

11662
3
zej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"CUAUTITLAN"
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

**LIMITANTES NUTRICIONALES EN DIETAS BASADAS EN
MELAZA/UREA: EFECTO DEL ALCOHOL, GLICEROL Y
LEVADURA EN EL PATRON DE FERMENTACION, CINE-
TICA RUMINAL Y DIGESTIBILIDAD IN SITU DEL
FORRAJE**

FALLA DE ORIGEN

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN NUTRICION ANIMAL
P R E S E N T A :
ROBERTO CHACON ROA

ASESOR: H. MAURICIO FERREIRO G.



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

LIMITANTES NUTRICIONALES EN
DIETAS BASADAS EN
MELAZA/UREA: EFECTO DEL
ALCOHOL, GLICEROL Y LEVADURA
EN EL PATRON DE FERMENTACION.
CINETICA RUMINAL Y
DIGESTIBILIDAD *IN SITU* DEL
FORRAJE.

POR

ROBERTO CHACON ROA

ASESOR

H. MAURICIO FERREIRO G.

LISTA DE CONTENIDO

(INDICE)

	PAG.
Agradecimientos.....	1
Resumen.....	ii
Lista de cuadros	v
Lista de gráficas.....	vii
Introducción.....	1
1. Revisión de literatura.....	3
1.1. Melaza como alimento para ganado	4
1.1.1. Composición química y valor nutritivo de la melaza.....	5
1.1.2. Factores que influyen en la utilización de la melaza.....	6
1.1.2.1. Efecto del Nitrogeno no Proteico (urea). 6	6
1.1.2.2. Efecto del forraje en dietas basadas en melaza.....	9
1.1.2.3. Efecto del suplemento con proteina verdadera	13
1.1.3. Intoxicación con melaza.....	17
1.2. Fermentación de la melaza.....	22
1.2.1. Efecto del glicerol	23
1.2.2. Efecto del alcohol	27
1.2.3. Efecto de la levadura	29
1.3. Cinética ruminal	30
1.4. pH ruminal	32

2. Objetivos	37
3. Material y métodos	38
3.1. Mediciones.....	39
3.1.1. Determinación del pH en el líquido ruminal..	40
3.1.2. Determinación de ácidos grasos volátiles (AGV) en el líquido ruminal.....	41
3.1.3. Infusión y determinación de CrEDTA.....	42
3.1.4. Digestibilidad " <i>in situ</i> " del forraje.....	43
4. Resultados	45
5. Discusión.....	55
6. Conclusiones	64
Literatura citada.....	65
Apéndice.....	

R E S U M E N

LIMITANTES NUTRICIONALES EN DIETAS BASADAS EN MELAZA/UREA;
EFECTO DEL ALCOHOL, GLICEROL Y LEVADURA EN EL PATRON DE
FERMENTACION, CINETICA RUMINAL Y DIGESTIBILIDAD "*in situ*"
DEL FORRAJE.

Por:

Roberto Chacón Roa

Asesor:

Hector Mauricio Ferreiro Gutiérrez

Se estudió el efecto del alcohol, levadura y glicerol, en animales consumiendo dietas basadas en melaza/urea y forraje restringido (0.8% del peso vivo como materia seca), en los siguientes parámetros ruminales: patrón de fermentación, cinética ruminal de líquidos y tasa de digestibilidad "*in situ*" del forraje. Se utilizaron cinco novillos fistulados en el rumen con cánula permanente y un peso promedio de 359 Kg. El diseño utilizado fue un cuadro latino 5 x 5 y los tratamientos fueron los siguientes: melaza/urea (2.5%) a libre acceso (M); melaza/urea (2.5%) con 2% de levadura más 2% de alcohol a libre acceso (LA); melaza/urea (2.5%) con 2% de levadura más 2% de glicerol a libre acceso (LG); melaza/urea (2.5%) con 2% de alcohol más 2% de glicerol a libre acceso (AG) y melaza/urea (2.5%) con 2% de alcohol, 2% de glicerol y 2% de levadura a libre

acceso (LAG). Todos los animales recibieron además, una sola vez al día (9:00 A.M.) harinolina y sorgo al 0.1% de su peso vivo respectivamente y alfalfa al 0.8%. Se realizaron muestreos de líquido ruminal (antes, hora 0 y después de haber proporcionado la alfalfa, la harinolina y el sorgo) a las 2,4,8,12,24,36 y 48 horas para obtener los parámetros indicados anteriormente. Se encontraron diferencias estadísticas en algunos de los parámetros estudiados. Los promedios de los porcentajes de los ácidos grasos volátiles en la hora 2 de muestreo fueron: 66.94 ± 2.80 , 68.72 ± 2.54 , 65.38 ± 2.59 , 67.56 ± 2.44 y 69.94 ± 1.53 para el ácido acético ($P \leq 0.01$); 27.00 ± 4.56 , 18.88 ± 2.26 , 24.64 ± 4.39 , 22.04 ± 3.63 , 19.23 ± 3.06 para el ácido butírico en la hora 12 de muestreo ($P \leq 0.1$) y en la hora 24 y 48, para el mismo ácido, 24.47 ± 4.82 , 16.47 ± 3.25 , 22.69 ± 4.71 , 21.71 ± 5.36 , 14.28 ± 2.21 y 25.56 ± 4.43 , 17.21 ± 3.27 , 21.12 ± 4.19 , 20.22 ± 4.49 y 14.62 ± 2.09 para los tratamientos M, LA, LG, AG y LAG respectivamente. En los valores del pH no se obtuvieron diferencias estadísticas, los valores mínimos fueron 6.33, 6.35, 6.30, 6.39 y 6.35 para los tratamientos M, LA, LG, AG y LAG, respectivamente, a las 8h de muestreo incrementándose posteriormente. Los resultados para volumen ruminal (l), tasa de dilución (%/h), flujo de líquido ruminal (l/h) fueron los siguientes en los tratamientos M, LA, LG, AG y LAG : 53.64, 58.13, 51.64, 50.82 y 51.32; 0.086, 0.081, 0.091, 0.084 y 0.082; 4.45, 4.68, 4.57, 4.29 y 4.19; respectivamente. Y para el volumen ruminal determinado por

CrEDTA y expresado como porcentaje del peso vivo, se obtuvieron los siguientes valores: 13.36 ± 0.35 , 11.35 ± 0.55 , 12.47 ± 0.64 , 14.71 ± 0.77 y 14.72 ± 1.14 ($P \leq 0.01$) respectivamente. Asimismo en el recambio de líquido ruminal expresado como volumen/día se obtuvieron en el mismo orden los siguientes valores: 1.93 ± 0.11 , 2.16 ± 0.79 , 2.49 ± 0.141 , 1.88 ± 0.82 y 1.79 ± 0.180 ($P \leq 0.01$). En cuanto al porcentaje de digestibilidad "in situ" de la materia seca del heno de alfalfa, se obtuvieron los siguientes valores para el total de material potencialmente degradable (a + b según la ecuación de Orskov y McDonald 1979) : 73.28%, 72.59%, 72.85%, 74.35% y 73.49% para los tratamientos M, LA, LG, AG y LAG respectivamente, y los valores para T 1/2 (LN2/K) en el mismo orden fueron 6.70, 6.22, 6.09, 6.72 y 6.1 horas. Se concluye que las sustancias agregadas a la melaza (glicerol, alcohol y levadura) tuvieron efecto sobre los porcentajes de ácido acético y butírico pero no en el porcentaje de ácido propiónico. Es necesario determinar en pruebas futuras la producción de biomasa microbiana en el rumen con este tipo de tratamientos y también realizar pruebas de comportamiento animal donde se evalúen los cambios en el peso vivo además de la composición de la canal.

LISTA DE CUADROS

CUADRO		Pag.
1.1	- Granos importados en el período Enero-Diciembre de los años 1988-1989.....	5
1.2	- Valores nutricionales comparativos de melaza, avena y maíz.....	6
1.3	- Consumo de melaza, nivel y tipo de forraje; ganancia de peso vivo (G.P.V.) del ganado alimentado con dietas basadas en melaza/urea y forraje restringido.....	11
3.1	- Composición de las mezclas de melaza, urea, alcohol, glicerol y levadura (Kg).....	39
4.1	- Índices de consumo de alimento en base a materia seca (total y de melaza)	46
4.2	- Porcentajes de ácido acético (hora ²) de ácido butírico(hora ¹² , 24 y 48) en líquido ruminal de novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea.....	48
4.3	-Volumen ruminal determinado por CrEDTA (% del P.V.).....	51
4.4	Volumen ruminal determinado por vaciamiento manual (% del P.V.).....	51

- 4.5 - Promedios de volumen (l), tasa de dilución (%/h), de flujo (l/h), tiempo de recambio ruminal (h) y recambio de volumen ruminal (vol./d) en novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea..... 52
- 4.6 - Valores promedio para a, b, c y T1/2 de digestibilidad "in situ" de la materia seca del forraje en novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea..... 53
- 4.7 - Valores promedio para a, b, c y T1/2 de digestibilidad "in situ" de la proteína cruda del forraje en novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea (P.C.)... 53
- 4.8 - Valores promedio para a, b, c y T1/2 de digestibilidad "in situ" de la materia orgánica del forraje en novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea..... 54

LISTA DE GRAFICAS

GRAFICA		Pag.
1.1	- Relación entre la ganancia en peso vivo y la concentración de urea en la miel.....	10
4.1	-Porcentajes de ácido acético en líquido ruminal de novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea (promedios).....	48
4.2	-Porcentajes de ácido propiónico en líquido ruminal de novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea (promedios).....	48
4.3	-Porcentajes de ácido butírico en líquido ruminal de novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea (promedios).....	49
4.4	-pH del líquido ruminal medido durante 48h en novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea (promedios)...	49

INTRODUCCION

En el desarrollo del sistema de alimentación, donde se utiliza a la melaza como base de la ración (50%) para la engorda de novillos en corral, se han realizado una serie de estudios donde se han probado niveles y tipos tanto de forraje como de fuentes de proteína verdadera, así como diferentes porcentajes de urea en la melaza. Estos ingredientes han sustituido en gran proporción a los concentrados protéicos, granos y forraje. Se ha determinado que el tipo de fermentación ruminal con estas dietas es butírico y en otros estudios se ha determinado también la cinética de líquidos y sólidos en el rumen y los niveles de glucosa y piruvato en sangre. Otros investigadores han tratado de determinar las causas de la intoxicación observada en ocasiones con este tipo de dietas, sin haber llegado a una conclusión satisfactoria. No obstante, se han identificado tanto los niveles de forraje, como otras sustancias (glicerol) que pueden evitar la presentación de dicho trastorno metabólico.

En este estudio se ha considerado, por un lado, el efecto del glicerol para evitar la presentación de la intoxicación en animales alimentados con dietas basadas en melaza, y por otro lado la posibilidad de obtener el glicerol a partir de la fermentación de la melaza, (además de alcohol y levadura) así como de sus características gluconeogénicas, ya sea por la fermentación que presenta en

el rumen (formación de ácido propiónico), o por su transformación en glucosa en el hígado. Es en el rumen donde se puede influir para mejorar la utilización de los alimentos consumidos por el animal, ya sea que se evite su fermentación en ese compartimiento gastrointestinal o se modifique la fermentación hacia una mayor producción de ácido propiónico o mayor síntesis de proteína microbiana. De ahí la importancia que significa el conocer la fisiología ruminal con las diversas dietas que consume el animal y específicamente en las dietas basadas en melaza/urea, debido a que es muy clara la ineficiente utilización de la energía de la melaza, por parte del animal y es lógico pensar que en el rumen se podría explicar cuando menos en parte esa ineficiencia.

1.- REVISION DE LITERATURA

La necesidad de encontrar fuentes económicas de alimentos que no sean aprovechadas directamente por el humano para bajar costos de alimentación de animales tanto en corral como en el agostadero, hace indispensable el conocimiento de aspectos de fisiología para emplear eficientemente estas nuevas fuentes alimenticias como: los bagazos de la extracción de jugos de frutas, la gallinaza, la melaza y los esquilmos agrícolas entre otras.

Al utilizar alimentos no convencionales como base de la dieta de rumiantes se pueden obtener condiciones ruminales adecuadas para algunos microorganismos y desfavorables para otros, esto ocasiona cambios en los parámetros ruminales, entre los que se encuentran: el patrón o tipo de fermentación, el pH, y la cinética ruminal (como velocidad de paso de líquidos y de sólidos). Se han denominado patrones de fermentación según sean las proporciones molares de los productos finales de la fermentación anaeróbica en el rumen del alimento consumido por el animal y se ha dado en llamar patrón de fermentación de tipo acético, propiónico y butírico cuando se proporciona, en general, forraje, grano o melaza respectivamente como base de la ración (Harrison y McAllan, 1980).

1.1 MELAZA COMO ALIMENTO PARA GANADO

Fué en Cuba, en la década de los sesentas, donde inicialmente se probaron raciones con altos niveles de melaza para engorda de novillos en corral. Los resultados obtenidos en ganancias de peso (0.75 kg/día, Rowe y Preston, 1978; 0.57 kg/día, Salais *et al.*, 1977; 0.73 Kg/día, Silvestre *et al.*, 1977) no estuvieron de acuerdo con la cantidad de proteína y energía suministradas en la dieta de acuerdo a las normas del NRC, y la ineficiente utilización de la energía fue un concepto aceptado por los investigadores. Las líneas de investigación en Cuba en esa época se basaron en la sustitución de grandes proporciones tanto de granos por melaza como de fuentes de proteína verdadera por nitrógeno no proteico. Los esfuerzos en investigación en Cuba en esa época estaban enfocados a desarrollar un sistema de alimentación que permitiera utilizar un subproducto agroindustrial disponible en esa región y disminuir la dependencia de un sistema de alimentación para producir carne basada en el uso de grandes cantidades de granos. En México, a pesar de que se producen granos de cereales y semillas oleaginosas en ciertas regiones, no se satisfacen las demandas nacionales. Existen estadísticas (Valero, 1990) que indican dicho déficit en la producción de granos en el país, haciéndose necesario su importación. En el Cuadro 1.1 se presentan las cantidades de granos importados, para el período Enero-Diciembre de los años 1988 y 1989, además de la exportación

de mieles incristalizables para el mismo período.

De los datos presentados en el Cuadro 1.1 se puede observar que en el país no existe una sobreproducción de fuentes energéticas y protéicas para la alimentación animal y también se puede apreciar la cantidad que se exporta de melaza, que aún cuando no constituye el mismo volumen que los granos importados, podría ser utilizada en la alimentación animal disminuyendo la importación de sorgo.

Cuadro 1.1 Granos importados en el período Enero-Diciembre de los años 1988- 1989.

CONCEPTO	TONELADAS		VARIACION
	1988	1989	RELATIVA
Semilla de soya	1'097,587	1'110,442	1.15
maíz	3'302,574	3'648,712	10.48
sorgo	1'147,288	2'664,513	132.81
Semillas y frutos de oleaginosas	362,670	413,519	14.02
EXPORTACION			
Mieles incristal- zables de caña de azúcar	245,116	133,359	-45.59

Valero, 1990

1.1.1 COMPOSICION QUIMICA Y VALOR NUTRITIVO DE LA MELAZA

La melaza esta compuesta principalmente por glúcidos (48-56%) de los cuales la sacarosa es el principal constituyente, tiene además entre 2 a 4 % de proteína cruda y de 10 a 15 % de cenizas. Otros compuestos que se encuentran en la melaza son materia orgánica no azúcares (gomas solubles y ácidos orgánicos) Baker (1975).

El valor nutritivo promedio de la melaza comparado con la avena y el maíz se presenta en el Cuadro 1.2.

Cuadro 1.2 Valores nutricionales comparativos de melaza, avena y maíz.

Composición (%)	Melaza	Avena	Maíz
Glúcidos	64.00	58.60	69.20
Agua	22.00	10.00	15.00
Proteína Cruda	3.50	11.60	8.70
Grasa	0.00	4.10	3.90
Fibra	0.00	12.00	2.00
Materia Mineral	10.50	4.30	1.20
TND ¹	55.00	68.50	80.00

1 Total de Nutrimientos Digestibles. Paturau, 1969.

1.1.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN LA UTILIZACION DE LA MELAZA

En las dietas basadas en melaza existen diversos factores que deben considerarse para obtener resultados satisfactorios y utilizar eficientemente la energía de la melaza, entre estos se encuentran: el uso de nitrógeno no protéico, el tipo de forraje utilizado y la suplementación con proteína verdadera.

1.1.2.1 EFECTO DEL NITROGENO NO PROTEICO (UREA)

Uno de los ingredientes usados en dietas basadas en melaza y que es de gran importancia en la respuesta animal, es la urea ya que los microorganismos ruminales pueden desdoblarla a NH_3 y utilizar éste en su metabolismo y en la formación de proteína microbiana, la cual, al llegar al intestino se digiere y los aminoácidos resultantes se absorben. En este tipo de dietas, la proteína microbiana llega a ser la fuente principal de aminoácidos para el metabolismo tisular del animal, debido a que la melaza es

muy baja en el contenido de proteína (Cuadro 1.2). Por otro lado, para tener una buena producción de proteína microbiana se ha observado que es necesario el uso conjunto de cantidades altas de carbohidratos rápidamente fermentables (como los de la melaza) para proveer suficiente energía y esqueletos de carbono para la fijación del amoníaco aportado por la urea en proteína microbiana (Stangel, 1967).

