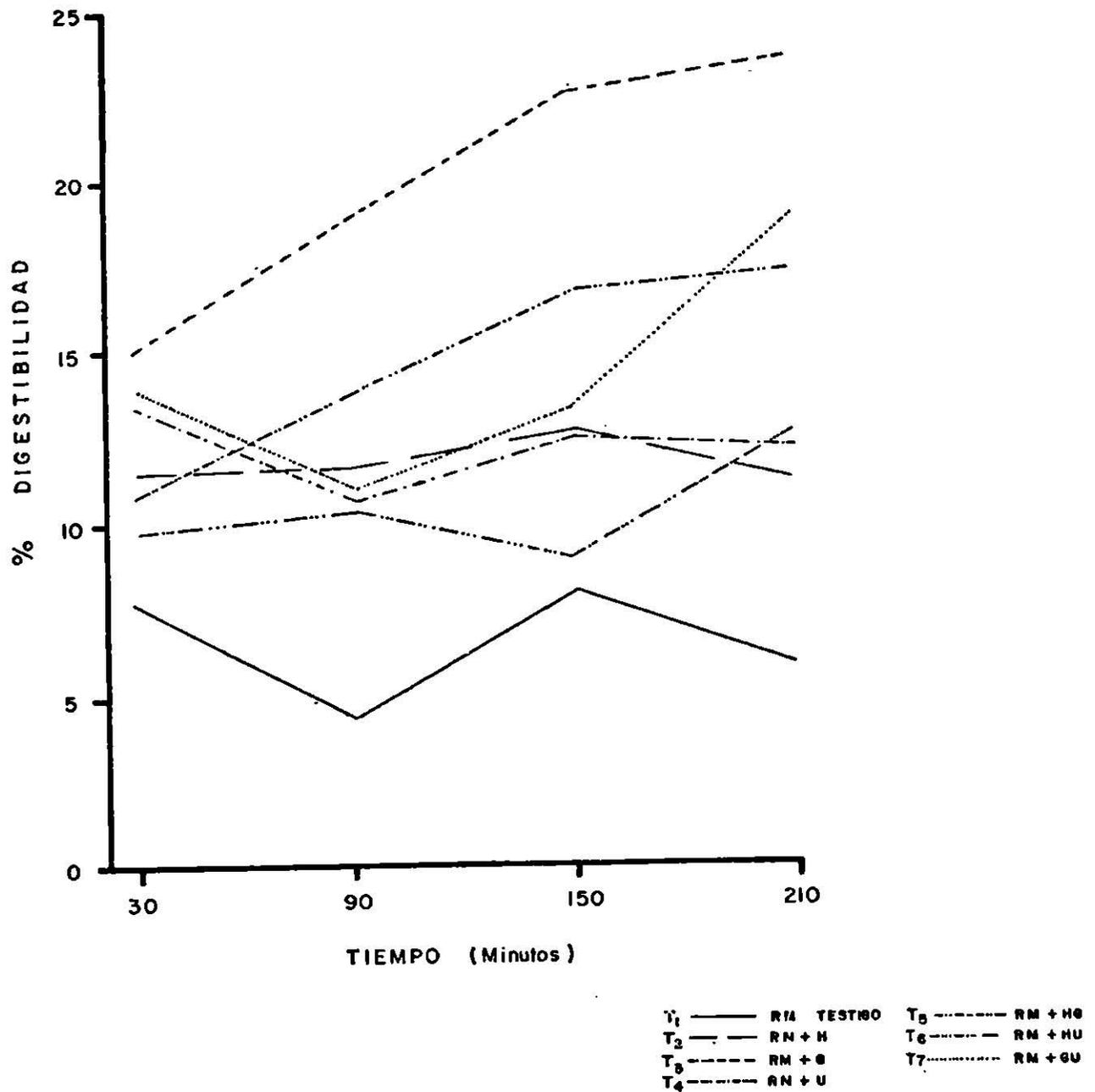


FIGURA 1: Esquema del efecto de la interacción fuente proteínica y el tiempo de incubación sobre la digestibilidad parcial in vitro.

en la digestibilidad parcial con esta combinación de suplemento se debieron a que la urea mantuvo la digestibilidad en los primeros tiempos, hasta que esta se agotó, dando lugar a que la harinolina aportara cantidades de amoníaco escasas, debido a su lento desdoblamiento.

