

126
2er

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Faultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia



DIGESTIBILIDAD Y PATRONES DE FERMENTACION RUMINAL EN OVINOS PELIBUEY ALIMENTADOS CON DIETAS BASADAS EN MELAZA Y MEDULA DE CAÑA AMONIATIZADA Y SIN AMONIATIZAR.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA
P R E S E N T A :
GUILERMO LUNA ALANIS

Asesores: M.V.Z. M. Sc. Fernando Pérez-Gil Romo
M.V.Z. M. C. Eliseo Alcántara Sánchez
I.B.I. Araceli Aguilera Barroyro





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.

C O N T E N I D O

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
I .-INTRODUCCION.....	2
II .-MATERIAL Y METODOS.....	12
III.-RESULTADOS.....	18
IV .-CUADROS.....	23
V .-DISCUSION.....	36
VI .-LITERATURA CITADA.....	40

INDICE DE CUADROS.

I. PRODUCCION EN TONELADAS DE BAGAZO Y SU DESTINO...	3
II. CONDICIONES OPTIMAS DEL TRATAMIENTO DE LA MEDULA DE CAÑA DE AZUCAR CON AMONIACO ANHIDRO.....	9
III. PRODUCCION EN TONELADAS DE MELAZA A 85 °BRIX Y SU UTILIZACION.....	10
IV. COMPOSICION DE LAS RACIONES (% EN BASE SECA).....	14
V. DISTRIBUCION AL AZAR DE LAS DIETAS A LOS ANIMALES DURANTE LOS 4 PERIODOS DE ESTUDIO.....	15
VI. ANALISIS DE VARIANZA DE UN DISEÑO DE CUADRADO LATINO 4 X 4.....	17
VII. ANALISIS QUIMICO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES (% EN BASE SECA).....	23
VIII. CONSUMO DE MATERIA SECA.....	24
IX. COMPOSICION DE HECEs DE OVINOS ALIMENTADOS CON LAS DIETAS EXPERIMENTALES (% EN BASE SECA).....	25
X. DIGESTIBILIDAD APARENTE <u>IN VIVO</u> DE DIETAS OPRECIDAS A BORREGOS PELIBUEY (%).....	26
XI. CINETICA DE DESAPARICION DE MATERIA SECA EN RUMEN (%).....	27
XII. CINETICA DE DESAPARICION DEL CONTENIDO CELULAR EN RUMEN (%).....	28
XIII. CINETICA DE DESAPARICION DE PAREDES CELULARES EN RUMEN (%).....	29
XIV. CINETICA DE pH EN LIQUIDO RUMINAL.....	30
XV. CONCENTRACION DE AGV's: ACETICO (g/l).....	31
XVI. CONCENTRACION DE AGV's: PROPIONICO (g/l).....	32
XVII. CONCENTRACION DE AGV's: BUTIRICO (g/l).....	33
XVIII. CONCENTRACION DE AGV's: TOTALES (g/l).....	34
XIX. CONCENTRACION DE N-NH ₃ RUMINAL (mg/100g).....	35

RESUMEN.

LUNA ALANIS, GUILLERMO. Digestibilidad y patrones de fermentación ruminal en ovinos pelibuey alimentados con dietas basadas en melaza y médula de caña amoniatazada y sin amoniatar (bajo la dirección de: Fernando Pérez-Gil Romo, Eliseo Alcántara Sánchez y Araceli Aguilera Barreyro).

El objetivo de esta investigación fue elaborar un alimento completo a base de subproductos agroindustriales y médula de caña amoniatazada, por lo que se investigó el efecto de la inclusión de 2 niveles (11.2 % y 32.5 %) de médula de caña amoniatazada y sin amoniatar sobre la digestibilidad, el consumo voluntario y patrones de fermentación ruminal en borregos Pelibuey alimentados con estas raciones. La médula de caña fue tratada con 3% de NH_3 anhidro en base a materia seca, empleando el método Noruego y permaneciendo bajo reacción de 1 mes y con un 30% de humedad. Se elaboraron 4 dietas experimentales en base a dos niveles de médula de caña amoniatazada y sin amoniatar, complementadas con otros subproductos agroindustriales. A cada una de las dietas se les practicó el análisis químico proximal, determinación de fracciones de fibra y calorimetría. Las dietas fueron probadas en 4 borregos Pelibuey con fístula ruminal permanente. Los animales recibieron las dietas durante 4 períodos de 21 días cada uno, de los cuales, los primeros 14 días fueron de adaptación; del día 15 al 21 se colectaron las heces con el fin de calcular la digestibilidad aparente in vivo de materia seca, fibra cruda, proteína cruda, extracto etéreo, energía y extracto libre nitrogenado de cada una de las dietas. Para que todos los animales recibieran las 4 dietas, éstas fueron distribuidas al azar y cambiadas después de cada período. En el día 21 de cada período se determinó la digestibilidad in situ a las 3, 6, 9, 12, 24 y 36 h; al mismo tiempo, se realizó el muestreo de líquido ruminal, al cual se le determinó concentración de AGV's, amoniaco y pH. Las dietas con médula de caña amoniatazada y sin amoniatar no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) en ninguna de las determinaciones realizadas. Por otro lado, se observó que el mejor nivel de inclusión de médula de caña amoniatazada fue el de 11.2 %. Concluyéndose que la médula de caña responde poco a la amoniatazación.

I.- INTRODUCCION:

En México y en muchos otros países, los esquilmos agrícolas ó residuos de cosecha y los subproductos agroindustriales, son materiales que por su disponibilidad representan un gran potencial como alimento para el ganado, tal es el caso de los subproductos de la industria azucarera.

Al residuo de la molienda de la caña de azúcar se le llama bagazo, el cual es una fibra leñosa que se obtiene de los molinos. El bagazo corriente contiene dos fracciones; una porción exterior llamada corteza y una parte interior mas fina llamada médula. En los Ingenios se producen millones de toneladas de bagazo, pero se quema en una importante proporción; así pues, no se aprovecha plenamente esta fuente potencial de alimento animal. El bagazo per se, es un pienso de escasa calidad, debido principalmente a su elevado porcentaje de lignocelulosa (33). Se ha calculado que la cantidad de bagazo que se produce, equivale a la cuarta parte de toda la caña que se procesa (2).

México cuenta con 69 ingenios azucareros, de los cuales 52 son administrados por el sector público, 15 por el privado y 2 en cooperativa, produciendo en su totalidad la cantidad de 12 059 557 toneladas de bagazo (5).

El bagazo y la médula se caracterizan por ser ricos en fibra cruda, en especial celulosa y lignina y pobres en nitrógeno, por consiguiente su potencial para la producción animal es bajo (35).

La producción de bagazo y su destino se presentan en el cuadro I.

CUADRO I

PRODUCCION EN TONELADAS DE BAGAZO Y SU DESTINO

Toneladas	%	Destino
10 430 614	86.49	combustible en el ingenio
1 210 901	10.04	fabricación de papel
102 232	0.85	fabricación de tablas duras
17 839	0.15	alimento para el ganado
297 971	2.47	otros
12 059 557	Total	

Azúcar, S.A. (1985)

Esta situación se relaciona estrechamente con la lignificación de los componentes de la pared celular y la presencia de otra substancia indigestible (sílice) unida a los hidratos de carbono digestibles (37).

I.1.- Factores intrínsecos de la planta que limitan la digestibilidad de los forrajes:

En el área de Nutrición Animal, se han realizado un buen número de trabajos para determinar el efecto que tiene la lignina sobre la digestibilidad de la pared celular en ruminantes; en estos trabajos se ha llegado a la conclusión de que la lignina impide la digestión de otros polisacáridos presentes en la pared celular, con lo cual disminuye el aprovechamiento de la energía potencial que existe en gran número de forrajes, entre los que se incluyen el bagazo y la médula de caña (8,13,34,42).

