

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"

COMPORTAMIENTO DE VACAS LACTANTES
ALIMENTADAS CON SILO DE RASTROJO DE MAIZ
TRATADO CON AMONIACO ANHIDRO (NH_3).

JOSE FELIX ARROYO LUNA

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL GRADO ACADEMICO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALIDAD CIENCIA ANIMAL

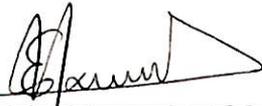
BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA

1 9 8 0

COMPORTAMIENTO DE VACAS LACTANTES ALIMENTADAS CON ENSILAJE
DE RASTROJO DE MAIZ TRATADO CON (NH₃)

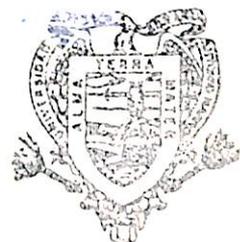
Tesis preparada por José Félix Arroyo Luna, como requisito
parcial para optar el grado académico de Maestro en Ciencias.

Aprobación y aceptación:


SubDirector de Asuntos de Postgrado

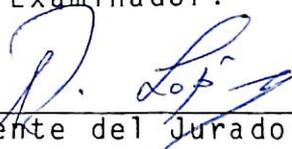
Asesor

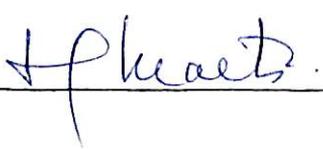
24 de Junio de 1980
Fecha



BIBLIOTECA
EGIDIO G. REBONATO
BANCO DE TESIS
U.A.A.A.N.

Comité Examinador:


Presidente del Jurado





RECONOCIMIENTOS

Para la realización de éste estudio, deseo agradecer al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo brindado durante la conducción del presente estudio.

Mi profundo y sincero agradecimiento, al Dr. John -- Tal Huber, Maestro del Departamento de Producción de Ganado Lechero, en Michigan State University, por sus conse--jos, orientación y estímulo en la elaboración del presente trabajo.

A todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron a la realización del presente experimento. Mi sincero agradecimiento.

Agradezco también a todos mis compañeros, profesores- y amigos.

D E D I C A T O R I A S

A mi Esposa:
Dora Elia, por su
Colaboración en la mecanografía
de éste manuscrito. Por sus
sacrificios y gran apoyo moral durante
la realización de éste experimento.

CON AMOR

A mi Hijo
José Felix
CON CARIÑO

A Mis Padres
José Arroyo Cabada
y
Yolanda L. De Arroyo
CON GRAN CARIÑO Y RESPETO

A mis Hermanos
CON AFECTO

INDICE

	Página
INDICE	v
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	vi
INDICE DE CUADROS DEL APENDICE	vii
INTRODUCCION	1
REVISION DE LITERATURA	6
PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	28
Materiales	28
Animales	28
Raciones	28
Métodos	30
Análisis químico del alimento	32
Análisis químico de la leche	32
Cosecha de los silos	33
Análisis estadístico	34
RESULTADOS Y DISCUSION	35
Análisis químico	35
Consumo de alimento	35
Producción de leche y eficiencia alimenticia.	37
CONCLUSIONES	45
RESUMEN	46
LITERATURA CITADA	49
APENDICE	57

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadros		Página
1	Digestibilidad de la materia seca y consumo por borregos del rastrojo de maíz picado tratado con Hidróxido de Sodio y Amoníaco.	17
2	Comportamiento de ovinos alimentados con olote de maíz tratado con NH_3 ; hidróxido de sodio e hidróxido de calcio.	19
3	Formulación del Pro-Sil.	25
4	Raciones experimentales utilizadas para probar el efecto del NH_3 y Pro-Sil al rastrojo de maíz.	29
5	Formulación del concentrado.	31
6	Análisis químico de los ensilajes suministrados en la ración.	36
7	Consumos de materia seca de los ensilados y concentrado que se suministraron a los animales experimentales.	38
8	Producción de leche y leche producida por kg de materia seca consumida en vacas alimentadas con varias fuentes de nitrógeno.	41
9	Análisis químico de la leche de vacas alimentadas con varias fuentes y cantidades de nitrógeno durante los períodos pre-experimental y experimental.	43
Figuras		
1	Rendimientos de leche durante el período experimental.	40

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

Cuadros		Página
10	Promedios de rendimiento de leche, peso corporal y días después del parto durante el período de standarización.	58
11	Persistencias observadas en el experimento conducido para evaluar el comportamiento de vacas lactantes alimentadas con ensilaje de rastrojo de maíz tratado con (NH ₃).	59

INTRODUCCION

Actualmente es bien conocido que las proteínas en los alimentos de origen animal contienen aminoácidos esenciales para la dieta humana. En México existe una creciente población la cual cada día es mas grande y al mismo tiempo el problema de la nutrición está siendo crítico debido a que la producción de alimentos está creciendo a una tasa menor que la población (Todorov, 1975). Según las estadísticas a nivel mundial (Carter, 1974), para el año 2000 habrá 50% más gente en el mundo y se necesitará más del 50% de alimentos. A medida que la relación alimentos-población llegue a ser mas pequeña, la competencia por la disponibilidad de granos será mayor entre el hombre y los animales.

(En los E.E.U.U., como en México, los residuos de cosecha de granos tales como maíz, sorgo, trigo, cebada y avena, no se habían utilizado como componentes básicos de raciones en sistemas intensivos de ganado de carne o leche. Actualmente estos residuos de cosecha empiezan a ser utilizados en la alimentación de ganado pero solo a nivel experimental (Anderson, 1978).

Existe la creencia de que algunos productos de

los residuos de cosecha, como rastrojo de maíz, paja de trigo o cebada que en Europa hasta hace cinco años no se habían utilizado como forrajes importantes, pueden ser usados como fuente de alimento para ganado (Todorov, 1975). (La alimentación de ganado basada en los residuos de cosecha ha resultado en algunos casos ser impráctica, sobre todo cuando es suministrada en grandes cantidades con los métodos tradicionales. Ha sido la opinión de algunos investigadores que tales alimentos varían el tracto digestivo, reducen la digestibilidad, reducen la utilización de los nutrientes y aumentan la excreción metabólica de nitrógeno fecal (Todorov, 1975).)

La tendencia actual en la alimentación con grandes cantidades de forrajes de baja calidad, está fundamentada en la manipulación de tres factores: a) Estimulación de la acción bacteriana en el rumen, b) Tratamientos físicos de los forrajes, tales como la molienda, peletizado o cubos y c) El uso de alimentadores automáticos para facilitar la alimentación AD LIBITUM de los animales (Bolsen et al., 1977).

La magnitud de los residuos de cosecha para la alimentación tanto de ganado de carne como de ganado lechero, es impresionante. Como mínimo un kilogramo de residuos es producido en el campo por cada kilogramo de grano producido (Klopfenstein, 1976). Esto significa

que los residuos de la cosecha de maíz, sorgo, trigo, ce
bada y avena, dejados en el campo en forma de materia se
ca, podrían ser tratados químicamente de tal manera que
estos tuvieran un valor de energía mas alto (Klopfenstein,
1978). El problema con los residuos de cosecha es que la
planta al tiempo de la cosecha de grano esta lo suficien-
te madura, y por lo tanto los residuos tienen un alto con
tenido de celulosa y un bajo contenido de proteína y mate-
ria seca digestible. A causa de lo anterior, su uso ha
estado limitado principalmente a rumiantes en raciones pa
ra mantenimiento. En muchas partes de México, sobre todo
en los estados productores de grano como Guanajuato, Gue-
rrero e Hidalgo, el rastrojo de estos granos es pastorea-
do.

Este es el sistema más común y hasta cierto pun
to eficiente en el uso de los residuos de cosecha, pues
no hay costos de maquinaria y nada de valor es removido
del suelo. El pastoreo de las vacas en los residuos de
cosecha aunque parece sencillo, requiere de un buen mane-
jo para obtener una producción más eficiente.

Para incrementar la utilización de los residuos
de cosecha, es necesario elevar su valor alimenticio. Pa-
ra esto existen dos posibilidades: una es la manípula-
ción del tiempo de cosecha del grano de rastrojo de maíz
y sorgo para obtener mas alta calidad en los residuos y

el otro es el tratamiento de residuos con productos químicos para aumentar su digestibilidad (Klopfenstein, 1978).

Muchos productos químicos han sido usados en experimentos de laboratorio a fin de lograr una mayor digestibilidad. Sin embargo, solo cuatro están siendo usados rutinariamente en la experimentación con animales. Estos son: hidróxido de sodio (el cual es usado en mas grandes cantidades) hidróxido de amonio, hidróxido de calcio e hidróxido de potasio (Anderson et al., 1973).

Los tratamientos químicos solubilizan algo de la hemicelulosa mientras que no hay cambio en el contenido de celulosa. Estos especialmente el hidróxido de sodio aumenta la tasa de digestión de la celulosa y hemicelulosa (Ololade et al., 1970).

