

IMPLANTAÇÃO DE FÍSTULA RUMINAL E CÂNULA DUODENAL REENTRANTE EM CARNEIROS, PARA ESTUDOS DE DIGESTÃO*

Maria Ignez Leão**
José Fernando Coelho da Silva***
Luiz Hemetério D.M. Carneiro**

1. INTRODUÇÃO

A passagem do alimento pelo trato digestivo do ruminante é um processo contínuo. Este conceito baseia-se no fato de que, normalmente, o alimento é encontrado em todas as partes do trato digestivo depois do abate do animal, mesmo quando ele é submetido a um jejum prévio de 24 horas.

Nos últimos anos tem-se dado grande importância ao estudo da digestão antes e depois do piloro, em ruminantes. Estes estudos têm sido possíveis graças ao aperfeiçoamento de técnicas para instalação de fistulas ou cânulas nas diversas partes do trato digestivo (9). HARRIS e PHILLIPSON (6) afirmaram que animais com cânula duodenal reentrante não apresentaram nenhum distúrbio do processo digestivo.

Um método para medir o fluxo de alimento do estômago para o intestino delgado e grosso, bem como as análises do material obtido, parece ser um dos melhores meios para se determinar o que ocorre com a digesta nas diferentes partes do trato digestivo.

O objetivo do presente trabalho é o estudo da implantação de fistula ruminal e cânula duodenal reentrante e do método de coleta de digesta duodenal, em carneiros, para estudo de digestão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (MG), com carneiros castrados, caudectomizados, de raça não identificada, pesando entre 40 e 50 kg e com idade média de dois anos.

* Recebido para publicação em 18.07.1977. Projeto n.º 4.1378 do Conselho de Pesquisa da U.F.V.

** Professores Adjuntos da U.F.V.

*** Professor Titular da U.F.V. e bolsista do CNPq.

2.1. Descrição das Cânulas

Para o preparo da cânula do rúmen utilizou-se um tubo de PVC de 25 mm de diâmetro interno e 80 mm de comprimento, com rosca externa. Numa das extremidades fixou-se um flange de PVC, com 80 mm de diâmetro. Além desta parte fixa, adaptou-se ao tubo uma arruela de borracha, com 2 mm de espessura, 35 mm de diâmetro interno e 80 mm de diâmetro externo, e sobre ele um flange móvel, com dimensões semelhantes às do anterior. Na outra extremidade do tubo adaptou-se um tampão de PVC, com rosca interna (Figura 1).

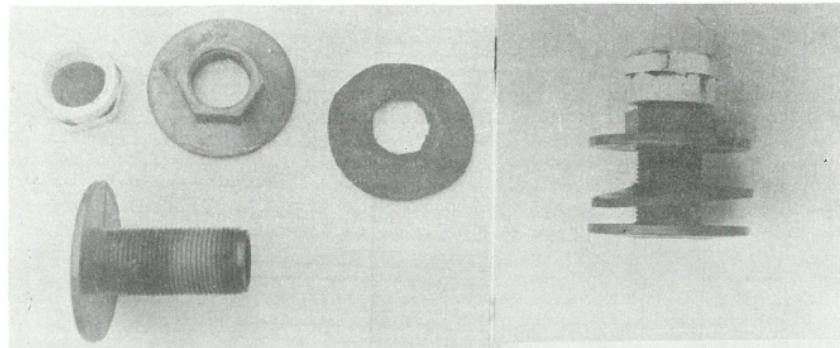


FIGURA 1 - Detalhes da cânula ruminal.

A cânula utilizada no duodeno era constituída de duas partes idênticas. Cada uma delas consistia num tubo plástico rígido, com 16 mm de diâmetro externo e 13 mm de diâmetro interno, encurvado, formando um ângulo de 90°. A base era em forma de canaleta, com 50 mm de comprimento, formada por tubo de PVC cortado ao meio, no sentido longitudinal. As extremidades de cada parte da cânula eram ligadas por meio de um tubo flácido de «látex», fixado por um anel metálico, com 19 mm de diâmetro externo e 16 mm de diâmetro interno (Figura 2).

2.2. Preparo Cirúrgico dos Animais Experimentais

Os animais foram preparados cirurgicamente de acordo com a técnica de ASH (1), modificada por BROWN *et alii* (2), adaptada para as condições locais.

Cuidados pré-operatórios — Os animais foram mantidos em jejum prévio de 24 horas e nesse período receberam uma injeção intramuscular de penicilina. Antes da cirurgia, foram depilados os flancos dos animais.

Técnica operatória — O animal recebeu como tranqüilizante o Rompum (xilazina).