Se ha postulado que la digestibilidad de estos esquilmos es muy baja, debido a la formación de enlaces físicos y/o químicos entre la lignina y los hidratos de carbono es-

tructurales como la celulosa y las hemicelulosas, por lo que si este enlace pudiera romperse, los glúcidos que antes estaban cubiertos por la lignina quedarían accesibles a la acción enzimática de los microorganismos del rumen, incrementándose de esta manera la digestibilidad del esquilmo (1).

La lignina no es un hidrato de carbono, sino que es un pequeño polímero amorfo altamente insoluble, formado por unidades fenil propano. Debido a su constitución tan compleja se describe como una de las entidades mas enigmáticas de la fibra cruda (21).

Otro elemento que disminuye la digestibilidad de los forrajes es el sílice, el cual se deposita en la pared celular junto a la celulosa; sin embargo, el efecto quizás mas importante de la presencia de la lignina y sílice en los forrajes toscos tales como el bagazo y la médula de caña de azúcar, es el que causan un bajo consumo voluntario de estos productos (42,43), razón por la cual los animales no pueden cubrir sus necesidades.

Entre los mecanismos relacionados con la baja digestibilidad de los forrajes con escaso valor nutritivo se encuentran los siguientes (37):

- a) La enzima celulasa es inhibida por un polifenólico soluble.
- b) La celulasa es inhibida por la presencia de cadenas covalentes que existen entre la lignina, sílice y/o hemicelulosa.
- c) Todo organismo que produce ligninasa es anaerobio y está ligado a un anillo aromático. La unión ocurre estrictamente bajo condiciones anaerobias.

- d) Las regiones cristalinas que tienen las moléculas de celulosa están alineadas muy juntas unas con otras, haciendo mas difícil la penetración de las enzimas, y por lo tanto, la digestión es mas lenta (31).

I.2.- Métodos para incrementar la digestibilidad de los forrajes toscos:

Estos mecanismos pueden ser modificados mediante la utilización de compuestos químicos que adicionados a forrajes de pobre calidad aumentan los índices de digestibilidad de la materia seca (37).

Materiales lignocelulósicos tales como pajas, maderas duras y bagazo pueden ser tratados física y/o químicamente. Si la lignina es eliminada ó desarticulada, la energía digestible de la materia orgánica para los rumiantes mejora considerablemente (16).

En estudios realizados con anterioridad, se indica que tanto la digestibilidad como el consumo voluntario y la disponibilidad del contenido de nutrimentos del bagazo pueden modificarse favorablemente mediante tratamientos físicos y/o químicos (18).

Dentro de los tratamientos físicos mas comunmente empleados se encuentran: el picado, el molido, y empastillado; en general, estos tratamientos aumentan el consumo voluntario y en cierto modo su digestibilidad, ya que aumenta la superficie de contacto para las bacterias celulolíticas del rumen (1).

Si bien es cierto que para los tratamientos químicos, el hidróxido de sodio es el producto que se ha empleado con

mayor frecuencia, también existen otros compuestos como son: el hidróxido de amonio, amoniaco anhídrido, hidróxido de calcio e hidróxido de potasio (1).

En el caso de los materiales lignocelulósicos tratados químicamente, el aporte de energía y la velocidad con que ésta se hace disponible, aumentan significativamente (27).

Observaciones realizadas sobre el efecto de los álcalis en la pared celular, han mostrado que tienen la capacidad de romper por saponificación los enlaces poliméricos esterificados, reduciendo de esta manera el número de enlaces entre las cadenas de celulosa y otras unidades polimerizadas (41). De los productos químicos empleados, el del hidróxido de sodio es el mas efectivo, particularmente bajo condiciones de temperatura y presión ambiental. El nivel óptimo de hidróxido de sodio es de 8 g/100 g de paja (en base a M.S.), el calor y la presión pueden ser usados para reducir los niveles químicos y minimizar el stress fisiológico causado por él, en animales que consumen grandes cantidades de alimento tratado con sosa (16).

El efecto del hidróxido de sodio sobre los glúcidos estructurales favorece una mayor utilización por parte de los microorganismos del rumen de esta fracción y como consecuencia se eleva el nivel de productos finales derivados de la fermentación ruminal del sustrato (27).

En el laboratorio se ha comprobado, al comparar soluciones de hidróxido de amonio e hidróxido de sodio, que el primero tiene menor eficacia para incrementar la digestibilidad de la celulosa (16).

Tarkow y Feist (41), reportaron que a temperatura ambiente el tiempo que requiere el amonio para reaccionar es mayor que para el hidróxido de sodio, aunque después de 10 h no hubo diferencia y el contenido de nitrógeno aumentó en la muestra tratada con NH_3OH .

En el empleo de hidróxido de amonio para tratar forrajes, se recomienda que antes de suministrar el forraje tratado, éste sea aireado para eliminar el amoniaco que no reaccionó (48).

Asimismo, los tratamientos con productos alcalinos producen cambios físicos en la estructura de los productos lignocelulósicos; especialmente una hidratación de las fibras y un aumento en su capacidad de retención de agua. Estos cambios aumentan la accesibilidad de la celulosa al ataque enzimático, proveen de un mejor medio para la difusión de las enzimas, mejoran las condiciones para una mayor interacción enzima-sustrato y aumentan la superficie interna de las fibras (40,41).

Se ha demostrado que el aumento de la ingestión de materia seca, de la digestibilidad in vivo e in vitro, y de la fijación de nitrógeno son consecuencia del tratamiento amoniacal (1,15,25,37).

Se ha informado que la fijación de nitrógeno es superior en los productos con un mayor contenido original de nitrógeno que en las pajas con un bajo contenido (10,15).

Datos obtenidos indican que los microorganismos del rumen son capaces de aprovechar el amoniaco para la síntesis de proteína microbiana (3).

El hidróxido de amonio rompe el interior de la cutícula y separa el fondo contiguo de células parenquimatosas, pero no tiene efecto sobre tejido vascular, cutícula externa, ni epidermis (20).

Con respecto a la utilización de estos productos químicos, cabe mencionar que con el uso del hidróxido de sodio se han obtenido muy buenos resultados en el incremento de la digestibilidad; sin embargo, éste presenta algunos inconvenientes en comparación con el amoniaco como son los siguientes: el hidróxido de sodio es caro y presenta problemas tanto de abastecimiento como de control en el proceso, además los animales ingieren más agua para eliminar el exceso de sodio consumido el cual se excreta por orina y esto presenta un serio inconveniente sobre todo en épocas de sequía. Asimismo, existen tres anormalidades fisiológicas muy frecuentes en animales alimentados con forrajes tratados a base de hidróxido de sodio, éstas son: orina alcalina, diuresis osmótica y hemoglobinuria (37). Por el contrario, el amoniaco ofrece las siguientes ventajas: es uno de los productos petroquímicos que el país produce en grandes cantidades e inclusive exporta; cualquier residuo en el material tratado se elimina fácilmente por evaporación, su presencia no afecta su inclusión como elemento en las formulaciones de alimentos balanceados para el ganado (18).

Etienne et al (18), realizaron un trabajo para incrementar la digestibilidad de la médula de caña de azúcar aplicando una serie de tratamientos a la médula de bagazo de caña, a base de soluciones de hidróxido de amonio y amoniaco anhídrido. Ambos tratamientos fueron efectuados a bajas concen

traciones de amoniaco, bajo condiciones controladas de humedad, temperatura y tiempo de reacción. En el desarrollo de este tratamiento, el material fue almacenado en bolsas de polietileno después de adicionar el agente químico durante un tiempo de reacción determinado. El exceso de hidróxido de amonio ó de amoniaco gas se eliminó y las muestras fueron aireadas para su evaporación total, el producto presentó un notable cambio de coloración que va de amarillo verdoso a café y estuvo exento de olor amoniacal. Las condiciones óptimas del tratamiento a base de amoniaco determinadas a nivel de laboratorio se presentan en el cuadro II.