Borquez (1980), señala que la diferencia entre el contenido de nutrientes entre los ingredientes o su solubilidad, provoca que los sustratos energéticos y protéicos para los microorganismos estén disponibles a distintos tiempos.

La ración donde se suplementó con dos fuentes de nitrógeno no proteínico ocasionó efectos significativos sobre la digestibilidad parcial en relación al tiempo, sobre todo en el último tiempo de incubación, donde los resultados se manifestaron más notoriamente. En relación a los efectos causados por la suplementación, esta ración difiere de las raciones donde se suplementó con gallinaza, harinolina, harinolina-urea, además de la ración testigo; resultando estadísticamente igual en comparación con el resto de las raciones.

Por último, la ración testigo, donde no se suplementó, ésta no exhibió diferencias en cuanto a porcentajes de digestibilidad en relación al tiempo, mientras que en relación a las otras raciones, se vieron efectos muy marcados debido a la suplementación en base a gallinaza y la combinación de ésta con harinolina y urea.

La segunda etapa consistió en evaluar la producción de amoníaco de las 7 raciones, en relación a cuatro tiempos de incubación (ver cuadro 5). En el cuadro 5 se muestran los resultados obtenidos de la liberación de amoníaco, así como en la gráfica 2, se ilustra el esquema de interacción entre las fuentes proteínicas y el tiempo de incubación.

En el cuadro 4 se muestra un efecto altamente significativo ($P < .01$) para la interacción entre la suplementación proteínica y el tiempo de incubación, así como para los efectos de suplementación, no así para el tiempo de incubación siendo éste no significativo.

Aún no encontrándose efectos significativos en el tiempo de incubación, este factor interactúa considerablemente con la fuente de suplementación ya que se observa (cuadro 5) que cuando se suplementó con gallinaza y urea, estas fuentes incrementaron su concentración de amoníaco significativamente con respecto a el tiempo. Por otro lado el tiempo de incubación no influyó sobre la concentración de amoníaco de las demás raciones, (RM, RM-H, RM-HG, RM-HU y RM-GU).

Por otro lado, la suplementación con urea siempre rebasó la concentración mínima de NH_3 que es de 5 mg./100 ml. de líquido ruminal, siendo este nivel superior a los demás tratamientos, sin embargo, el hecho de que este tratamiento sea superior a los demás no indica que sea la mejor fuente a utilizar ya que, lo que se busca primordialmente es encontrar la ración que su-

Cuadro 4. Análisis de varianza para la producción de amoníaco in vitro (mg. NH_3 /100 ml.)

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F CAL	F. Teórica	
					0.05	0.01
Tratamientos	27	1514.534	56.093851	26.56 **	1.68	2.09
T	3	4.8131	1.6043666	.75 N.S.	2.77	4.14
F	6	1348.604	224.76733	106.44 **	2.26	3.13
FT	18	161.1169	8.9509388	4.23 **	1.78	2.27
Error	56	118.245	2.1115179			
Total	83	1632.779				

* Significativo ($P < .05$)

** Altamente significativo ($P < .01$)

NS No significativo ($P \geq .05$)

T Tiempo de incubación

F Fuente proteínica

FT Interacción entre fuente proteínica y tiempo de incubación

C.V.=14.17%

plementada con una u otra fuente o la combinación de ambas nos de como resultado la concentración óptima de amoníaco para un máximo crecimiento bacteriano. En base a ésto, la ración donde se suplementó con harinolina, la concentración de NH_3 casi llegó a los límites óptimos establecidos por Satter y Roffler (1977), que son de 5 mg. NH_3 /100 ml. de líquido ruminal.