Procedeu-se inicialmente à implantação da fistula ruminal. Para isto, o animal foi colocado em decúbito lateral direito; após os cuidados antissépticos iniciais demarcou-se a linha de incisão sobre a última costela, em sentido crânio-caudal, lâtero-ventralmente à parede abdominal.

Após a aplicação do anestésico local (cloridrato de xilocaina a 2%), procedeu-se à laparotomia.

Localizado o saco dorsal do rúmen, foi este tracionado até a abertura, fazendo-se a rumenotomia para colocação da cânula, cujo tubo era fechado com um cone de madeira para impedir refluxo da digesta do rúmen para a cavidade abdominal.

Em seguida, fixou-se o flange da cânula dentro do rúmen por meio de uma sutura nas camadas serosa e muscular. O tubo foi exteriorizado mediante uma pequena incisão feita na pele e no músculo, 5 cm, aproximadamente abaixo da 3.^a e 4.^a vértebras lombares. Logo após, a arruela de borracha e o flange móvel foram ajustados à

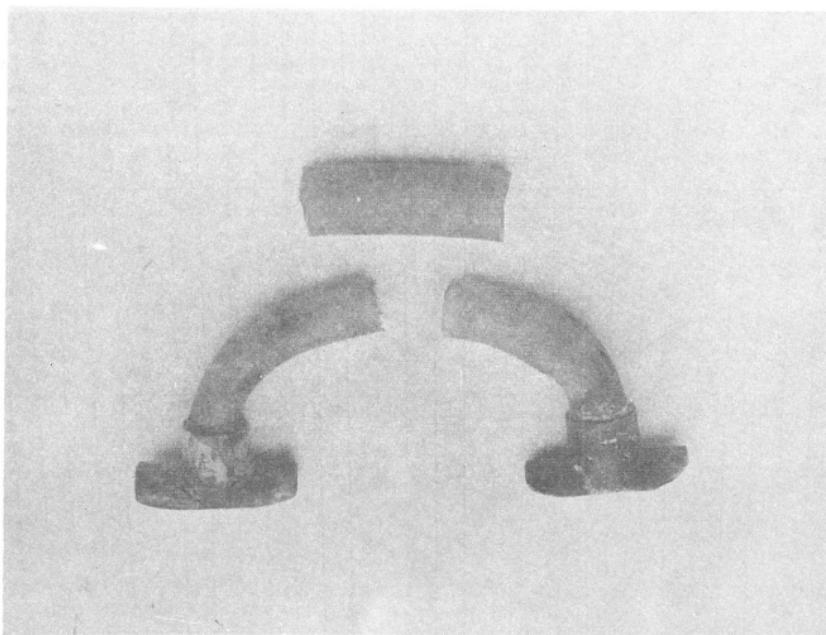


FIGURA 2 - Detalhes da cânula duodenal reentrante.

pele, substituindo-se o cone de madeira pelo tampão de PVC. Em seguida, fez-se a sutura da incisão inicial. A Figura 3 mostra o animal com a fistula ruminal, 15 meses após sua implantação.

A fistula ruminal foi protegida com mechas de algodão, e o animal foi colocado em decúbito lateral esquerdo para a implantação da cânula duodenal reentrante.

Após os cuidados antissépticos da região operatória, demarcou-se a linha de incisão entre a última costela e a tuberosidade coxal, no sentido transversal. Aplicou-se o anestésico local e em seguida fez-se a laparotomia. Localizado o duodeno, foi este seccionado a 5 cm do piloro, sendo as extremidades invertidas e suturadas.

Para adaptação de cada uma das bases em forma de canaleta dentro do duodeno, seccionaram-se 3 cm da parede deste, no sentido longitudinal, próximo das extremidades, sendo elas fixadas posteriormente.

Cada uma das extremidades do tubo de PVC foi fechada com um cone de madeira e tracionada por meio de músculo e pele.

Com as duas partes em posição adequada, os cones de madeira foram substituídos por um tubo de «látex».

Procedeu-se em seguida à sutura da incisão inicial, tendo-se o cuidado de colocar um antibiótico na cavidade abdominal.

Cuidados pós-operatórios — Depois de completada a sutura, o animal recebeu uma injeção intramuscular de penicilina e foi isolado até uma adequada recuperação. Durante este período, recebeu complexo de sais minerais e vitaminas e duas doses de penicilina em dias alternados.

A inspecção da cânula era feita diariamente. A Figura 4 mostra o animal com cânula duodenal reentrante 15 meses após sua implantação, e na Figura 5 vê-se um «close» da fistula ruminal e da cânula duodenal reentrante. A Figura 6 mostra uma representação diagramática da fistula ruminal e da cânula duodenal reentrante no trato digestivo do carneiro, e a Figura 7 detalhes da cânula duodenal reentrante e do fluxo da digesta.