CUADRO II

CONDICIONES OPTIMAS DEL TRATAMIENTO DE LA MEDULA DE CAÑA DE AZÚCAR CON AMONIACO ANHIDRO.

a) Concentración de amoniaco	3	%
b) Humedad	30	%
c) Temperatura	35	°C
d) Tiempo de reacción	2	semanas

Estas condiciones produjeron una digestibilidad in vitro de la médula de bagazo de caña, cercana al 50%.

I.3.- Importancia de la melaza de caña en la elaboración de dietas para rumiantes.

En nuestro país existe una producción anual de melaza que asciende a 870 951 toneladas. La utilización y el % que ocupa en alimentación animal, se explica en el cuadro III.

La melaza de caña es un subproducto de la industrialización de la caña de azúcar que se ha venido utilizando con buenos resultados en la alimentación de los rumiantes.

CUADRO III

PRODUCCION DE MELAZA A 85 °BRIX Y SU UTILIZACION

Toneladas	%	Utilización
700 905	80.48	como alimento para el ganado
59 320	6.81	elaboración de bebidas alcohólicas
110 726	12.71	otros
<u>870 951</u>	Total	

Azúcar, S.A. 1985 (5).

En algunos experimentos que se han llevado a cabo con melaza, los autores consideran que cuando la ración es bien manejada tiene el 85% del valor energético del maíz y otros granos (31). Otro experimento realizado, demostró que niveles del 15%, 22.5% y 30% de melaza en raciones con cantidades iguales del total de nutrimentos digestibles (TND), tuvieron la misma eficiencia de utilización en borregos (47).

El porcentaje de melaza óptimo en la dieta para que haya mayor actividad celulolítica es del 25% (9).

González (19), en un trabajo realizado con niveles de 10, 20, 30 y 40 % de melaza en la dieta, demostró que la mejor ganancia de peso la logró con el 20% de melaza en la dieta. Por otro lado, con niveles de melaza por encima del 20 % la conversión alimenticia tendió a aumentar (por ej. con el 30% de melaza en la dieta, hubo una conversión alimenticia de 17.97 Kg y con el 40% de melaza fue de 20.46 Kg).

El ingenio Emiliano Zapata en Zacatepec, Morelos, aprovecha los subproductos de la industria azucarera (melaza y médula ó bagacillo, este último subproducto se obtiene después de retirar las fibras largas para la industria papele-

ra) en la elaboración de una mezcla de médula y melaza, en donde básicamente el bagacillo se usa como vehículo de la melaza. Para la fabricación de este alimento, el ingenio cuenta con una planta productora de forrajes. Al producto terminado se le llama Zacamel y está compuesto por 70% de melaza y 30 % de médula de caña.

OBJETIVO:

En este trabajo se buscó elaborar un alimento completo a base de subproductos agroindustriales y médula de caña amoniatazada, por lo que se investigó el efecto de la inclusión de dos niveles de médula de caña amoniatazada y sin amoniatazizar sobre la digestibilidad, el consumo voluntario y patrones de fermentación ruminal, en borregos Pelibuey alimentados con estas dietas.

II.- MATERIAL Y METODOS.

Este experimento se realizó en el Departamento de Nutrición Animal de la División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, del Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán".

II.1.- MATERIAL.

II.1.1.- EQUIPO.

- Estufa de secado.
- Potenciómetro Beckman Zeromatic II.
- Balanza Analítica "Sartorius".
- Termobalanza Ultra "X".
- Aparato de reflujo para determinar fibra cruda LAB CON CO.
- Extractor de grasa LAB CON CO.
- Aparato de digestión y destilación LAB CON CO.
- Mufla Dubuque IV Type Furnace.
- Cromatógrafo de gases marca Varian Aerograph.
- Crisoles Gooch de porocidad media de 40 mm de diámetro con capacidad de 50 ml.
- Báscula con capacidad de 100 Kg.
- Bolsas de dacrón
- Bolsas de polietileno.
- 4 jaulas metabólicas individuales de acero inoxidable, con comedero del mismo material y bebedero móvil de plástico de 4 litros de capacidad.

II.1.2.- ALIMENTOS.

Se utilizaron: médula de caña amoniatazada, - médula sin amoniatar, melaza, pollinaza, cebada maltera, sorgo, cebadilla (cebada maltera que debido a su tamaño tan pequeño no se utiliza en la elaboración de la malta), raici-

lla de malta (son las raíces de los germinados de la malta), urea y minerales. Estos subproductos se obtuvieron de la planta de forrajes del Ingenio "Emiliano Zapata" ubicada en Zacatepec, Morelos.

II.1.3.- ANIMALES.

Se emplearon cuatro borregos machos enteros de la raza "Tabasco" ó Pelibuey de 1 1/2 años de edad, con un peso promedio de 35 Kg, con fístula ruminal permanente, desparasitados externa e internamente.

II.1.4.- DISEÑO EXPERIMENTAL.

II.1.4.1.- Cuadrado latino 4 X 4.

II.1.4.2.- Pruebas estadísticas aplicadas:

- Análisis de Varianza y Prueba de Rango múltiple de Tukey (7,29,30,39).

METODOLOGIA:

Para tratar a la médula de caña, ésta fue introducida - en bolsas de plástico con capacidad de 400 Kg, posteriormente se inyectó el amoniaco anhidro hasta conseguir una relación en base seca de 97 de médula y 3 de amoniaco. Las condiciones de humedad, temperatura y tiempo de tratamiento fueron las siguientes: a) humedad: 30%, b) temperatura ambiente, c) tiempo de reacción: 1 mes.

Se desarrollaron cuatro dietas, en base a dos niveles de médula de caña amoniatazada y sin amoniatazizar, complementadas con otros subproductos (cuadro IV).

CUADRO IV.

COMPOSICION DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES.

Ingredientes	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
	(% en base seca)			
Médula amoniatazada		11.20		32.50
Médula sin amoniatazizar	11.20		32.50	
Melaza	26.10	26.10	26.10	26.10
Pollinaza	24.80	24.80	18.00	18.00
Raicilla	20.70	20.70	11.00	11.00
Cebadilla	5.20	5.20	2.00	2.00
Cebada maltera	5.20	5.20	2.00	2.00
Sorgo	6.20	6.20	6.00	6.00
Urea			1.80	1.80
Minerales	0.60	0.60	0.60	0.60

Los componentes de cada dieta, se revolviéron manualmente, hasta formar una mezcla homogénea, posteriormente se colocaron en bolsas de polietileno con capacidad de 10 Kg su almacenamiento.

A cada una de las dietas se les practicó por duplicado los siguientes análisis:

- Químico proximal, siguiendo la metodología propuesta por la A.O.A.C. (4).
- Determinación de fracciones de fibra cruda, según el método de Van Soest (44,45).
- Calorimetría, por medio de la bomba calorimétrica "Parr" de oxígeno (38).

Las dietas y los animales fueron distribuidos en un cuadrado latino (4 X 4). La prueba consistió de 4 períodos de 21 días cada uno, de los cuales los primeros 14 días fueron de adaptación; del día 15 al 21, se colectaron las heces con el fin de calcular la digestibilidad aparente in vivo de materia seca, fibra cruda, proteína cruda, extracto etéreo, energía y extracto libre nitrogenado de cada una de las dietas.