Es importante señalar que la concentración de NH_3 se redujo cuando se suplementó con una combinación de harinolina-gallinaza, comparando estos resultados con los obtenidos cuando solo se suplementó con gallinaza (ver cuadro 5), cuando se suplementó con la combinación (harinolina-urea), se obtuvieron resultados que oscilaron entre los 8 y 10 mg. de $\text{NH}_3/100$ ml. de líquido ruminal, estos serían ideales basándose en los criterios de Allison (1969), Satter y Slyter (1972), Mercer y Anni-son (1974; citados por Henderickx, 1976) en los que señalan que de 8-10 mg. $\text{NH}_3/100$ ml. de líquido ruminal son suficientes para alcanzar un máximo crecimiento bacteriano, solo que estos autores dan importancia a la energía, ya que juega un papel -- muy importante, cuando se manejan estas concentraciones.

La combinación de dos fuentes de nitrógeno no proteínico en la ración, dieron concentraciones menores de NH_3 a las promovidas por la ración donde se suplementó solo con urea (ver cuadro 5).

La solubilidad de la proteína es determinante en su transformación a amoníaco durante la fermentación bacteriana, pero en la combinación de fuentes de proteína de alta y baja solubilidad, dieron como resultado que la concentración de NH_3 se -- disminuyera siendo ésta significativa, pero a la vez, quizás con niveles de suplementación mas bajos en estas raciones, se logre llegar a una concentración deseada (ver cuadro 5).

Por último, la ración testigo, donde no se suplementó dió

Cuadro 5. Efecto de las fuentes proteínicas y el tiempo de in cubación sobre la concentración de amoníaco.

Tratamiento	TIEMPO EN MINUTOS			
	30	90	150	210
RM	2.27 ^e _x	3.46 ^e _x	4.64 ^d _x	4.42 ^e _x
RM-H	5.92 ^d _x	5.90 ^{de} _x	8.03 ^{cd} _x	6.10 ^{de} _x
RM-G	11.51 ^{bc} _y	17.85 ^a _x	11.37 ^{bc} _y	10.58 ^c _y
RM-U	17.23 ^a _{xy}	14.39 ^{ab} _y	15.72 ^a _{xy}	17.78 ^a _x
RM-HG	8.46 ^{cd} _x	8.24 ^{cd} _x	8.46 ^c _x	8.82 ^{cd} _x
RM-HU	10.04 ^{bc} _x	10.47 ^{cd} _x	8.73 ^c _x	10.82 ^{bc} _x
RM-GU	12.97 ^b _x	11.63 ^{bc} _x	14.13 ^{ab} _x	14.39 ^{ab} _x

a, b, c, d, e= Promedios en columnas con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P \leq .05$).

x, y= Promedios en hileras con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P \leq .05$)

concentraciones de NH_3 mínimas, a las requeridas para un máximo crecimiento bacteriano, y llegando a acercarse a el límite óptimo de NH_3 en los últimos tiempos de incubación.

Por último, los resultados para la tercera etapa que correspondió a la digestibilidad total (98 hr. de incubación) se presentan en el cuadro 6.