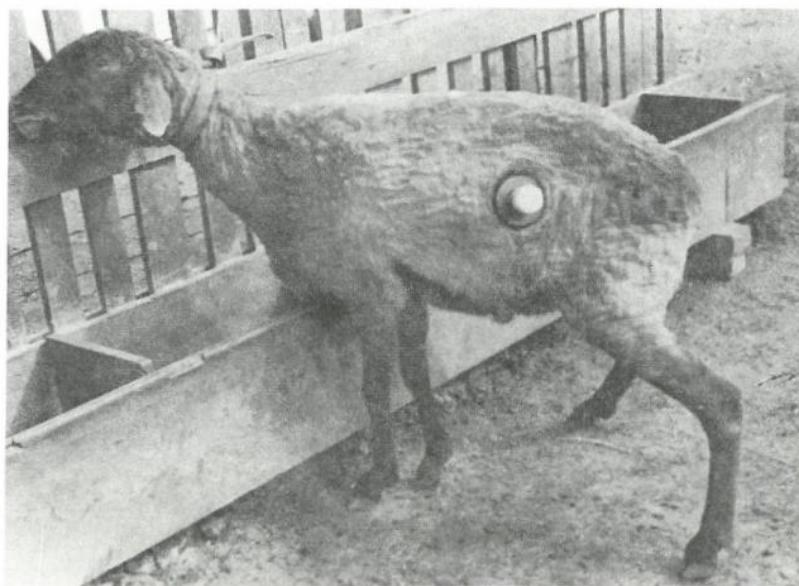


FIGURA 3 - Carneiro com fistula ruminal, 15 meses após sua implantação.

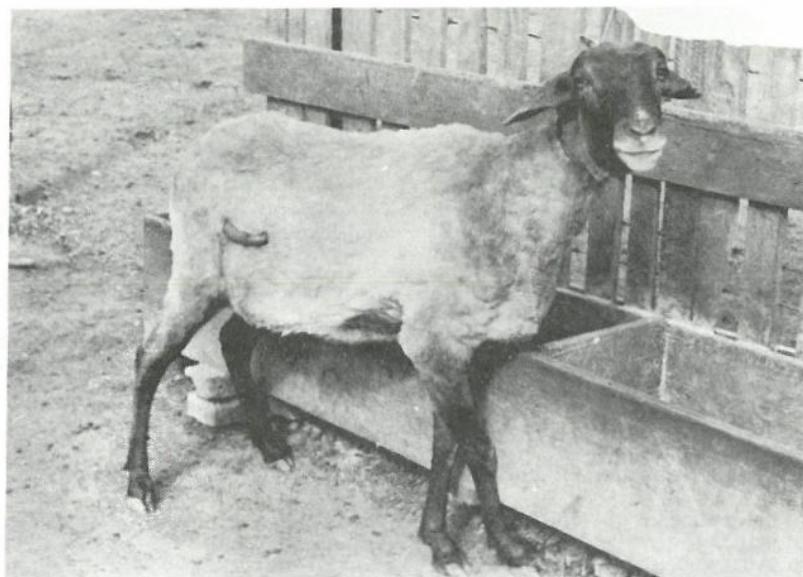


FIGURA 4 - Carneiro com cânula duodenal reentrante, 15 meses após sua implantação.

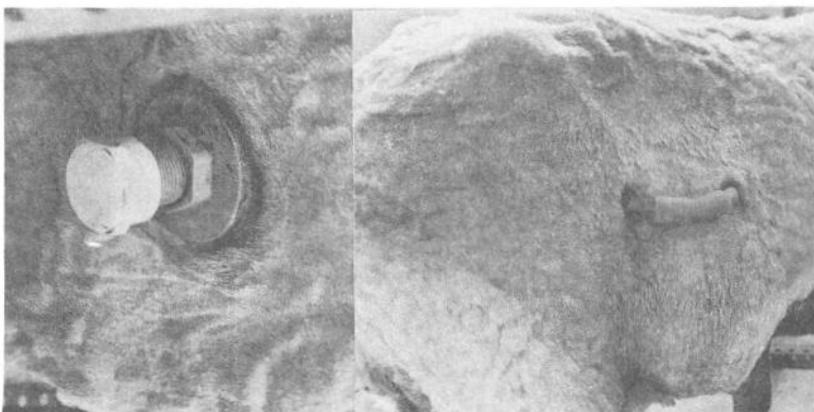


FIGURA 5 - "Close" da fístula ruminal e da cânula duodenal reentrante 15 meses após as implantações.

2.3. Coleta da Digesta

Depois de trinta dias, os carneiros, cirurgicamente preparados, encontravam-se em condições de serem utilizados nos estudos de digestão. Para isto, foram submetidos a um período de adaptação ao alimento em estudo, período este que depende um pouco da dieta, mas geralmente tem duração de 14 dias. No dia seguinte, após o fornecimento da ração pela manhã, a cânula duodenal foi desconectada, retirando-se o tubo de «látex».