Para que todos los animales recibieran las 4 dietas, éstas fueron distribuidas al azar y cambiadas después de cada período, como se muestra en el cuadro V.

CUADRO V

DISTRIBUCION AL AZAR DE LAS DIETAS A LOS ANIMALES DURANTE LOS 4 PERIODOS DE ESTUDIO.

Período	ANIMALES (IDENTIFICACION)			
	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4
1o	Dieta 1	Dieta 3	Dieta 2	Dieta 4
2o	Dieta 4	Dieta 1	Dieta 3	Dieta 2
3o	Dieta 2	Dieta 4	Dieta 1	Dieta 3
4o	Dieta 3	Dieta 2	Dieta 4	Dieta 1

En el día 21 de cada período se colocaron 6 bolsitas - de dacrón en el rumen de cada borrego con 3 g de muestra seca, molida y pasada por una malla del número 20, para determinar la desaparición de materia seca en el rumen, utilizando el método de la digestibilidad in situ, propuesta por Mehres y Ørskov (28). Las bolsas a emplear fueron de tela de dacrón, con las siguientes medidas: 12 cm de largo por 5 cm de ancho.

Al extraer las bolsitas del rumen, se tomaron 100 ml de líquido ruminal para determinar:

- Concentración de ácidos grasos volátiles (acético, propiónico, butírico y totales), por cromatografía de gases (17).
- Amoniaco, por destilación (4).
- pH, por potenciometría (6).

Un diseño de un cuadrado latino 4 x 4 (4 animales y 4 períodos) fue utilizado para este estudio. Los resultados obtenidos en cuanto a digestibilidad in situ de la materia seca y de las paredes celulares, así como las concentraciones de AGV's, NH_3 y pH del líquido ruminal obtenidos a las 3, 6, 9, 12, 24 y 36 h fueron sometidos a un análisis de varianza y la comparación de las medias fue por la prueba de rango múltiple de Tukey. El nivel de confiabilidad que se empleó fue del 95% ($P \leq 0.05$) (7).

Las fuentes de variación y los grados de libertad para el análisis de varianza, se presentan en el cuadro VI.

El diseño de cuadrado latino 4 x 4, se eligió porque cuando la variabilidad entre individuos es grande, ésta se puede eliminar del error experimental al usar un período de

estudio de cada animal como una unidad experimental (30).

CUADRO VI

ANALISIS DE VARIANZA DE UN DISEÑO DE CUADRADO LATINO 4 X 4

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	16-1= 15
Tratamientos	4-1= 3
Período	4-1= 3
Animal	4-1= 3
Error	15-9= 6

La reducción del error experimental se consigue al hacer que los sujetos funcionen como bloques y asignar los tratamientos al azar a diversos períodos dentro de cada animal, por lo que cada unidad experimental (borrego) funciona como su propio testigo. En este uso se supone que los tratamientos en un período no tienen efectos residuales ó acarreados en el período siguiente (29).

Para eliminar los efectos entre cada aplicación de tratamientos, se estableció el interperíodo de acostumbramiento de 14 días de duración. En estos estudios el error experimental es la variación entre período de estudio dentro de cada animal.

El modelo estadístico empleado fue el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + B_j + T_k + E_{(ijk)}$$

Observaciones en período i, borrego j, tratamiento k.

media general efecto período i efecto borrego j efecto de tratamiento k error aleatorio

III.- RESULTADOS:

Los resultados del análisis químico de las dietas experimentales se presentan en el cuadro VII, siendo los porcentajes muy similares entre las cuatro dietas; el resultado que mostró más variación fue el T.N.D., ya que en las dietas conteniendo menor cantidad de médula de caña presentaron valores mayores. Asimismo, la dieta 3 fue la que presentó un menor contenido de paredes celulares.

El consumo de las dietas (cuadro VIII) en cuanto a: materia seca, fibra cruda, proteína cruda, extracto etéreo, - extracto libre de nitrógeno y energía no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) entre las dietas que contienen o no médula de caña amoniatizada.

La composición química de las heces y la cantidad excretada en Kg, se muestran en el cuadro IX. Como se puede observar en la excreción, no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) entre las dietas 1, 2 y 4, pero sí entre las dietas 1 y 2 y la dieta 3. En lo que respecta al contenido de fibra cruda, extracto libre de nitrógeno, cenizas, energía bruta y $N-NH_3$ en heces no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$). No obstante, los porcentajes de proteína cruda de las heces de las dietas 1 y 2 fueron mayores y con diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) con respecto a las dietas 3 y 4. En cuanto al contenido del extracto etéreo de las heces sí se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) entre las 4 dietas, teniendo el valor mayor la dieta 1 y el menor la dieta 3.

La digestibilidad aparente in vivo de los diferentes - nutrimentos se presenta en el cuadro X. Para el extracto - etéreo y proteína cruda no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre las dietas. La digestibilidad aparente de energía y materia seca de las dietas 1, 2 y 4 no se encontraron con diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre ellas; sin embargo, entre las dietas 3 y 4 no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$), siendo el valor mas alto para las dietas 1 y 2 y el menor para la dieta 3. Con respecto a la - digestibilidad aparente de la fibra cruda, para las dietas - 1, 2 y 4 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$), pero si entre la dieta 3 y las dietas 2 y 4; siendo el valor mas alto para la dieta 2 y el - mas bajo para la dieta 3. Para la digestibilidad del extracto libre de nitrógeno no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) de las dietas 1 y 2 con respecto a la 3 y 4; siendo el valor mas alto para las dietas 1 y 2, y el mas bajo para las dietas 3 y 4.

Los resultados de la cinética de desaparición de materia seca en rumen se muestran en el cuadro XI. Como se observa, a la hora 3 se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) de las dietas 1 y 2 con las dietas 3 y 4. A la hora 6, entre las dietas 1, 2 y 3 no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$), pero entre las dietas 1 y 4 si se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$). A las 9, 12 y 24 h no se encontraron diferencias estadísticamente significativas - - ($P \leq 0.05$) entre las 4 dietas. A la hora 36, si se encontró diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) entre

las 4 dietas, siendo mayor la desaparición de materia seca - en las dietas 1 y 2, y menor en la dieta 3.

En los resultados de las cinéticas de los valores promedio para cada una de las horas en la misma dieta, se encontró que a las 36 h se alcanzó un máximo de degradación; sin embargo, esta desaparición no es diferente estadísticamente ($P \leq 0.05$) a la hora 24. Las diferencias se detectan desde las 9 h en las dietas 1, 2 y 4, y a las 6 h en la dieta 3.

En cuanto a los resultados de la cinética de desaparición del contenido celular en rumen éstos se presentan en el cuadro XII. Comparando las dietas entre todas las horas no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$). Por el contrario, entre las medias de las horas sí se observaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$), finalizándose la desaparición del contenido celular a las 12 h en las dietas 1 y 4, y a las 9 h en las dietas 2 y 3. Por otro lado, se inició la desaparición a las 6 h para todas las dietas.

Los resultados de la cinética de desaparición de paredes celulares en rumen, se presentan en el cuadro XIII. En la hora 3 hubo una diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) de las dietas 1 y 2 con las dietas 3 y 4, siendo estas dos últimas diferentes entre sí. En las horas 6 y 9 se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) entre las dietas 1 y 3, teniendo una mayor desaparición de las paredes celulares la dieta 1. A las 12 y 24 h se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) entre la dieta 3 y las dietas 1 y 2, siendo iguales -- las dietas 3 y 4. A las 36 h la dieta 3 tuvo una diferencia

estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) con las demás dietas, sin embargo las dietas 1 y 2 fueron iguales. En todas las horas, las menores desapariciones de paredes celulares correspondieron a la dieta 3 y las mayores a las dietas 1 y 2.