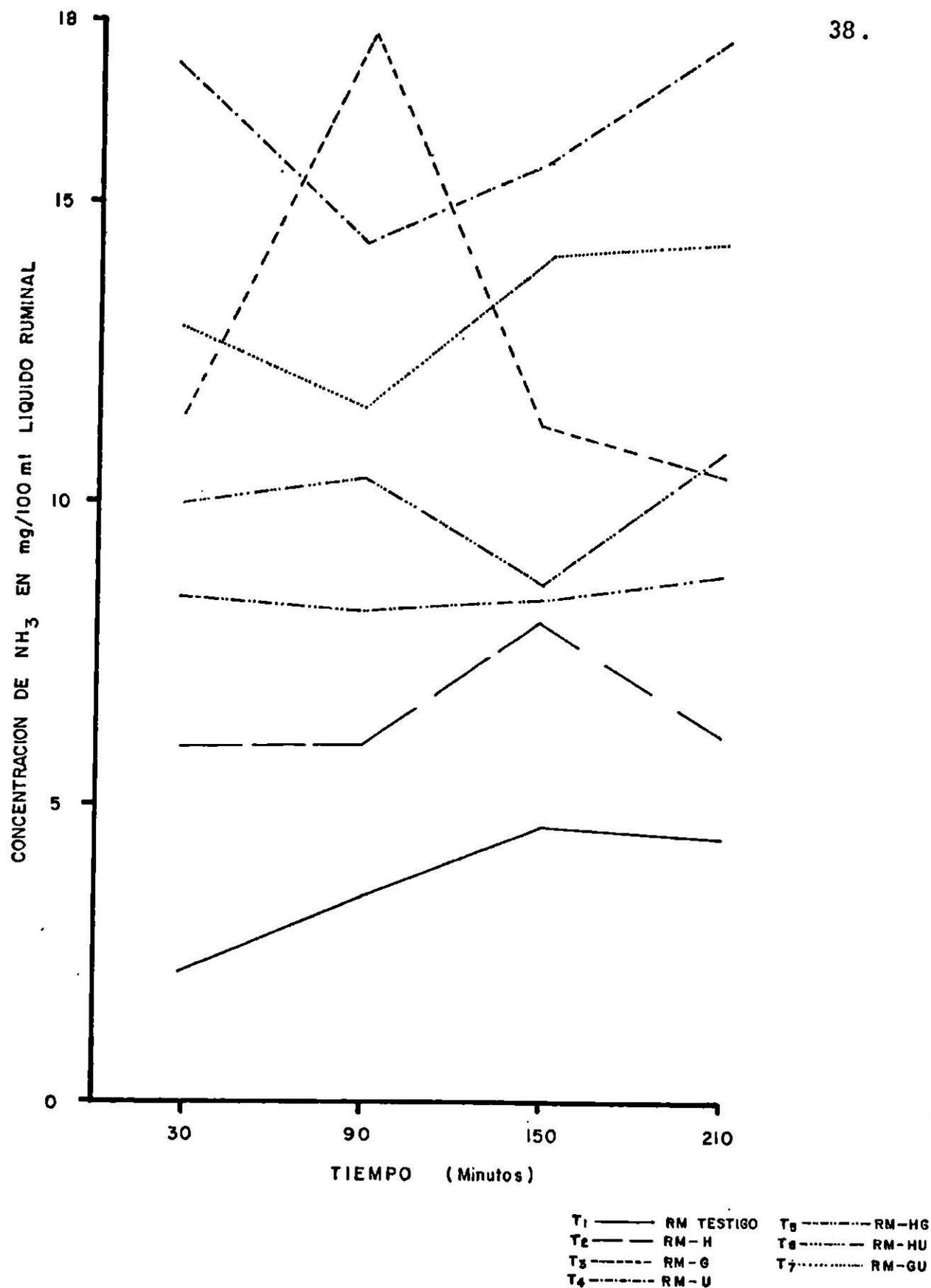


FIGURA 2: Esquema del efecto de interacción fuente proteínica y el tiempo de incubación sobre la liberación de amoníaco in vitro.

El efecto de la suplementación nitrogenada sobre el rastrojo de maíz fue altamente significativo, notándose que los suplementos donde se involucró una fuente de nitrógeno no proteínico (NNP) dieron los mejores resultados en cuanto a digestibilidad. Como se puede ver en el cuadro 6, las raciones a base de gallinaza y la combinación de ésta con harinolina y urea alcanzaron los porcentajes más altos de digestibilidad, resultando iguales entre sí.

La urea, otra fuente de NNP, fue estadísticamente igual cuando se añadió sola a la ración y cuando se combinó con gallinaza y harinolina (ver cuadro 6), aunque existió una tendencia a mejorar la digestibilidad cuando se usó combinada. Gutiérrez (1981), trabajando in vitro observó efectos de la suplementación con soya, pero no con urea, mientras que Hadjipanayi otow et al. (1975) y Jones et al. (1975), no encontraron diferencias entre fuentes de nitrógeno como suplemento a forrajes toscos.

Resultados de Ammerman et al. (1972), muestran que la digestibilidad de un forraje con 2.5 de proteína cruda (PC), cuando no se suplementó fue de 42.9% y al suplementar con harinolina aumentó a 48.2%; mientras que cuando combinaron ambas fuentes (harinolina-urea) al suplementar, obtuvieron un aumento hasta de 53.7%.