El uso de los residuos de cosecha como un alimento para la ganadería de explotación intensiva, se incrementará en el futuro debido principalmente a dos razones: la baja producción de forrajes y la competencia por la disponibilidad de granos entre el hombre y los animales. La investigación en esta área ha tenido resultados positivos. Sin embargo es necesario hacer mas investigación pues todavía existen muchas dudas en cuanto al uso

de productos químicos en los residuos de cosecha.

Estudios previos muestran que la adición de 3.5% Na OH, Ca (OH)₂ ó NH₄ o una combinación de estos aumenta la utilización de energía y ganancias de peso de los rumiantes alimentados con olote de maíz (Erlinger y Klopfenstein, 1975); paja de trigo (Garret et al.,) ó rastrojo de maíz (Oji et al., 1976).

Si la adición de hidróxido de amonio aumenta el contenido de proteína del silo de rastrojo de maíz, como sucede cuando se añade al silo de maíz (Huber et al., 1976), esto indica que niveles mas altos de nitrógeno no protéico (NNP) podrían ser añadidos a la ración total de rumiantes, consumiendo este silo sin alterar su comportamiento (Huber et al., 1975), como resultado se obtendrían grandes ahorros en los costos de alimento. Esto sería de mucha importancia con el rastrojo de maíz, debido a su bajo contenido proteínico.

El objetivo del presente estudio es: evaluar el efecto de la adición de NH₃ y Pro-Sil al rastrojo de maíz en terminos de producción y calidad de la leche.

REVISION DE LITERATURA

El uso de residuos de cosecha en vacas lecheras no ha sido tan popular como en ganado para carne. Sin embargo, en los últimos años ha estado aumentando la utilización de estos residuos; debido a los esfuerzos de productores o investigadores (Bolsen et al., 1977).

La utilización de residuos de cosecha está relacionada con el tipo de residuo cosechado y los requerimientos nutritivos de las vacas. Los factores mas críticos, sin embargo, son que la cosecha, manejo, almacenamiento y costos de alimentación sean lo suficientemente bajos para poder competir con otras fuentes de nutrientes. Una vaca gestante en pastoreo, consumiría de diez a doce kilogramos de residuo de cosecha (en base de materia seca) con una ganancia de peso de 0.10 a 0.32 kilogramos por cabeza por día (Ward, 1978).

La mayoría de las cosechas realizadas con equipo mecánico pueden remover solo del 50 al 60% del material que queda después de la cosecha del grano. Mucho del grano perdido por los equipos de cosecha es dejado en los campos de cultivo y este grano se puede aprovechar por el pastoreo de animales (Ward, 1978).

Requerimientos de proteína para vacas lecheras.

Los requerimientos de proteína cruda recomendados para vacas lecheras (proteína cruda= $\sqrt{x6.25}$) son 14, 15 y 16% de la materia seca (MS) cuando los rendimientos medios son de 20, 20 a 30 y más de 30 kilogramos de leche por día respectivamente (N.R.C., 1978). En esta estimación se toman como base los requerimientos diarios para mantenimiento en función del peso vivo del animal considerando rendimiento y composición de la leche. La concentración de proteína cruda (PC) en la MS puede variar, dependiendo de la MS consumida por cada 100 kilogramos de peso vivo (PV) (N.R.C., 1971).

En experimentos conducidos entre el parto y cinco meses después del parto, los rendimientos de leche aumentaron cuando la proteína en la dieta se incrementó de 13.4 a 16% de la MS (Cressman et al., 1977; Grieve et al., 1971). El efecto en los rendimientos de leche con respecto al contenido de proteína en la MS, ha sido estudiada recientemente por Schwab et al., y Huber et al., (1975). En otro experimento con vacas produciendo cerca de 30 kilogramos de leche por día, tuvieron persistencias normales de producción de leche cuando se suministraron raciones con un contenido de 12.5 a 12.6% de PC en la MS. Sin embargo para vacas que produjeron menos de 20 kilogramos de leche por día, las racio

nes con un contenido de 10.5 a 11% de PC parecieron adecuadas con respecto a aquellas con un contenido de 12 y 13% (Thomas, 1971; Chandler et al., 1972). Huber et al., (1975) y Wallenius (1976) obtuvieron producciones similares de leche de vacas a las cuales se les suministró de 12.8 a 14% de PC en raciones contra 17 a 17% de PC.

Gardner y Parker (1973) mostraron que los rendimientos de leche en 305 días, aumentaron cuando la ración de PC fué aumentada de 13.2 a 14.4 y 15.5%. En otro estudio vacas lactantes fueron alimentadas con raciones de 16% de PC y se les disminuyó a 13% de PC a las seis semanas después del parto, mostrando una marcada disminución en rendimientos de leche comparadas con vacas mantenidas al 13% de PC a través de 12 semanas de ensayos (Huber et al., 1975).

Sparrow et al., (1977), reportaron que el consumo de materia seca aumentó con el aumento de PC en la ración. Schwab et al., (1971), reportaron un aumento en la digestibilidad de la MS, cuando el contenido de PC en la ración se aumentó de 12.8 a 17.7% por la adición de harina de soya. Moe y Tyrell (1977) alimentaron vacas con raciones conteniendo 20, 17 y 14% de PC y mostraron que la energía metabolizable de la

ración fué igual para dietas con 20 y 17% de PC pero disminuyó para el 14% de PC en la dieta. Huber (comunicación personal ¹) estima que mas del 15% de PC en la dieta no es aconsejable, pues es mas costoso y además gran parte de esta proteína se desperdicia en forma de urea en la orina.

Fuentes de Nitrógeno.

El uso de una u otra fuente de proteína para rumiantes estriba principalmente en la disponibilidad y el precio.

Numerosos experimentos han mostrado que el nitrógeno no protéico (NNP) puede ser utilizado por las bacterias del rumen para la síntesis de proteína microbiana. La proteína microbiana es entonces digerida y utilizada por el animal.

El concepto de que las bacterias del rumen pueden utilizar compuestos de NNP para formar proteína fué presentado desde 1891 por Zuntz y Hageman (en Loosli et al., 1949) y Duncan et al., (1953), Bryant y Robinson (1962, 1963) mostraron que del 80 al 89% de las bacterias del rumen prefieren sintetizar sus constituyentes

1 Dr. John T. Huber, profesor del Depto. de Ganado Lechero. Michigan State University. Marzo, 1980

celulares a partir del N del amonio. Virtanen (1966) demostró que los aminoácidos sintetizados en el rumen son usados para la síntesis de proteína de la leche. Los microbios del rumen modifican la proteína de origen alimenticio, a través de su metabolismo, reorganizándola en proteína microbiana, la cual tiene una composición de aminoácidos muy uniforme (Chandra y Jackson, 1971). Desde un punto de vista económico es conveniente reemplazar las fuentes de proteína natural por el máximo posible de NNP. Por consiguiente esta revisión estará centrada en los aspectos de la utilización más eficiente de fuentes de nitrógeno no proteico en la dieta.

Utilización de Nitrógeno no Proteico
en Raciones para Ganado
Lechero

En experimentos por Blackburn (1965), Smith (1969), Allison (1970) y Chalupa (1975), se concluyó que el amonio en el rumen probablemente es la principal fuente de N para el crecimiento bacteriano. Los aminoácidos no han tenido efectos estimulantes en el crecimiento microbiano cuando las raciones tuvieron un contenido de 65% de el N total en forma de NNP (Allison, 1970). Sin embargo, Maeng et al., (1976) obtu-

vieron el máximo de crecimiento microbial cuando el 75 y 25% del N total fué suplementado como urea y aminoácidos respectivamente.

Algunos avances en la utilización de NNP por ganado lechero han sido reportados por Burroughs et al., (1975) y Huber et al., (1975). Existe un acuerdo general que el NNP es bien utilizado en vacas produciendo menos de 20 kilogramos de leche por día. Vacas produciendo arriba de 20 kilogramos de leche con maíz, silo de maíz y limitada ración de heno de 12 al 13% PC, no podrían mantener los rendimientos de leche con todo el N suplementado como NNP; lo mismo ha sido reportado por Burroughs et al., (1975) y Satter y Roffler (1975) concluyendo que no es conveniente la suplementación de NNP en raciones para vacas lecheras con mas de 20 kilogramos de leche. Burroughs et al., (1975) observaron un desbalance en los aminoácidos absorbidos a partir de raciones suplementadas con NNP. Satter y Roffler (1975) obtuvieron una utilización de cero del amonio en el rumen cuando el contenido de la ración excedió del 12 al 13% de PC. Sin embargo sus conclusiones fueron principalmente de orden teórico.