El empleo de raciones conteniendo urea con niveles bajos de energía dietética conduce a niveles altos de urea en plasma y a la eliminación de nitrógeno en la orina. Una de las principales limitantes al utilizar la urea es su rápida hidrólisis a amoníaco por las bacterias ruminales, que supera por mucho la tasa de incorporación de amoníaco a las bacterias cuando se rebasa cierto nivel de amoníaco en rumen (Satter y Roffler, 1977).

La melaza es un excelente vehículo para este tipo de nitrógeno no protéico. Se han probado diferentes niveles de urea en la melaza, Yee Tong Wah et al. (1981) compararon 0, 1.25, 2.5, 3.75 y 5% de urea en la melaza tal cual y observaron que el nivel óptimo para ganancias máximas de peso fue el de 2.5%, por haber presentado más altos consumos de alimento y mejor conversión alimenticia. Este valor de 2.5 % de urea en la melaza, concuerda bien con el potencial de fermentación de urea propuesto por Burroughs et al. (1975). Dicho potencial de fermentación de la urea de los alimentos expresa una evaluación de la cantidad de

urea que puede ser útil en cualquier ración para ganado. Así un valor positivo, ya sea de un alimento o ración expresa los gramos estimados de urea por kg de materia seca de alimento consumido, que pueden ser usados para síntesis de proteína microbiana ruminal. Considerando los datos obtenidos por Ramírez y Kowalczyk (1971), quienes encontraron una producción de 2.5 g de nitrógeno microbial por 100 g de carbohidratos rápidamente fermentables en toros alimentados con una dieta libre de proteína basada en melaza/urea y tomando en cuenta los datos de Burroughs et al., (1975), los cálculos teóricos serían de la siguiente manera : un Kg de melaza con 84% de materia seca contiene 840 g de M.S., 126 g de minerales (15% de minerales en la M.S.) y 714 g de carbohidratos rápidamente fermentables (840 - 126). La melaza tiene 40 g de proteína cruda (P.C), lo que equivale a 6.4 g de nitrógeno/Kg de melaza, para 714g de carbohidratos rápidamente fermentables se requerirían 17.85 g de N (7.14×2.5) menos el contenido de N en la melaza que es de 5.38 g ($.840 \times 6.04$), por lo que se requiere 12.47 g de N/Kg de melaza en base fresca o 27.10 g de urea (Ferreiro, 1986).

Silvestre et al. (1977) proporcionaron diferentes niveles de urea a novillos sujetos a dietas con forraje restringido al 2% del P.V. y melaza a libertad. Los niveles de urea fueron de 0, 10, 20 e incrementos de 5 g hasta llegar a 45 g/Kg de mezcla. El forraje fue caña integral picada y pasto (*Pangola* y *Brachiaria*) además de 500 g de

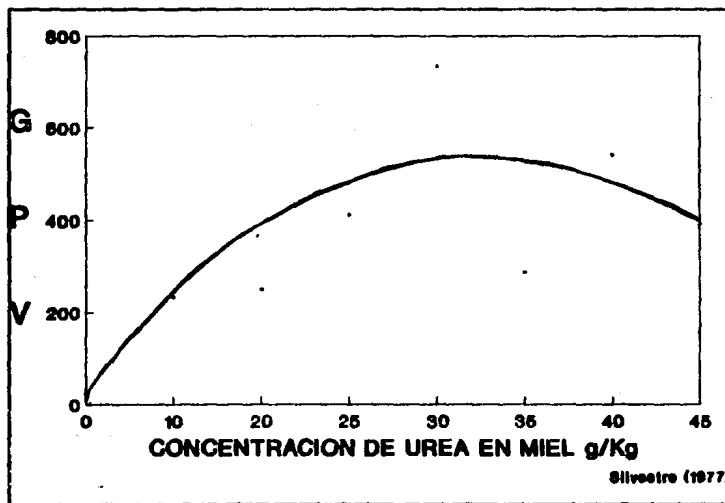
harina rica en proteína. La tasa de ganancia que observaron, en peso vivo aumentó al incrementar la concentración de urea en la melaza, siendo el nivel de 30 g de urea por Kg de la mezcla la que presentó mejores ganancias de peso, disminuyendo con cantidades más altas, (ver Gráfica 1.1). Estos resultados confirman nuevamente que el mejor contenido de urea en la melaza debe ser del orden de 25 - 30 g de urea / Kg de mezcla (melaza /urea).

1.1.2.2 EFECTO DEL FORRAJE EN DIETAS BASADAS EN MELAZA

Uno de los problemas fundamentales con este tipo de dietas ha sido el de determinar el papel del forraje, ya sea que actúe como una fuente de nutrimentos, que tenga factores no identificados o que simplemente actúe como un estímulo de los receptores nerviosos localizados en el saco craneal del rumen. El forraje utilizado en dietas basadas en melaza/urea ha sido muy diverso, así como la capacidad de éste para promover el consumo de la ración y la utilización de la melaza por el animal; además su contenido de proteína y la solubilidad de la misma en el rumen y los suplementos que se han utilizado influyen en la ganancia de peso del animal, en el cuadro 1.3 se muestran datos donde se puede observar el efecto de variar el porcentaje de urea en la melaza, (Silvestre *et al.*, 1977), la combinación de dos forrajes (Rowe y Preston, 1978) y la utilización de suplementos tanto en las ganancias de peso como en el consumo voluntario. En dietas basadas en melaza/urea es

necesario restringir el forraje para incrementar el consumo de melaza. Para lograr una motilidad ruminal normal en este tipo de dietas es necesario que el forraje se consuma en proporción de 0.230 Kg de materia seca por cada 100 Kg de peso vivo, (Elías *et al.*, 1969), ya que la melaza es un líquido, sin fibra, por lo tanto no tiene las características del forraje (Preston y Willis, 1970).

Gráfica 1.1 Relación entre la ganancia en peso vivo y la concentración de urea en la miel.



Se ha demostrado que la eliminación del forraje en la dieta conduce a la presentación de un cuadro de intoxicación. Losada y Preston (1973a) observaron ganancias de peso de 480 g/día, en animales que recibieron forraje fresco, 161 g/día en los que consumieron forraje molido, y

en los que no se les administró forraje se observó una intoxicación (en el 100% de los animales) y pérdida de peso de 82 g/d.

Cuadro 1.3 Consumo de melaza, nivel y tipo de forraje; ganancia de peso vivo (G.P.V.) del ganado alimentado con dietas basadas en melaza/urea y forraje restringido.

Autor	Consumo (Kg MS/100 Kg P.V.)		% Urea en Melaza		Tipo		Animal		
	Melaza	Forraje	Supl.	P/P	Forraje	Suplemento	P.V. Kg	G.P.V. g/día	Raza
Alvarez, <i>et al</i> 1977.	1.2	0.70	0.2	3.0	caña de	pulidura	251	430	cebu
	1.2	0.70	0.4	3.0	azúcar		247	615	
	1.3	0.70	0.0	3.0	Leucaena	-----	245	481	
Silvestre, <i>et al</i> , 1977.	1.0	0.70	---	0.0	caña de	pulidura	198	23	
	1.0	0.70	---	1.0	azúcar	de arroz	293	234	
	0.9	0.70	---	2.0	"	"	214	250	
	1.1	0.70	---	2.5	"	"	215	412	
	1.0	0.70	---	3.0	"	"	223	734	
1.0	0.70	---	3.5	"	"	223	288		
Salais <i>et al.</i> , 1977.	1.3	0.75	0.4	3.0	"	"	200	377	cebu x
	1.3	0.75	0.4	3.0	B. cruzal	"	205	577	B.S.
Rowe, <i>et al</i> , 1979 a.	1.1	0.20	0.0	2.5	Follaje	-----	267	485	cebu
	1.0	0.40	0.0	2.5	plátano	-----	252	430	"
	1.1	0.70	0.0	2.5	"	"	253	360	"
	1.0	0.90	0.0	2.5	"	"	261	454	"
	1.2	1.00	0.0	2.5	"	"	260	462	"
Rowe y Preston, 1978.	1.2	1.00	0.0	2.5	puntas de plátano: caña de azúcar	100:00	-----	225	750
	1.3	0.90	0.0	2.5		80:20	-----	202	530
	0.9	0.70	0.0	2.5		60:40	-----	206	560
	0.9	0.30	0.0	2.5		40:60	-----	232	480
	1.1	0.30	0.0	2.5		20:80	-----	213	330
	1.4	0.30	0.0	2.5		00:100	-----	206	180
Reyes, 1975.	1.4	0.23	0.4	4.0	Napier	comercial	436	---	
	1.4	0.23	0.4	4.0	"	15% P.C.	390	---	

Tomado de Ferreiro, 1986.

Salais *et al.*, (1977) probaron diferentes fuentes de forraje (caña de azúcar, puntas de caña, Bermuda cruz 1 y Bermuda cruz 1 + *Leucaena leucocephala*) en novillos con dietas basadas en melaza/urea. Encontraron efectos significativos de la fuente de fibra en la tasa de crecimiento entre los tratamientos con caña de azúcar y los que incluyeron Bermuda Cruz 1. Atribuyen esas diferencias al mayor contenido de nitrógeno en los tratamientos con Bermuda Cruz 1 y *Leucaena*, además de la naturaleza de la fibra y su longitud de corte al ser proporcionada al animal. Fernández *et al* (1977), proporcionaron follaje de yuca en 2 tamaños de partícula (3 y 30 cm de largo) a animales con dietas líquidas. No encontraron efecto del tamaño de partícula en el pH, patrón de fermentación ruminal y ganancias de peso, que fueron de 580 g/día para el picado grueso del follaje y 660 g/día para el picado fino.

Rowe y Preston (1978c), al utilizar diferentes proporciones de caña integral y follaje de plátano (puntas), obtuvieron ganancias de peso más altas conforme se incrementó el nivel de follaje de plátano en la dieta y encontraron que la combinación de las dos fuentes de follaje no mejoró las ganancias de peso.

Perón *et al.* (1974) informaron un flujo omasal significativamente diferente en dietas basadas en melaza, con 2% de urea más 200 g de harina de pescado/día y forraje fresco (*Pennisetum purpureum*) al 1.5% del P.V., comparados

con dietas de forraje ad libitum (36.3 lt/día vs 50.4 lt/día respectivamente). Asimismo Reyes (1975), informa que el tiempo medio de retención de la digesta ruminal en las dietas con melaza a 35° Brix, más forraje restringido fue de 14.5 horas vs 12.8 horas con forraje ad libitum + melaza 75° Brix. El mayor tiempo de retención pudo haber sido provocado por una disminución en el estímulo físico de las paredes ruminales y por lo tanto contracciones menos intensas que ocasionaron un mayor tiempo de retención de la digesta.

Rowe et al (1979a), en otro estudio con follaje de plátano proporcionado de 1.5 a 7.5% del P.V. del animal en base fresca, no encontraron relación entre la tasa de ganancia de peso y la cantidad de forraje consumido. Alvarez et al (1977), al realizar un estudio con becerros alimentados con dietas basadas en melaza/urea y: a) caña entera picada más un kilo de pulidura de arroz; b) *Leucaena leucocephala* por medio de pastoreo mas 0.5 Kg de pulidura de arroz y c) *Leucaena leucocephala* , también por pastoreo, encontraron que, las ganancias de peso fueron significativamente mayores para el tratamiento que combinó la *leucaena* y la pulidura de arroz, comparado con los otros tratamientos.

1.1.2.3 EFECTO DEL SUPLEMENTO CON PROTEINA VERDADERA

La mayor síntesis de proteína ruminal bacteriana encontrada por Ramirez y Kowalczyk (1971) (2.5g de N de

origen bacteriano/100g de glúcidos fácilmente fermentables comparada con la obtenida por Hungate (1966), citado por los mismos autores, de 1.1g de N microbiano) con dietas basadas en melaza/urea, sugiere la posibilidad de reducir la cantidad de proteína verdadera sin afectar el comportamiento animal. La tasa a la cual los carbohidratos son fermentados en el rumen puede variar según su procedencia, por lo que, cuando se usan dietas basadas en melaza/urea hay períodos largos en los que la disponibilidad de sustrato para algunos microbios ruminales es muy baja, tanto por la velocidad de degradación de los azúcares de la melaza como por el comportamiento de los animales al consumirla (hasta 50 veces al día). Esto beneficia a las bacterias con tasas lentas de crecimiento que tienen habilidad para usar productos finales de la fermentación de glúcidos primarios, por ejemplo ácidos grasos volátiles (ácido acético principalmente), para crecimiento y mantenimiento y puede afectar a los organismos con crecimiento más rápido y disminuir la energía disponible para el animal.

Leibholz y Kellaway (1979), concluyeron en un estudio de crecimiento bacteriano ruminal en carneros castrados, que es poco probable que aminoácidos preformados sean requeridos en dietas naturales para maximizar la síntesis de proteína microbial en el rumen. El nivel más recomendado de urea en dietas basadas en melaza es 2.5% (Yee Tong Wah et al., 1981) debiéndose proporcionar además proteína

verdadera, preferentemente de poca solubilidad en el rumen. Se ha publicado que la cantidad de aminoácidos como histidina, lisina y metionina contenida en la proteína microbiana es insuficiente para animales en producción, por lo que se hace necesario la suplementación con proteína verdadera que proporcione dichos aminoácidos y que sobrepasen la fermentación ruminal.

En dietas basadas en melaza/urea se ha usado la harina de pescado por su baja solubilidad y degradación en el rumen y su balance de aminoácidos, ya que es especialmente rica en lisina y metionina.

Muñoz *et al.* (1970), en una engorda comercial con dietas basadas en melaza/urea y forraje restringido proporcionaron harina de pescado, obteniendo ganancias de 880 g/animal y conversión alimenticia de 10.8. Morciego *et al.* (1970), al engordar toros con este tipo de dietas y pastoreo restringido más harina de pescado también informan ganancias de peso de 0.740-1.040 Kg. Ugarte y Preston (1975), al proporcionar del 20% hasta el 60% de los requerimientos de nitrógeno como harina de soya no obtuvieron diferencias en las ganancias de peso con respecto al uso de la harina de pescado. Gómez *et al.* (1983) encontraron que la proteína degradable en el rumen para la pasta de soya fue de 63.2-70.2% y para la harina de pescado 25.3% lo que señala diferencias muy marcadas en la proteína sobrepasante que puede influir en la respuesta animal.

Molina y Preston (1975), al proporcionar metionina

protegida a toros con dietas basadas en melaza/urea y forraje restringido (Napier, *Pennisetum purpureum*), y balanceando la cantidad de metionina, no encontraron un efecto positivo en los animales que recibieron metionina protegida y argumentaron que las diferencias en consumo y comportamiento animal se debieron a un desbalance de aminoácidos esenciales disponibles para la absorción.

Sambrook y Rowe (1982), al proporcionar varios niveles de harinolina (50, 100, 200, 300 g/animal/día), como suplemento en dietas basadas en melaza a borregos, no obtuvieron diferencias en el nivel de amoníaco en el rumen (3.5 mg de $\text{NH}_4/100$ ml) y lo compararon con el nivel que produjo la adición de 2.5% y 5% de urea a la melaza (7.6 y 22.3 mg/100 ml respectivamente). Concluyeron que la harinolina es una fuente de proteína no degradable en el rumen pero, aún con esa suplementación, se hace necesario incluir urea en la melaza para asegurar una fermentación ruminal eficiente y así maximizar la síntesis de proteína microbiana (enfaticando la importancia del potencial de fermentación de urea). En cuanto a la proteína degradable en el rumen de la harinolina Gómez *et al.* (1983) obtuvieron un valor para esta fuente de proteína de 48.8%, lo que no coincide con la conclusión de Sambrook y Rowe (1982).

Fielding y Kyomo (1979), proporcionaron harina de girasol (0.700 Kg) o harinolina (1.4 y 2.1 Kg) como suplementos a novillos con dietas basadas en melaza/urea, 500 gr de pulidura de arroz y 3-4 hr de pastoreo

restringido de *Chloris gayana*/animal/día. No obtuvieron diferencias significativas en las ganancias de peso, 880 g para girasol, 950 g para el nivel bajo de harinolina y 870 g para el nivel alto. Estos resultados indican que la proteína aportada por el tratamiento que tenía 1.4 Kg de harinolina, fue suficiente y que la limitante para mejorar el comportamiento animal fue la energía.

1.1.3 INTOXICACION CON MELAZA

En la engorda de novillos con niveles altos de melaza/urea además del riesgo de timpanismo se puede presentar un cuadro de intoxicación cuando no se proporciona forraje en la cantidad recomendada. En dicho sistema de alimentación se han presentado problemas metabólicos que se caracterizan principalmente por alteraciones nerviosas que pueden terminar en la muerte del animal.