Na extremidade proximal da cânula, ajustou-se um tubo plástico, de diâmetro um pouco maior (Figura 8), que conduziu a digesta até um recipiente coletor. A amostragem da digesta duodenal foi feita homogeneizando-se levemente o total colhido, para evitar a formação de espuma, de 4 em 4 horas, por meio de um agitador elétrico, retirando-se deste uma alíquota correspondente a 20% do seu peso. Estas alíquotas foram reunidas numa amostra composta, por carneiro, por um período de 24 horas, num recipiente plástico. As amostras foram mantidas em congelador até o momento de análises posteriores. O restante de cada coleta, que era introduzido lentamente na parte distal do duodeno, era colocado num recipiente de onde saía um tubo plástico que era conectado à parte distal da cânula. O controle da introdução da digesta era feito por meio de um anel preso ao tubo. A Figura 9 mostra um carneiro preparado para coleta da digesta.

O óxido crômico em pó foi usado como indicador, sendo fornecido diariamente 1 g a cada animal, durante os períodos de adaptação e de coleta, através da fístula ruminal, quando se forneciam as rações. A correção foi feita conforme a técnica de MACRAE e ARMSTRONG (10).

2.4. Tratamento dos Animais Experimentais

Inicialmente, os quatro carneiros receberam quatro rações, cujos níveis de melão desidratado variaram de 0 a 19,6%, seguindo um delineamento em quadrado latino. A ração sem melão desidratado foi constituída de 39,2% de milho desintegrado com palha e sabugo, 39,2% de sabugo moído e 19,6% de farelo de soja. Nas demais rações adicionaram-se 4,9, 9,8 e 19,6% de melão desidratado, reduzindo-se proporcionalmente as percentagens de milho desintegrado com palha e sabugo (8).

Num segundo ensaio, 24 carneiros receberam rações que continham 80% de grãos de sorgo (variedades E-57, BR-64, TEY-101, Contibrasil 101, NK-41-32, NK-Savana-4), 19% de sabugo de milho triturado e 1% de sal iodado (4), adotan-

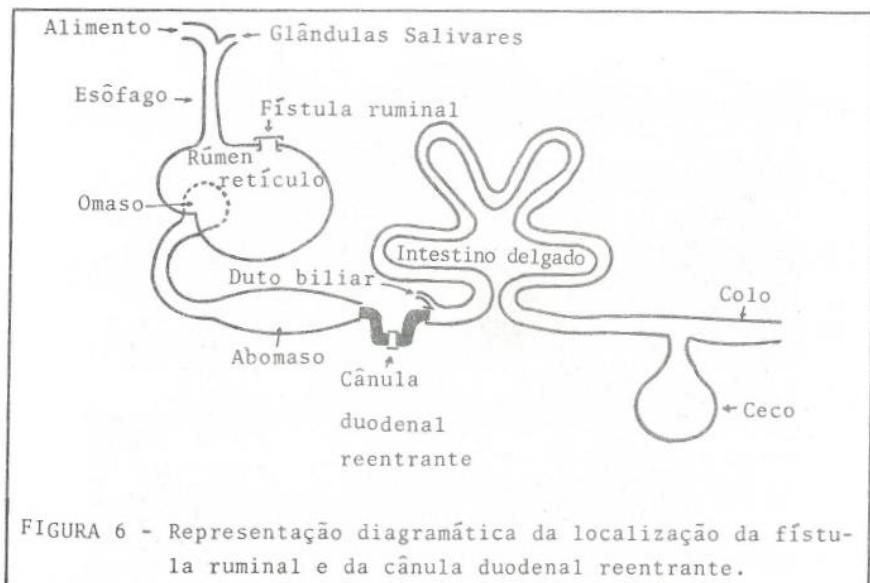


FIGURA 6 - Representação diagramática da localização da fístula ruminal e da cânula duodenal reentrante.