La adición de NNP (urea y amonio) a el silo de maíz, ha sido estudiado por investigadores en Michi-

gan State University (Huber et al., 1975). Con rendimientos iniciales de leche de 23 a 34 kg por día, las persistencias en los rendimientos de leche fueron tan altas o mas altas para raciones con NNP que para aquellas raciones suplementadas con proteína natural. En estos ensayos no se incluyeron grupos control, pero la ración no suplementada contenía menos del 12% de PC; aproximadamente el 60% del N suplementado en las raciones era de origen no protéico y el resto de harina de soya. Esto indica la utilización de NNP en raciones conteniendo mas del 12% el cual fué el límite sugerido por Burroughs et al., (1975). Este alto rendimiento en las vacas requiere menos proteína total en el alimento que la recomendada por el Consejo Nacional de Investigación (NRC, 1978).

→ Polan et al., (1976) alimentaron vacas con raciones de silo de maíz por 140 días, empezando después de un período de cuatro semanas de adaptación iniciado 30 días después del parto. Las raciones consistieron de 9.4 a 16.2% con 0 a 40% del N-total como urea, el cual fué añadido en la porción de grano de el alimento. Ellos concluyeron que la urea tuvo menor utilización de la que podría ser esperada con suplementación de N procedente de la proteína natural. La urea tuvo ventaja a bajas concentraciones, pero su

efecto fué negativo cuando se incrementó la PC en la dieta.

Los rendimientos de leche aumentaron 2.58% por unidad de PC aumentada y disminuyó 0.22% por unidad de PC substituida. El consumo de alimento mas alto fué para 12.8% de PC y disminuyó a los niveles mas bajos por la inclusión de urea. En este ensayo la media del amonio del rumen fué de 27.5 mg por 100 ml después de 2 a 3 horas de alimentación. Esto indica una hidrólisis rápida de la urea y podría estar relacionada con un consumo rápido. Los efectos negativos encontrados por Polan et al., (1976), cuando la urea fué suministrada en el grano, no fueron observados por Gardner et al., (1976), cuando se utilizaron métodos para sincronizar la liberación de amonio y energía. Gardner et al., (1975) no encontraron diferencia en la producción en los primeros 126 días de lactancia, en vacas con una producción inicial de 30 kilogramos de leche; alimentadas con raciones conteniendo 15.5% de PC en raciones a las cuales se les añadió en el grano lo siguiente: 1.5% urea mas 2% harina de soya; 7.7% de maíz procesado a calor con urea; o 14.8% de harina de soya. Huber et al., (1976), observaron persistencias iguales de producción de leche cuando a vacas con

130 días después del parto y produciendo inicialmente 23 kilogramos de leche por día, se les suministró harina de soya, urea o trigo fermentado con amonio como el único suplemento de proteína añadido al grano el cual fué mezclado con silo de maíz. En éste estudio las producciones más altas (28.8 kg leche inicial) respondieron tan favorablemente al NNP como a la suplementación de harina de soya y las persistencias fueron significativamente mas altas que las de las vacas del grupo control.

Aitchison et al., (1976) estudiaron el efecto de la solubilidad del N en la alimentación de vacas lecheras. La solubilidad varió con la adición de urea al 0, 8, 16 y 24% de N en el grano y los efectos fueron comparados de acuerdo al modelo de Mertens (1975). Calcularon que el 81% de N insoluble fué utilizado, mientras que la utilización de N soluble fué de 29.3, 30.5 y 56.7% en diferentes ensayos. Aparentemente el N soluble fué utilizado mas eficientemente en el ensayo que tuvo las producciones mas altas. La utilización de N fué relativamente constante a través de los contenidos de PC (12.13 y 15%) y está en desacuerdo con el sistema propuesto por Satter y Roffler (1975). Esto le permitió a Aitchison et al., (1976) concluir que la utilización de N soluble dependerá más del efecto del consumo de materia seca y agua que del contenido de PC en la ración.

Estos descubrimientos (Gardner et al., 1975, Huber et al., 1976), indican que hay una mejor utilización de NNP con más contenido de PC. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Polan et al., (1976). El contraste de los resultados puede ser debido a la diferencia en el consumo de alimentos o a la tasa a la cual el amonio y la energía fueron liberados. Debe de observarse que con el uso de amonio en lugar de urea, en el tratamiento a el silo de maíz, las vacas pueden tolerar mas el NNP en el concentrado (1.4 a 1.5%) sin alterar los rendimientos de leche o el consumo de alimento (Huber et al., 1975).

Tratamientos de los residuos de cosecha con amonio.

Algunos datos muy limitados en la aplicación de N (ya sea como amoníaco anhidro o líquido) a los residuos de cosecha indican su potencial para mejorar la calidad nutritiva de estos en la alimentación de ganado lechero. El amonio parece reaccionar de manera similar a como lo hace el hidróxido de sodio (Na OH); sin embargo, el tiempo requerido para su acción es mucho mas largo (más de 20 días) que el del tratamiento con Na OH (24 horas). Además el residuo debe ser almacenado en una estructura cerrada para disminuir la pérdida de amoníaco (Klopfenstein, 1978).

Las principales ventajas del uso de amonio

son: 1) El uso del nitrógeno residual como una fuente de NNP en la ración y 2) no hay residuo mineral el cual pueda ser perjudicial para el animal o para el suelo en el cual es depositado el estiércol (Klopfenstein, 1978). Investigaciones previas han demostrado que los animales no comerán los residuos tratados con amonio a menos de que estos sean aereados o mezclados con un alimento fermentado de tal manera que los ácidos orgánicos neutralizan el amonio (Waller y Klopfenstein, 1975).

En un experimento conducido por Paterson (en Klopfenstein, 1979) para comparar la digestibilidad de: 1) rastrojo de maíz picado 2) rastrojo de maíz picado mas 3% de amoniaco anhídrido 3) rastrojo de maíz picado más 4% de NaOH, 4) heno de alfalfa, 5) rastrojo de maíz picado mas alfalfa en proporción 1:1. Como se puede observar en el Cuadro 1 las adiciones de amoniaco mejoran la digestibilidad de la materia seca hasta un 14% en comparación con el rastrojo, 57.4 Vs 43.5%. La adición de heno de alfalfa a la ración con rastrojo, tratado con NaOH mejoró la digestibilidad más que todas las raciones tratadas solo con NaOH (52.4 Vs 47%). Sin embargo, la adición de heno de alfalfa a la ración de rastrojo tratado con amoniaco anhídrido, no mejoró la digestibilidad de la materia seca en relación a las demás raciones tratadas con el mismo compuesto químico. Esta respuesta podría indicar que el NH_3 no afect

Cuadro 1. Digestibilidad de la materia seca y consumo por borregos del rastrojo de maíz picado tratado con Hidróxido de Sodio o Amoníaco Anhidro.

Forraje	Digestibilidad de materia seca. %	Consumo de MS kg/día.
Rastrojo	43.5	0.64
Heno de alfalfa	51.6	1.33
Rastrojo con 4% NaOH	47.9	0.82
Rastrojo con 3% NH ₃	57.4	0.76
Rastrojo sin tratar 50% más alfalfa 50%	50.5	0.96
Rastrojo con 50% NaOH más alfalfa 50%	52.4	1.27
Rastrojo con 50% 3NH ₃ más alfalfa 50%	54.3	1.19

(de Paterson en Klopfenstein, 1979).

ta la actividad del rumen, de la misma manera como el tratamiento con NaOH.

Garret et al., (1976) trataron la paja de arroz cubriendo las pacas con plástico y saturandolos con amonio. La eficiencia en la ganancia (en peso vivo), se incrementó por el tratamiento con hidróxido de amonio. En este proceso la paja fué aereada antes de la alimentación para remover el exceso de amonio.

En el Cuadro 2 se muestran resultados obtenidos cuando se mezclaron hidróxido de amonio con hidróxido de sodio y calcio como un tratamiento al olote de maíz en borregos (Waller en Klopfenstein, 1979). El comportamiento de los borregos fué tan bueno en la mezcla de olote tratado con amonio, así como el tratamiento con hidróxido de sodio al 4%. Sin embargo, se observó que el comportamiento fué un poco mas pobre en el tratamiento con amonio que aquellos obtenidos con hidróxido de sodio y calcio en la proporción de 3:1. En otro estudio (Sundstol et al., 1978) con olote de maíz tratado con hidróxido de amonio y calcio en ganado lechero, se observó un comportamiento superior del ganado alimentado a base de olote tratado con hidróxido de amonio que el tratamiento con hidróxido de calcio solo. Sin embargo el consumo fué un poco mas bajo para los olotes tratados con hidróxido de amonio, pro-

Cuadro 2. Comportamiento de ovinos alimentados con olote de maíz tratado con NH_3 ; hidróxido de sodio e hidróxido de calcio.

Proporción ^a Na:Ca	Promedio de ganancia diaria (kg)	Consumo/Ganancia
4:0	0.10	8.9
3:1	0.13	7.1
1/2 NH_4 ^b	0.11	7.9

(de Waller en Klopfenstein, 1979)

a) $\text{NaOH} : \text{Ca}(\text{OH})_2 = 1\text{b}$ de cada uno/100 lb de materia seca de olote.

b) 4% NH_4OH 3% $\text{Na}(\text{OH})$ mas 1% de Ca aplicado al olote de maíz mezclado en una proporción de 1:1 al tiempo de alimentación.

bablemente a causa del amonio libre que quedó en los
olotes al tiempo de alimentación.