Verdura y Zamora (1970), señalan los siguientes signos clínicos en animales intoxicados: Aumento inicial en la sensibilidad refleja y subsiguiente pérdida de visión, temblores musculares, falta de coordinación, movimientos en círculos, salivación, temperatura normal, y en ocasiones estados de postración y de coma. Esa intoxicación se ha tratado de explicar de diferentes maneras, de acuerdo a una de ellas la deficiencia de tiamina, que tiene como función la descarboxilación oxidativa de cetoácidos (Martín, 1984), conduce a la acumulación de algunos sustratos entre los que

se encuentra el piruvato. En apoyo a esto Verdura y Zamora (1970), observaron una respuesta favorable a la aplicación de tiamina en animales intoxicados por melaza. Rowe *et al* (1979b), señalan que al quitar el forraje de la dieta, la tasa de recambio de líquido ruminal baja de 1.5 a 0.05 volúmenes por día y como consecuencia de esto se asocia una interrupción del flujo de células microbiales y de tiamina sintetizada en el rumen y que son utilizadas por el animal, aunado a esto, los bajos niveles de tiamina en las dietas basadas en melaza/urea podrían conducir a la presentación de síntomas por deficiencia de esta vitamina, muy semejantes a los mencionados anteriormente. También señalan que la presentación de ácido propiónico permaneció alta y que ni la tasa de entrada de glucosa, ni la concentración de la misma en la sangre se afectó al quitar el forraje de la ración y sugieren que el daño cerebral que se presenta en animales intoxicados puede ser debido a un bloqueo de la ruta pentosa fosfato por deficiencia de la enzima transcetolasa pirofosfato que contiene tiamina, afectandose el metabolismo de la glucosa y por consiguiente la provisión de energía al cerebro. Verdura y Zamora (1970), observaron que los animales afectados se recuperaron gradualmente después de que se les retiró la melaza y se sustituyó por forraje y que la recuperación es más rápida y en ocasiones espectacular cuando se aplica tiamina.

Losada y Preston (1973a), al aplicar tiamina (400 mg) a

animales intoxicados encontraron una respuesta metabólica normal y no la que sería esperada al existir alguna deficiencia de esta vitamina. Asimismo encontraron niveles normales de piruvato en los mismos animales así como en el nivel sanguíneo de glucosa.

Se ha sugerido que existen tiaminasas producidas por microorganismos que se encuentran en henos, concentrados, ensilajes y pastos y pueden proliferar en el rumen produciendo más tiaminasas que destruyen la tiamina que es sintetizada normalmente por la microflora ruminal, lo que puede llevar al animal a la presentación de un cuadro clínico semejante al de la intoxicación por melaza (necrosis cerebrocortical ó poliencfalomalacia) Edwin y Jackman (1973).

Losada y Preston (1973a), estudiaron la concentración de piruvato, glucosa y cuerpos cetónicos en sangre de animales intoxicados por melaza, así como el efecto de inyectar glucosa y glucosa más tiamina a los mismos animales. No encontraron diferencias entre los animales testigo y los intoxicados con respecto a los niveles sanguíneos de los metabolitos estudiados. Concluyeron que la intoxicación por melaza no se debe a una deficiencia de tiamina ni a la incapacidad para metabolizar el piruvato, sino a una deficiencia de glucosa *per se*; no encontraron diferencias entre los animales testigo intoxicados al aplicarles una inyección de glucosa administrada sola o con tiamina.

Losada y Preston (1973b), propusieron que la toxicidad por melaza fue causada por cambios en el patrón de fermentación ruminal, el que se vió afectado por el tipo de forraje proporcionado a los animales en estudio (forraje fresco, forraje molido y sin forraje) presentandose como resultado de ésto una reducción en la concentración total de AGV y el porcentaje molar del ácido propiónico y una elevación en el butírico. Estando el ácido propiónico relacionado positivamente con el consumo de materia seca que fue mayor en los animales que consumieron forraje fresco; y plantean que una deficiencia de glucosa o sus precursores es un factor importante en la presentación de la intoxicación.

En estado de hipoglicemia hay movilización de las reservas energéticas que se encuentran en el tejido adiposo, y un incremento de ácidos grasos en la sangre que son metabolizados en el hígado para dar origen finalmente a la producción de acetilcoenzima A, la que puede incorporarse al ciclo de Krebs con la formación, por condensación con el ácido oxalacético de ácido cítrico. Cuando la acetil coenzima A se acumula en exceso se produce acetato el cual produce aceto acético y B-OH butírico los cuales pueden elevarse en los líquidos del organismo con la presentación del cuadro de cetosis.

Marty y Preston (1970), al analizar el líquido ruminal de vacas lecheras, toros y terneros sujetos a dietas altas en melaza (más del 50%) encontraron que las proporciones

molares de ácidos grasos volátiles estuvieron entre 28-36; 19-24 y 29-41 para el acético, propiónico y butírico respectivamente.

Rowe *et al* (1979b), encontraron que la concentración de AGV en líquido ruminal no varió entre los animales en estudio, además observaron que la concentración de propionato permaneció relativamente alta. Señalan que la tasa de entrada de glucosa y la concentración de glucosa en sangre no se alteró al quitar el forraje de la ración de los animales consumiendo melaza/urea y concluyen que la glucosa no es el factor desencadenante en la presentación de la intoxicación y que la provisión de energía al cerebro se ve afectada por una deficiencia de la enzima transcetolasa pirofosfato que bloquea el metabolismo de la glucosa. Asimismo señalan que la intoxicación se debe probablemente a varios factores que actúan individual o sinérgicamente.

Marty *et al* (1974), al infundir sacarosa (de 1 Kg hasta 3 Kg por día) en el rumen de tres toros Holstein observaron un descenso del pH ruminal y de las proporciones molares de ácido butírico y valérico, incrementándose el ácido propiónico y los AGV totales, además proponen que el patrón alto en butírico encontrado con el aumento en el consumo de melaza *ad-libitum* no es una consecuencia del sustrato, sino que, por el contrario es debido al consumo continuo de pequeñas cantidades durante el día (hasta 50 veces) de melaza, por lo que se crean las condiciones

ruminales adecuadas (pH más alto y baja disponibilidad de sustrato) para los microorganismos productores de ácido butírico.

Gaytan et al. (1977), proporcionaron 400 ml de glicerina por vía oral, en dos tomas al día, a animales que consumieron melaza/urea sin forraje. Estos no presentaron intoxicación por melaza; los niveles sanguíneos de glucosa fueron normales (53.05 mg/100 ml) y no detectaron cuerpos cetónicos en el grupo que recibió glicerina como en el grupo que presentó signos de intoxicación. Señalan que la glicerina se fermenta muy poco o pasa al torrente sanguíneo y finalmente al hígado donde se metaboliza a glucosa, de tal modo que argumentan que la intoxicación por melaza se puede evitar proporcionando glicerina en la dieta.

1.2 FERMENTACION DE LA MELAZA

La melaza de caña es usada como sustrato en procesos de fermentación para producir alcohol, levadura y glicerol entre otros productos. Durante el proceso los glúcidos solubles de la melaza son utilizados por los microorganismos (levadura) dejando un residuo de materia orgánica que contiene un nivel alto de nitrógeno, que podría ser considerado como un ingrediente en la ración del animal.

Con base en resultados obtenidos en animales intoxicados por melaza/urea a los que se les ha

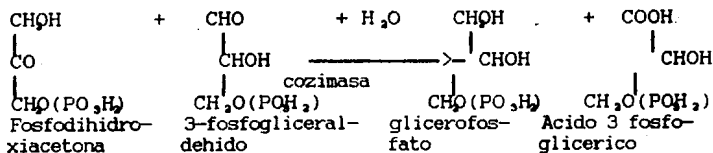
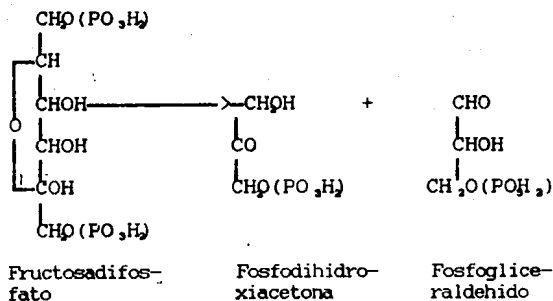
suministrado compuestos gluconeogénicos como el glicerol y a la posibilidad de obtener ese compuesto además de levadura a partir de la melaza, se ha pensado en el beneficio que podría tener el fermentar este subproducto agroindustrial para obtener un ingrediente que sea gluconeogénico como el glicerol.

1.2.1 EFECTO DEL GLICEROL

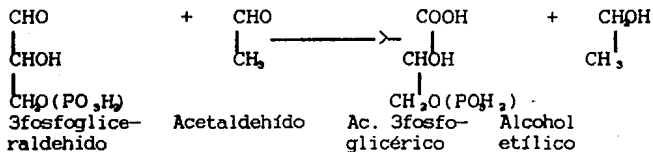
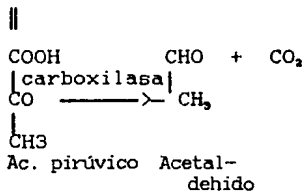
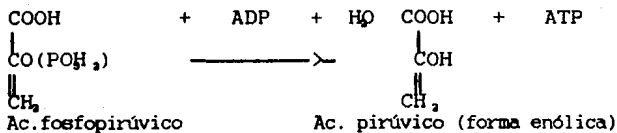
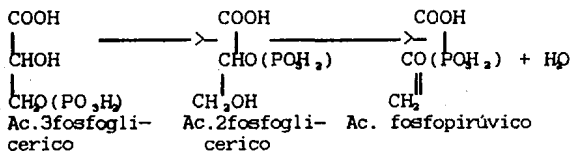
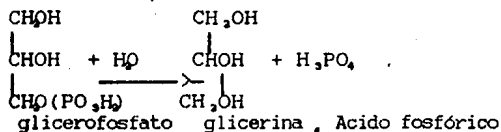
La glicerina es el alcohol más sencillo con tres grupos hidroxilo. Industrialmente la glicerina se prepara principalmente por saponificación de aceites y grasas en la fabricación de jabones y también se puede obtener por fermentación. Se ha informado que la acción de las levaduras en azúcares fácilmente fermentables produce normalmente cantidades de glicerina que oscilan del 2.5 al 3.6% del azúcar fermentado (Prescott y Dunn, 1952). En la fermentación normal el acetaldehído que se forma es reducido en gran parte a alcohol etílico, pero se puede fijar por sulfito de sodio, uniéndose el hidrógeno a una triosa existente en el sustrato la cual se deriva de la hexosa formándose glicerina. Al desdoblarse la hexosa en dos moléculas de triosa CH_2O , se forma metilgloxal, aldehído cetónico, que se convierte en ácido pirúvico por oxidación mientras que se reduce otro producto intermediario. El ácido pirúvico se descompone en acetaldehído y dióxido de carbono por acción de la enzima carboxilasa. El acetaldehído se reduce en medio ácido a

alcohol etílico, mientras que el metilglioxal se oxida a ácido pirúvico. En el caso de que la reacción sea alcalina, un compuesto que se supone inestable y con la fórmula $C_4H_6O_5$, actúa como aceptor de hidrógeno al mismo tiempo que el acetaldehído. El compuesto inestable $C_4H_6O_5$, se reduce a glicerina mientras que el acetaldehído se oxida en una parte a ácido acético y otra parte se reduce a etanol (Esquema 1). Es posible incrementar la producción de glicerina utilizando sulfito de sodio que fija al acetaldehído (Prescott y Dunn 1952).

ESQUEMA 1



El glicerofosfato se hidroliza a glicerina y ácido fosfórico



Prescott y Dunn 1952

El glicerol en el organismo es un producto del metabolismo del tejido adiposo y solo los tejidos que poseen la enzima activadora, glicerocinasa, lo pueden utilizar. Esta enzima se encuentra principalmente en el hígado y en los riñones otro tejido que la posee es el epitelio del intestino delgado, pero de menor importancia. La glicerocinasa cataliza la conversión de glicerol en glicerol3fosfato. Esta vía conecta con las etapas de triosafosfato de la vía de Embden-Meyerhof, por la que el glicerol3fosfato puede ser oxidado a fosfato de dihidroxiacetona por el NAD⁺ en presencia de la enzima glicerol-3-fosfato deshidrogenasa. El hígado y el riñón son capaces de convertir el glicerol a glucosa haciendo uso de las enzimas anteriores, de algunas de las enzimas de la vía de Embden-Meyerhof y de las enzimas específicas de la vía gluconeogénica: fructosa 1,6 difosfatasa y glucosa6fosfatasa (Martin *et al.* 1984). Además hay la posibilidad de que en el rumen por acción bacteriana el glicerol pueda ser transformado a ácido propiónico (Shimada, 1983).

Sauer *et al* (1973), al proporcionar el 3% y 6% del concentrado como glicerol a vacas Holstein en su tercera lactancia obtuvieron una disminución en la sangre del ácido acético y de Beta-hidroxi-butírico a la cuarta semana de lactación. Igual disminución obtuvieron a la cuarta y sexta semana con 6% de glicerol y a la octava semana con 3%, señalando el alto poder glucogénico del glicerol.

1.2.2 EFECTO DEL ALCOHOL

En la fermentación de la melaza para obtener glicerol se obtiene también alcohol, el cual tiene un poder calorífico de 7.2 Kcal/g lo que permite incrementar la concentración energética de la melaza. La oxidación del etanol en el organismo por la acción de la alcohol deshidrogenasa da lugar a la formación de acetaldehído el cual a su vez se oxida en las mitocondrias por la aldehído deshidrogenasa a acetato como producto final. Emery et al. (1959), al administrar alcohol etílico a vacas fistuladas recibiendo diferentes dietas (heno de alfalfa, plantas de maíz y plantas de maíz más urea) informan que este no tuvo efecto sobre la concentración de amoníaco ruminal. Pero en la fermentación *in vitro* sí tendió a deprimir la concentración de nitrógeno amoniacal; también mencionan que en la fermentación *in vitro* la síntesis de metionina, cistina y/o cisteína fue ligeramente deprimida por la presencia de etanol. Asimismo encontraron que la cantidad de ingesta en el rumen disminuyó, para el grupo control expresado como porcentaje del peso corporal en base húmeda fue de 16 Kg y de 14.6 Kg. para las vacas tratadas con etanol (Emery et al 1959).

Drory y Loosli (1959), compararon los efectos del alcohol etílico y el almidón sobre la utilización de la urea en dietas ricas y pobres en melaza. Tanto el alcohol como el almidón mejoraron la retención del nitrógeno y mostraron los valores máximos cuando la urea reemplazó

solo parte de la proteína de la harina de soya.

Chalupa *et al.* (1964), empleando técnicas de fermentación *in vitro*, observaron que al agregar pequeñas cantidades de alcohol etílico a un medio básico, aumentaba la digestión de la celulosa y que las cantidades de igual valor calórico de almidón, ácido acético y otras fuentes de energía tenían una influencia similar. Las concentraciones de amoníaco en el rumen fueron ligeramente superiores de dos a tres horas después de la alimentación. Esto indicó una menor utilización del amoníaco para la síntesis protéica, debido a una acción inhibitoria del alcohol sobre la actividad microbiana.

Richardson *et al* (1956-57 citado por Loosli 1969), alimentaron terneros con una ración básica de ensilado de sorgo *ad libitum* y el lote testigo recibió un suplemento de 0.45 Kg de harina de soya más 0.9 Kg de grano de milo en comparación con diversas mezclas de melaza, ácido fosfórico y alcohol suministradas a libertad. Tanto el 3% como el 6% de alcohol etílico presentaron tendencia a aumentar la ingestión de alimentos y el índice de aumento de peso por arriba de la mezcla testigo. Los resultados fueron satisfactorios con mezclas que contenían melaza de caña y urea pero no así los de la harina de soya.

Pradhan y Hemken (1970), utilizaron vacas lactantes alimentadas con dos tipos de raciones (grano y grano más forraje) con o sin etanol. Encontraron una reducción del consumo de alimento durante la infusión de etanol y una

ligera disminución en el promedio de AGV contenidos en el líquido ruminal. Los ácidos propiónico y butírico disminuyeron, mientras que el ácido acético, isobutírico y valérico no fueron afectados significativamente. Además señalan un incremento en el porcentaje molar de los ácidos isovalérico y caproico. El etanol causó una baja concentración de los valores de glucosa sanguínea en las vacas a consecuencia de la disminución de ácido propionico en el rumen. En los estudios *in vitro*, la utilización del etanol fue de 45% después de 5 horas de incubación y conforme el etanol disminuyó, el porcentaje de propionato aumentó.