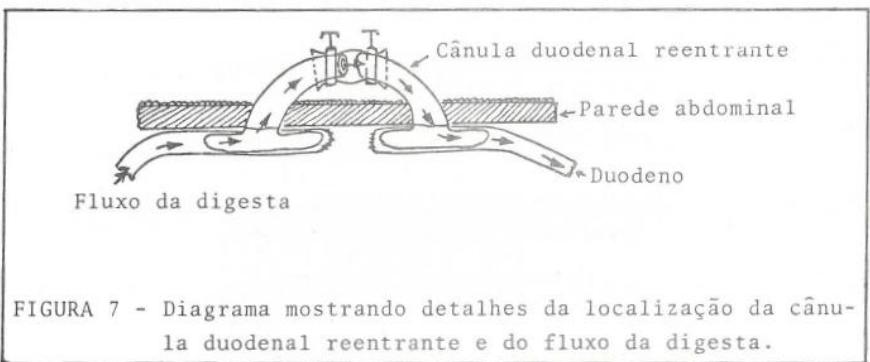


FIGURA 7 - Diagrama mostrando detalhes da localização da cânula duodenal reentrante e do fluxo da digesta.

do-se um delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições. Estas mesmas rações foram fornecidas a seis carneiros canulados, mantidos em gaiolas de metabolismo, quando se mediou o consumo alimentar, segundo um delineamento em quadrado latino.

2.5. Análises de Laboratório

Para determinação da matéria seca fez-se uma pré-secagem a 60°C, em estufa com ventilação, procedendo-se, em seguida, à secagem definitiva (5). O óxido crômico foi determinado na amostra pré-secada, conforme a técnica descrita por STEVENSON e DE LANGEN (11).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento dos animais com fistula ruminal e cânula duodenal foi ques-

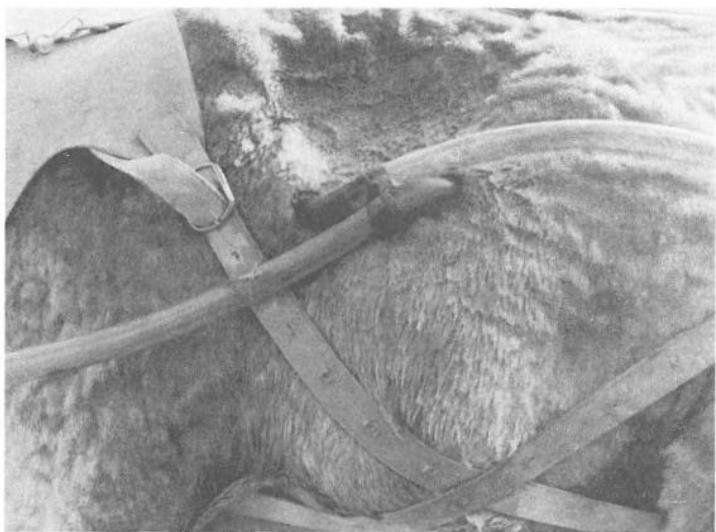


FIGURA 8 - Adaptação do tubo plástico às extremidades proximal e distal da cânula duodenal reentrante, para coleta da digesta.

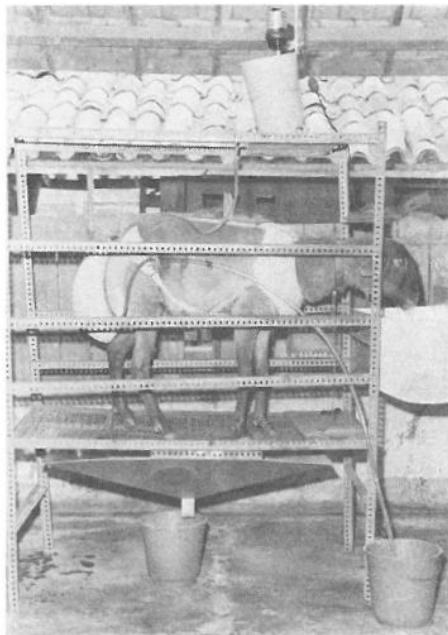


FIGURA 9 - Carneiro na gaiola de metabolismo, preparado para a coleta da digesta duodenal.

tionado pelos próprios idealizadores do sistema. O sucesso da cirurgia vai depender das condições nas quais ela é realizada, dos locais onde serão mantidos os animais, bem como da habilidade do cirurgião. Nas primeiras cirurgias o sucesso pode ser da ordem de 1:3, ao passo que após cirurgia de 10 animais e, obviamente, da aquisição de certa experiência, esta proporção se inverterá. Constatou-se que muitas mortes foram causadas pelo derrame do conteúdo duodenal na cavidade abdominal, o que causou peritonite. Algumas perdas foram devidas a acidentes ocorridos nas baías onde os animais eram mantidos.

A longevidade destes animais parece ser normal, desde que lhes seja dada a devida atenção. Dentre os carneiros canulados ainda existem animais que sobrevivem por 12-15 meses (Figuras 3 e 4). Nos últimos 6 meses são soltos no pasto junto com o rebanho, sendo observados pela manhã e à tarde com relação a qualquer problema na cânula ou na fistula. MACRAE (9) relata sobrevivência até pelo menos os 18 meses.

A implantação da fistula ruminal é relativamente fácil e rápida, raramente causa perdas de animais.

