

Diagnóstico de carência energética em bovinos por testes de metabolismo ruminal

Pierre Castro SOARES¹
Celso Akio MARUTA¹
Maria Claudia Araripe
SUCUPIRA²
Clara Satsuki MORI¹
Sandra Satiko KITAMURA¹
Alexandre Coutinho
ANTONELLI¹
Enrico Lippi ORTOLANI¹

Correspondência para:

PIERRE CASTRO SOARES
Departamento de Medicina Veterinária
Universidade Federal Rural de Pernambuco
R. Dom Manoel de Medeiros, s/n – Dois Irmãos
52171-900 - Recife - PE
pierre_soares@yahoo.com.br

Recebido para publicação: 10/02/2004
Aprovado para publicação: 01/06/2005

1- Departamento de Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo - SP

2- Dra. Vallée S.A., São Paulo - SP

Resumo

Avaliou-se o metabolismo ruminal de bovinos submetidos ou não a dietas carentes em energia, por meio de provas bioquímicas e funcionais no fluido ruminal e urinário com finalidade diagnóstica. Para tal, foram utilizados 10 garrotes mestiços providos de cânula ruminal que foram divididos em dois grupos, ou seja: controle (C; n=4) dieta balanceada para ganho diário de 900 g e carência pronunciada de energia (CP; n=6) recebendo 30% a menos do nível de manutenção em energia. Após os bovinos serem alimentados por 140 d foram coletadas amostras de fluido ruminal e urina antes da alimentação e nas 1^a, 3^a, 6^a e 9^a h seguintes. A carência energética provocou diminuição significativa nos teores ruminiais de AGVs totais, ácidos propiônico e butírico, amônio, elevando-se o tempo da prova de redução do azul de metileno (RAM) e menor produção de gases no teste de fermentação de glicose (FG); o índice de excreção urinária de alantoína (IEUA) também foi menor. A carência provocou aumento na porcentagem molar de ácido acético. Não se verificou efeito dos tratamentos sobre o pH ruminal. Existiram correlações positivas de grande intensidade entre FG e AGVs e amônia, e de média intensidade entre FG e amônia e IEUA, assim como de correlação negativa, de média intensidade, entre RAM e AGVs, amônia, FG e IEUA. Com exceção do pH todas as análises estudadas detectaram alterações no metabolismo ruminal provocada pela carência energética. Porém, considerando-se a praticidade dos testes, recomenda-se a prova do RAM, seguida pela FG para um diagnóstico rápido e sensível deste quadro carencial.

Palavras-chave:

Bovinos.
Carência energética.
Diagnóstico.
Metabolismo ruminal.
Provas ruminiais.

Introdução

Grande parte dos bovinos de corte brasileiros é criada em condições extensivas, alimentando-se basicamente de capins tropicais, em especial do gênero Braquiária, suplementados ou não com sal mineralizado.

Os capins tropicais apresentam crescimento estacional e, durante o período de estiagem, têm pequeno crescimento, apresentando teores críticos de proteína e energia, acompanhados de altos teores de fibra bruta¹. A ingestão de matéria seca neste período diminui significativamente, tanto pela menor produção de capim como pela menor digestibilidade deste, o que leva a significativa perda de peso corporal².

Este menor aporte de nutrientes afeta tanto os bovinos como a sua microbiota ruminal, que exerce papel fundamental na digestibilidade dos alimentos nos pré-estômagos. Como consequência direta ocorre uma queda no número de microrganismo ruminiais assim como na quantidade de produtos finais derivados de sua fermentação, os quais são utilizados como fonte de energia pelos hospedeiros³.

Além da redução de peso é possível diagnosticar a diminuição da capacidade fermentativa ruminal utilizando-se uma série de provas e análises, tanto do fluido ruminal como de outros líquidos biológicos (sangue, urina etc). Entre estes exames, encontra-se a contagem global de microrganismos,

embora não seja uma prova empregada na rotina. Estudos recentes demonstraram que é possível estimar a quantidade de microbiota ruminal de forma indireta por meio de análises urinárias^{4,5}. Quando da passagem dos microrganismos ruminais pelo abomaso e intestino delgado, estes são digeridos e absorvidos, sendo os seus ácidos nucleares catabolizados e excretados pela urina, na forma de alantoína, xantina, hipoxantina e ácido úrico. Foi constatado que carneiros submetidos a dietas carentes em energia e proteína excretavam até cinco vezes menos alantoína pela urina que animais devidamente alimentados⁵.