Los modos de acción de los tratamientos quí-
micos en general se puede decir que aumentan la diges-
tibilidad en los residuos de cosecha. Esto se puede
lograr a través del desdoblamiento parcial de la celu-
losa y hemicelulosa.

Adición de urea al silo de maíz.

El uso de urea en el silo de maíz es una
práctica ampliamente aceptada actualmente, pero toda-
vía existen problemas con su palatibilidad y quizás
con su toxicidad. Por esta razón el nivel de adición
de urea tiene que ser estrictamente controlado. Otras
fuentes de nitrógeno como el biuret (derivado de la
urea), algunas sales inorgánicas de amoniaco y amonio
líquido han sido añadidas al silo de maíz a fin de au-
mentar el contenido de proteína cruda. Huber et al.,
(1968) suministraron silo de maíz AD LIBITUM a 54 va-
cas lactantes por un período de alimentación de 80
días. El maíz fué cortado a diferentes estados de ma-
durez con un contenido de 30, 36 y 44% de materia se-
ca. Los silos fueron tratados con urea (0 ó 0.5%) al
tiempo del ensilado y alimentaron a seis grupos de nue-
ve vacas cada uno. A los seis grupos se les suminis-

tró el silo sin tratar, tres de los cuales fueron alimentados con 13.8% de PC en el concentrado mientras que los otros tres grupos recibieron un 18.7% en la mezcla.

En los tratamientos donde se cosecho el silo de maíz temprano, el silo con urea no afectó la producción de leche pero ocurrió una disminución cuando la urea fué añadida al silo con 44% de materia seca resultando en una interacción significativa entre el tratamiento con urea y la madurez del silo. Coppock y Stone (1968) reportaron que la adición de amonio al silo de maíz para vacas lactantes en una ración con 10% de grano fué bien utilizada para la producción de leche y ganancia de peso.

En un estudio usando silos pequeños Owens et al., (1968), también reportaron aumentos en la producción de ácidos láctico y acético con adiciones de urea al momento del ensilado, pero en contraste con los resultados de Klosterman et al., (1961) no hubo aumento de ácido láctico con las adiciones de minerales. Sin embargo, el contenido de materia seca fué alto en este estudio. En otro estudio Huber et al., (1968), no encontraron diferencia en el promedio de los niveles de producción en vacas alimentadas con silo tratado con urea cuando se comparó con silo de maíz sin tratar, pe

ro reportaron una interacción entre el tratamiento de urea y la madurez del material ensilado, la persistencia en la lactancia fué mas baja para vacas con el tratamiento de urea en el silo de maíz con un alto porcentaje de MS.

Henderson y Purser (1968) reportaron que la adición de harina de soya al silo de maíz en la alimentación fué superior a la suplementación de urea al ensilar o al momento de la alimentación en todas las raciones con silo de maíz. Sin embargo los costos de alimento favorecieron al tratamiento con urea. También reportaron que la adición de urea al tiempo del ensilado fué superior que el suministro de la misma cantidad de urea al tiempo de alimentación. El consumo diario de materia seca fué similar para el silo tratado con urea y la ración control, pero fué reducido para los grupos recibiendo adiciones de urea en el silo al tiempo de alimentación. En el mismo estudio, los grupos recibiendo 1% de concentrado al tiempo de la alimentación, no mostraron diferencias respecto a consumo diario del silo tratado con urea y el silo control. Los costos de alimento disminuyeron cuando el nivel de urea en la ración se incrementó.

Adición de urea y minerales al silo de maíz.

Johnson et al., (1961) aplicando un tratamiento de minerales y urea al silo reportaron que la cantidad de ácidos (láctico y acético) producidos, disminuyeron cuando el contenido de materia seca del silo aumentó. A un bajo contenido de materia seca (20% MS) en el silo, el ácido láctico disminuyó y el acético aumentó con adiciones de urea y minerales. La proteína disminuyó en el silo sin tratar, como un resultado de la fermentación, con un aumento correspondiente en NNP soluble, la mayoría del cual fué amonio y urea. Resultados similares fueron reportados por Huber et al., (1968) usando fosfato de amonio con tendencias similares pero con una producción mas pequeña de ácidos orgánicos. Estos investigadores encontraron que mucha de la urea en el silo puede ser hidrolizada y aparecer como sales de amonio.

Adición de urea y amonio al silo de maíz.

Investigadores ruso (Modyanov et al., 1958) usaron varios niveles y mezclas de urea y sulfato de amonio en el silo de maíz al momento del ensilado y reportaron aumentos en los niveles de nitrógeno total y nitrógeno dela proteína. De sus resultados recomiendan que una proporción de 2:5 de sulfato de amonio y urea debería ser usado. Klosterman et al.,

(1961) sugirieron que el alto valor alimenticio del silo de maíz podría ser debido al contenido de ácidos orgánicos y encontraron que la cantidad de ácido láctico y acético podrían aumentar con la adición de un material neutralizante al tiempo del ensilado. Una combinación de minerales y urea fueron añadidos al silo de maíz en un experimento de laboratorio por estos investigadores. Los resultados mostraron un aumento en el contenido de ácidos orgánicos para todos los tratamientos respecto al silo control. Los niveles mas altos de ácido láctico y acético fueron logrados con la adición de 0.5% de urea mas 0.5% minerales y 0.5% de urea más 1% de una combinación de minerales.

Adición de Pro-Sil al silo de maíz.

El uso de amoníaco anhidro como un aditivo para el silo de maíz al tiempo del ensilado ha sido probado en Michigan State University, principalmente debido a su costo mas bajo en comparación con la urea, considerando también que mucha de la urea añadida al ensilado es desdoblada a amonio en el silo de cualquier manera. Henderson et al., (1970), han desarrollado un proceso para la aplicación directa de amonio al silo de maíz al momento del ensilado. Este proceso consiste en la aplicación de una suspensión liquida, denominada Pro-Sil (Cuadro 3) de amoniaco anhidro, minerales y melaza. El

Cuadro 3. Formulación del Pro-Sil

Elemento	Porcentaje
Melaza	55.12
Ingredientes inertes y agua	23.04
Nitrógeno	13.11
Calcio	0.7936
Fosforo	0.4850
Sodio	2.0450
Cloro	3.8420
Azufre	3.8420
Magnesio	0.4846
Zinc	0.0597
Cobre	0.0088
Cobalto	0.0002
Iodo	0.0530
T o t a l	100.0 %

Pro-Sil fué formulado para elevar la concentración de PC y minerales en el silo final.

En otros experimentos en Michigan State University por Henderson, et al., (1970) comparando la adición de Pro-Sil al silo de maíz al momento del ensilado, con urea mas adición de minerales, indican que las adiciones de Pro-Sil y urea mas minerales, mejoran el comportamiento de novillos cuando se compararon con la adición de urea solamente. Se reportó un mejoramiento en el consumo de alimento por los novillos que recibieron una alimentación a base de silo de maíz tratado con Pro-Sil. Los datos de un experimento posterior Henderson y Geasler (1970) usando silo de zacate ballico (*Lolium sp.*) tratado con Pro-Sil y suministrado a novillos añojos, mostraron mejoramiento en las ganancias de peso. Los costos de alimento fueron mas bajos para los novillos alimentados con silo tratado con Pro-Sil, que aquellos los cuales recibieron el silo tratado con un suplemento de urea al tiempo de la alimentación.

De acuerdo a los resultados obtenidos ya sea en ganancias de peso en ganado de carne o rendimientos en ganado lechero, parece que la adición de amonio al silo de maíz, en el momento del ensilado, ha logrado un mejoramiento mayor en el valor nutritivo en rela-

ción a la urea. La sugerencia de algunos investigadores es de que el amonio favorece el consumo de NNP en cantidades mayores sin bajar la producción de leche, distinto a como actúa la urea cuando es añadida. Esta diferencia en la respuesta del amonio y urea en el silo a altos consumos de NNP es probablemente debida a la acción del amonio sobre la proteína de la planta de maíz.

Esto se puede lograr al añadir el amoníaco anhídrico al silo de maíz, ya que en esta forma (amonio) el NNP es mas directamente aprovechado que en la forma de urea.

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

El presente trabajo se llevó a cabo en el Centro de Investigación de Ganado Lechero de Michigan State University, localizado a 4 km hacia el sur del campus. El estudio tuvo una duración de 85 días comprendiendo el tiempo del llenado de los silos y la prueba de alimentación la cual tuvo una duración de 70 días.

MATERIALES.

Animales

Se utilizaron 40 vacas Holstein con una edad aproximada de 4 años y con un peso promedio de 600 kg.

Raciones

Las raciones experimentales se muestran en el cuadro 4.

Los ensilajes utilizados fueron los siguientes :

EM) Ensilaje de maíz con un 30 % de materia seca.

ER) Ensilaje de rastrojo de maíz con un 29 % de materia seca al ensilar.