1.2.3 EFECTO DE LA LEVADURA

En la fermentación de la melaza, además del glicerol y alcohol obtenido, queda un residuo de materia orgánica constituido por las células de la levadura. Preston y Muñoz (1971), informan mejoras significativas en el comportamiento animal cuando aumentaron el consumo de proteína verdadera en animales sujetos a una dieta basada en melaza/urea, utilizando harina de pescado y levadura de tórula y señalan que la levadura tiene un valor protéico inferior al de la harina de pescado, probablemente por un desbalance de aminoácidos. Además se han informado los siguientes efectos de las levaduras en los rumiantes: estimula el consumo de alimento, favorece el crecimiento de bacterias celulolíticas en el rumen, mayor proporción de acetato en

el líquido ruminal y disminuye la producción de metano tiene la habilidad de fermentar azúcares simples como sacarosa, glucosa, fructosa, maltosa y maltotriosa (Panchal et. al, 1984 citado por Williams, 1990).

1.3 CINETICA RUMINAL

Parámetros como la tasa de flujo (líquidos y sólidos) en el rumen y, por lo tanto, la tasa de recambio del fluido ruminal son importantes por su relación con la tasa de síntesis de proteína microbiana, el grado de sobrepaso de otros nutrimentos fácilmente degradables como almidón y proteína y por su efecto sobre la naturaleza de la comunidad microbiana, que puede conducir a poblaciones variables de bacterias y protozoarios.

Cuando hay suficientes glúcidos fermentables en el alimento, el suministro de nutrimentos de sobrepaso resulta en tasas de recambio ruminal más rápidas y, por consecuencia, en un flujo más rápido de líquido que sale del rumen. El retiro del forraje en una dieta basada en melaza conduce a reducciones marcadas en el flujo del líquido y a un incremento en el volumen ruminal (Rowe et al 1979b).

La tasa de dilución se define como, la proporción de líquido que sale del rumen por hora.

El nivel de consumo y la proporción de fibra en la dieta tienen un efecto marcado sobre la tasa de dilución. Así con forraje se presentan altas tasas de dilución y con granos se presentan bajas tasas de dilución. Hodgson (1975

citado por Harrison y McAllan, 1980). examinaron el patrón de fermentación y las tasas de dilución en el rumen utilizando borregos alimentados con dietas conteniendo proporciones variables de concentrado, y mostraron una relación negativa entre las tasas de dilución y la proporción molar de propionato en el líquido ruminal. Hay evidencia *in vitro* que al alterar la tasa de dilución se afecta el rendimiento en el crecimiento de cepas individuales de bacterias ruminales. Isaacson (1975 citado por Harrison y McAllan, 1980), investigaron el rendimiento en el crecimiento de bacterias ruminales (YATP ó gramos de microorganismos/ Mol de ATP) en un medio de glucosa a tasa de dilución (%/h) de 0.02, 0.06 y 0.12. El Y(ATP) obtenido con esas tres tasas de dilución fueron de 7.5, 11.6 y 16.7 respectivamente, mostrando claramente que un incremento en la tasa de dilución indujo a un incremento en la eficiencia del crecimiento bacteriano. Se ha concluido que la tasa de dilución es uno de los factores principales que afectan la biosíntesis microbiana y que la diferencia en dicha tasa puede explicar el amplio rango de eficiencia encontrado en el rumen, además se han asociado cambios en la tasa de dilución con cambios en el patrón de fermentación (Isaacson 1975 citado por Harrison y MacAllan, 1980).

Rowe *et al* (1979 b), señalan que al quitar el forraje de la dieta, la tasa de recambio del líquido ruminal bajó de 1.5 a 0.05 volúmenes/día y como consecuencia de ésto se asocia una interrupción del flujo de células microbiales y

de tiamina que son utilizadas por el animal.

Perón (1974), al estudiar el flujo omasal en novillos alimentados con dietas basadas en forraje ó con melaza a libre acceso más 1.5 kg de forraje verde/100 kg de peso vivo, obtuvieron los siguientes resultados: el flujo omasal al utilizar melaza fue significativamente menor que con el forraje (36.3 l/día vs. 50.41 l/día, respectivamente), indicando un menor recambio ruminal, lo cual muestra que la actividad motora del retículo rumen en este tipo de dietas puede estar disminuida (menor recambio ruminal). Los tres posibles factores que pueden provocar esa disminución son: a) la alta concentración de butirato en la ingesta ruminal cuando se administra melaza, b) el efecto de la fibra sobre la pared del tracto gastrointestinal y c) la alta presión osmótica de la melaza. Seller (1965 citado por Perón et al. 1974), observó que la actividad motora del retículo rumen disminuyó cuando la concentración de butirato fue de 40 mM o más y señalan que el consumo de material sólido, en este caso de forraje, puede constituir un fuerte estímulo para el pasaje de ingesta a nivel omasal en dietas basadas en melaza.

1.4 pH RUMINAL

En dietas con altos contenidos de melaza se ha informado que el pH permanece en un rango elevado de 6.6 a 6.8, las concentraciones de ácido láctico y AGV (excluyendo al butirato) son bajas y las proporciones molares de ácido

butírico aumentan a niveles de 30 a 35%. La causa del alto pH ruminal, en este tipo de dietas parece ser consecuencia del patrón de consumo de los animales que pueden subdividir hasta 60 veces la ingestión diaria de melaza lo que crea un sistema de equilibrio que impide que grandes cantidades de carbohidratos fácilmente fermentables en la melaza provoquen una caída en el pH. (Marty y Henderichx 1973).

El ácido láctico es un intermediario importante en dietas altas en concentrados considerándose la principal vía para la producción de ácido propiónico bajo las condiciones ácidas predominantes en tales regímenes alimenticios. Marty y Sutherland (1970) citado por Clarck *et al* (1973), describen que en estudios de adaptación del ganado a dietas altas en melaza, la tasa de producción de ácido láctico aumentó casi cinco veces de dos a cuatro semanas después de haber cambiado a los animales de una dieta basada en forraje a otra que incluyó 80% de melaza dos semanas más tarde, sin embargo debido al pH ruminal más alto en estas dietas en lugar de formar ácido propionico se convierte en ácido butírico.

Se ha informado que la tasa de digestión de la fibra cruda se reduce al suplementar el forraje con fuentes de carbohidratos rápidamente fermentables, esto se debe a una fermentación microbiana acelerada del suplemento ocasionando una disminución del pH ruminal que afecta adversamente la celulolisis Mould y Orskov (1983), asimismo notificaron que la celulolisis en borregos que

recibían forraje fue parcialmente inhibida conforme el pH del rumen fue reducido, de 6.6 a 6.2, y totalmente inhibido cuando el pH cayó abajo de 6.0. Esa inhibición se explica por la disminución gradual de la microflora normalmente asociada con la degradación del forraje. Todas las bacterias celulolíticas muestran una sensibilidad marcada al pH, mientras que aquellas que pueden utilizar carbohidratos solubles son más resistentes.

Kistner *et al* (1979), al estudiar el efecto del pH en la tasa de crecimiento de tres cepas de bacterias ruminales: *Butyrivibrio fibrisolvens* cepa CE51, *Streptococcus bovis* cepa 21.09.6C y *Megasphaera elsdenii*, cepa ATCC25940 encontraron que para *Butyrivibrio fibrisolvens*, que fermenta muchos glúcidos incluyendo la mayoría de los constituyentes de las plantas como el almidón, xilano y la celulosa sólo por algunas cepas como la que utilizaron en este estudio, el rango de pH para crecimiento fue de 5.5 a 7.5 siendo 6.5 el óptimo. En animales con dietas con forraje el pH ruminal está generalmente en el rango de 6.2 a 6.7 por lo que no es una limitante para el crecimiento de estas bacterias.

En animales alimentados con mucho concentrado, el pH ruminal puede caer abajo de 5.5 durante varias horas en el día, bajo estas circunstancias la tasa media de crecimiento de este microorganismo por día puede caer por abajo de la tasa de recambio del contenido ruminal y tendería a ser "lavado" y removido del rumen.

Para el *Streptococcus bovis*, que puede utilizar gran variedad de azúcares, la mayoría de las cepas también hidrolizan y fermentan almidón. Esta especie puede multiplicarse rápidamente bajo condiciones convenientes y crecer a pH de 4.5 donde el crecimiento de la mayoría de las especies bacterianas se inhibe completamente. Su pH óptimo para crecimiento es de 6.4.

Megasphaera elsdenii utiliza pocos carbohidratos pero fermenta lactato principalmente a acetato y propionato. Cuando creció en glucosa el rango de pH de la cepa estudiada fue de 4.6 a 7.1 y la tasa de crecimiento específica mostró poca amplitud (de 0.45 a pH entre 5.5 y 6.1). En un medio con lactato con la misma suspensión de células el rango de pH fue menos amplio y hubo un pico más pronunciado de la tasa de crecimiento (0.55 h^{-1}) a pH 6.04. *M. elsdenii* parece estar más adaptada a la utilización de lactato que a la fermentación de carbohidratos, en borregos alimentados con raciones altas en grano su habilidad para crecer a valores bajos de pH está de acuerdo con su presencia en el rumen.

En dietas ricas en azúcares existe una reducción en la población de bacterias libres en el líquido ruminal, situación que probablemente se deba a la presencia de grandes poblaciones de protozoarios (Preston y Leng 1989). Algunos protozoarios son celulolíticos, sin embargo los sustratos preferidos al parecer son los azúcares y almidones que son asimilados rápidamente y movilizados para

proporcionar la energía que necesitan los protozoarios para mantenerse y crecer. De la literatura consultada se puede apreciar la diversidad de factores que influyen en la utilización de la melaza por los rumiantes y la posibilidad de incrementar la eficiencia al usarla como base de la ración.

2.- OBJETIVO

El objetivo planteado en este trabajo fue el de estudiar el efecto del alcohol, la levadura y del glicerol agregados a la melaza, sobre el patrón de fermentación, cinética ruminal y la tasa de digestibilidad "in situ" del forraje, en bovinos alimentados con melaza/urea como base de la ración y forraje restringido.

3.- MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron cinco novillos de un peso vivo promedio de 359 kg con cánulas permanentes en el rumen, incluidos en un cuadro latino 5 x 5 (Cuadro A 3.2), para evaluar el patrón de fermentación, cinética ruminal y la tasa de digestibilidad del forraje, con los siguientes tratamientos:

- Melaza/urea (2.5%) a libre acceso (M).
- Melaza/urea (2.5%) con 2% de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) más 2% de alcohol a libre acceso (LA).
- Melaza/urea (2.5%) con 2% de levadura más 2% de glicerol a libre acceso (LG).
- Melaza/urea (2.5%) con 2% de alcohol más 2% de glicerol a libre acceso (AG).
- Melaza/urea (2.5%) con 2% de alcohol más 2% de glicerol y 2% de levadura a libre acceso (LAG).

Además a todos los animales se les proporcionó una vez al día (9:00 AM hora 0 antes de proporcionar el forraje), el 0.8% del peso vivo del animal como heno de alfalfa (20.5% proteína cruda P.C.), 0.1% de harinolina (37.39% P.C.) y 0.1% de sorgo (8.2% P.C.) en base a materia seca. La composición de las diferentes mezclas de melaza se presenta en el Cuadro 3.1.

El análisis de varianza de cada grupo de datos obtenidos en las diferentes horas en las que se hicieron los muestreos para realizar las determinaciones de los parámetros

ruminales que se indican más adelante, se realizó utilizando el programa STATGRAPHICS 1986 de acuerdo al comando ANOVA, para el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + K_j + \tau_k + \epsilon_{ijk}$$

donde:

Y_{ijk} : variable de respuesta para el tratamiento k que se encuentra en la hilera i y la columna j .

τ_k : efecto del tratamiento

β_i : efecto de la hilera i

K_j : efecto de la columna j

μ : efecto general

$\epsilon_{ij(k)}$: variable aleatoria que se asume que se distribuye normal e independientemente con media cero y varianza. El parentesis que encierra al subíndice k indica que éste de ninguna manera puede considerarse que es independiente de i y j .

Cuadro 3.1 Composición de las mezclas de melaza, urea, alcohol, glicerol y levaduras (Kg).

	M	LA	LG	AG	LAG
Melaza:	200.0	191.4	191.4	191.2	187.1
Urea	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
Agua	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
Levadura	0.0	4.3	4.3	0.0	4.3
Alcohol	0.0	4.3	0.0	4.3	4.3
Glicerol	0.0	0.0	4.3	4.3	4.3
Análisis calculado (Base seca)	12.2	10.9	10.5	11.8	12.0
P.C. ¹					

1.- % de Proteína Cruda ($N \times 6.25$)

M.-melaza/urea; LA melaza/urea levadura alcohol; LG melaza/urea levadura glicerol; AG melaza/urea alcohol glicerol; LAG melaza/urea alcohol, glicerol y levadura.

3.1 Mediciones

Los animales fueron pesados antes y después de cada período de muestreo y los pesos fueron usados para calcular la cantidad de forraje que se ofrecería, así como la

cantidad de sorgo y harinolina. La mezcla de melaza/urea fue preparada de la siguiente manera: 2.5% de urea, 5.0% de agua (para disolver la urea) y 92.5% de melaza. Cuando se agregó la levadura, el alcohol y el glicerol se hizo a cuenta de la melaza. Una vez hecha la mezcla, se proporcionó de manera individual en cajones de plástico con capacidad de 40 Kg y se registró el consumo diario. Al comienzo de cada uno de los cinco períodos de muestreo, después de 14 días de adaptación se infundieron en el rumen 200 ml de una solución de CrEDTA (Galyean, 1980) y las muestras de líquido ruminal se obtuvieron a las 0, 2, 4, 8, 12, 24, 36 y 48 h después de la infusión para determinar el pH, AGV y cromo. Una vez terminado ese muestreo, se colocaron 16 bolsas de dacrón (previamente secadas y pesadas en una balanza analítica) en el rumen de cada animal, las cuales contenían aproximadamente 5g de heno de alfalfa molida para determinar su digestibilidad "in situ" y tasa de digestión. Después de concluir la prueba "in situ", los animales se cambiaron de tratamiento de acuerdo al diseño de cuadro latino 5x5 previo período de adaptación para posteriormente realizar el muestreo y volver a cambiar el tratamiento de los animales hasta completar los 5 períodos.

3.1.1 Determinación del pH en el Líquido Ruminal

Se usó un potenciómetro marca Beckman. Las determinaciones en el líquido ruminal se hicieron

inmediatamente después de obtenidas las muestras del rúmen para la determinación tanto de ácidos grasos volátiles como para la determinación de cromo en las horas señaladas anteriormente.

3.1.2 Determinación de Ácidos Grasos Volátiles (AGV) en el Líquido Ruminal

Las muestras de líquido ruminal se obtuvieron directamente a través de la cánula ruminal a las 2, 4, 8, 12, 24, 36 y 48h después de ofrecido el alimento. Se acidificaron con 5 gotas de una solución de H_2SO_4 al 50% y se refrigeraron. La muestra se colocó en un tubo de centrifuga y se le agregó 0.5 ml de una solución 2:1 V/V de ácido ortofosfórico al 85% y ácido fórmico al 25%. Se mezclaron en un agitador Vortex. Después de 30 min se centrifugaron a 4500 rpm (Tejada, 1983); el sobrenadante se inyectó en un cromatógrafo de gases Hewlett Packard 5880A, con columna OV101. Se midieron las alturas de los picos alcanzados en cada muestra para los ácidos acético, propiónico y butírico y con los estándares se midió también la altura, relacionándola con la concentración (ng) inyectada de cada ácido. Posteriormente con los datos de altura y concentración (ng) de los estándares se obtuvo una ecuación de regresión para obtener los valores correspondientes a cada altura de los ácidos en las muestras. Los cálculos para obtener la concentración (en mM) de cada ácido en las muestras fue el siguiente:

Peso molecular del ac. acético=60

1M=60g/l (solución molar)

1mM=0.06g/l 1 ng _ 10⁻⁹g

x _ .06g x=6x10⁷

1mM=6x10⁷hg

6x10⁷hg -1000ml-1mM

[ng]* -1000ml-xmM

(ng* /ml)1000/6x10⁷=mM/l

*ng de ácido acético en las muestras.

para el ácido propiónico y para el ácido butírico se sigue el mismo procedimiento para obtener la fórmula donde sustituir los datos obtenidos en las muestras. Así para el ácido propiónico la fórmula es (ng/ml)1000/7.4x10⁷=mM/l y (ng/ml)1000/8.8x10⁷=mM/l para el ac. butírico.

3.1.3 Infusión y Determinación de Cr EDTA

Se preparó una solución de CrEDTA según las especificaciones indicadas por Binnerts et al. (1968) citado por Galyean (1980) para utilizarlo como marcador externo para determinar la tasa de paso de la fase líquida del rumen. Se infundió la solución, 200 ml, de Cr EDTA (990 mg de Cr) al rumen de los novillos. Se obtuvieron muestras a las 0, 2, 4, 8, 12, 24, 36 y 48h. Las muestras obtenidas fueron centrifugadas 7.000 X g y el líquido sobrenadante fue decantado en un recipiente para realizar la lectura en el espectrofotómetro. Se preparó una dilución 1:500 de la solución original de Cr EDTA, además de soluciones estándar

de 1 a 10 ppm para obtener la lectura de absorbancia (OD) de esas soluciones en el espectrofotómetro de absorción atómica (Perkin Elmer 2380, con lámpara de cátodo hueco) para obtener la concentración de Cr tanto en las muestras como en las soluciones estándar. para obtener el volumen ruminal, la tasa de dilución (%/h), la tasa de flujo (l/h) y recambio del volumen ruminal (V/d) de acuerdo a lo señalado por Galyean (1980). Al final de cada período, antes de proporcionar la alfalfa, la harinolina y el sorgo se determinó el volumen ruminal también en forma manual. Se extrajo el contenido ruminal se pesó y se le determinó el porcentaje de materia seca.