De acordo com BROWN *et alii* (2), dentre as vantagens de fazer a fistula ruminal e a cânula duodenal reentrante numa única operação uma é a maior tolerância dos animais a uma única operação em vez de duas, com um intervalo de tempo entre elas para recuperação, e outra é que o animal fica preparado para o trabalho experimental num período de tempo mais curto.

As rações à base de sorgo granífero foram fornecidas aos animais canulados e simultaneamente a um lote de carneiros intactos, mantidos em gaiolas de metabolismo para estudo de digestão (4). As ingestões médias diárias de matéria seca em cada lote de animais estão no Quadro 1. Embora os animais canulados, bem como os intactos, tenham recebido quantidades controladas de ração, observa-se que o consumo de matéria seca por unidade de tamanho metabólico foi bastante semelhante. É verdade que as ingestões de ambos os grupos foi baixa, mas, como se trata de um estudo com semente de sorgo moída oriunda de diversas variedades de sorgo, o consumo da ração foi limitado e pela natureza dela não se conseguiram ingestões mais elevadas. No estudo com quatro rações com diferentes níveis de melaço desidratado o consumo de ração foi também controlado à base de 1 kg diário. Portanto, a ingestão média diária de matéria seca foi de 49 g/kg^{0.75}.

MACRAE (9) relata resultados com consumo médio de 49 g M.S./kg^{0.75} e não constatou diferença ($P > 0,05$) entre animais intactos e canulados. Há também indicações de que tanto os animais canulados quanto os intactos parecem ter habilidade semelhante na digestão de alimentos (2, 9).

A quantidade de digesta que entra no duodeno num período de 24 horas deve ser influenciada pelas características da ração. Os Quadros 2 e 3 mostram que neste período passaram pelo duodeno de 7 a 8 kg de digesta, ou seja, cerca de 310 g/hora. THOMPSON (12), estudando dietas à base de palha de cevada e cereal, com uma ingestão de 900 g/dia, relata valores entre 7 e 9 l de digesta/dia, sendo que valores maiores ($P < 0,05$) foram obtidos quando a alimentação era dividida em 24 porções durante o dia. Em 12 medições, com diferentes tipos de alimentação, HOGAN e PHILLIPSON (7) obtiveram um fluxo médio de digesta da ordem de 360 ml/h. Parece que a quantidade de digesta que entra no intestino de carneiro durante um período de 24 h vai depender da quantidade de alimento ingerido, da freqüência de alimentação e, evidentemente, da digestibilidade aparente da matéria seca e dos outros componentes do alimento. A velocidade com a qual a digesta é introduzida na parte distal do duodeno também pode alterar o fluxo da digesta oriunda do abomaso (9).

Observando-se os Quadros 4 e 5, nota-se que os teores de matéria seca da digesta duodenal coletada dos animais que receberam as várias rações experimentais variaram de 5,1 a 7,9%. Valores entre 3 e 7% são freqüentemente encontrados na literatura (7, 13).

O teor de matéria seca da digesta duodenal é, portanto, bastante baixo, e as partículas sólidas, suspensas no líquido, sedimentam-se rapidamente. Isto é importante quando se deseja fazer uma boa amostragem da digesta, tornando-se necessário retirar as amostras ou aliquotas, mantendo-se o material num recipiente, com agitação lenta e uniforme, ou idealizar aparelhos especiais para amostragem (3).

Após a amostragem da digesta aconselha-se adicionar à digesta a ser introduzida no intestino uma quantidade equivalente à retirada para amostra. Esta quantidade adicional deve ser coletada de um animal que não esteja no experimento, mas que receba ração semelhante à utilizada no experimento.

QUADRO 1 - Ingestão de matéria seca (g/dia) em carneiros intactos e com cânula duodenal reentrante, alimentados com rações à base de semente de sorgo moído

Variedades de sorgo presentes na ração	Ingestão	
	g M.S./kg ^{0,75}	
Br-64	57,1	49,3
NK-Savana-4	43,7	42,2
Contibrasil-101	60,4	49,7
TEY-101	56,7	49,8
NK-41-32	53,1	47,5
E-57	51,1	59,5
Média	54,7	48,0

QUADRO 2 - Quantidades diárias (g) de digesta duodenal, coletadas, a cada 4 horas, de carneiros alimentados com rações à base de semente de sorgo moído

Período (horas)	Rações					
	I	II	III	IV	V	VI
8-12	1606	1096	1338	1439	1213	1303
12-16	1292	1013	1222	1216	889	1021
16-20	1190	1193	1050	971	1126	1110
20-24	1354	1201	1357	849	1215	1392
24-4	882	1129	1221	1303	1264	890
4-8	898	998	1158	786	621	805
Total	7222	6630	7346	6665	6327	6522