Las raciones donde se involucró la harinolina, éstas alcanzaron su mayor digestibilidad cuando se combinaron con ga-

Cuadro 6. Digestibilidad total in vitro de las mezclas de rastrojo de maíz suplementado con fuentes de nitrógeno proteínico y no proteínico.

Tratamiento	% Digestibilidad
RM.(testigo)	32.46 ^c
RM-H	41.69 ^b
RM-G	50.06 ^a
RM-U	44.44 ^{ab}
RM-HG	52.43 ^a
RM-HU	48.04 ^{ab}
RM-GU	49.60 ^{ab}

a, b, c = Promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes ($P \leq .05$).

C.V. = 6.47%

lilinaza y urea, mientras que la harinolina en forma individual tuvo un comportamiento igual a las raciones suplementadas con urea y sus combinaciones.

Por último, la ración testigo (RM) logró un 32.46% de digestibilidad, siendo este valor diferente a las raciones donde se suplementó con alguna fuente proteínica. Con esto se demuestra claramente los efectos que surgen al suplementar son positivos, ya que se incrementó la digestibilidad en relación

al testigo hasta en un 61.52%.

Hernández (1982), en un estudio de digestibilidad in vitro del rastrojo de maíz suplementado con soya, harinolina, gallinaza y urea, además de añadir dos niveles de hidróxido de sodio (0 y 4%), encontró diferencias significativas ($P < .05$) -- en el aumento de la digestibilidad por efectos del tratamiento con (NaOH), mientras que cuando suplementó y no trató con -- (NaOH) la digestibilidad de la mezcla rastrojo-suplemento fue estadísticamente igual ($P > .05$) con soya y con urea.

Es difícil encontrar una explicación en cuanto a la discrepancia entre los resultados encontrados en la literatura y este trabajo, pero cuando no se observaron efectos en relación al tipo de suplemento es porque probablemente esto se debió a otros factores como el nivel de suplementación o la calidad -- del forraje.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando los resultados obtenidos en el presente trabajo y en los muchos ya realizados sobre este tema, la suplementación nitrogenada como alternativa para mejorar el valor nutritivo de los forrajes puede aceptarse como efectiva.

La fuente proteínica a suplementar juega un papel muy importante sobre los efectos causados a la digestibilidad de materia seca y concentración de amoníaco, considerando primordialmente a la solubilidad como un factor determinante en la utilización de ésta. Otro factor que se puede considerar también es el nivel de suplementación aunque está íntimamente ligado a la solubilidad de la proteína a utilizar.

Prueba de ésto son los resultados obtenidos al combinar la urea con gallinaza y harinolina sobre la concentración de amoníaco, disminuyendo ésta concentración en comparación a la ración donde solo se suplementó con urea. Por otro lado en la combinación de las dos fuentes bajó la proporción de urea en la ración, influyendo también así en los efectos logrados.

Sobre la digestibilidad parcial si se relacionan el cuadro 1, 3 y 6, el nivel o proporción de suplemento no influyó sobre los resultados obtenidos en la digestibilidad de la ración donde solo se suplementó con gallinaza y la combinación de ésta con urea y harinolina, mostrándose iguales estadísticamente. Pero lo que si pudo haber influido es la combinación

de dos fuentes proteínicas de alta y baja solubilidad que en todo momento proporcionaron amoníaco, además de proveer otros compuestos contenidos en las fuentes proteínicas que estimulan la actividad microbiana, teniendo por lo tanto una mayor fermentación.

Es importante señalar que los resultados obtenidos de trabajos in vitro relacionados con la suplementación y la transformación de fuentes proteínicas a productos finales (amoníaco) tienden a sobreestimar las variables a medir, en este caso la concentración de amoníaco y la digestibilidad parcial, ya que en un momento determinado se pueden estar tomando evaluaciones acumulativas debido a la técnica de digestión empleada.