En los resultados de los valores promedio para cada una de las horas en la misma dieta, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$), obteniéndose un máximo de desaparición de paredes celulares a las 36 h; sin embargo, esta desaparición no es diferente estadísticamente ($P \leq 0.05$) a la hora 24. Las diferencias se detectan desde las 9 h para todas las dietas.

En relación a los resultados de cinética de pH en líquido ruminal, éstos se presentan en el cuadro XIV. Para las horas 0, 3, 6, 9 y 12 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre las dietas. Sin embargo, en la hora 24 se detectan diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre la dieta 3 con las dietas 1 y 2, presentando el máximo valor de pH la dieta 3. Por otro lado, los resultados de las medias de las horas de las dietas 1 y 2 no presentaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre ellas. No obstante en la dieta 3 se observan diferencias entre la hora 24 y las demás, asimismo entre la 12 y 0 horas. Por otra parte en la dieta 4 se encontraron diferencias entre la hora 24 y las 9 y 12 horas.

En cuanto a los resultados de la concentración ruminal de los ácidos grasos volátiles: acético, propiónico, butírico así como, totales se presentan en los cuadros XV, XVI, XVII y XVIII respectivamente, como se puede observar no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq$

0.05) entre las concentraciones medias de cada una de las dietas ni entre las concentraciones promedio de las diferentes horas en cada dieta.

Los resultados de la concentración de $N-NH_3$ ruminal se presentan en el cuadro XIX. Como se señala, para las horas 0,6,9 y 24 no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) entre las dietas. No obstante en la hora 3, la concentración de $N-NH_3$ de la dieta 4 fue diferente estadísticamente ($P \leq 0.05$) a la de la dieta 2, sin embargo todas las demás dietas fueron similares a la 4; siendo el mayor valor de $N-NH_3$ para la dieta 4 y el menor para la dieta 2. En la hora 12, la dieta 4 presentó diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) con las dietas 1 y 2, siendo la dieta 4 la de mayor valor y la de menor valor la 2. No obstante, los resultados de las concentraciones medias de las dietas 1 y 2 no mostraron diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$). Para la dieta 3 y 4 el máximo valor de $N-NH_3$ ruminal se encontró a la hora 3.

C U A D R O VII

ANALISIS QUIMICO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES

N U T R I M E N T O	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
	% EN BASE SECA			
Humedad	12.38 ± 0.19	12.82 ± 0.72	17.58 ± 0.10	17.85 ± 0.27
Proteína cruda (N X 6.25)	16.74 ± 0.80	17.96 ± 0.05	18.43 ± 0.97	18.43 ± 0.26
Extracto etéreo	1.88 ± 0.07	2.13 ± 0.05	1.90 ± 0.07	1.69 ± 0.16
Fibra cruda	9.71 ± 0.03	13.95 ± 0.06	10.77 ± 0.78	14.32 ± 0.05
Cenizas	9.68 ± 0.05	9.18 ± 0.41	9.16 ± 1.21	7.45 ± 0.12
Extracto libre de nitrógeno	49.54 ± 0.49	44.04 ± 1.37	42.08 ± 1.50	40.39 ± 0.37
Total de nutrimentos digestibles (TND)	56.02	57.46	44.18	44.17
Energía bruta (Mcal/kg)	3.80 ± 0.05	3.82 ± 0.04	3.76 ± 0.04	3.86 ± 0.05
% Fracciones de Fibra:				
Paredes celulares	40.09	41.12	36.89	41.13
Contenido celular	59.91	58.88	63.11	58.87

C U A D R O VIII

CONSUMO DE LAS DIETAS EXPERIMENTALES (Kg) .

N U T R I M E N T O S	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
Materia seca	0.920 ± 0.25	0.850 ± 0.26	0.930 ± 0.22	0.860 ± 0.24
Fibra cruda	0.089 ± 0.02	0.118 ± 0.04	0.100 ± 0.02	0.122 ± 0.03
Proteína cruda	0.155 ± 0.04	0.152 ± 0.05	0.172 ± 0.04	0.158 ± 0.04
Extracto etéreo	0.017 ± 0.00	0.017 ± 0.01	0.017 ± 0.00	0.014 ± 0.00
E. L. N.	0.459 ± 0.12	0.374 ± 0.12	0.394 ± 0.09	0.345 ± 0.10
Energía (Mcal/kg)	3.520 ± 0.96	3.250 ± 1.03	3.510 ± 0.85	3.320 ± 0.92

C U A D R O IX

COMPOSICION DE HECES DE OVINOS ALIMENTADOS CON LAS DIETAS EXPERIMENTALES

	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
	% EN BASE SECA			
Excreción (kg)	0.264 ± 0.07 ^a	0.244 ± 0.09 ^a	0.346 ± 0.08 ^b	0.290 ± 0.09 ^{ab}
Fibra cruda	17.15 ± 3.77	16.15 ± 1.20	20.20 ± 4.43	19.83 ± 5.10
Proteína cruda	16.28 ± 0.36 ^a	16.92 ± 1.28 ^a	13.48 ± 0.71 ^b	14.63 ± 0.95 ^b
Extracto etéreo	2.26 ± 0.35 ^a	2.01 ± 0.39 ^{ab}	1.27 ± 0.20 ^b	1.54 ± 0.27 ^{ab}
E. L. N.	44.46 ± 5.23	43.87 ± 1.81	45.54 ± 3.73	44.46 ± 6.15
Cenizas	14.09 ± 2.85	15.02 ± 1.70	13.67 ± 1.37	13.56 ± 2.48
Energía bruta (Mcal/kg)	3.91 ± 0.20	3.90 ± 0.01	3.91 ± 0.09	3.91 ± 0.09
N-NH ₃ (mg/100g. M.S.)	266.25 ± 41.9	244.00 ± 42.1	317.50 ± 77.9	249.75 ± 45.2

a,b. Valores de los renglones con distinta literal son estadísticamente diferente ($P \leq 0.05$).

C U A D R O . X

DIGESTIBILIDAD APARENTE IN VIVO DE DIETAS OFRECIDAS A BORREGOS PELIBUEY (Z)

	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
Materia seca	71.54 ± 1.97 a	72.12 ± 3.96 a	62.95 ± 2.37 b	66.61 ± 1.96 ab
Proteína cruda	68.39 ± 1.94	70.13 ± 4.15	66.63 ± 2.03 ^a	71.26 ± 3.79
Fibra cruda	50.50 ± 7.68 ab	67.88 ± 4.04 a	30.95 ± 14.02 b	54.14 ± 12.09 a
Extracto etéreo	66.66 ± 4.71	75.56 ± 9.76	75.81 ± 2.52	70.63 ± 6.56
E. L. N.	74.32 ± 4.67 a	72.28 ± 3.57 a	60.07 ± 4.42 b	61.12 ± 4.99 b
Energía	70.61 ± 3.43 a	71.51 ± 4.09 a	61.52 ± 1.93 b	66.21 ± 2.20 ab

a,b, Para cada columna, valores con distinta literal son estadísticamente diferentes (P ≤ 0.05).