ER+NH₃) Ensilaje de rastrojo de maíz con 26.3 % de materia seca tratado con amoníaco anhidro NH₃ (2.5 %).

Cuadro 4. Raciones experimentales utilizadas para probar el efecto del NH₃ y Pro-Sil al rastrojo de maíz.

Concepto	R A C I O N E S				
	EM	RM	RM	RM	RM
Tratamiento al rastrojo de maíz (%)	-	-	NH ₃ (2.5)	Pro-Sil (1.5)	Pro-Sil (2.5)
Forraje ensilado (%)	25	25	25	25	25
Concentrado (%)	50	50	50	50	50
Ensilaje alfalfa (%)	25	25	25	25	25

EM = Ensilaje maíz.

RM = Rastrojo maíz.

ER+Pro-Sil) Ensilaje de rastrojo de maíz
con 30.7 % de materia seca -
tratado con Pro-Sil (1.5 %)

ER+Pro-Sil) Ensilaje de rastrojo de maíz
con 24.4 % de materia seca -
tratado con Pro-Sil (2.5 %).

Además los animales recibieron 1.5 kg. de
concentrado (cuadro 5) por kg. de leche producida.

METODOS

En los casos donde los silos fueron tratados, las raciones fueron mezcladas antes de la alimentación, en un mezclador horizontal. A todos los grupos de vacas se les suministró alimento dos veces por día determinándose el consumo de alimento diariamente. El agua les fue proporcionada Ad Libitum.

Los rendimientos de leche fueron computados diariamente con dos ordeñas diarias. Los animales fueron pesados durante dos días consecutivos al principio y al final del experimento; además se registraron sus pesos vivos a intervalos de diez días durante el transcurso del ensayo. El promedio de los pesos en los días consecutivos en cada caso, fueron usados como peso inicial y peso final.

Cuadro 5. Formulación del Concentrado

Ingredientes	Por ciento
Protefna (con 11.9% de NNP)	42.05
Grasa cruda	2.0
Fibra cruda	8.5
Calcio	3.0
Fosforo	1.05
Sal	2.06
Potasio	1.15
Magnesio	0.9
Azufre	0.6
Vitamina A	5,357 UI/kg
Vitamina D	500 UI/kg

Análisis químico del alimento.

Todos los silos fueron muestreados regularmente tres veces a la semana. Estas muestras fueron desecadas - en la estufa para determinar su contenido de materia seca (MS) y proteína. Por otro lado, una muestra compuesta de cada silo fue analizada en base húmeda cada dos semanas durante el período del experimento para calcular nitrógeno y fibra cruda.

La materia seca de los silos fue determinada desecando las muestras en pares con una estufa a 60°C por 48 horas. El nitrógeno total fue determinado por el método macro Kjeldahl.

Análisis químico de la leche

Las muestras para composición de la leche fueron tomadas de cada vaca con un intervalo de dos semanas durante el período de alimentación y dos veces durante el período de standarización. Las muestras se tomaron directamente de la sala de ordeña utilizando frascos esterilizados. Los sólidos totales fueron analizados desecando las muestras en la estufa durante 24 hr a una temperatura de 60°C. El contenido de grasa en la leche y proteína cruda se determinó en los laboratorios de la Asociación para Mejoramiento de Hatos Lecheros (DHIA), por el método de absorción de rayos infrarojos en el que se utilizó una

máquina calibrada: para grasa, por el método de Babcock y para proteína cruda, por el método de Kjeldahl.

Cosecha de los silos

El rastrojo de maíz fue cosechado durante un período completo de diez días que comprendió del 10 al 20 de Octubre de 1979 y fue almacenado en cuatro silos (del tipo aéreo) de concreto 3.6 x 6.7 mts. El contenido de materia seca al momento del ensilado varió de 26.11% a 33.4% con un promedio total de 29.2%. El rastrojo de maíz fue picado y al momento del ensilado se adicionó el NH_3 y el Pro-Sil en forma líquida mediante una bomba colocada en la salida del tanque para regular la cantidad requerida a cada silo y así lograr una aplicación directa al momento del ensilado.

El silo de maíz (control negativo), con un promedio de 35% de materia seca, fue almacenado en un silo de trinchera.

Diferentes cantidades de amoníaco y Pro-Sil fueron añadidas a cada silo: para el tratamiento con rastrojo de maíz (RM)+ NH_3 , se suministró el equivalente de 25 kg de amonio por tonelada de silo de rastrojo con 26.3% de MS, para los tratamientos con RM+Pro-Sil se añadió: en un caso, RM con 30.7% MS, 15 kg del producto y para el otro caso, RM con 24.9% MS, 25 kg por 1,000 kg

de rastrojo. La formulación del Pro-Sil usado en este experimento es mostrada en el Cuadro 3.

ANALISIS ESTADISTICO

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con cinco tratamientos y ocho repeticiones. Los bloques se constituyeron considerando: producción de leche, en el período pre-experimental, peso corporal y días después del parto (Cuadro 11, Apéndice).

Se hicieron análisis de varianza para probar la significancia de las diferencias entre tratamientos. Así como la prueba de rango múltiple de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis químicos

Los promedios de análisis químicos de los ensilajes utilizados se muestran en el Cuadro 6. Como se puede observar las adiciones de NH_3 y Pro-Sil, al rastrojo de maíz, aumentaron su contenido en proteína cruda (PC) a un nivel superior al observado en el ensilaje de maíz. Esta situación resulta favorable puesto que señala la potencialidad de enriquecer forrajes de bajo contenido protéico y poder utilizarlos como constituyentes importantes en raciones para rumiantes.

Consumo de alimento

El promedio del consumo diario de materia seca (MS) de las raciones, se muestra en el Cuadro 7. Los consumos fueron significativamente ($P < .05$) mas altos para el tratamiento con ensilaje de maíz que para todos los demás; sin embargo, las vacas que recibieron Pro-Sil (1.5% y 2.5%) consumieron ligeramente menos rastrojo de maíz que aquellas a las que se les suministró amoníaco anhidro (NH_3).

En general el promedio de consumo diario de MS del alimento suministrado fue similar para los animales consumiendo las raciones con ensilaje de rastrojo. Se observó al principio del experimento, una disminución en el consumo

Cuadro 6. Análisis químico de los ensilajes suministrados en la ración.

Ingredientes	Materia Seca	Proteína Cruda %	Fibra Cruda %
Ensilaje de Maíz (Control Negativo)	34.88	9.53	32.50
Rastrojo de Maíz (Control positivo)	29.00	5.36	51.84
Ensilaje de Rastrojo de Maíz (NH ₃ 2.5%)	26.27	18.55	52.75
Ensilaje de Rastrojo de Maíz (1.5% Pro-Sil)	30.73	13.99	50.90
Rastrojo de Maíz (2.5% Pro-Sil)	24.97	16.77	57.29
Ensilaje de Alfalfa	30.30	18.63	49.89

de alimento, en las dietas a las cuales se añadió amoníaco anhidro (NH_3) y Pro-Sil. Esto, probablemente fue debido al sabor del amonio en la mezcla alimenticia, al cual tuvieron que acostumbrarse los animales. Para la segunda semana, después de iniciado este estudio, se observó que la mayoría de los animales incrementaron el consumo de la dieta suministrada sin alterar su comportamiento.

Huber y Cook (1972) determinaron que la reducción en el consumo de raciones con NH_3 y Pro-Sil fue un resultado de su objetado sabor. Estos resultados concuerdan con los obtenidos en este trabajo al suministrar Pro-Sil (1.5 y 2.5%), pues como se puede observar en el Cuadro 7, los consumos fueron más bajos para los tratamientos de rastrojo de maíz (RM) con Pro-Sil. Consumos más bajos en novillos alimentados con propionato de amonio han sido reportados por Allen et al., (1972).

El consumo de proteína cruda (Cuadro 7) fue similar para todos los tratamientos excepto para el tratamiento con ensilaje de maíz (EM), ($P < .05$). El nitrógeno (N) proveniente de las fuentes de NNP utilizadas (NH_3 o Pro-Sil) constituyó del 12 al 15% de la proteína cruda total de las raciones.

Producción de leche y eficiencia alimenticia

Los promedios de producción de leche, de eficiencia alimenticia y persistencia son mostrados en el Cuadro

Cuadro 7. Consumos de materia seca de los ensilados y concentrado que se suministraron a los animales experimentales.

Tratamientos	Consumo MS (kg)	Consumo Prot. Cruda (kg)
Ensilaje de Maíz	20.0 ^a	2.8 ^a
Ensilaje de Rastrojo	16.9 ^b	2.4 ^b
Ensilaje de Rastrojo + 2.5% NH ₃	16.7 ^b	2.3 ^b
Ensilaje de Rastrojo + 1.5% Pro-Sil	16.5 ^b	2.3 ^b
Ensilaje de Rastrojo + 2.5% Pro-Sil	16.3 ^b	2.3 ^b

Medias en la misma columna con diferente literal difieren significativamente ($P < .05$).