El tiempo de incubación es importante, está también ligado a la solubilidad de la proteína así como también a la diferencia en sustratos entre una y otra fuente, como ejemplo de esto se puede tomar la urea, que en los primeros tiempos alcanzó las concentraciones máximas de amoníaco, no así la gallinaza y la harinolina que dieron concentraciones estables en la producción de amoníaco durante todo el tiempo de incubación.

No hay que olvidar también la energía, ya que también juega un papel importante en la máxima utilización del nitrógeno no proteínico, considerando así que los resultados obtenidos de las raciones como (RM-HU) y (RM-HG) que oscilaron entre los 8-10 mg. NH_3 /100 ml. de líquido ruminal son buenos solo si existe un equilibrio energético en la ración.

Por último, la digestibilidad total se afectó altamente - por efectos de la suplementación, mostrándose que la combinación de dos fuentes proteínicas resulta efectiva sobre la digestibilidad y mas efectiva aún, si la combinación es entre -- una fuente de nitrógeno proteínico y la otra de origen no proteínico.

En base a los resultados obtenidos se concluye que la suplementación nitrogenada incrementa la digestibilidad de los forrajes como el rastrojo de maíz hasta en un 61.52%, y se podría incrementar más ésta o maximizar mas el aprovechamiento - de la suplementación, si consideramos los siguientes puntos:

- a) Evaluar la concentración de amoníaco y la digestibilidad de los ingredientes en relación al tiempo para establecer patrones al formular raciones.
- b) Tomar siempre como base una fuente de proteína altamente soluble y una de baja solubilidad.
- c) Realizar pruebas in vivo para comprobar totalmente los efectos logrados en la combinación de las fuentes proteínicas en las raciones.

6. RESUMEN

Se realizó una prueba de digestibilidad donde se evaluaron conjuntamente la digestibilidad parcial, digestibilidad total y la producción de amoníaco in vitro del rastrojo de maíz (RM) suplementado con fuentes proteínicas y no proteínicas. Las fuentes proteínicas a suplementar fueron, la harinolina (H), gallinaza (G) y urea (U), balanceando las raciones a 12.5% de proteína cruda.

El trabajo experimental se dividió en tres etapas: La primera etapa, correspondió a la digestibilidad parcial in vitro de la materia seca. En esta prueba los factores involucrados fueron: el tiempo de incubación (30, 90, 150 y 210 minutos) y la suplementación del RM con las diferentes fuentes proteínicas, suplementando además con mezclas de H-G, H-U y G-U. En esta etapa los resultados del experimento se analizaron bajo un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 7 x 4.

En esta prueba, la digestibilidad parcial in vitro de la materia seca resultó altamente afectada ($P < .01$) debido a la suplementación y el tiempo de incubación, mientras que para la interacción de ambas variables ésta resultó significativa ($P < .05$).

En esta prueba, las raciones a base de gallinaza y la combinación de ésta con las otras fuentes en relación al tiempo de incubación exhibieron diferencias significativas ($P < .05$) sobre la digestibilidad parcial in vitro de la mate-

ria seca, mientras que al suplementar con las otras fuentes -- proteínicas, estas no exhibieron diferencias significativas.

La segunda etapa consistió en evaluar la producción de -- amoníaco in vitro por efecto de las fuentes proteínicas y el tiempo de incubación. Para este experimento, los resultados -- se evaluaron bajo un diseño completamente al azar con arreglo factorial (7x4), los factores que se involucraron fueron los -- mismos de la primera etapa. La producción de amoníaco se vió altamente afectada ($P < .01$) por efecto de las fuentes proteínicas y la interacción entre las fuentes proteínicas y tiempo de incubación, no así para el tiempo de incubación ya que este no fue significativo.

En esta prueba la ración (RM-H) fue la que mas se acercó a la producción óptima de amoníaco para un máximo crecimiento bacteriano, aquí se vió un efecto marcado sobre la concentra-- ción de amoníaco cuando se combinó una fuente de nitrógeno no proteínico y una de origen proteínico (8-10 mg NH_3 /100 ml. líquido ruminal), ya que disminuyó la concentración de amoníaco significativamente ($P < .05$) en comparación a la ración donde solo se suplementó con urea (17.78 mg. NH_3 /100 ml. de líquido ruminal).