3.1.4 Digestibilidad "In situ" del Forraje

Se usaron bolsas de dacrón de 17 x 9 cm. con un tamaño de poro de 100 milimicras, (Mehrez y Orskov, 1977), previamente secadas y pesadas, en las que se colocaron 5 g de alfalfa molida. Se cerraron y fueron amarradas a un contrapeso (aproximadamente 0.5 Kg de hierro). Se introdujeron en el rumen de cada uno de los 5 novillos fistulados y fueron sacadas 2 bolsas de cada animal a las 2, 4, 8, 12, 24, 36 y 48 horas de incubación. Las bolsas fueron lavadas con agua de la llave hasta que ésta saliera clara y se pusieron a secar en la estufa a 50 C durante 48 hrs. Los datos obtenidos fueron analizados por medio de ajuste de los datos según Landsberg (1977) usando la ecuación $P=a+b(1-e^{-kx})$ de Orskov y McDonald (1979) donde:

- P = Digestibilidad acumulativa del componente nutritivo, %.
- a = Intercepto al Tiempo cero (T₀, o el valor de digestibilidad al final del período de latencia.
- b = Material insoluble potencialmente degradable.
- c = Tasa de digestión por acción fermentativa.
- t = Tiempo de incubación.
- e = 2.7182 (base de los logaritmos naturales).

4.- RESULTADOS

La composición química de la melaza, el peso promedio de los animales durante la prueba y los datos de campo se presentan en los cuadros del apéndice Cuadros A 1.1 - A 4.13b.

4.1 CONSUMO DE ALIMENTO

En lo que respecta al consumo de alfalfa, sorgo y harinolina los animales siempre ingirieron la totalidad de lo ofrecido ya que fueron cantidades restringidas según se indicó en la sección de material y métodos. El consumo promedio de alimento por día se presenta en el Cuadro A 4.1 del apéndice. Los kilogramos de materia seca de alimento consumido por cada 100Kg de peso vivo del animal (índice) se presentan en el Cuadro 4.1. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en los índices de consumo de melaza, siendo los promedios de estos índices de 1.208, 1.092, 1.166, 1.228 y 1.060 para los tratamientos melaza/urea, melaza/urea-levadura-alcohol, melaza/urea-levadura-glicerol, melaza/urea-alcohol-glicerol y melaza/urea-alcohol-glicerol-levadura respectivamente. Se puede observar que los índices son muy semejantes a los encontrados por otros autores (Alvarez, et al 1977; Salais, et al 1977; Rowe, et al 1979a y Reyes, 1975). Los pesos de los animales en los cinco periodos se

presentan en el Cuadro A 3.1. No se consideraron en el análisis tanto por el objetivo del estudio (que era estudiar parámetros ruminales) como por el diseño utilizado.

Cuadro 4.1 INDICES DE CONSUMO DE ALIMENTO EN BASE A MATERIA SECA. (TOTAL Y DE MELAZA)

	M	LA	LG	AG	LAG
I.C.T.	2.206	2.092	2.168	2.230	2.060
E.E. ±	0.256	0.219	0.188	0.158	0.215
I.C.M.	1.208	1.092	1.166	1.228	1.060
E.E. ±	0.257	0.219	0.188	0.158	0.215

I.C.T indice de consumo total

I.C.M. indice de consumo de melaza

* Kg de materia seca/100Kg de peso vivo.

4.2 pH

Los cambios en el pH del líquido ruminal en las muestras obtenidas durante el período de 48 h de muestreo, se presentan en el Cuadro A 4.3 del Apéndice y en la Gráfica 4.4, en donde se puede observar que después de recibir el forraje, la harinolina y el sorgo, hubo una disminución gradual del pH, sin llegar a ser diferente estadísticamente entre tratamientos. Los valores mínimos del pH fueron 6.33, 6.35, 6.30, 6.39 y 6.35 para los tratamientos M, LA, LG, AG y LAG respectivamente a las 8 h de muestreo incrementándose posteriormente.

4.3 Fermentación Ruminal

Los porcentajes de los ácidos grasos volátiles en el líquido ruminal se muestran en el Cuadro A 4.2 del apéndice. Se encontraron diferencias estadísticas ($P < 0.1$) en la hora 2 para el ácido acético entre los tratamientos LG y LAG; para el ácido butírico en las horas 12 y 48 entre los tratamientos LA, LAG y M. Los resultados de la prueba de rango múltiple (DMS) para esos datos se presentan en el Cuadro 4.2. La variación durante el período de muestreo para cada ácido se puede apreciar en las gráficas 4.1, 4.2 y 4.3. Se puede observar que a partir de la hora cero (que corresponde al momento en que los animales aun no recibían el sorgo, la harinolina y la alfalfa) hubo cambios en los porcentajes de ácidos grasos volátiles y del pH del líquido ruminal. No obstante que las mezclas de melaza estuvieron a libre acceso y que el consumo de dichas mezclas por los animales se realizó a lo largo del día, los cambios en los parámetros ruminales (AGV y pH) coinciden con el consumo del forraje, el sorgo y la harinolina. Se esperaba que el glicerol agregado a la melaza provocara cambios en los porcentajes de ácido propiónico por ser una sustancia que puede ser transformada a ácido propiónico por la bacterias del rumen. Los promedios de los porcentajes de los ácidos en la hora 48 de muestreo fueron: 60.87 ± 4.00 , 67.28 ± 2.52 , 65.89 ± 2.33 , 67.01 ± 3.07 , 57.81 ± 2.15 para el acético; 13.55 ± 1.39 , 15.49 ± 1.36 , 14.03 ± 1.55 , 12.74 ± 1.52 , 16.59 ± 1.15 para el propiónico y 25.56 ± 4.43 , 17.21 ± 3.27 , 21.12 ± 4.19 ,

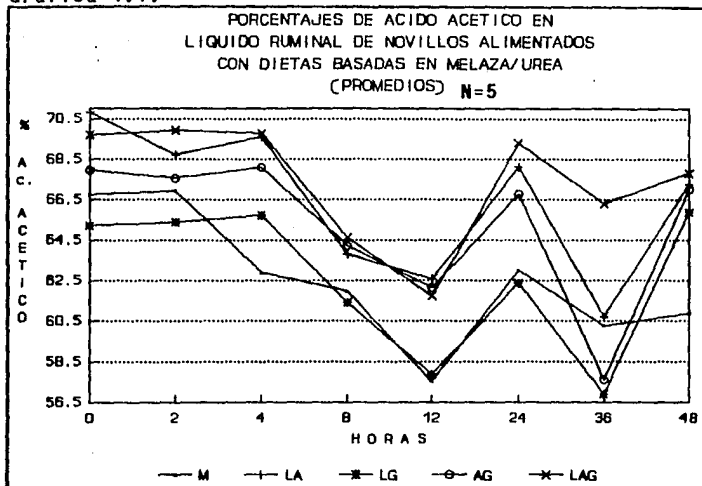
20.22±4.49, 14.62±2.09 para el butírico en los tratamientos M, LA, LG, AG y LAG respectivamente. No se determinaron ácidos grasos totales por falta de equipo.

Cuadro 4.2 Porcentajes de ácido acético (hora 2), de ácido butírico (hora 12, 24 y 48) en líquido ruminal de novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea.

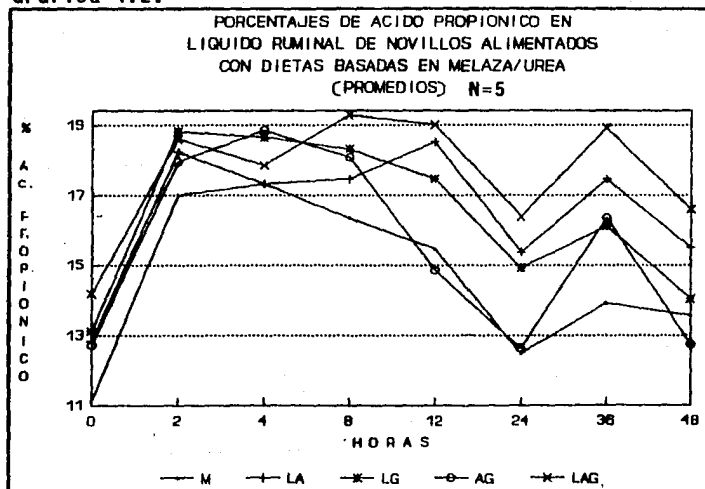
	M	LA	LG	AG	LAG
Acido acético					
hora 2	66.94 ^{ab}	68.72 ^{ab}	65.38 ^a	67.56 ^{ab}	69.94 ^b
Acido butírico					
hora 12	27.00 ^b	18.88 ^a	24.64 ^{ab}	22.04 ^{ab}	19.23 ^a
hora 24	24.47 ^a	16.47 ^{ab}	22.69 ^{bc}	21.71 ^{bc}	14.28 ^a
hora 48	25.56 ^b	17.21 ^a	21.12 ^{ab}	20.22 ^{ab}	14.62 ^a

M.- melaza/urea; LA.- melaza/urea-levadura-alcohol; LG.- melaza/urea-levadura-glicerol; AG.- melaza/urea-alcohol-glicerol; LAG.- melaza/urea-alcohol-glicerol-levadura.

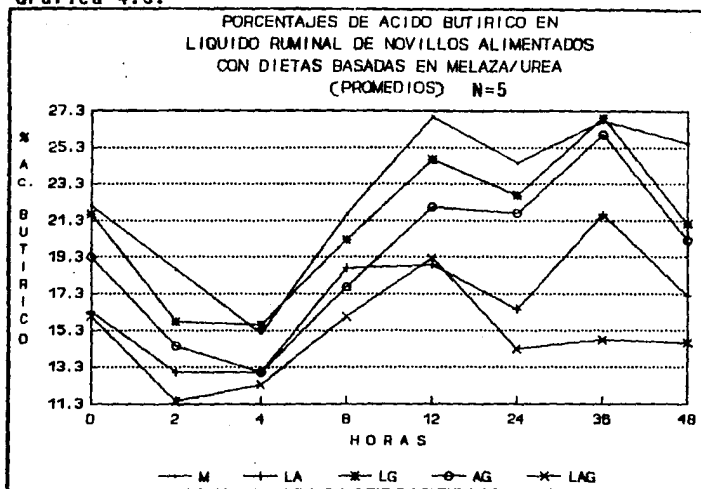
Gráfica 4.1.



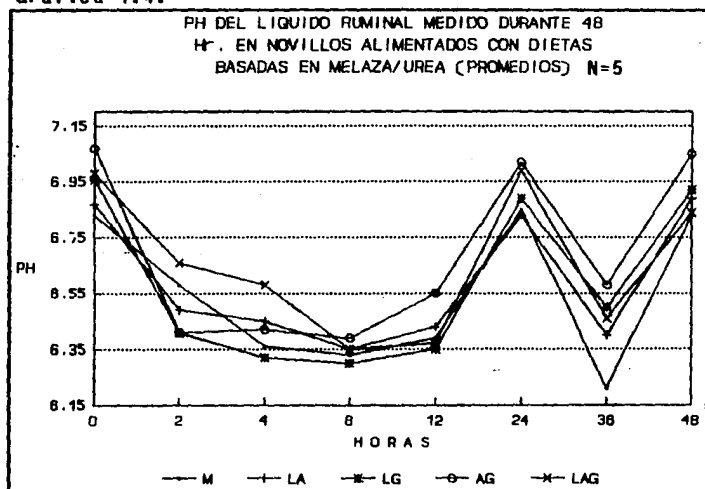
Gráfica 4.2.



Gráfica 4.3.



Gráfica 4.4.



4.4 CINETICA RUMINAL DE LIQUIDOS

Los resultados del volumen, tasa de dilución, de flujo y recambio del líquido ruminal se presentan en el Cuadro 4.5. No se encontraron diferencias estadísticas a excepción del recambio ruminal que sí fue diferente ($P < 0.05$) entre el tratamiento melaza/urea (M), (AG), (LAG) y melaza/urea levadura glicerol (LG).

Al expresar el volumen ruminal obtenido, tanto de la forma manual (Cuadro 4.4) como por el CrEDTA, como porcentaje del peso vivo del animal se obtuvieron diferencias estadísticas ($P < 0.01$) en el volumen determinado por CrEDTA (Cuadro 4.3) entre los tratamientos LA Y AG, LAG.

Cuadro 4.3 Volumen ruminal determinado por CrEDTA (% del P.V.)

T R A T A M I E N T O					
M	LA	LG	AG	LAG	
13.36 ^{ab}	11.35 ^a	12.47 ^{ab}	14.71 ^b	14.72 ^b	

Cuadro 4.4 Volumen ruminal determinado por vaciamiento manual (% del P.V.)

T R A T A M I E N T O					
M	LA	LG	AG	LAG	
8.46	8.36	9.23	9.32	9.56	
E.E.	0.37	0.39	0.34	0.71	0.34

Cuadro 4.5 Promedios de volumen (l), tasa de dilución(%/h), de flujo (l/h) y recambio de volumen ruminal (vol/d) en novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea.

	T R A T A M I E N T O S				
	M	LA	LG	AG	LAG
VOLUMEN	53.648	58.138	51.646	50.824	51.324
E.E.	± 5.101	5.273	5.066	2.792	3.213
T.D.(%) ¹	0.086	0.081	0.091	0.084	0.082
E.E.	± 0.010	0.004	0.008	0.004	0.006
T.F.(l/h) ²	4.450	4.680	4.570	4.290	4.190
E.E.	± 0.390	0.170	0.220	0.240	0.160
R.R.(V/d) ³	1.932 ^a	2.168 ^{ab}	2.490 ^b	1.882 ^a	1.790 ^a
E.E.	0.110	0.079	0.141	0.082	0.180

-E.E. error estándar; ¹tasa de dilución; ²tasa de flujo; ³recambio ruminal. M.-melaza/urea; LA.-melaza/urea-levadura-alcohol; LG.-melaza/urea-levadura-glicerol; AG.-melaza/urea alcohol-glicerol; LAG.-melaza/urea-alcohol-glicerol-levadura.

4.5 DIGESTIBILIDAD "IN SITU"

Los resultados de la digestibilidad "in situ", de la materia seca, de la proteína cruda y de la materia orgánica del forraje se presentan en los Cuadros 4.6, 4.7 y 4.8 respectivamente para el valor de la digestibilidad al final del período de latencia (a). para el material insoluble potencialmente degradable (b). para la tasa de digestión por acción fermentativa (c) y tiempo medio de desaparición (T1/2). No se encontraron diferencias significativas (P>0.05) entre los tratamientos estudiados. Respecto al T1/2 de la fracción b (LN2/c), en bolsas de dacrón se obtuvieron valores promedio de 6 horas en todos los tratamientos.

CUADRO 4.6. Valores promedio para a, b, c y T1/2 de digestibilidad "in situ" de la materia seca del forraje en novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea.

	T R A T A M I E N T O S				
	M	LA	LG	AG	LAG
a	33.21	31.05	32.34	33.97	32.30
E.E.	0.86	1.52	1.78	1.31	1.04
b	40.07	41.54	40.51	40.38	41.11
E.E.	1.64	1.97	1.87	1.45	0.75
c	0.11	0.11	0.11	0.10	0.11
E.E.	0.01	0.16	0.00	0.00	0.01
T1/2	6.70	6.22	6.09	6.72	6.10
E.E.	0.77	0.74	0.26	0.38	0.71

E.E. error estandar

a=valor de digestibilidad al final del período de latencia.

b=material insoluble potencialmente degradable.

c=tasa de digestión por acción fermentativa.

Cuadro 4.7. Valores promedio para a, b, c y T1/2 de digestibilidad "in situ" de la proteína del forraje en novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea (P.C.).

	T R A T A M I E N T O S				
	M	LA	LG	AG	LAG
a	33.53	32.60	35.31	36.71	30.46
E.E.	1.83	3.54	2.31	1.35	2.26
b	54.00	54.73	52.06	50.27	57.14
E.E.	2.05	4.03	3.07	3.15	2.93
c	0.11	0.12	0.11	0.10	0.12
E.E.	0.01	0.02	0.01	0.00	0.01
T1/2	6.57	6.50	6.35	6.86	6.00
E.E.	0.82	1.08	0.55	0.55	1.07

E.E. error estandar

a=valor de digestibilidad al final del período de latencia.

b=material insoluble potencialmente degradable.

c=tasa de digestión por acción fermentativa.