8. Aún cuando la media de producción en el tratamiento con ensilaje de maíz fue mayor ($P < .05$) que la de los demás tratamientos, la cantidad de leche producida por kg de materia seca fue la más baja. Esto indica que la eficiencia alimenticia fue menor para este grupo a pesar de haber tenido más altos rendimientos de leche.

Las diferencias, en la producción de leche, entre los grupos que consumieron rastrojo tratado con diferentes fuentes de NNP, no fueron estadísticamente significativas ($P < .05$). Sin embargo la producción observada en el grupo que consumió ER+2.5% Pro-Sil resultó ser consistentemente (Figura 1) mejor que la del grupo consumiendo ER+2.5% NH_3 .

Por otro lado, se pudo observar que el tratamiento al silo de rastrojo con amoníaco anhidro y Pro-Sil, mejoraron la eficiencia de utilización de materia seca en relación a la producción de leche.

Las persistencias promedio de la producción fueron más altas para Pro-Sil (2.5%) y más bajas para amoníaco anhidro (2.5%), con un nivel de significancia ($P < .10$). Las persistencias por unidad experimental se muestran en el apéndice (Cuadro 11).

Los resultados de Huber y Santana (1972) muestran un patrón similar con diferentes respuestas a la suplemen-

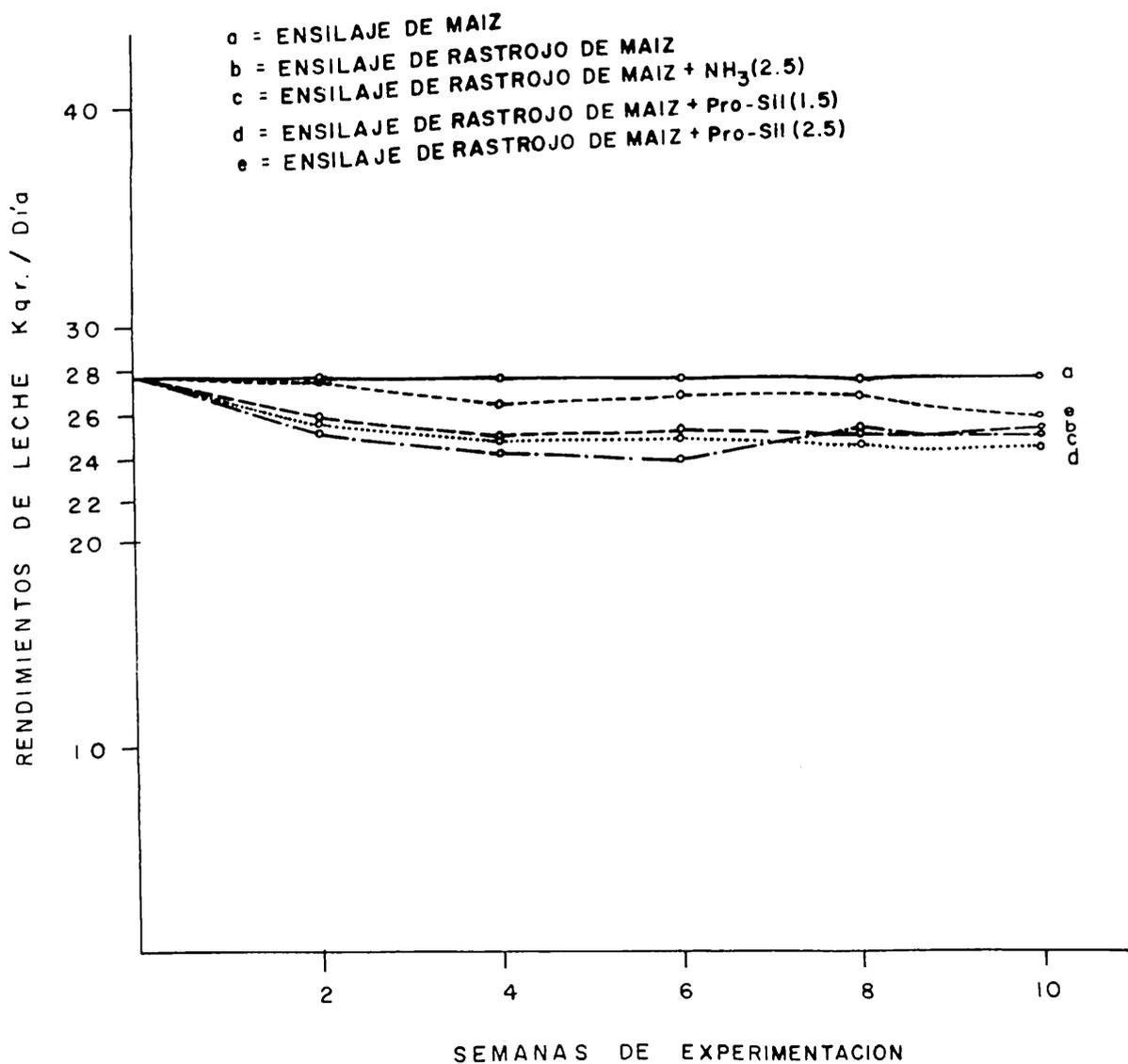


FIG. 1.- RENDIMIENTOS DE LECHE DURANTE EL PERIODO EXPERIMENTAL

Cuadro 8. Producción de leche y leche producida por kg de materia seca consumida en vacas alimentadas con varias fuentes de nitrógeno.

Tratamientos	Producción de leche (kg)		Leche producida por kg de MS	Persistencia*
	Período Exp.	Período Pre-Exp.		
E M	26.4	31.7	1.34	96.4
E R	24.1	25.7	1.45	88.9
ER + 2.5% NH ₃	23.6	27.6	1.46	85.5
ER + 1.5% Pro-Sil	23.9	27.5	1.47	86.9
ER + 2.5% Pro-Sil	25.7	27.3	1.60	93.4

EM = Ensilaje Maíz

ER = Ensilaje Rastrojo

* Persistencia = $\frac{\text{Prod. leche (kg) período experimental}}{\text{Prod. leche (kg) período pre-experimental}}$

tación de NH_3 . Vacas produciendo más de 25 kg de leche por día tuvieron persistencias más bajas, que las vacas con producciones por abajo de 25 kg cuando los consumos de nitrógeno no protéico excedieron de 180 gr por día.

Los promedios del primer análisis químico de la leche antes y durante el experimento se muestran en el Cuadro 9.

Las medias para la concentración de grasa en la leche tuvieron cierta variación pero esta no fue estadísticamente significativa ($P < .05$). En general se puede observar que todas las raciones promovieron algún aumento en el porcentaje de grasa. El cambio más grande ocurrió en el grupo amoníaco anhidro (2.5%) y el grupo Pro-Sil (2.5%) pues se observó un aumento muy notable. Por otro lado en el grupo con ensilaje de maíz, casi no se observó cambio ó aumento en el porcentaje de grasa en la leche. Estos resultados son contrarios a los obtenidos por Rook *et al.*, (1965) cuando el radical amonio se separó del propionato y se suministró este último. Sin embargo, Jones (1971) pudo mantener la prueba de la grasa cuando suministró concentrados conteniendo 1% de urea con varios niveles de amonio. Los cambios más bajos en el contenido de grasa en la leche ($P < .05$) con tratamientos de NH_3 en las raciones, sugieren que el amonio permite que se produzca una mejor fermentación de los productos del rumen.

Cuadro 9. Análisis químico de la leche de vacas alimentadas con varias fuentes y cantidades de N durante los períodos Pre-Experimental y Experimental.

Tratamientos	GRASA (%)		PROTEINA (%)		SOLIDOS Y TOTALES (%)	
	Pre-Experimental	Experimental	Pre-Experimental	Experimental	Pre-Experimental	Experimental
E M	3.07	3.52	3.15	3.29	-	12.17
E R	3.12	3.71	3.20	3.32	-	12.49
ER + NH ₃ (2.5)	2.80	3.72	5.77	3.28	-	12.54
ER + Pro-Sil (1.5)	3.12	3.67	3.14	3.22	-	12.24
ER + Pro-Sil (2.5)	3.12	3.59	3.11	3.15	-	12.33

E M = Ensilaje de Maíz

E R = Ensilaje de Rastrojo

Las diferencias en los tratamientos en cuanto a contenido de proteína cruda en la leche no fueron significantes, sin embargo, la media para el tratamiento de rastrojo de maíz (0% NH_3) fue la más alta.

En relación a los sólidos totales el tratamiento con amoníaco anhidro (2.5%) mostró los mejores aumentos en comparación con las otras medias.

CONCLUSIONES

El efecto de las adiciones de NH_3 y Pro-Sil al rastrojo de maíz fue el de incrementar el contenido de proteína cruda (PC) a niveles más altos que el ensilaje de maíz.

El consumo de materia seca y proteína cruda fue aceptable y muy similar para todas las raciones con rastrojo de maíz. Por otro lado el consumo de ensilaje de maíz, fue mayor respecto a las raciones con rastrojo.