C U A D R O X I

CINETICA DE DESAPARICION DE MATERIA SECA EN RUMEN (X)

H O R A	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
3	58.46 ± 2.19 Aa	57.47 ± 1.68 Aa	52.91 ± 1.67 Ab	52.10 ± 2.04 Ab
6	62.67 ± 1.19 ABa	61.06 ± 3.28 ABab	57.98 ± 2.13 Bab	57.03 ± 3.23 ABb
9	65.92 ± 3.54 B	66.38 ± 3.17 BC	64.76 ± 1.09 C	63.60 ± 3.30 B
12	72.65 ± 1.60 C	71.50 ± 4.95 C	68.39 ± 2.48 C	69.05 ± 1.79 C
24	81.20 ± 1.42 D	80.29 ± 3.23 D	76.79 ± 0.17 D	78.67 ± 2.13 D
36	84.52 ± 0.88 Dac	84.79 ± 0.58 Da	79.92 ± 0.31 Db	82.17 ± 1.27 Dbc

a,b,c. Para cada renglón valores con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

A,B,C,D. Para cada columna valores con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

C U A D R O X I I

CINETICA DE DESAPARICION DEL CONTENIDO CELULAR EN RUMEN (X)

H O R A	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
3	77.52 ± 4.48 A	76.54 ± 4.75 A	77.33 ± 3.59 A	76.41 ± 4.38 A
6	80.07 ± 3.13 AB	79.55 ± 4.58 AB	81.27 ± 2.77 AC	78.69 ± 3.83 AB
9	84.50 ± 2.53 BC	84.34 ± 4.04 ABC	87.29 ± 2.81 B	83.66 ± 3.65 BC
12	86.91 ± 2.86 CD	86.07 ± 4.66 BC	86.49 ± 3.02 BC	85.62 ± 2.24 CD
24	91.66 ± 1.88 D	91.53 ± 2.68 C	91.47 ± 1.28 B	91.33 ± 0.61 D
36	92.81 ± 1.26 D	92.63 ± 1.22 C	91.68 ± 0.78 B	91.90 ± 0.74 D

A,B,C,D. Para cada columna valores con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

C U A D R O X I I I

CINETICA DE DESAPARICION DE PAREDES CELULARES EN RUMEN (X)

H O R A	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
3	29.99 ± 4.89 Aa	30.18 ± 4.07 Aa	11.14 ± 5.23 Ab	17.31 ± 4.29 Ac
6	43.29 ± 14.40 ABc	34.13 ± 4.60 ABab	18.13 ± 4.31 ABb	26.05 ± 7.11 ABab
9	43.11 ± 1.82 ABA	40.68 ± 4.11 Bab	26.24 ± 6.51 Bb	34.90 ± 10.08 BCab
12	51.35 ± 1.45 BCa	50.66 ± 5.95 Ca	37.43 ± 3.38 Cb	45.33 ± 6.41 Cab
24	65.57 ± 1.64 CDa	64.20 ± 4.18 Da	51.69 ± 2.37 Db	60.57 ± 5.98 Dab
36	72.13 ± 1.46 Dac	73.59 ± 0.57 Da	59.82 ± 1.87 Db	68.27 ± 3.54 Dc

a,b,c. Para cada renglón, valores con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

A,B,C,D. Para cada columna, valores con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

C U A D R O X I V

CINETICA DE pH EN LIQUIDO RUMINAL

H O R A	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
0	6.72 ± 0.23 A	6.85 ± 0.18 A	6.99 ± 0.25 AC	6.81 ± 0.10 AB
3	6.46 ± 0.18 A	6.52 ± 0.12 A	6.81 ± 0.15 ABC	6.67 ± 0.13 AB
6	6.60 ± 0.25 A	6.54 ± 0.20 A	6.79 ± 0.11 ABC	6.68 ± 0.04 AB
9	6.42 ± 0.25 A	6.55 ± 0.24 A	6.69 ± 0.17 AB	6.60 ± 0.11 A
12	6.42 ± 0.27 A	6.58 ± 0.26 A	6.59 ± 0.20 B	6.54 ± 0.04 A
24	6.67 ± 0.34 Aa	6.77 ± 0.13 Aa	7.11 ± 0.11 Cb	6.91 ± 0.21 Bab

a,b. Para cada renglón, valores con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

A,B,C, Para cada columna, valores con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

C U A D R O X V

CONCENTRACION DE AGV's: ACETICO (g/l)

H O R A	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
0	2.19 ± 0.602	2.03 ± 0.930	1.90 ± 0.412	2.0 ± 0.261
3	2.03 ± 1.053	2.2 ± 0.467	2.03 ± 0.32	2.35 ± 0.431
6	1.64 ± 0.623	1.87 ± 0.108	1.73 ± 0.338	1.92 ± 0.347
9	2.19 ± 0.509	1.98 ± 0.589	2.06 ± 0.344	2.30 ± 0.468
12	2.42 ± 0.681	2.21 ± 0.640	2.10 ± 0.061	2.11 ± 0.604
24	1.97 ± 0.629	2.02 ± 0.468	1.82 ± 0.398	2.17 ± 0.403

C U A D R O X V I

CONCENTRACION DE AGV'S : PROPIONICO (g/l)

H O R A	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
0	1.19 ± 0.565	0.95 ± 0.190	0.91 ± 0.469	1.06 ± 0.365
3	1.68 ± 1.040	1.45 ± 0.288	1.28 ± 0.660	1.53 ± 0.731
6	1.19 ± 0.622	1.27 ± 0.460	1.07 ± 0.446	1.23 ± 0.520
9	1.65 ± 0.691	1.20 ± 0.218	1.15 ± 0.542	1.61 ± 1.130
12	1.82 ± 0.901	1.38 ± 0.218	1.24 ± 0.484	1.59 ± 0.465
24	1.24 ± 0.760	1.17 ± 0.506	0.96 ± 0.572	1.14 ± 0.372

C U A D R O X V I I

CONCENTRACION DE AGV'S: BUTIRICO (g/l)

H O R A	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
0	1.01 ± 0.937	0.63 ± 0.296	0.72 ± 0.535	0.59 ± 0.170
3	0.75 ± 0.962	0.48 ± 0.127	0.76 ± 0.638	0.65 ± 0.326
6	0.58 ± 0.638	0.43 ± 0.091	0.70 ± 0.427	0.56 ± 0.262
9	0.89 ± 0.632	0.44 ± 0.170	0.71 ± 0.474	0.79 ± 0.605
12	0.87 ± 0.763	0.54 ± 0.20	0.69 ± 0.481	0.66 ± 0.371
24	0.79 ± 0.764	0.61 ± 0.096	0.69 ± 0.406	0.64 ± 0.233

E U A D R O XVIII

CONCENTRACION DE AGV's: TOTALES (g/l)

H O R A	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
0	4.40 ± 2.092	3.62 ± 1.406	3.53 ± 1.381	3.65 ± 0.600
3	4.47 ± 3.041	4.13 ± 0.531	4.08 ± 1.547	4.54 ± 1.239
6	3.42 ± 1.864	3.58 ± 0.352	3.50 ± 0.958	3.73 ± 0.684
9	4.74 ± 1.774	3.63 ± 0.830	3.93 ± 1.144	4.70 ± 2.062
12	5.11 ± 2.301	4.13 ± 0.887	4.04 ± 0.949	4.36 ± 1.148
24	4.01 ± 2.102	3.81 ± 0.446	3.48 ± 1.346	3.96 ± 0.702

C U A D R O XIX

CONCENTRACION DE N-NH₃ RUMINAL (ug/100 g)

H O R A	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
0	18.00 ± 6.73 A	22.75 ± 10.90 A	16.75 ± 1.5 A	17.50 ± 6.55 AC
3	27.00 ± 9.79 Aab	18.00 ± 6.58 Aa	32.75 ± 8.81 Bab	39.75 ± 5.12 Bb
6	22.00 ± 6.48 A	18.50 ± 3.31 A	21.25 ± 1.5 AB	31.25 ± 10.75 AB
9	26.25 ± 10.87 A	16.50 ± 3.78 A	22.75 ± 6.18 AB	29.25 ± 5.85 ABC
12	20.75 ± 5.85 Aa	19.00 ± 4.24 Aa	25.75 ± 4.5 ABab	34.00 ± 9.83 ABb
24	11.25 ± 4.5 A	16.25 ± 2.06 A	16.25 ± 10.04 A	13.00 ± 3.46 C

a,b, Para cada renglón, valores con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

A,B,C. Para cada columna, valores con distinta literal son estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$).