Por último, la tercera etapa correspondió a la digestibilidad total in vitro (96 hrs. incubación), en esta prueba se -- utilizó un diseño completamente al azar para el análisis de -- los resultados, siendo los tratamientos, las diferentes fuen--

tes proteínicas y la combinación de éstas mezclas con rastrojo de maíz.

En esta prueba se manifiesta claramente el efecto de la suplementación nitrogenada sobre la digestibilidad in vitro de forrajes toscos como el rastrojo de maíz, notándose que fuentes de proteína como la gallinaza, urea y la combinación de cada una de éstas con harinolina, incrementó significativamente ($P < .05$) la digestibilidad in vitro de la materia seca ya que los valores fueron de: 52.43, 50.06 y 49.60% respectivamente, mientras que en rastrojo sin suplementar fue de 32.46%, encontrándose hasta un incremento de 61.52% en la digestibilidad -- en relación al rastrojo de maíz.

7. BIBLIOGRAFIA

- Allison, M.J. 1969. Biosynthesis of amonio acids by ruminal -- microorganisms. J. Anim. Sci. 29(5):797-807.
- Ammerman, C.B., G.J. Verde, J.E. Moore, W.C. Burns y C.F. Chic co. 1972. Biuret, urea and natural proteins as nitrogen - supplements for low quality roughage for Sheep. J. Anim. Sci. 35(1):121-127.
- Baldwin, R.L. y S.C. Denham. 1979. Quantitative and dyhnamic aspects of nitrogen metabolism in the rumen: a modeling - analysis. J. Anim. Sci. 49(6):1631-1639.
- Bauriedel, W.R., L.F. Craig, J.C. Ramsey y E.O. Camehl. 1971. Hydrolysis of ¹⁵CN. Biuret by in vitro rumen fermentation and ruminal biuretase. J. Anim. Sci. 32(4):711-715.
- Bhattacharya, A.N. y E. Pervez. 1973. Effect of urea suplemen tation on intake and utilization of diets containing low quality roughage in sheep. J. Anim. Sci. 36:976-981.
- Bergner, H. y R. Gorsch. 1974. Compuestos nitrogenados no pro teficos en la fabricación de granulos de paja. Ed. Acri-- bia. Zaragoza, España.
- Bremner, J.M. 1965. Methods of soil analysis. American Socie ty of Agronomy. 2:1191.

- Borquez, G.J.L. 1980. Formulación de dietas completas para rumiantes en base a la fermentación in vitro de los ingredientes. Tesis, M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Bull, L.S. y J.H. Vandersall. 1973. Sulfure source for in vitro cellulose digestion and in vivo ration utilization, nitrogen metabolism and sulfure balance. J. Dairy Sci. 56(1):106-112.
- Chalupa, W. 1968. Problems in feeding ureato rumiants. J. Anim. Sci. 27(1):207-219.
- Cole, N.A., R.R. Johnson, F.N. Owens y J.R. Males. 1976. Influence of roughage level and corn processing method on microbial protein synthesis by beef stteers. J. Anim. Sci. 43(2):497-503
- Crampton, W.E. y L.E. Harris. 1974. Nutrición aplicada. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- El-Saban, F.F., J.W. Bratzler, T.A. Long, D.E.H. Frear y R.F. Gentry. 1970. Value of processed poultry waste as a feed for rumiants. J. Anim. Sci. 31(1):107-111
- Fernandez, R.J. 1981. Efecto del procesamiento físico del nivel de alimentación y la suplementación nitrógenada sobre la utilización del rastrojo de maíz por borregos. Tesis, M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

- Geerken, C.M., A. Díaz y R. González. 1980. Nota del efecto de la suplementación nitrogenada sobre la digestibilidad y el consumo de bermuda cruzada No. 1 (*Cynodactylon*) en terneros. *Rev. Cubana Ciencia Agrícola*. 14(1):37-41.
- Gutiérrez, O.E. 1981. Efecto de el 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 y 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.* 20:429-432.
- Henderickx, H.K. 1976. Aspectos cuantitativos del uso del nitrógeno proteínico en la alimentación de los rumiantes. *Rev. Cienc. Agr.* 10(1):1-19.
- Hernández, A.H. 1982. Efecto del Hidróxido de sodio (NaOH) y la suplementación con diferentes fuentes proteínicas en la digestibilidad y liberación de amoníaco in vitro en rastrojo de maíz. Tesis, Fac. de Agronomía, de la U.A.N.L., Marín, N.L.
- Horton, G.M.J. 1979. Feeding value of rations containing non-protein nitrogen or natural protein and of ammonia treated straw for beef cattle. *J. Anim. Sci.* 48(1):38-44.