Los promedios de producción de leche, aún cuando fueron más altos para el tratamiento con silo de maíz no mostraron mucha variabilidad con relación a los tratamientos con rastrojo de maíz. La eficiencia alimenticia fue mayor para el rastrojo de maíz con Pro-Sil que para el silo de maíz.

Las persistencias promedio de la producción fueron ligeramente más altas para el tratamiento con silo de maíz. Sin embargo, se pudo apreciar una persistencia bastante buena para el rastrojo de maíz tratado con NH_3 y Pro-Sil.

Las medias para la producción de grasa, proteína cruda y sólidos totales se mantuvieron con poca variación entre las raciones experimentales.

RESUMEN

El efecto de una suspensión líquida de amoníaco anhidro (2.5%) y de una suspensión de amoníaco anhidro mas minerales y melaza denominada Pro-Sil a niveles de 1.5 y 2.5%, fueron estudiadas como aditivos al ensilaje de rastrojo de maíz al momento del ensilado, en un experimento de alimentación con vacas lecheras en período de lactancia.

Cuarenta vacas de la raza Holstein (8 por tratamiento) 27.6 kg de leche, promedio durante el período pre-experimental, fueron alimentadas con una ración de 25% silo de alfalfa y 50% de concentrado, en base a materia seca (MS), por un período de 70 días. El resto de la ración fue silo de maíz ó uno de cuatro ensilajes de rastrojo de maíz. Los ensilajes de rastrojo fueron preparados picando y ensilando el residuo de la planta de maíz un poco después de haber cosechado el grano. Los tratamientos al rastrojo de maíz consistieron en aplicar diferentes fuentes y cantidades de amonio. Los cinco tratamientos experimentales fueron: ensilaje de maíz (EM) con 9.5% de proteína cruda (PC); ensilaje de rastrojo de maíz (ER) con 5.4% de PC; rastrojo de maíz tratado con amoníaco anhidro (ER+2.5% NH₃) con 18.6% PC; ensilaje de rastrojo

de maíz tratado con Pro-Sil (ER+1.5% Pro-Sil) con 14.0% PC y ensilaje de rastrojo de maíz tratado con Pro-Sil (ER+2.5% Pro-Sil) con 16.8% PC. Además se proporcionó un concentrado protéico a fin de que las raciones se ajustaran a un 14% PC. El consumo promedio de materia seca fue de 20.0, 26.9, 16.7, 16.5, 16.3 kg/día respectivamente para los tratamientos descritos y fue significativamente mayor para la ración con ensilaje de maíz.

Los rendimientos promedio de leche (kg/día) durante el período experimental fueron de: 26.6, 24.2, 23.7, 23.9 y 25.7 para EM, ER, ER+2.5% NH₃, ER+1.5% Pro-Sil y ER+2.5% Pro-Sil. Las diferencias observadas no fueron significativas (P .05), sin embargo si hubo diferencias (P .10) en la persistencia de producción a favor de EM.

La eficiencia alimenticia en términos de kg de leche/kg de MS fue de: (1.34), (1.45), (1.46), (1.47) y (1.60) para EM, ER, ER+2.5% NH₃, ER+1.5% Pro-Sil y ER+2.5% Pro-Sil. La eficiencia promedio del tratamiento ER+2.5% Pro-Sil (1.60) fue mayor (P<.05) que todos los demás.

No se observó diferencia significativa (P<.05) entre las raciones experimentales con respecto a concentración láctea de grasa, PC y sólidos totales.

La producción de leche y la eficiencia alimenticia en todos los tratamientos fueron aceptables para las raciones con rastrojo de maíz con respecto al grupo con silo de maíz. Esto es debido quizá al aumento en PC por los aditivos usados y al efecto que esta puede tener sobre la digestibilidad del rastrojo de maíz.

LITERATURA CITADA

- Anderson, D., Craig. 1978. Use of Cereal Residues in Beef Cattle Production Systems. Journal of Animal Science, Vol. 46 No. 3.
- Anderson, D., Craig and A.T. Ralston. 1973. Chemical Treatment of rye grass straw: In vitro dry matter digestibility and compositional. J. Animal Sci. 37:148.
- Allison, M.J. 1970. Nitrogen Metabolism of Ruminal Micro organisms En A.T. Phillipson, Ed., Physiology of Digestion and Metabolism in the ruminant. Oriel Press, England. p. 356.
- Allen, C.K., H.E. Henderson and W.G. Bergen. 1972. Utilization of ammonium salts by feedlot cattle. J. Anim. Sci. 35:1125. Abstr.
- Aitchison, T.E., D.R. Mertenz, A.D. Mc. Gillard and N.L. Jacobson. 1976. Effect of nitrogen solubility on nitrogen utilization in lactating dairy cattle. J. Dairy Sci. 59:2056.
- Beattie, D. 1970. Pro-Sil and urea addition to corn silage. Michigan Agrc. Exp. Sta. Res. Rpt. 136:33.
- Bolsen, K.K., C. Grimes and J.G. Riley. 1977. Mild Stover in Rations for Growing Heifers and Lambs. Journal of Animal Science. 45:377.
- Blackburn, T.H. 1965. Nitrogen Metabolism in the Rumen. En R.W. Dougherty, ed., Physiology and Digestion in the ruminant. Butterworths, Washington, D.C. p. 322.

- Burroughs, W., D.E. Nelson and D.R. Mertens. 1975. Evaluation of protein nutrition by metabolizable protein and urea fermentation potential. *J. Dairy Sci.* 58:611.
- Beattle, D.R. and H.E. Henderson. 1970. Pro-Sil and Urea addition to corn silage. *Mich. Agric. Exp. Sta. Res.* 136:23.
- Bryant, N.P. and I.M. Robinson. 1962. Some nutritional characteristics of predominant culturable ruminal bacteria. *J. Bacteriol.* 84:605.
- Bryant, M.P. and I.N. Robinson. 1963. Apparent incorporation of ammonia and amino acid carbon during growth of selected species of ruminal bacteria. *J. Dairy Sci.* 46:150.
- Carter, Harold D. 1974. A hungry world: The Challenge to Agriculture. Food Task Force. University of California, Davis, July 68 p.
- Coppock, C.E. and J.B. Stone. 1968. Corn silage in the ration of dairy cattle: A review. *N.Y. State College of Agr. Cornell Misc. Bul.* 89.
- Cressman, S.G., D.D. Grieve, G.M. Macleod and L.G. Young. 1977. Influence of dietary protein concentration on milk production by dairy cattle during early lactation. 72nd. Annual Meeting of ADSA P. 68 (abstr.).
- Chandler, P.T. and C.E. Polan. 1972. Considerations in interpretation of serum amino acids in lactating cows. *J. Dairy Sci.* 55:709 (abstr.).
- Chalmers, M.I. 1961. Protein synthesis in the rumen. In D. Lewis, Ed., *Digestive Physiology and Nutrition of the Ruminant Butterworths*, London, p. 205.

- Chandra, S. and M.G. Jackson. 1971. A study of various chemical treatments to remove lignin from coarse roughages and increase their digestibility. *J. Agr. Sci.* 77:11.
- Chalupa, W., 1975. Rumen bypass and protection of proteins and amino acids. *J. Dairy Sci.* 58:1198.
- Duncan, C.W., I.P. Agrawala, C.P. Huffman and R.W. Leucke 1953. A quantitative study of rumen synthesis in the bovine on natural and purified rations. *J. Nutr.* 49:41.
- Erling, LL. and T. Klopffestein. 1975. Ammoniated Acid Hydrolyzed Wood Residue as a source of nitrogen for ruminants. *J. Animal Sci.* 41:1189.
- Erling, L.L. and T. Klopffenstein. 1975. Ammoniated Acid Hydrolyzed wood residue as a source of nitrogen for ruminants. *J. Animal Sci.* 41:1189.
- Foldager J. 1977. Protein requirements in cows in early lactation. Thesis Michigan State University.
- Garret, W.N., H.G. Walker Kohler. 1974. Nutritive value of NaOH and NH₃ treated rice straw, *J. Animal Sci.* 38:1342.
- Garret, W.N. Walker, H.G., Kohler, G.O., and Hart, W.R. 1976. Feedlot response of beef steers to diets containing NaOH or NH₃ treated rice straw, in 15th. California Feeders Day Proceedings. University of California, Davis, 39.
- Gardner, R.W. and R.L. Parker. 1973. Protein requirements of cows fed high concentrate rations. *J. Dairy Sci.* 56:390.