QUADRO 3 - Quantidades diárias (g) de digesta duodenal, coletadas a cada 4 horas, de carneiros que receberam diferentes níveis de melaço desidratado na ração

Período (horas)	Rações			
	I	II	III	IV
8-12	1882	1675	1468	1503
12-16	2107	1386	2036	1311
16-20	909	1375	1242	1610
20-24	1318	1319	1032	1415
24-4	1276	820	909	1441
4-8	1276	821	908	1442
Total	8768	7396	7595	8722

No intuito de reduzir os erros oriundos de uma coleta de digesta duodenal feita num período de 24 horas, deve-se usar um indicador para correção do fluxo de matéria seca. A quantidade de indicador a ser utilizada depende do método de dosagem do indicador a ser empregado na análise e da quantidade de matéria seca que deverá entrar no duodeno. Dentre os indicadores disponíveis no mercado o óxido crómico parece ser o de uso mais comum. O ideal seria o impregnado em papel. Todavia, dada a inexistência deste material no mercado, utilizou-se o óxido crómico em pó. Obtiveram-se, em média, 4,2 mg de Cr₂O₃/g de matéria seca do conteúdo duodenal. O fluxo de matéria seca durante as 24 horas de coleta foi calculado dividindo-se a quantidade de óxido crómico fornecido pelo total coletado (g/24 h) e multiplicando-se pela matéria seca (g) coletada durante este período (10).

Os valores relativos à recuperação de óxido crómico no duodeno (Quadros 6 e 7) variaram de 78 a 105%, quando os animais receberam dietas com melaço, e de 87 a 102%, quando os animais receberam rações à base de semente de sorgo moído. MACRAE e ARMSTRONG (10) utilizaram várias dietas à base de feno e cereais, em diferentes proporções, e óxido crómico impregnado em papel, obtendo valores entre 63,6 e 148,4%, uma média, portanto, de 83,7%. Nos trabalhos desta natureza têm-se obtido recuperações médias em torno de 80%. Obviamente, quanto mais próxima de 100% for a recuperação, melhor será o resultado.

4. RESUMO

O trabalho foi realizado com o objetivo de estudar a implantação de fistula ruminal e cânula duodenal reentrante e a coleta de digesta, em carneiros, para estudo de digestão. Utilizaram-se carneiros castrados, caudectomizados, com idade média de 2 anos e peso vivo entre 40 e 50 kg. As técnicas cirúrgicas descritas por BROWN *et alii* (2) foram adaptadas, e é apresentada uma descrição das cânulas usadas. O método de coleta e amostragem da digesta duodenal, bem como a utilização do óxido crómico na correção do fluxo de matéria seca, é descrito.

Quatro animais foram alimentados com quatro rações, cujos níveis de melaço desidratado variaram de 0 a 19,6%. Os demais constituintes da ração foram milho desintegrado com palha e sabugo, sabugo de milho moído, farelo de soja e sal comum. Posteriormente, os animais foram alimentados com seis rações, que continham 80% de semente de sorgo moída e 20% de sabugo de milho moído. Cada ração continha uma variedade de sorgo com diferente teor de tanino na semente. Estas

QUADRO 4 - Percentagens de matéria seca na digesta duodenal de carneiros que receberam diferentes níveis de melaço desidratado na ração

Carneiros	Rações			
	I	II	III	IV
1	6,5	7,1	5,9	4,2
2	4,9	5,7	6,1	4,8
3	6,0	4,7	4,9	5,0
4	6,0	5,1	6,1	6,3
Média	5,9	5,7	5,3	5,1

QUADRO 5 - Percentagens de matéria seca na digesta duodenal de carneiros alimentados com rações a base de semente de sorgo moído

Carneiros	Rações					
	I	II	III	IV	V	VI
1	5,3	8,5	6,4	6,4	9,9	7,0
2	6,5	5,7	3,3	7,7	5,9	4,6
3	7,6	9,5	7,9	9,1	7,2	8,7
Média	6,5	7,9	5,9	7,7	7,7	6,8

rações com sorgo granífero foram também fornecidas a carneiros intactos, mantidos em gaiolas de metabolismo, num ensaio convencional comum de digestibilidade.

Os animais receberam, em média, 48,5 g de matéria seca/kg 0,75/dia. O fluxo médio de digesta no duodeno foi de 310 g/hora. O teor médio de matéria seca da digesta variou de 5,1 a 7,9%, sendo que valores mais altos correspondem à digesta duodenal dos animais alimentados com rações com sorgo.