- Horton, G.M.J. y H.H. Nicholson. 1981. Nitrogen source for growing cattle fed barley and either wheat straw or dehydrated alfalfa. *J. Anim. Sci.* 52(5):1143-1149.
- Kaufmann, W. y V. Saelzer. 1976. Fisiología digestiva aplicada del ganado vacuno. Ed. Acribia. Zaragoza España.
- Kropp, J.R., R.R. Johnson, J.R. Males y F.N. Owens. 1977. Microbial protein synthesis with low quality roughage rations: level and source of nitrogen. *J. Anim. Sci.* 45(4):844-854.
- Ledezma, F.A.R. 1979. La gallinaza en la alimentación animal. *Rev. Panagfa.* 7(63):74-79.
- Loosli, J.K. y I.W. Mc Donald. 1969. El nitrógeno no proteínico en la nutrición de rumiantes. F.A.O.: Estudios Agropecuarios. No. 75. Roma, Italia.
- Maynard, A.L. y J.K. Loosli. 1969. *Nutrición Animal*. Ed. U.T.E.H.A. México, D.F.
- Morrison, B.F. 1956. *Compendio de alimentación del ganado*. Ed. U.T.E.H.A. México, D.F.
- Preston, T.R. y M.B. Willis. 1974. *Producción intensiva de carne*. Ed. Diana, México, D.F.

Rubio, F.J.C. 1982. Evaluación in vitro del bagazo y la punta de caña como ingredientes de dietas completas para rumiantes. Tesis, M.C. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.

Salinas, V.M.C. 1982. Evaluación in vitro e in vivo de la calidad forrajera del teocintle (Zea Perennis) para rumiantes. Tesis. M.C. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

Sambrook, P.A. y J.B. Rowe. 1982. Harina de algodón como fuente de nitrógeno para los microorganismos del rúmen en ovejas alimentadas con dietas basadas en melaza. Producción Animal Tropical. 7(1):28-32

Satter, L.D. y R. Roffler. 1977. Requerimientos proteínicos y utilización de nitrógeno no proteínico. Producción Animal Tropical. 2(3):248-268.

Steel, R.G.D. y J.H. Torrie. 1960. Principles and procedures of statistics. Mc. Graw-Hill Brook Co., New York. p. 481.

Tilley, J.M.A. y R.A. Terry. 1963. A two-stage technique - - - the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassld. Soc. 19:40

Tillman, A.D. y K.S. Sidh. 1969. Nitrogen metabolism in ruminants: rate of ruminal ammonia production and nitrogen utilization by ruminants-A review. J. Anim. Sci. 28(5):689-697.

- Valdez, V.F. 1973. La urea en la nutrición de los rumiantes. -
Cienc. Agropecuarias. Serie 2, Ing. Pecuaria. (3). Cuba.
- Valencia, F.D. 1973. Efecto sobre el aumento de peso mediante
la aplicación de vitamina A, implante dietilestilbestrol
y balas de cobalto a novillos en pastoreo en China, N.L.
Tesis, F.A.U.A.N.L.
- Vassallo, M.C.C. 1979. Interacción entre ingredientes en raciones
completas para ganado lechero. Tesis, M.C. Colegio de
Postgraduados, Chapingo, México.
- Williams, P.P., K.L. Davison y E.S. Thacker. 1968. In vitro on
in vivo rumen microbiological studies with 2-chloro-4, --
6-bis (isopro-pylamino) -S-triazine (propazine). J. Anim.
Sci. 27(5):1472-1476.