Outras provas de função ruminal têm sido utilizadas em bovinos para diagnosticar vários problemas digestivos envolvendo alterações fermentativas ruminais, tais como: o pH do fluido ruminal, os teores de ácidos graxos voláteis (AGV) e amônio, teste da fermentação da glicose (FG) e da redução de azul de metileno (RAM)⁶. Enquanto que o teste de FG indica a capacidade da microbiota ruminal em desdobrar a glicose, o RAM avalia a quantidade e a atividade das bactérias redutoras na eliminação do oxigênio do interior do rúmen. Embora esses testes tenham sido classificados como funcionais, ainda não existem informações que correlacionem seus resultados com a quantidade global de microrganismos no rúmen.

O objetivo deste trabalho é avaliar o metabolismo ruminal de bovinos submetidos ou não a dietas carentes em energia, por meio de provas bioquímicas e funcionais no fluido ruminal e urinário com finalidade diagnóstica.

Materiais e Métodos

Até o 140º d os bovinos do grupo C ganharam em torno de 130 kg de peso vivo e a condição corporal média se elevou de 2,6 (dia zero) para 3,7. Por outro lado, o grupo CP perdeu 4 kg, diminuindo também a condição corporal de 2,6 para 1,6. Devido ao rápido ganho de peso no grupo C a

ingestão de matéria seca aumentou de 4,6 para 6,7 kg do começo até o término do experimento, enquanto que o consumo alimentar dos animais do grupo CP diminuiu de 4,7 para 1,45 kg.

Foram utilizados 10 bovinos mestiços, machos, hípidos, com idade aproximada de 10 meses e peso vivo médio de 165 kg no início do experimento. Sessenta dias antes do início do ensaio foram implantadas cânulas de látex no rúmen dos animais. Estes foram mantidos durante todo o experimento em baias individuais; recebendo água e sal mineralizado (Fosbovi 20 – Tortuga[®]) *ad libitum*.

Os bovinos foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos: controle (C; n=4) e carência pronunciada de energia (CP; n=6). O grupo C recebeu dieta balanceada para um ganho de peso de 900 g/d e oferecimento médio de 17,7 Mcal/d energia digestível (ED). O grupo CP recebeu dieta com 30% de déficit de energia (em média, 5,25 Mcal/d ED) em relação aos teores necessários para a manutenção. Embora a porcentagem dietética de proteína bruta fosse menor no grupo CP (7%) que no C (13%), a quantidade de proteína oferecida no primeiro grupo ainda atendia os requerimentos de manutenção de garrotes⁷, e não foram tão limitantes quanto os teores de energia. As dietas foram formuladas utilizando-se os seguintes alimentos: A-feno de capim coast-cross; B-bagaço de cana-de-açúcar; C-concentrado comercial para vacas leiteiras. O grupo C e CP receberam em média 27%, 14%, 59% e 4%, 70% e 26% dos alimentos A, B e C, respectivamente. Todos os alimentos foram misturados previamente antes de serem oferecidos aos animais. A composição bromatológica dos alimentos encontra-se na tab.1. A quantidade de matéria seca oferecida diariamente correspondia a 2,75% do peso vivo dos animais.

Os animais deste experimento foram os mesmos utilizados em um estudo longitudinal de comparação de provas clínico e bioquímico da carência energética

prolongada em garrotes⁸, os quais foram pesados quinzenalmente até o 140º d. As condições corporais dos bovinos foram avaliadas no dia anterior a ingestão das dietas e no 140º d⁹. O consumo de alimento individual também foi registrado semanalmente.