As recuperações de óxido crómico nos animais alimentados com rações que

QUADRO 6 - Percentagens de recuperação de óxido crômico na digesta duodenal de carneiros alimentados com rações com diferentes níveis de melaço desidratado

Carneiros	Rações			
	I	II	III	IV
1	140	76	129	79
2	89	102	63	95
3	102	39	96	87
4	87	93	58	94
Média	105	78	87	89

QUADRO 7 - Percentagens de recuperação de óxido crômico na digesta duodenal de carneiros alimentados com rações à base de semente de sorgo moído

Carneiros	Rações					
	I	II	III	IV	V	VI
1	74	90	89	118	100	103
2	77	83	68	118	80	80
3	109	110	107	69	106	114
Média	87	94	88	102	95	99

continham melaço variaram de 78 a 105%. Quando os animais receberam rações que continham sorgo, os valores variaram de 86,6 a 101,8%.

5. SUMMARY

Techniques for implanting rumen fistula and duodenal re-entrant cannulae and for collection of duodenal digesta in sheep were investigated. The surgical procedure and materials used are described along with methods for collecting and sampling duodenal digesta and use of chromium oxide for correcting the duodenal dry matter flow. Studies of digestion of ten experimental rations were carried out.

The sheep were kept in metabolism cages and fed rations consisting of crushed whole ears of maize including the husks, ground cobs, soybean oil meal and salt with dehydrated molasses at levels of 0 to 19.6%. Later they were fed six rations containing 80% ground sorghum grain and 20% ground cobs. Each of the feeds was prepared with a different variety of sorghum, each variety having a different grain tannin content. The sorghum-containing rations also were fed to intact sheep kept in metabolism cages for a conventional digestibility trial.

The animals were fed 48.5 g of dry matter/kg^{0.75} daily and the average digesta flow was 310 g/hour. The dry matter content of the duodenal digesta varied from 5.1 to 8.9%, the highest values being associated with digesta of sheep fed rations containing ground sorghum grain.

The chromium oxide recovery in sheep fed rations containing dehydrated molasses varied from 78 to 105%, while in those receiving rations containing sorghum the recovery varied from 86.6 to 101.8%.

6. LITERATURA CITADA

1. ASH, R.W. Gastro-intestinal re-entrant cannulae for studies of digestion in sheep. *Anim. Prod.* 4:309-312. 1962.
2. BROWN, G.F., ARMSTRONG, D.G. & MACRAE, J.C. The establishment of a cannula into the rumen and re-entrant cannulae into the duodenum and ileum of sheep. *Br. Vet. J.* 124:78-82. 1968.
3. COELHO DA SILVA, J.F. *The digestion of nitrogenous constituents in forage and forage-cereal diets by adult sheep* University of Newcastle upon Tyne, England, 1971. 177 p. (Tese Ph.D.).
4. EUCLIDES, V.B.P. *Digestão e valor nutritivo de sementes de sorgo com diferentes conteúdos de tanino*. Viçosa, U.F.V. 1977. 61 p. (Tese M.S.).
5. HARRIS, L.E. *Nutrition research techniques for domestic and wild animals* Vol. 1. Utah State University, 1970. Paginação descontínua.
6. HARRIS, L.E. & PHILLIPSON, A.T. The measurements of the flow of food to the duodenum of sheep. *Anim. Prod.* 4:97. 1962.
7. HOGAN, J.P. & PHILLIPSON, A.T. The rate of flow of digesta and their removal along the digestive tract of the sheep. *Brit. J. Nutr.*, 14:147-154. 1960.
8. LEÃO, M.I. *Estudo sobre a digestão em carneiro, com cânula duodenal reentrante, usando-se diferentes níveis de melaço desidratado na ração* Viçosa, U.F.V., 1977. 43 p. (Tese M.S.).
9. MACRAE, J.C. The use of re-entrant cannulae to partition digestive function within the gastro-intestinal tract of ruminants. In: «*Digestion and metabolism in the Ruminant*». Proceedings of the IV International Symposium on Ruminant Physiology. The University of New England Publishing Unit, 1975. p. 261-276.
10. MACRAE, J.C. & ARMSTRONG, D.G. Studies on intestinal digestion in the sheep. I. The use of chromic oxide as an indigestible marker. *Brit. J. Nutr.*, 23: 15-23. 1969.
11. STEVENSON, A.G. & DE LANGEN, H. Measurement of feed intake by grazing cattle and sheep. VII. Modified wet digestion method for determination of chromic oxide in faeces. *N.Z.J. Agric. Res.*, 3:314-319. 1960.
12. THOMPSON, F. The effect of frequency of feeding on the flow and composition of duodenal digesta in sheep given straw-based diets. *Br. J. Nutr.* 30:87-94. 1973.
13. THOMPSON, F. & LAMMING, G.E. The flow of digesta dry matter and starch to the duodenum of sheep given rations containing straw of varying particle size. *Brit. J. Nutr.*, 28:391-403. 1972.