V.- DISCUSION:

Al balancear las 4 dietas se procuró que éstas fueran - isoprotéicas e isocalóricas, por lo que no se encontraron -- cambios tan significativos en cuanto a su composición química.

El T.N.D. de las dietas 2 y 4 no cambiaron con la inclu sión de médula de caña amoniatazada, pero si con el nivel de inclusión de la médula. La disminución del T.N.D. se relacio na en que al aumentar el contenido de médula de caña, lo que va a incrementarse será la fibra cruda.

En cuanto al consumo de materia seca, fibra cruda, proteína cruda, extracto etéreo, extracto libre nitrogenado y - energía no se registró cambio alguno con la inclusión de mé- dula de caña amoniatazada, lo cual no está de acuerdo con lo informado por Devendra (14) y Saenger et al (36), quienes se ñalan en estudios efectuados con paja de trigo tratada con - álcali, que aumenta la disponibilidad de hidratos de carbono (celulosa y hemicelulosa) y con esto el consumo voluntario. Sin embargo existen informes en donde se señala que la médu- la de caña responde menos a los tratamientos alcalinos que - las pajas, causando un bajo consumo voluntario de este sub-- producto (1,42).

La digestibilidad aparente de proteína cruda y extracto etéreo no mostró cambio con la amoniatazación con el nivel - de inclusión de la médula; en cambio para el extracto libre nitrogenado, energía y materia seca se incrementó moderada-- mente la digestibilidad con la amoniatazación. El valor que destaca más es el de la fibra cruda, pues con la amoniatazación y la inclusión de 11.2 % de médula de caña mejoró la di gestibilidad. Esto se explica porque a mayor fibra es menor

el poder de degradación de los microorganismos del rumen, - además la amoniatización delignifica, aunque sea en poca cantidad, a la médula de caña (1,12,37).

En la cinética de desaparición de materia seca en rumen, la amoniatización no influyó en la desaparición de materia - seca de las dietas, esto concuerda nuevamente con lo que reportan Alcántara (1), Dekker (12) y Sánchez (37) en el sentido que los tratamientos alcalinos mejoran mas la digestibilidad de las pajas que de la médula de caña. El nivel de inclusión de médula de caña si influyó en la desaparición de materia seca, siendo mejor el nivel de 11.2 % que el de 32.5 %, esto se explica porque a mayor cantidad de fibra es menor el poder de degradación de los microorganismos del rumen. O'Donovan (33), reporta que en dosis de bagazo de caña superiores al 30% del peso, se tiende a disminuir el porcentaje de ganancia. La máxima desaparición de materia seca de la muestra empleada se logró a las 24 h después de la incubación en rumen.

En la cinética de desaparición del contenido celular, - la amoniatización en los dos niveles de inclusión de la médula de caña no influyó, esto se puede explicar porque el tratamiento alcalino no actúa sobre el contenido celular (20). La máxima desaparición del contenido celular se registró entre las 9 y 12 h después de incubar la muestra en rumen.

En la cinética de desaparición de paredes celulares no se observó claramente el efecto de la amoniatización, sin embargo, la inclusión de 11.2 % de médula de caña mejoró notablemente la desaparición de paredes celulares. Esto se relaciona por el mejor aprovechamiento de los microorganismos

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

del rumen cuando no es tan elevada la cantidad de fibra.

En la cinética del pH en líquido ruminal, ni la amoniatización ni el nivel de inclusión de médula de caña influyeron en el cambio del pH; éste último siempre se mantuvo cercano a la neutralidad. En otros trabajos utilizando paja de trigo, se ha reportado que el NH_3 y la urea hidrolizada son convertidos a bicarbonato de amonio que contribuye al sistema amortiguador en el rumen (46).

En la concentración de ácidos grasos volátiles: acético, propiónico, butírico y totales, la amoniatización y el nivel de inclusión de médula de caña no reportaron diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.05$) en su producción. Esto se puede comparar con estudios hechos por Al-Rabbat et al (3) y Herrera-Saldaña et al (23) en paja de trigo tratada con amoniaco donde reportan que hubo una disminución en la producción de AGV's, indicando que la adición de NH_3 no fue suficiente para producir una adecuada fermentación ruminal. Por otra parte, Martin et al (26), en un trabajo realizado con médula de caña tratada con NaOH en concentraciones que van desde el 0% hasta el 12% detectaron que con el mayor porcentaje de NaOH se obtuvo la mayor producción de AGV's.

En la concentración de N- NH_3 ruminal, con el nivel de inclusión de 11.2 % de médula de caña amoniatizada se registró un ligero decremento en la producción de NH_3 ; mientras que, para el nivel de inclusión de 32.5 % de médula de caña amoniatizada se notó un ligero incremento. Esto es porque en el nivel más bajo de médula de caña amoniatizada hay una mayor probabilidad de aprovechar el amoniaco y transformarlo a proteína microbiana (3).

C O N C L U S I O N E S.

- 1.- El mejor nivel de inclusión de médula de caña amoniatizada y sin amoniatizar fue el de 11.2 %.
- 2.- La médula de caña responde poco a la amoniatización.

VI.- LITERATURA CITADA.

- 1) Alcántara, S.E.: Efecto del tratamiento alcalino sobre la composición y digestibilidad del bagazo y médula de caña de azúcar. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. 1979.
- 2) Alcántara, S.E. y Pérez-Gil, R.F.: Subproductos fibrosos de la molienda de la caña de azúcar para la alimentación de rumiantes. I.N.N., Departamento de Producción Animal. División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, publicación L 57. México D.F., 1983.
- 3) Al-Rabbat, M.F. and Heaney, D.P.: The effects of anhydrous ammonia treatment of wheat straw and steam cooking of aspen wood on their feeding value on ruminal microbial activity. Can. J. Anim. Sci., 58: 453-463 (1978).
- 4) A.O.A.C.: Official methods of analysis, 7th ed. Association of Official Agricultural Chemists, Washington D.C., 1975.
- 5) Azúcar S.A. de C.V. Estadísticas Azucareras, Anuario Estadístico. México 1985.
- 6) Bateman, J.V.: Nutrición Animal, Manual de Métodos Analíticos. Herrero Hernández Hermanos, Sucesores S.A. México, 1970.
- 7) Cochran, W.G. y Cox, G.M.: Diseños Experimentales. Trillas, México D.F., 1978.
- 8) Conrad, J.H.L.: Valor nutritivo del bagazo en las raciones del ganado. En: Resúmenes de trabajos de la primera reunión internacional sobre la utilización de la caña de

azúcar en la alimentación animal. Veracruz, Ver. México, 1976. p. 26.

- 9) Contreras, R. y Jalmonov, A.: Variaciones de la actividad celulolítica de dietas con diferentes proporciones de miel y forraje. Rev. Cub. Cienc. Vet., 6: 99-104 (1974).
- 10) Corrales, E.C., Sanginés, G.L., Pérez-Gil, R.F. y Chirino, A.R.: Observaciones sobre el empleo de zacamel en la engorda de bovinos. Economía Nacional, 21: 26-31 (1982).
- 11) Criston, R. y Le Dividich, J.: Utilization de la melasse de canne a sucre dans l'alimentation du porc: essai d'interpretation des acquisitions recents. Ann. Zootech., 27 (2): 267-288 (1978).
- 12) Dekker, R.F.H. and Richards, G.N.: Effect of sulphate ion on the in vitro rumen digestion of polysaccharide constituents of bagasse. Aust. J. of Biol. Sci., 25, 6: 1377-1379 (1972).
- 13) Desmond, A.: Un nuevo enfoque sobre termofilismo y su aplicación en la degradación de bagazo. En: Resúmenes de trabajos de la II reunión internacional sobre la utilización de la caña de azúcar en la alimentación animal. Oaxtepec, Mor. México, 1978. p. 26.
- 14) Devendra, C.: The digestibility of chemical treated bagasse by sheep and goats. Nardi Research Bulletin, 7, 2: 103-115 (1979).
- 15) Dolberg, M.F., Saadullah, M.H. y Ahmed, R.: Almacenamiento de paja tratada con urea. Rev. Mund. de Zoot., 38: 37-41 (1981).