Cuadro 4.8. Valores promedio para a, b, c y T1/2 de digestibilidad "in situ" de la materia orgánica del forraje en novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea

T R A T A M I E N T O S					
	M	LA	LG	AG	LAG
a	28.58	25.82	28.43	29.55	27.18
E.E.	1.20	1.83	1.93	1.41	0.77
b	41.96	45.18	42.56	42.65	44.97
E.E.	1.94	2.26	2.05	1.32	0.04
c	0.11	0.11	0.10	0.10	0.12
E.E.	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01
T1/2	6.49	6.66	6.45	6.89	6.20
E.E.	0.65	1.03	0.28	0.37	0.87

E.E. error estandar

a=valor de digestibilidad al final del periodo de latencia.

b=material insoluble potencialmente degradable.

c=tasa de digestión por acción fermentativa.

5.- DISCUSION

En este trabajo se utilizaron tanto productos biológicos (levaduras) como sustancias enegéticas (alcohol y glicerol) en dietas con altas proporciones de melaza/urea, que se caracterizan por propiciar una respuesta animal en cuanto a ganancias de peso, muy por abajo de las que se obtienen con dietas altas en granos. En el rumiante los procesos de fermentación ruminal intervienen en gran proporción en la respuesta que tenga el animal al consumir cierto alimento que a la vez puede influir en los diferentes grupos de microorganismos ruminales. Las interrelaciones entre grupos de bacterias, hongos y protozoarios se pueden modificar por el medio ambiente ruminal, así como al incluir o eliminar (ya sea por sustancias químicas o por otros medios) a ciertos grupos de microorganismos, afectándose los parámetros ruminales.

5.1 CONSUMO VOLUNTARIO

Los bajos índices de consumo de melaza en este estudio coinciden con los encontrados en la literatura (Alvarez 1977; Ferreiro 1986; Silvestre *et al.* 1977; Salais *et al.* 1977; Rowe *et al.* 1979a; Rowe y Preston 1978c y Reyes 1975). Una de las posibles causas de bajo consumo de melaza puede deberse al contenido elevado de agua en el rumen, que es consecuencia del cambio en la presión osmótica en éste órgano provocada por el alto contenido de minerales en la

melaza, lo que propicia un flujo de líquidos de los tejidos hacia el rumen y por consiguiente una deshidratación que podría a su vez influir negativamente en el consumo de melaza (Utley *et al.* 1970, citado por Ferreiro 1986). Bergen (1972 citado por Forbes, 1986) al infundir cloruro de sodio o acetato de sodio en el rumen de borregos, encontró que el consumo voluntario de materia seca (MS) se deprimía mientras la osmolalidad del rumen permanecía por arriba de lo normal (325 mOsm/l). Otra posible explicación del bajo consumo de MS en dietas con melaza, se ha relacionado con el elevado porcentaje de ácido butírico que se presenta con éste tipo de dietas (ver Gráfica 4.3); pero en éste aspecto Baile y Mayer (1969 citados por Forbes, 1986) señalan que el mayor efecto en el consumo voluntario al infundir en el rumen ácido acético, propiónico o butírico por separado, está dado principalmente por el acetato y el propionato más que por el butirato, y que además este último ácido es metabolizado en una gran proporción en la pared ruminal a hidroxibutírico.

5.2 pH

Los valores del pH en el líquido ruminal son semejantes a los encontrados por otros autores con dietas basadas en melaza. De los datos obtenidos (Gráficas 4.1-4.4) se puede observar la variación tanto del pH como de los porcentajes de los ácidos grasos volátiles. Los valores más bajos del pH se obtuvieron entre las 2 y 12 horas de muestreo, que

corresponde al período de tiempo más cercano al momento en que los animales recibieron el forraje, la harinolina y el sorgo coincidiendo también con las variaciones en los porcentajes de ácidos grasos volátiles. En este estudio los valores se mantuvieron entre 6.21 y 7.07 lo que podría influir negativamente en la absorción de los ácidos grasos volátiles, al mantenerse un pH alto, (Shimada 1983). La absorción disminuida, además, podría favorecer la fermentación secundaria del ácido acético pues se ha encontrado que aproximadamente un 14% del acetato producido en dietas con melaza, es oxidado por las bacterias ruminales a metano y CO_2 (Rowe *et al.* 1979b). El efecto del pH sobre la fermentación ruminal podría explicar parte de las diferencias encontradas en el patrón de fermentación en este trabajo, además de la posibilidad de la acción de las levaduras en este mismo parámetro ruminal ya que se ha informado que las levaduras incrementan el porcentaje de ácido acético y disminuyen la cantidad de metano. Es lógico suponer que la variación en el pH ruminal afecta a la población microbiana y a su actividad enzimática ya que se han encontrado pH óptimos para el crecimiento de unas cepas bacterianas del rumen como por ejemplo para *Butyrivibrio fibrisolvens* que tiene un rango de crecimiento entre 5.5 y 7.5 siendo el óptimo de 6.5 (Kistner *et al.* 1979) y por otro lado se ha estudiado la actividad de diferentes enzimas a diferentes niveles de pH (ej. pepsina y ureasa, Lenhinger 1985), por lo que tanto la

proliferación bacteriana como su metabolismo pueden verse afectados.

5.3 FERMENTACION RUMINAL

Respecto al patrón de fermentación en este estudio, los porcentajes producidos de ácidos grasos volátiles para acético, propiónico y butírico no coinciden con los valores encontrados por algunos autores. (Marty y Preston 1970) en toros consumiendo 15% de forraje, 77% de melaza y 8% de suplemento protéico (en base a materia seca) de 31 ± 5 de acético, 19 ± 5 de propiónico y 41 ± 8 de butírico sin embargo si coinciden con los datos obtenidos por Ferreiro (1986) de acético 64.4%, propiónico 19.4% y butírico 16.1% en animales consumiendo melaza/urea(2.5%) a libre acceso y 0.8Kg de heno de alfalfa o 0.4Kg de heno de alfalfa más 0.160Kg de harina de soya. Se cree que la capacidad de la pared celular de las levaduras para transferir protones (Catwright et al, 1965 citado por Williams, 1990) interviene en la mayor producción de acetato y que probablemente se pueda incrementar el contenido de energía metabolizable de la dieta mediante una reducción en las pérdidas de energía por metano y un proceso celulolítico más eficiente, lo que podría ser benéfico en la utilización de forraje en dietas con alto contenido de melaza. Existen resultados (Wiedneie et al, 1987 citado por Williams, 1990) que muestran un incremento en la digestibilidad de la hemicelulosa al adicionar cultivos de levaduras. El efecto

esperado del glicerol en cuanto a incrementar la proporción de ácido propiónico, no se observó y el bajo nivel de ese ácido, probablemente esté relacionado con el comportamiento animal en cuanto a bajas ganancias de peso con las dietas de melaza, ya que como lo señala Orskov *et al.* (1979 citado por MacCrae and Lobley 1986) la eficiencia de la retención de nitrógeno está relacionada positivamente con la proporción molar de propionato, siendo dicha eficiencia de 94% y 70% cuando la proporción de propionato fue de 55% y 25% respectivamente, conservando la proporción de butirato en 10%. Por lo que el interés por modificar el "patrón de fermentación butírico" en dietas con melaza, va enfocado a obtener una mayor eficiencia en la utilización de la energía de la melaza. Marty *et al.* (1974), al infusionar sacarosa en el rumen de animales fistulados, obtuvieron producciones de ácido propiónico de 19, 33 y 35% para 1, 2 y 3 Kg de sacarosa infusionada respectivamente y argumentan que el tipo de fermentación butírica es una consecuencia del patrón de consumo de la melaza por los animales, ya que dividen la ingestión de la misma a lo largo del día, lo que permite que se establezcan condiciones ruminales adecuadas para los microorganismos productores de ácido butírico. En este trabajo se encontró que los tratamientos melaza/urea-levadura-alcohol (LA) y melaza/urea-levadura-alcohol-glicerol (LAG) fueron estadísticamente diferentes ($P \leq 0.1$) al tratamiento melaza/urea (M) en la producción de ácido butírico en las horas 12, 24 y 48 de muestreo, los dos

tratamientos que fueron diferentes al testigo incluyeron levaduras y alcohol lo que permite sugerir un efecto de este microorganismo en el patrón de fermentación, ya que se ha informado que algunas cepas de *Saccharomyces cerevisiae* son anaeróbicas facultativas y que su adición a la dieta de rumiantes además de estimular el consumo de alimento (lo que no se encontró en este trabajo) incrementa la proporción de acetato en el líquido ruminal. En este estudio el tratamiento melaza/urea-levadura-alcohol-glicerol (LAG) fue el que mayor porcentaje de ácido acético (69.94) produjo en la hora 2 de muestreo y fue estadísticamente diferente ($P \leq 0.05$) al tratamiento melaza/urea-levadura-glicerol, LG, (65.38%). Probablemente el alcohol también haya influido en la presentación de esta respuesta, ya que los tratamientos que incluyeron tanto la levadura como el alcohol fueron los que mayor porcentaje de ácido acético produjeron y menor porcentaje de ácido butírico. El alcohol como lo señaló Pradham y Hemken (1970) disminuyó el porcentaje de ácido butírico.

5.4 DIGESTIBILIDAD "IN SITU"

En cuanto a la degradación "*in situ*" del heno de alfalfa, no se encontraron diferencias entre los tratamientos. La digestibilidad potencial del componente nutritivo (a+b) 73.29, 73.00, 74.58, 74.36 y 73.42 para los tratamientos M, LA, LG, AG Y LAG fue muy semejante al encontrado por Ferreiro (1986) 76.4% para 0.8% de alfalfa y 75.4% para

0.4% de alfalfa. Respecto al tiempo medio de desaparición de la fracción b (LN2/c), que es el material insoluble potencialmente degradable, se obtuvieron valores promedio de 6h para todos los tratamientos. Kempton, (1980) informó un tiempo medio para el heno de alfalfa de 13 h y señala que en dietas donde se incluyen glúcidos fácilmente degradables (como la melaza) el tiempo medio de degradación del forraje se afecta al incrementarse el nivel de dichos glúcidos en la ración. Asimismo Orskov y Hovell (1978) encontraron que en animales que recibieron heno de pangola hubo un 36% más de desaparición de heno de baja calidad en las bolsas que en los animales alimentados con caña de azúcar y señalan que para el primer grupo se requirieron 11h para que desapareciera el 50% de la fracción b y cerca de 27h para los animales que recibieron caña de azúcar. El efecto del tipo de glúcidos señalado por Mould *et al.* (1983) y Kempton (1980) como por las características intrínsecas de la planta (Akin 1986), influyen en la calidad del forraje para la alimentación animal ya que en ello radican gran proporción de los diferentes grados de fermentación por los microorganismos ruminales.

5.5 CINÉTICA RUMINAL

Con respecto al volumen ruminal, los datos determinados al final de cada período por el vaciamiento manual y expresado como porcentaje del peso vivo, no fueron estadísticamente diferentes ($P \geq 0.1$) entre los diversos

tratamientos, pero en la determinación por medio de CrEDTA sí se obtuvieron diferencias estadísticas ($P \leq 0.01$). El tratamiento LA fue diferente a los tratamientos AG y LAG 11.35%, 14.71% y 14.72% del peso vivo del animal respectivamente lo que sugiere una acción conjunta del alcohol y glicerol sobre el volumen ruminal. Probablemente este efecto sea debido al cambio de la presión osmótica en el líquido ruminal provocada por estas sustancias. Se ha informado que en dietas basadas en melaza/urea por cada kilogramo de materia seca se consumen 7.1l de agua, lo que significa el doble de lo que consume un animal con otro tipo de dieta (3.1l/Kg de M.S.). Esto podría influir en el consumo voluntario del animal debido a factores de tensión en el rumen. En el análisis de los datos de recambio de líquido (volumen por día) se encontraron diferencias ($P \leq 0.01$). Los tratamientos melaza/urea-levadura-alcohol-glicerol (LAG), melaza/urea (M) y melaza/urea-levadura-alcohol (LA) fueron diferentes al tratamiento melaza/urea-levadura-glicerol (LG), las diferencias en el recambio del volumen ruminal no influyeron en los índices de consumo del alimento. Se han informado tasas de dilución para dietas con 90% de concentrado y 10% de heno de 0.096%/h y para una dieta de 57% de heno y 43% de concentrado se obtuvo una tasa de dilución de 0.20%/ (Harrison y McAllan 1980). Estos datos indican el efecto que pueden tener las diferentes proporciones de los ingredientes utilizados en la alimentación de rumiantes sobre parámetros que se

relacionan con la síntesis microbiana, la cual puede ser una fuente de proteína de suma importancia para el animal en dietas basadas en melaza/urea. Estos datos son de suma importancia, si consideramos que es realmente difícil alterar el volumen del rumen y su tasa de dilución, cuando la dieta básica es melaza/urea, y por otro lado están las observaciones de Harrison y McAllan (1980), donde la tasa de dilución se relaciona directamente con la síntesis de proteína microbiana. En esta misma área, los trabajos de Sutherland (1976) donde menciona cálculos estequiométricos y demuestra que una pequeña diferencia (50g) de proteína microbiana, puede representar de 150-200g de ganancia en el peso vivo del animal. Esto apoya fuertemente la idea de que el siguiente trabajo debe ser una prueba de comportamiento animal, con dietas similares.

6.- CONCLUSIONES

-La levadura, el alcohol y el glicerol sí influyeron en algunos de los parámetros ruminales estudiados como AGV, volumen y recambio de líquido ruminal.

-El glicerol no modificó el porcentaje de ácido propiónico como se esperaba.

-No hubo efecto de los tratamientos en el consumo de melaza/urea, el cual es bajo y difícil de explicar el porqué.

-Es conveniente determinar en pruebas futuras la producción de biomasa microbiana en el rumen, ya que en dietas con melaza, como base de la ración, los microorganismos constituyen una fuente importante de proteína para el animal. Además por el efecto que se ha informado de la levadura sobre la población de microorganismos ruminales.

-Es necesario una prueba de comportamiento animal donde se evalúen los cambios en el peso vivo además de la composición de la canal de preferencia utilizando técnicas como la dilución de urea, que nos permite evaluar la composición corporal in vivo y de esta manera podemos tener información de la composición corporal antes y después del período experimental. También estudios para evaluar la retención de nitrógeno serían de gran utilidad en futuros trabajos.

LITERATURA CITADA

- Alvarez, F.J., Wilson A. y Preston T.R. 1977. *Leucaena leucocephala* como fuente combinada de proteína y forraje para becerros en dietas de miel/urea. *Producción Animal Tropical* 2:297.
- Akin, D.E. 1986. Chemical and biological structure in plants as related to microbial degradation of forage cell walls in.: L.P. Milligan, W.L. Grovum and A. Dobson (Ed). *Control of digestion and metabolism in ruminants* pp 139-157. Englewood Cliffs, New Jersey. U.S.A.
- Baker, B.P. 1975. *Composition, properties and uses of molasses and related products*. United Molasses Trading Company Limited London.
- Burroughs W., Nelson D.K. and Mertens, D.R. 1975. Evaluation of protein nutrition by metabolizable protein and urea fermentation potential. *J. Dairy Sci.* 58:611.
- Chalupa, W., Evans J.L. and Stillions, M.C. 1964. Influence of ethanol on rumen fermentation and nitrogen metabolism. *J. Anim. Sci.* 23:802.
- Clark, J., Geerken, C.M., Preston, T.R. and Zamora, A. 1973. Molasses as an energy source in low fibre diets for milk production. 3. The effect of varying the molasses:grain ratio in a low fibre basal diet. *Cuban J. Agric. Sci.* 7: 155.
- Drory, D. and Loosli, J.K. 1959. Effect of ethyl alcohol and starch on digestibility of nutrients and on nitrogen retention at two levels of urea feeding. *Agric. Fd. Chem.* 7:50.
- Edwin, E.E., B.A. and R. Jackman M.I. 1973. Ruminal thiaminase in tissue thiamine in cerebrocortical necrosis. *Vet. Rec.* 92:640.
- Eliás, A., Preston, T.R., and Willis, M.B. 1969. Intensive beef production from sugar cane. 8. The effect of rumen inoculation and different levels of forage on the performance of Brahman bulls fattened on high levels of molasses/urea. *Rev. cubana Cienc. Agric.* 3:19.
- Emery, R.S., T.R. Lewis, J.P. Everett and C.A. Lasiter. 1959. Effect of ethanol on rumen fermentation. *J. Dairy Sci.* 42:1182.