- Gardner, R.W., R.A. Zinn and R.A. Gardner. 1975. Effects of high producing cows. J. Dairy Sci. 58:777 (abstr.).
- Goodrich, R.D. and J.C. Meiske. 1966. Feeding and digestion trials with complete ensiled rations. Minnesota Beef Cattle Feeders Day.
- Grieve, D.G., G.K. MacLeod and J.B. Stone. 1974. Effect of Diet protein percent for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 57:633 (abstr.).
- Henderson, H.E., D.R. Beattie, N.R. Geasler and W.G. Bergen 1971a. Molasses, minerals, ammonia and Pro-Sil addition to corn silage on performance of yearling steers. Mich. Agrc. Exp. Sta. Res. Rpt. 136:15.
- Henderson, H.E., D.R. Beattie, M.R. Geasler and W.G. Bergen. 1971b. Effect of level of Pro-Sil addition to corn silage on performance of yearling steers. Mich. Agrc. Exp. Sta. Res. Rpt. 135:15.
- Henderson, H.E. and M.R. Geasler. 1970. Anhydrous ammonia, molasses and mineral addition to rye silage. Report of Beef Cattle Research 1970. Michigan State University, p. 19.
- Henderson, H.E. and D.B. Purser. 1968. Urea additions to corn silage. Michigan Beef Cattle Day Report. 1968. p. 29.
- Henderson, H.E., D.B. Purser and M.R. Geasler. 1970. Anhydrous ammonia, urea and mineral additives to corn silage. Report of Beef Cattle Research 1970. Michigan State University, p. 3.
- Henderson, H.E. and W.G. Bergen. 1972. Treating corn silage with gaseous ammonia for feedlot cattle. Mich. Agrc. Exp. Sta. Res. Rpt. 174:18.

- Huber, J.T., H.P. Bucholtz and R.L. Boman. 1975. Ammonia Vs. Urea-treated silages with varying urea in the grain. J. Dairy Sci. 58:757.
- Huber, J.T., N.E. Smith and J. Stiles. 1976. Distribution of N. in NH₃ treated and control silages. J. Animal Sci. 33:325.
- Huber, J.T., R.L. Boman and H.E. Henderson. 1976. Fermented ammoniated condensed wheu as a nitrogen supplement for lactating cows. J. Dairy Sci. 59:1936.
- Huber, J.T., J.W. Thomas, and R.S. Emery, 1968. Response of lactating cows fed urea-treated corn silage harvested at varying stages of maturity. J. Dairy Sci. 51:11:1806.
- Huber, J.T. and J.W. Thomas. 1971. Comparison of Amonia and urea-treated corn silages for lactating cows. J. Dairy Sci. 54:789 (abstr.).
- Huber, J.T. and O.P. Santana. 1972. Ammonia treated corn silage for dairy cattle. J. Dairy Sci. 55:489.
- Huber, J.T., R.E. Lichtenwalner and J.W. Thomas. 1973. Factors affecting response of lactating cows to ammonia-treated corn silages. J. Dairy Sci. 56:1508.
- Huber, J.T. 1975. Protein and non-protein nitrogen utilization in practical dairy rations. J. Animal Sci. 41:954. Sci. 58:757 (abstr.).
- Huber, J.T. and R.M. Cook. 1972. Influence of site of administration of urea on voluntary intake of concentrate by lactating cows. J. Dairy Sci. 55:1470.
- Johnson, R.R., K.E. Mc. Clure, E.W. Klosterman and L.G. Johnson. 1967. Corn plant maturity. Distribution

of nitrogen in corn silage treated with limestone.
urea and diammonim phosphate. J. Animal Sci. 23:394.

- Jones, G.M. 1971. Volatile fatty acids in concentrate rations for lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 54:1142.
- Klopfenstein, Terry. 1978. Chemical Treatment of Crop Residues Journal of Animal Science. Vol. 46. No. 3.
- Klopfenstein, Terry. 1979. Increasing the nutritive value of Crop Residues by Chemical Treatment. Animal Science. Department University of Nebraska.
- Klosterman, E.W., A.L. Moxon, R.R. Johnson and A.P. Grifo, Sr. Feeding value of limestone-urea treated whole plant corn silage with three levels of soybean oil meal. 1961. Beef Cattle Day Report Ser. No. 122, Ohio Agr. Exp. Sta.
- Loosli, J.K., H.H. Williams, W.W. Thomas, F.H. Ferris and L.A. Maynard. 1940. Synthesis of aminoacids in the rumen. Science 110:144.
- Maeng, W.J., C.J. Van Nevel, R.L. Baldwin and J.G. Morris. 1976. Rumen microbial growth rates and yields: Effect of amino acids and protein. J. Dairy Sci. 59:68.
- Mertens, D.R. 1975. A model of nitrogen utilization for ruminants. J. Dairy Sci. 58:744 (abstr.).
- Moe, P.W. and H.P. Tyrrel. 1977. Influence of Protein level on metabolizable energy value of diets for lactating cows. 72.
- Modyanov, A.V., A.G. Kozmanisvili and E.F. Kisely. 1958. Urea and ammonium sulphate as sources for enrichment of corn silage. Zhivotnovodstvo 20(7):22-6.

- N.R.C. 1971. Nutrient requirements of dairy cattle. 4th. revised ed., National Academy of Sciences. Washington, D.C.
- N.R.C. 1976. Nutrient requirements of dairy cattle. 5th. revised ed., National Academy of Sciences. Washington, D.C.
- Oji, U., D.N. Mowat, J.E. Winch and J.G. Buchanan-Smith 1976. Alkali treatment of corn stover. J. Animal Sci. 42:1366.
- Oloolade, B.G., D.N. Mowat and J.E. Winch, 1970. Effects of Processing methods on the in vitro digestibility of sodium hidroxide treated roughages. J. Animal Sci. 50:657-662.
- Owens, F.N., J.C. Meiske and R.D. Goodrich. 1968. The influence of urea or limestone additions in fermentation and feeding value of the ensiled corn plant (*Zea mays*). Proc. of Minnesota Nutrition Conference, p31.
- Polan, C.E., C.N. Miller and M.L. Mc. Gillard. 1976. Variable dietary protein and urea for intake and production in Holstein cows. J. Dairy Sci. 59:1910.
- Rook, J.A.F., C.C. Balch and V.W. Johnson. 1965. Further observations on the effects of intraruminal infusions of volatile fatty acids and of lactic acid on the yield and composition of the milk of the cow. Brit. J. Nutr. 19:93.
- Satter, L.D. and R.E. Roffler. 1975. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. J. Dairy Sci. 58:1219.

- Schwab C.G., G.A. Broderick and L.D. Satter. 1971. Comparison of medium and high protein rations for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 54:788 (abstr.).
- Smith, R.H. 1969. Nitrogen metabolism and the rumen. *J. Dairy Res.* 36:313.
- Sundstol, F., Coxworth, E., and Mowat, D.N. 1978. Improving the nutritive value of straw and other low-quality roughages by treatment with ammonia *World Animal Review (FAO)*. 25(in press).
- Sparrow, R.O., R.W. Hemken, D.R. Jacobson F.S. Button and C.M. Enlow. 1973. Three protein percents on nitrogen balance, body weight change, milk production and composition of lactating cows during early lactation. *J. Dairy Sci.* 56:664 (abstr.).
- Thomas, J.W., 1971. Protein requirements of milking cows *J. Dairy Sci.* 54:1629.
- Todorow, N.A. 1975. Recent development in Animal Nutrition research in Eastern Europe. *J. Animal Sci.* 40:1284.
- Virtanen, A.I. 1966. Milk production of cows on protein free feed. *Science* 153:1603.
- Wallenius, R.W. 1976. Effect of protein level and source on milk production. 71st. Annual Meeting of the ADSA. p147 (abstr.).
- Waller, J.C., and Klopfenstein, T. 1975. Hydroxides for treating crop residues. *Journal of A. Sci.* 41:424. (abstr.).
- Ward, J.K. 1978. Utilization of corn and grain sorghum residues in beef cow forage systems. *J. Animal Sci.* 46:831-839.

A P E N D I C E

Cuadro 10. Promedios de rendimiento de leche, peso corporal y días después del parto durante el período de standarización.

Grupo	Promedio de producción de leche por día (kg)	Peso corporal (kg)	Días después del parto
EM	27.41	566.19	83
ER	27.58	560.40	103
ER+NH ₃ (2.5%)	27.52	564.78	95
ER+Pro-Sil (1.5%)	27.58	587.70	94
ER+Pro-Sil (2.5%)	27.47	563.30	72

Cuadro 11. Persistencias observadas en el experimento conducido para evaluar el comportamiento de vacas lactantes alimentadas con ensilaje de rastrojo de maíz tratado con (NH₃).

Bloques	T r a t a m i e n t o s				
	EM	ER	ER+NH ₃ (2.5%)	ER+Pro-Sil(1.5%)	ER+Pro-Sil(2.5%)
1	45.4	33.6	36.8	38.6	42.7
2	40.4	37.7	36.3	37.7	41.3
3	39.9	39.5	40.4	41.3	39.0
4	43.1	44.0	44.4	41.3	44.5
5	54.0	39.9	36.3	39.0	39.0
6	42.7	44.0	39.0	46.8	46.8
7	45.4	39.0	39.9	37.7	46.8
8	39.0	44.5	44.5	31.8	40.9

EM = Ensilaje de maíz.

ER = Ensilaje de rastrojo.