- 16) Donefer, E., Adeleye, I.O.A. and Jones, T.: Effect of urea supplementation on the nutritive value of NaOH -- treated oat straw. In: Cellulases and their Applications Adv. Chem. Ser. Am. Chem. Soc., 95: 328-339 (1969).
- 17) Erwin, E.S., Marco, G.J. and Emery, E.M.: Volatile fatty acid analysis of blood and rumen fluid by gas chromatography. J. Dairy Sci., 44: 1768-1771 (1961).
- 18) Etienne, B.G., Pérez-Gil, R.F., Hebrero, R.J., Sanginés, G. L., Pulido, de la C.I. y Fragoso, G.V.: Amonolisis del bagazo de caña en: XVII Congreso Mexicano de Química pura y Aplicada. México D.F., s/n (1982).
- 19) González, P.E.: Valoración en ovinos del efecto de distintos niveles de melaza en la dieta. Aumento de peso, conversión alimenticia, así como pH y cantidad de ácidos grasos volátiles en el rumen. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. 1965.
- 20) Harbers, L.H., Kreitner, G.L., Davis, J.V. Jr., Rasmussen, M.A. and Corah, L.R.: Ruminant digestion of ammonium hydroxide-treated wheat straw observed by scanning electron microscopy. J. Anim. Sci., 54, 6: 1309-1319 (1982).
- 21) Harkin, J.M.: Lignin, In: Chemistry and Biochemistry of Herbage. Academic Press, New York, 1973.
- 22) Hart, M.R., Walker, H.G. Jr., Graham, R.P., Hanni, P.J., Brown, A.H. and Kohler, G.O.: Steam treatment of crop residues for increased ruminant digestibility. 1. Effects of process parameters. J. Anim. Sci., 51, 2: 402-408 (1980).

- 23) Herrera-Saldeña, R., Church, D.C. and Kellems, R.O.: The effect of ammoniation treatment on intake and nutritive value of wheat straw. J. Anim. Sci., 54, 3: 603-608 (1982).
- 24) Jorgensen, L.M.: Wheat straw + NH₃ could feed cattle if corn price climbs. Feedlot Management, December: 14-15 (1978).
- 25) Kernan, J.A., Crowle, W.L., Spurr, D.T. and Coxworth, E.C.: Straw quality of cereal cultivars before and after treatment with anhydrous ammonia. Can. J. Anim. Sci., 59: 511-519 (1979).
- 26) Martin, P.C., Cabello, A. and Elias, A.: The use of fibrous sugar cane by-products by ruminants 3. Effect of the NaOH level on the in vitro total VFA production of bagasse and bagasse pith. Cub. J. Agric. Sci., 11, 2: 167-174 (1977).
- 27) Martin, P.C. y Elias, A.: Utilización de subproductos fibrosos de la caña de azúcar por los rumiantes. 4. Relación NNP/PV y fuente de proteína verdadera en dietas de bagacillo tratado para novillos en ceba. Rev. Cub. Cienc. Agric., 12: 45-50 (1978).
- 28) Mehres, A.Z. and Ørskov, E.R.: A study of the artificial fibre bag technique for determining digestibility. J. Agric. Sci. Camb., 88: 645-650 (1977).
- 29) Méndez, P.I.: El error de restricción en los diseños con bloques, comunicaciones técnicas No. 51. Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas. Universidad Nacional Autónoma de México. México D.F., 1981.

- 30) Méndez, P.I.: Comentarios sobre el diseño y análisis de experimentos con animales, comunicaciones técnicas No. 67. Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y en Sistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., 1983.
- 31) Mertens, D.R.: Dietary fiber components: relationship to the rate and extent of ruminal digestion. Federation Proceedings, 36,2: 187-192 (1977).
- 32) Murillo, J.: Bioquímica, Prensa Médica Veterinaria Mexicana, México, 1960.
- 33) O'Donovan, P.B.: Posibilidades para la alimentación del ganado con subproductos en zonas tropicales. Rev. Mund. de Zoot., 12: 54-59 (1978).
- 34) Pigden, W.J. y Bender, P.: Aprovechamiento de la lignocelulosa por los rumiantes. Rev. Mund. de Zoot., 1: 7-10 (1972).
- 35) Pigden, W.J.: La caña de azúcar descortezada como pienso. Un paso decisivo. Rev. Mund. de Zoot., 11: 1-6 (1974).
- 36) Saenger, P.F., Lemenager, R.P. and Hendrix, K.S.: Anhydrous ammonia treatment of corn stover and its effects on digestibility, intake and performance of beef cattle. J. Anim. Sci., 54: 419-425 (1982).
- 37) Sánchez, J.E.: Cambios en la composición química y digestibilidad de forrajes de baja calidad nutritiva, mediante el uso de diversos compuestos químicos. Tec. Pec. Mex., 31: 68-74 (1976).

- 38) Schneider, B.H. and Flatt, W.P.: The Evaluation of Feeds - Through Digestibility Experiments, University of Georgia Press, U.S.A., 1975.
- 39) Steel, R.G.D. and Torrie, J.H.: Principles and Procedures of Statistics, Mac. Graw Hill Book Co., New York, 1960.
- 40) Stone, E.J., Morris, H.F. Jr., Girovard, R.E. Jr. and Frye, J.B.: Chemical treatment of roughages. La Agric., 8: 4 (1965).
- 41) Tarkow, H. and Feist, W.C.: A mechanism for improving the digestibility of lignocellulosic materials with dilute - alkali and liquid ammonia. In: Cellulases and their Applications. Washington D.C., 1969. 197-219. Adv. Chem. Ser. 95, American Chemical Society, Washington D.C. (1969).
- 42) Tejada, de H.I.: Digestibilidad in vitro de bagacillo de caña tratado. Informes no publicados. Departamento de Nutrición y Bioquímica, INIP-SARH, 1976.
- 43) Van Horn, H.M., Marshall, S.P., Wilcox, C.J., Randel, P.F. and Wing, J.M.: Complete ration for dairy cattle. III. Evaluation of protein percent and quality and citrus pulp corn substitutions. J. Dairy Sci., 58: 1101-1108 (1975).
- 44) Van Soest, P.J. and Wine, R.H.: Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant - cell wall constituents. J. Assoc. off Agric. Chem., 50: 50-55 (1967).
- 45) Van Soest, P.J.: Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. III. Study of effects of heating and drying on yield of fiber and lignin in forages. J. Assoc. off Agric. Chem., 48: 785-790 (1969).

- 46) Van Soest, P.J.: Nutritional ecology of the ruminant, -
O and B Books, Inc., United States of America, 1982.
- 47) Vargas, E.V. y Raun, N.S.: Evaluación de melaza para ovi--
nos en corrales de engorda, C.N.I.P., S.A.G., México D.F.
1963.
- 48) Zafren, S.J.: Increasing the feeding value of straw by -
treatment with ammonia. Nutr. Abstr. Rev., 32: 254
(1962) (abstract.).