- Fernández, A; McLeod N.A. y Preston T.R. 1977. Follaje de yuca como fuente de forraje y proteína para la engorda de ganado bovino con miel/urea. *Producción Animal Tropical* 2:198.
- Ferreiro, G.M. 1986. Forages as supplements for molasses based diets in cattle. Thesis Doctor of Philosophy. University of Reading U.K.
- Fielding, D. and Kyomo M.L. 1979. Sunflower or cottonseed meal as supplements for steers on molasses/urea based diets *Tropical Animal Production* 4:263.
- Forbes, J.M. 1986. The voluntary food intake of farm animal. *butterworth & Co. London.*
- Gaytan, T., Zamora F. y Shimada A.S. 1977. La glicerina como preventiva en la intoxicación por melaza en ganado bovino. *Rev. cubana Cienc. Agric.* 11:29.
- Galyean, M. 1980. Techniques and Procedures in Animal Nutrition Research. New Mexico State University. Department of Animal and Range Science p 162-164.
- Gómez, A.R.; Santacruz M.I.; Gaxiola F.C. y Llamas L.G. 1983. Análisis comparativo del valor nutritivo de algunas fuentes de proteína para la alimentación de rumiantes. *Memorias de la Reunión de Investigación pecuaria en México D.F. Nov.-Dic.* p.665.
- Harrison, D.G. and McAllan, A.B., 1980. Factors affecting microbial growth yields in the reticulo-rumen. in: Y.Ruckebusch and P.Thivend (Ed) *Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants* pp 205-226 MTP Press Ltd, Lancaster, U.K..
- Kempton, T.J. 1980. El uso de bolsas de nylon para caracterizar el potencial de degradabilidad de alimentos para el rumiante. *Producción Animal Tropical* 5:115.
- Kistner, A.; Therion J., Kornelius J.H. and Hugo A. 1979. Effect of pH on specific growth rates of rumen bacteria. *Ann. Rech. Vet.* 10:268.
- Landsberg J.J. 1977. Some useful equations for biological studies. *Expt. Agric.* 13:273.
- Lehninger, A.L. 1985. *Bioquímica. Las bases moleculares de la estructura y función.* 2da. edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona España p.55.

- Leibholz Jane and Kellaway R.C. 1979. Aminoacid requirements for microbial protein synthesis. *Rech. Vet.* 10 (2/3) 274.
- Loosli, J.K. y McDonald 1969. El nitrógeno no protéico en la nutrición de los rumiantes. FAO Estudios Agropecuarios No. 75 Roma.
- Losada, H. y Preston T.R. 1973a. Intoxicación de miel y necrosis cerebro-cortical (NCC). *Rev. cubana Cienc. Agríc.* 7:173.
- Losada, H. y Preston T.R. 1973b. Efecto del forraje sobre el comportamiento, contenido del retículo-rumen y AGVS en rumen y ciego de terneros con dietas basadas en miel/urea. *Rev. cubana Cienc. Agríc.* 7:189.
- MacCrae J.C. and Lobley G.E. 1986. Interactions between energy and protein. in: L.P. Milligan, W.L. Grovum and A. Dobson (Ed). *Control of digestion and metabolism in ruminants.* pp 367-385. Englewood Cliffs, New Jersey. U.S.A.
- Martin, D.W.Jr.; Mayes, P.A., Rodwell, V.W. 1984. *Bioquímica de Harper* 9a. ed. Ed. El Manual Moderno, S.A. de C.V. México, D.F. cap.15.
- Marty, R.J.; Benavides M. y Preston T.R. 1974. Fermentación ruminal en toros alimentados con sacarosa como principal fuente de carbohidratos. *Rev. cubana Cienc. Agríc.* 8:161.
- Marty, R.J. y Henderichx H.K. 1973. Estudio de las propiedades buferantes del líquido ruminal de ovejas alimentadas con una dieta rica en mieles. *Rev. cubana Cienc. Agríc.* 7:195.
- Marty, R. J. and Preston, T.R. 1970. Molar proportions of the short chain volatile fatty acids (VFA) produced in the rumen of cattle given a high molasses diet. *Rev. cubana Cienc.* 4:183.
- Mehrez, A.Z. and Orskov, E.R. 1977. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci. Camb.* 88:645.
- Molina, A. y Preston T.R. 1975. Metionina encapsulada para la ceba de ganado con dietas basadas en miel/urea. *Rev. cubana Cienc. Agríc.* 9:131.

- Morciego, S.; Muñoz F. y Preston T.R. 1970. Ceba comercial de toros con miel/urea y pastoreo restringido. Rev. cubana Cienc. Agric. 4:105.
- Mould, F.L. and Orskov E.R. . 1983. Manipulation of rumen fluid pH and its influence on cellulolysis in sacco, dry matter degradation and the rumen microflora of sheep offered either hay or concentrate. Animal Feed Science and Technology. 10:1.
- Muñoz, F., Morciego F. y Preston T.R. 1970. La ceba comercial de toros con miel/urea, harina de pescado y forraje restringido en condiciones de cebadero. Rev. cubana Cienc. Agric. 4:99.
- Orskov, E.R. and McDonald, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agric. Sci., Camb. 92:499.
- Orskov, E.R. y Hovell F.D. 1978. Digestion ruminal del heno (medida a través de bolsas de dacrón) en el ganado alimentado con caña de azúcar o heno de pangola. Producción Animal Tropical 3:9.
- Paturau, J.M. 1969. By - Products of the cane sugar industry. Elsevier Publishing Company. Amsterdam, London, New York cap.10.
- Perón, N., O. Torres y A. Alern. 1974. Algunos aspectos sobre el flujo omasal en bovinos alimentados con forraje o con altos niveles de miel/urea. Rev. cubana Cienc. Agric. 8:249.
- Pradhan, K. and R.W. Hemken R.W. 1970. Utilization of ethanol and its effect on fatty acid patterns in ruminants. J. Dairy Sci. 53:1739.
- Prescott, S.C. y Dunn C.G. 1952. Microbiología industrial ed. Aguilar, S.A. México cap. v y x.
- Preston, T.R. y Leng R.R. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Consultores para el desarrollo rural integrado en el trópico (CONDRIT) Ltda. Cali Colombia cap.3.
- Preston, T.R. and Muñoz, F. 1971. The effect of giving increasing quantities of torula yeast protein to bulls fattened on a molasses based diet. Rev. cubana Cienc. Agric. 5:9.

- Preston, T.R. and Willis, M.B. 1970. A new look of molasses for livestock feeding. *Feedstuffs* 42:20.
- Ramírez, A. and Kowalczyk, J. 1971. Synthesis of microbial protein in young bulls fed a protein free diet based on molasses urea. *Rev. cubana Cienc. Agric.* 5:21.
- Reyes Ysabel. 1975. Composición de la digesta en el tracto gastrointestinal de bovinos con dietas de forraje y alto contenido de miel. 1. Utilización del forraje. *Rev. cubana Cienc. Agric.* 9:347.
- Rowe, J.B., Muñoz R. and Preston T.R. 1979a. The banana as a source of roughage for cattle fed molasses and urea. *Tropical Animal Production* 4:42.
- Rowe, J.B.; Milagros Bobadilla; A. Fernández; J.C. Encarnación y T.R. Preston. 1979b. Toxicidad de melaza en bovinos: Función ruminal y tasa de entrada de glucosa. *Producción Animal Tropical* 4:76.
- Rowe, J.B. y Preston T.R. 1978. El plátano como alimento para bovinos: crecimiento de animales alimentados con melaza/urea y diferentes proporciones de punta de plátano y caña de azúcar. *Producción Animal Tropical* 3:195.
- Salais, F.J.; Sutherland T.M. and Wilson A. 1977. Effect on animal performance of different sources of forage in diets based on molasses and urea. *Tropical Animal Production* 2:158.
- Sambrook, P.A. and Rowe J.B. 1982. Cottonseed meal as a source of N for rumen microorganisms in sheep given a molasses-based diet. *Tropical Animal Production* 7:26.
- Satter, L.D. y Roffler R.R. 1977. Requerimiento protéico y utilización de nitrógeno no protéico. *Producción Animal Tropical* 2:246.
- Sauer, F.D., Erfle J.D. and Fisher L.J. 1973. Propylene glycol and glicerol as a feed additive for lactating dairy cows: An evaluation of blood metabolite parameters. *Can. J. Anim. Sci.* 53:265.
- Shimada, A.S. 1983. Fundamentos de nutrición animal comparativa. 1ra. Ed. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México. México, D.F. cap.3-4.

- Silvestre, R., McLeod N.A. y Preston T.R. 1977. Engorde de ganado con miel/urea: Efecto de diferentes niveles de urea. *Producción Animal Tropical* 2:325.
- Sutherland, T.M., 1976. The overall metabolism of nitrogen in the rumen. *Reviews in Rural Science* II. Ed. T.M. Sutherland and R.A. Leng. University of New England. Australia
- Stangel, H.J. 1967. History of the use of urea in ruminant feeds.: M.H. Briggs (Ed). Urea as a protein supplement. pp 3-32 Pergamon Press. London.
- Tejada de Hernandez. I. 1983. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la alimentación animal. Patronado de Apoyo a la Investigación Pecuaria en México A.C. México. D.F.
- Ugarte, J. y Preston T.R. 1975. Harina de soya como suplemento protéico a novillos en ceba con dietas de miel/urea. *Rev. cubana Cienc. Agric.* 9:125.
- Valero, R. J. 1990. Sumario Estadístico. Comercio Exterior. Banco Nacional De Comercio Exterior, S.N.C. 40:582 México.
- Verdura, T. e Isabel Zamora. 1970. Necrosis cerebrocortical en cuba en ganado de carne alimentado con dietas basadas en niveles altos de miel. *Rev. cubana Cienc. Agric.* 4:215.
- Williams, P.E.V. 1990. La acción de los cultivos de levaduras en el rumen. *Biocnología en la industria de alimentación animal*. APLIGEN ed. por SETIC S.A. de C.V. México D.F. vol. 1 p.35-50.
- Yee Tong Wah, K.L. Hullman, B. and Preston, T.R. 1981. Effect of urea level on the performance of cattle on a molasses and restricted forage feeding system. *Tropical Animal Production* 6:60.

APENDICE

Cuadro A 1.1 Composición química de la melaza a 75% de materia seca (MS).

Azúcares totales.....	48-56%
De los cuales:	
Sacarosa.....	30-40%
Azúcares reductores.....	15-20%
Azúcares no fermentables.....	20-40%
Materia Orgánica No Azúcares.....	9-12%
Gomas solubles.....	4.0 %
Ácidos Orgánicos.....	3.0 %
Proteína.....	2.3 %
Cenizas.....	10-15%
De las cuales:	
Na.....	0.1-0.4%
Ka.....	1.5-5.0%
Ca.....	0.4-0.8%
Cl.....	0.7-3.0%
P.....	0.6-2.0%

Baker, 1975

Cuadro A 3.1 Peso de los animales (Kg)

animal	P E R I O D O S				
	I	II	III	IV	V
1	415	423	436	438	454
2	404	412	419	434	439
3	324	353	355	368	384
4	346	348	350	360	372
5	400	416	440	450	471

Cuadro A 3.2 Distribución de los animales en el diseño cuadrado latino 5 X 5.

		T R A T A M I E N T O S				
		M	LA	LG	AG	LAG
Período	I	1	2	3	4	5
Período	II	5	3	2	1	4
Período	III	3	5	4	2	1
Período	IV	2	4	1	5	3
Período	V	4	1	5	3	2

M.-melaza/urea; LA.-melaza/urea-levadura-alcohol; LG.-melaza/urea-levadura-glicerol; AG.-melaza/urea-alcohol-glicerol; LAG.-melaza/urea-levadura-alcohol-glicerol.

Cuadro A 4.1 CONSUMO DE ALIMENTO (PROMEDIO) Kg de
M.S./DIA/PERIODO.

	Animal No.	T ¹	P.V. ²	Alfalfa, sorgo Harinolina	melaza Kg	Total Kg
P1	1	M	415	4.15	3.49	7.64
	2	LA	404	4.04	3.90	7.94
	3	LG	324	3.24	3.85	7.12
	4	AG	346	3.46	2.46	5.92
	5	LAG	400	4.00	3.67	7.67
P2	1	AG	423	4.23	4.37	8.60
	2	LG	412	4.12	6.08	10.20
	3	LA	353	3.53	6.23	9.76
	4	LAG	348	3.48	1.68	5.16
	5	M	416	4.16	4.50	8.66
P3	1	LAG	436	4.36	3.75	8.11
	2	AG	419	4.19	5.85	10.09
	3	M	355	3.55	7.53	11.07
	4	LG	350	3.50	1.75	5.25
	5	LA	440	4.40	5.37	9.77
P4	1	LG	438	4.38	4.82	9.20
	2	M	434	4.34	5.91	10.25
	3	LAG	368	3.68	6.46	10.14
	4	LA	360	3.60	1.44	5.04
	5	AG	450	4.50	6.40	10.90
P5	1	LA	454	4.54	5.11	9.65
	2	LAG	439	4.39	5.73	10.12
	3	AG	384	3.84	6.11	9.95
	4	M	372	3.72	2.40	6.12
	5	LG	471	4.71	7.48	12.19

T=tratamiento, ²P.V.=peso vivo

Cuadro A 4.2 Promedios de los porcentajes de ácido acético en líquido ruminal a diferentes horas de novillos alimentados con dietas basadas en melaza / urea .

T R A T A M I E N T O S					
h	M	LA	LG	AG	LAG
0	66.754	70.834	65.218	67.974	69.718
	± 4.863	1.368	2.489	2.848	3.114
2	66.940	68.728	65.386	67.568	69.949
	± 2.809	2.542	2.592	2.444	1.539
4	62.914	69.627	65.752	68.108	69.782
	± 3.708	2.401	1.613	1.797	4.643
8	61.990	63.830	61.428	64.230	64.638
	± 3.628	2.721	4.127	1.951	2.409
12	57.518	62.592	57.870	62.156	61.742
	± 4.596	3.835	3.813	2.554	1.614
24	63.026	68.136	62.376	66.792	69.316
	± 4.342	3.187	3.140	3.748	1.161
36	60.268	60.706	56.900	57.598	66.302
	± 4.367	1.816	3.858	3.808	3.863
48	60.874	67.284	65.898	67.018	57.816
	± 4.009	2.523	2.337	3.079	2.151

Cuadro A 4.2 (cont.) Promedios de porcentajes de ácido propiónico.

T R A T A M I E N T O S					
h	M	LA	LG	AG	LAG
0	11.124	12.834	13.124	12.726	14.192
	± 2.132	1.300	2.907	1.646	0.780
2	17.002	18.228	18.818	17.960	18.600
	± 1.700	1.912	2.543	1.534	1.337
4	17.314	17.320	18.646	18.856	17.856
	± 2.031	0.712	2.124	1.766	2.091
8	16.352	17.462	18.318	18.088	19.294
	± 1.274	0.979	1.540	2.368	2.086
12	15.464	18.522	17.468	14.858	19.004
	± 1.517	1.908	1.243	2.163	1.664
24	12.482	15.376	14.918	12.630	16.382
	± 1.202	1.795	2.170	1.156	1.180
36	13.916	17.450	16.122	16.348	18.908
	± 0.784	1.416	0.717	1.533	1.236
48	13.550	15.498	14.034	12.742	16.594
	± 1.390	1.367	1.551	1.524	1.153

Cuadro A 4.2 (cont.) Promedios de porcentajes de ácido Butírico.

T R A T A M I E N T O S					
h	M	LA	LG	AG	LAG
0	22.108	16.316	21.642	19.290	16.076
	± 4.011	2.593	4.959	4.212	3.598
2	18.632	13.024	15.782	14.456	11.438
	± 5.503	3.170	4.357	3.661	1.378
4	15.140	13.032	15.588	13.020	12.346
	± 3.165	1.921	2.818	3.388	3.639
8	21.644	18.696	20.238	17.668	16.052
	± 4.435	2.862	5.378	3.219	3.322
12	27.004	18.886	24.646	22.048	19.236
	± 4.563	2.261	4.397	3.639	3.068
24	24.476	16.474	22.698	21.712	14.288
	± 4.822	3.250	4.716	5.363	2.213
36	26.758	21.632	26.960	26.040	14.776
	± 4.695	1.911	4.540	5.109	3.578
48	25.564	17.218	21.126	20.226	14.624
	± 4.431	3.270	4.193	4.493	2.095

Cuadro A 4.3 Ph del líquido ruminal medido durante 48 horas en novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea. (promedios)

HR.	TRATAMIENTOS				
	M	LA	LG	AG	LAG
0	6.83	6.87	6.96	7.07	6.98
±	0.16	0.15	0.06	0.13	0.12
2	6.58	6.49	6.41	6.41	6.66
±	0.06	0.06	0.10	0.05	0.04
4	6.36	6.45	6.32	6.42	6.58
±	0.11	0.11	0.19	0.11	0.12
8	6.33	6.35	6.30	6.39	6.35
±	0.11	0.15	0.15	0.05	0.07
12	6.39	6.43	6.35	6.55	6.37
±	0.19	0.11	0.15	0.04	0.16
24	6.85	6.83	6.89	7.02	6.99
±	0.15	0.15	0.16	0.09	0.08
36	6.21	6.40	6.50	6.58	6.46
±	0.31	0.16	0.11	0.08	0.14
48	6.83	6.89	6.92	7.05	6.84
±	0.16	0.17	0.13	0.11	0.17

Cuadro A 4.4. Ph del líquido ruminal medido durante un periodo de 48 horas en novillos sujetos a dietas basadas en melaza/urea.

H O R A S

P ¹	T ²	A ³	0	2	4	8	12	24	36	48
1	M	1	6.8	6.6	6.3	6.20	6.20	6.80	6.10	6.8
2	M	5	7.2	6.8	6.8	6.70	7.10	7.00	6.80	7.2
3	M	3	6.4	6.6	6.2	6.04	5.95	6.45	5.08	6.4
4	M	2	6.6	6.4	6.2	6.35	6.21	6.65	6.27	6.6
5	M	4	7.2	6.6	6.4	6.40	6.53	7.38	6.83	7.3
1	LA	2	6.4	6.3	6.1	5.90	5.99	6.49	5.90	6.3
2	LA	3	6.7	6.4	6.8	6.15	6.49	6.45	6.47	6.7
3	LA	5	7.1	6.6	6.5	6.80	6.60	6.89	6.60	7.0
4	LA	4	7.3	6.6	6.5	6.59	6.57	7.22	6.20	7.3
5	LA	1	6.9	6.6	6.4	6.35	6.50	7.11	6.85	7.2
1	LG	3	6.9	6.0	6.1	6.10	6.10	6.42	6.10	6.4
2	LG	2	7.2	6.5	6.9	6.78	6.70	7.30	6.70	7.2
3	LG	4	7.0	6.6	6.6	6.42	6.71	7.20	6.70	7.1
4	LG	1	6.9	6.5	5.8	5.89	5.92	6.73	6.35	6.9
5	LG	5	6.8	6.5	6.3	6.31	6.35	6.82	6.65	7.0
1	AG	4	7.1	6.7	6.4	6.27	6.60	7.15	6.70	7.3
2	AG	1	7.2	6.5	6.5	6.30	6.50	7.00	6.50	7.1
3	AG	2	6.8	6.7	6.5	6.41	6.46	6.96	6.75	6.7
4	AG	5	7.5	6.7	6.7	6.60	6.51	6.71	6.28	6.9
5	AG	3	6.9	6.4	6.0	6.37	6.70	7.30	6.70	7.3
1	LAG	5	7.1	6.7	6.9	6.50	6.09	6.79	6.80	6.8
2	LAG	4	7.3	6.7	6.8	6.46	6.97	7.28	6.85	7.2
3	LAG	1	6.8	6.5	6.2	6.20	6.11	6.92	6.20	7.0
4	LAG	3	7.1	6.7	6.5	6.15	6.20	6.95	6.20	6.9
5	LAG	2	6.6	6.8	6.5	6.47	6.50	7.05	6.28	7.0

1. periodo 3. animal
2. tratamiento

Cuadro A 4.5 VOLUMEN RUMINAL COMO PORCENTAJE DEL PESO VIVO (CrEDTA)

PERIODOS	TRATAMIENTOS				
	M	LA	LG	AG	LAG
I	13.24	13.10	10.46	13.67	13.67
II	17.43	12.49	11.85	14.14	14.81
III	14.33	17.37	15.76	11.46	14.07
IV	10.06	15.94	12.18	11.68	11.89
V	12.41	13.20	13.46	13.22	10.30

Cuadro A 4.6 VOLUMEN RUMINAL COMO PORCENTAJE DEL PESO VIVO
(VACIADO MANUAL)

PERIODOS	TRATAMIENTOS				
	M	LA	LG	AG	LAG
I	9.48	8.99	9.90	8.19	8.60
II	10.66	10.08	9.36	7.21	12.07
III	8.24	9.53	9.32	8.21	8.86
IV	8.18	8.44	8.26	9.87	8.66
V	8.61	8.51	9.14	9.38	7.06

Cuadro A 4.7 Tasa de dilución de líquidos en novillos con dietas basadas en melaza/urea %/h

	TRATAMIENTOS				
	M	LA	LG	AG	LAG
P1	0.079	0.085	0.119	0.086	0.078
P2	0.052	0.092	0.090	0.068	0.069
P3	0.116	0.066	0.071	0.082	0.072
P4	0.102	0.082	0.095	0.096	0.099
P5	0.082	0.084	0.081	0.091	0.095

Cuadro A 4.8. Tasa de flujo (l/hr) de líquido ruminal en novillos con dietas basadas en melaza/urea

	TRATAMIENTOS				
	M	LA	LG	AG	LAG
P1	4.37	4.50	4.03	3.71	4.27
P2	3.77	4.09	4.40	4.12	3.56
P3	5.94	5.03	4.20	3.93	4.47
P4	4.37	4.75	5.08	5.08	4.36
P5	3.82	5.04	5.15	4.62	4.30

Cuadro A 4.9. Tiempo de recambio de líquido ruminal en novillos alimentados con dietas basadas en melaza/urea (h).

	TRATAMIENTOS				
	M	LA	LG	AG	LAG
P1	12.56	11.75	8.40	11.54	12.78
P2	19.23	10.76	11.09	14.51	14.45
P3	8.56	15.15	13.96	12.19	13.71
P4	9.98	12.02	10.49	10.35	10.02
P5	12.07	11.87	12.30	10.97	10.51

Cuadro A 4.10 RECAMBIO DE LIQUIDO RUMINAL VOLUMENES/DIA

	TRATAMIENTOS				
	M	LA	LG	AG	LAG
P1	1.96	2.04	2.85	2.07	1.87
P2	1.24	2.23	2.16	1.65	1.66
P3	2.80	1.58	1.71	1.96	1.75
P4	2.40	1.99	2.28	2.31	2.39
P5	1.98	2.02	1.95	2.18	2.28

Cuadro A 4.11a. Tasas de degradación "in situ" de materia seca de heno de alfalfa medido durante 48 horas de incubación en novillos con dietas basadas en melaza/urea

T R A T A M I E N T O S						
Hr	M	LA	LG	AG	LAG	
P1	2	43.285	41.510	41.455	42.710	39.800
	4	43.430	40.030	39.530	43.460	39.945
	8	55.160	42.015	47.445	56.190	48.455
	12	59.855	49.965	56.890	58.675	50.905
	24	67.580	59.625	70.525	70.200	60.665
	36	72.030	69.140	72.880	71.030	71.870
	48	76.455	72.610	75.715	82.460	75.160
P2	2	43.570	44.095	45.480	46.960	47.64
	4	44.815	42.640	43.765	48.105	49.61
	8	51.710	48.405	50.010	57.985	60.56
	12	55.135	50.650	57.315	61.895	65.26
	24	69.895	68.605	67.850	74.000	75.22
	36	70.830	73.055	76.340	74.960	77.45
	48	76.880	75.730	77.105	78.650	78.42
P3	2	44.795	46.225	43.380	46.360	47.915
	4	46.985	46.805	48.570	47.020	51.475
	8	51.190	55.045	54.560	53.235	58.705
	12	55.655	59.220	59.220	60.425	67.655
	24	63.520	68.100	66.455	74.610	74.240
	36	70.840	70.865	75.520	76.920	75.355
	48	75.865	78.360	78.780	77.880	78.840
P4	2	40.610	42.175	44.610	39.565	41.660
	4	44.510	46.900	50.215	42.850	43.825
	8	52.275	57.765	59.645	51.055	49.240
	12	57.345	64.815	62.260	52.845	54.510
	24	61.315	75.930	70.295	62.785	62.790
	36	73.170	76.845	71.475	66.390	74.010
	48	73.895	76.720	75.860	73.065	77.060
P5	2	48.195	47.545	44.975	47.590	46.600
	4	52.030	50.055	50.150	53.760	47.130
	8	65.675	58.795	55.240	54.140	54.100
	12	69.315	69.300	59.835	61.240	62.740
	24	77.340	72.705	67.840	71.525	68.225
	36	78.830	74.890	71.030	74.360	72.430
	48	79.115	76.890	76.605	80.920	77.565

Cuadro A 4.11b. Valores para c; a; b y T1/2 de heno de alfalfa (MS).

P	T	A	c	a	b	t1/2
1	M	1	0.115	31.229	41.149	6.027
2	M	5	0.085	33.922	40.008	8.154
3	M	3	0.087	36.216	35.143	7.967
4	M	2	0.094	32.442	38.772	7.370
5	M	4	0.173	32.287	45.294	4.006
1	LA	2	0.091	28.713	38.732	7.617
2	LA	3	0.091	31.085	41.333	7.617
3	LA	5	0.099	36.308	36.904	7.001
4	LA	4	0.142	27.455	48.463	4.981
5	LA	1	0.173	31.702	42.288	4.006
1	LG	3	0.109	26.026	46.668	6.359
2	LG	2	0.111	30.848	42.163	6.244
3	LG	4	0.102	34.116	40.238	6.795
4	LG	1	0.133	34.942	37.598	5.211
5	LG	5	0.118	35.800	35.890	5.874
1	AG	4	0.089	32.736	43.894	7.788
2	AG	1	0.111	35.597	40.377	6.244
3	AG	2	0.122	31.815	43.393	5.681
4	AG	5	0.094	31.382	37.198	7.373
5	AG	3	0.106	38.363	37.064	6.539
1	LAG	5	0.084	29.083	41.976	8.251
2	LAG	4	0.145	33.353	42.723	4.780
3	LAG	1	0.150	34.313	41.065	4.620
4	LAG	3	0.095	30.596	41.517	7.296
5	LAG	2	0.124	34.187	38.288	5.589

c tasa de fermentación por acción fermentativa
a valor de digestibilidad al final del periodo de latencia
b material insoluble potencialmente degradable
T1/2 tiempo medio de incubación

Cuadro A 4.12a. Tasas de degradación "in situ" de la proteína cruda del heno de alfalfa medida durante 48 horas de incubación en novillos con dietas basadas en melaza/urea.

T R A T A M I E N T O S						
	HR	M	LA	LG	AG	LAG
P1	2	53.73	54.99	54.70	51.80	52.27
	4	57.89	55.05	56.56	54.65	54.27
	8	68.57	57.43	60.31	68.02	60.63
	12	75.37	61.91	67.40	72.65	62.97
	24	86.73	74.97	88.84	84.61	79.20
	36	88.35	84.97	89.48	87.31	88.49
	48	93.48	91.73	92.09	94.24	91.01
P2	2	48.64	46.64	47.10	52.88	45.23
	4	50.92	54.49	54.77	56.16	56.81
	8	59.10	55.53	59.19	64.27	69.89
	12	63.97	56.63	67.59	75.23	78.20
	24	87.13	84.71	83.66	88.30	91.78
	36	88.56	89.97	92.33	92.26	92.54
	48	92.07	91.43	92.66	93.66	93.51
P3	2	47.42	48.66	43.56	48.37	49.79
	4	48.87	50.06	47.36	49.29	52.93
	8	56.32	61.57	60.27	58.56	64.32
	12	58.81	65.64	62.10	63.92	78.40
	24	73.30	80.08	84.35	88.99	88.75
	36	84.49	82.51	88.67	89.25	89.92
	48	90.23	90.62	91.17	92.35	90.51
P4	2	42.68	47.14	49.14	46.02	44.88
	4	48.02	51.67	59.32	52.68	47.32
	8	53.97	63.19	68.38	58.46	51.36
	12	63.52	73.95	68.00	60.57	54.54
	24	74.32	88.51	77.46	62.02	71.69
	36	85.32	90.91	81.76	79.30	88.77
	48	87.01	92.05	89.68	88.35	91.84
P5	2	52.32	53.01	48.24	55.46	49.81
	4	52.70	55.59	57.17	55.01	50.73
	8	73.34	60.61	61.97	55.04	58.18
	12	80.66	87.10	78.39	60.93	80.32
	24	88.80	88.10	79.10	84.14	80.89
	36	91.90	89.86	86.24	86.11	82.93
	48	92.25	91.66	89.87	90.91	91.85

Cuadro A 4.12b. Valores para c; a; b y T1/2 de heno de alfalfa (PC)

P	T	A	c	a	b	t1/2
1	M	1	0.12813	39.281	49.879	5.40
2	M	5	0.09226	34.080	55.822	7.512
3	M	3	0.07972	35.132	49.867	8.694
4	M	2	0.09574	30.033	53.608	7.239
5	M	4	0.17193	29.140	60.853	4.031
1	LA	2	0.08473	42.083	42.587	8.180
2	LA	3	0.07824	34.857	55.368	8.859
3	LA	5	0.09410	36.419	49.366	7.366
4	LA	4	0.13390	28.111	61.433	5.176
5	LA	1	0.23680	21.551	64.928	2.920
1	LG	3	0.10630	39.195	49.733	6.520
2	LG	2	0.10580	32.937	56.531	6.551
3	LG	4	0.08840	30.404	59.539	7.841
4	LG	1	0.10710	42.326	41.686	6.471
5	LG	5	0.15820	31.703	52.832	4.381
1	AG	4	0.11920	37.409	51.388	5.814
2	AG	1	0.13080	35.196	55.014	5.299
3	AG	2	0.09402	32.316	58.263	7.372
4	AG	5	0.08460	38.598	40.495	8.193
5	AG	3	0.09050	40.065	46.222	7.659
1	LAG	5	0.09520	38.993	47.349	7.280
2	LAG	4	0.15030	27.013	64.944	4.611
3	LAG	1	0.16710	26.923	60.927	4.148
4	LAG	3	0.07173	31.177	56.490	9.663
5	LAG	2	0.16060	28.242	56.014	4.31

c tasa de fermentación por acción fermentativa

a valor de digestibilidad al final del periodo de latencia

b material insoluble potencialmente degradable

T1/2 tiempo medio de incubación

Cuadro A 4.13a. Tasas de degradación "in situ" de la materia orgánica heno de alfalfa medido durante 48 horas de incubación en novillos con dietas basadas en melaza/urea.

T R A T A M I E N T O S					
	M	LA	LG	AG	LAG
P1	38.38	35.42	36.18	38.17	35.42
	39.62	35.84	36.25	39.09	36.41
	45.62	36.42	42.82	52.59	44.13
	57.33	45.16	53.70	54.88	46.38
	64.96	56.08	67.85	67.37	57.03
	69.26	65.74	70.32	68.41	69.33
	73.96	69.71	73.23	80.54	73.03
P2	40.79	37.45	40.90	43.33	44.48
	43.12	38.87	42.53	44.09	45.02
	47.44	44.27	46.01	54.39	57.03
	51.00	46.68	53.89	58.18	62.22
	66.84	65.55	64.97	69.91	75.67
	68.01	70.73	74.06	72.87	76.49
	74.00	73.93	75.30	77.06	76.89
P3	41.82	43.20	39.38	42.88	44.30
	43.62	43.29	44.38	44.87	48.15
	47.12	51.36	50.88	49.75	55.35
	54.06	55.98	56.45	57.42	65.15
	60.68	65.58	63.74	72.99	73.31
	68.57	68.85	73.49	74.32	73.57
	73.99	76.85	78.16	76.01	75.89
P4	36.65	38.45	41.02	34.90	37.91
	40.58	42.67	46.66	37.30	39.34
	49.08	54.22	56.33	47.49	45.19
	53.21	62.07	59.15	48.69	51.27
	58.02	73.84	67.98	59.74	59.86
	71.38	74.76	69.13	63.90	72.81
	71.91	74.92	74.11	70.86	75.97
P5	44.88	44.26	41.51	43.78	43.72
	48.01	45.91	45.85	49.90	42.97
	62.93	56.03	51.78	50.99	50.82
	67.07	66.50	58.08	58.51	66.26
	75.85	73.99	63.86	68.87	67.69
	77.10	74.74	68.67	72.36	70.33
	77.14	74.74	74.70	79.28	80.85

Cuadro A 4.13b. Valores para c; a; b y T1/2 de heno de alfalfa (MO)

P	T	A	c	a	b	t1/2
1	M	1	0.107793	25.497	44.383	6.43
2	M	5	0.088406	30.765	39.559	7.840
3	M	3	0.093853	31.933	36.655	7.385
4	M	2	0.103003	26.789	41.316	6.729
5	M	4	0.169599	27.949	47.900	4.086
1	LA	2	0.078525	23.664	41.978	8.820
2	LA	3	0.079372	26.046	45.655	8.732
3	LA	5	0.095655	32.627	38.698	7.246
4	LA	4	0.146494	21.829	51.768	4.731
5	LA	1	0.182768	24.963	47.816	3.792
1	LG	3	0.104898	21.178	49.323	6.607
2	LG	2	0.097840	28.332	43.324	7.084
3	LG	4	0.099478	29.283	43.556	6.967
4	LG	1	0.123640	31.591	39.078	5.606
5	LG	5	0.115330	31.802	37.531	6.010
1	AG	4	0.089228	27.543	46.698	7.768
2	AG	1	0.111128	31.086	42.211	6.237
3	AG	2	0.116049	28.903	44.483	5.972
4	AG	5	0.089406	26.082	40.404	7.752
5	AG	3	0.102930	34.150	39.474	6.734
1	LAG	5	0.078524	24.876	44.064	8.827
2	LAG	4	0.137544	28.664	46.559	5.039
3	LAG	1	0.159010	28.902	44.134	4.359
4	LAG	3	0.089244	25.978	44.958	7.766
5	LAG	2	0.137540	27.507	45.171	5.03

T tasa de fermentación por acción fermentativa
a valor de digestibilidad al final del período de latencia
b material insoluble potencialmente degradable
T1/2 tiempo medio de incubación