Os materiais biológicos foram coletados quando os animais apresentavam sinais de carência energética, confirmada pela perda de peso e condição corporal, aumento dos teores plasmáticos de ácidos graxos livres e diminuição da glicemia. Tal quadro só foi encontrado após 140 d de ingestão da dieta carente de energia⁸.

Assim sendo, amostras de rumem e urina foram coletados em diferentes horários no decorrer do 140º d, ou seja: na zero, 1ª, 3ª, 6ª e 9ª horas após a alimentação. O fluido de ruminal (FR) foi coletado diretamente da cânula ruminal na porção média do saco ventral do rúmen, enquanto que amostras de urina (U) foram obtidas por micção, após estimulação prepucial.

O pH de ambos os fluidos foi determinado imediatamente após a coleta, utilizando-se potenciômetro digital. Uma amostra de FR foi prontamente congelada a -20º C para posterior análise de amônio, por meio de kit diagnóstico (Raichem, Sigma nº 735-10) e uma outra foi misturada a uma solução de ácido fosfórico para posterior análise de AGV em cromatografia gasosa (Cromatógrafo a gás - Finnigan - Modelo 9001)¹⁰. Amostras de urina foram centrifugadas, aliqüotadas em tubos KMA e acondicionadas a -20º C, para análise de creatinina e de alantoína^{11,12}. A creatinina urinária foi determinada para que se pudesse corrigir o índice de excreção urinária de alantoína (IEUA) segundo a fórmula⁴:

$$\left[\frac{\text{Concentração da alantoína urinária (mmol/L)}}{\text{Concentração da creatinina urinária (mmol/L)}} \right] \times \text{Peso Vivo}^{0,75}$$

O teste de redução do azul de metileno (RAM) foi realizado misturando-se em uma proveta 20 mL de FR e 4 mL de uma solução de azul de metileno (0,01%),

anotando-se o tempo com que o FR voltava a sua cor original¹³. Para a fermentação de glicose (FG) adicionou-se 0,5 mL de solução de glicose (16% p/v) em 10 mL de FR num sacarômetro graduado, o qual foi mantido por uma hora em estufa (39º C). Após este período, registrou-se o volume de gás produzido⁶.

A aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov indicou que todas as variáveis estudadas apresentaram distribuição paramétrica. Os dados foram analisados por meio do programa computacional SAS Institute¹⁴, realizando-se análise de variância, considerando-se como causas de variação os efeitos de grupos (C e CP) e tempos de coletas (0, 1, 3, 6 e 9 horas), segundo modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + E_i + H_j + e_{ij}$, em que: Y_{ij} = observações relativas aos grupos (i) e as horas de coletas (j), na respectiva repetição n; μ = média geral da variável; E_i = efeito dos grupos; H_j = efeito das horas de coleta; e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

Os contrastes entre médias foram feitos pela d.m.s. do teste de Duncan. No estudo de relação entre duas variáveis foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson (r). A significância obtida na regressão linear foi avaliada por meio do Teste F. Foram consideradas diferenças significativas quando p foi superior a 0,05. Considerou-se um coeficiente de correlação como de intensidade alta quando $r > 0,6$; média se $0,3 < r < 0,6$ e baixa no caso de $r < 0,3$ ¹⁵.

Resultados

Os valores médios gerais do pH ruminal, RAM, FG, amônia, AGVs e IEUA encontram-se na tabela 2. Com exceção do pH, que não se alterou ($p > 0,21$), a carência energética provocou diminuições da FG, das concentrações de amônio e de AGV Total, ácidos propiônico e butírico e do IEUA, promovendo por outro lado aumento do tempo de RAM, concentração de ácido acético e relação Acético: Propiônico ($p < 0,0003$).

Os diferentes momentos de coleta geraram alterações significativas nas variáveis estudadas tanto dentro como entre os grupos. Dentro do grupo C e CP foram observados maiores tempos de RAM no momento zero que nas demais coletas ($p < 0,001$); no grupo C maiores teores de amônio e AGV Total foram detectados na 1ª, 3ª e 6ª h e na 1ª e 3ª h em relação ao momento basal, respectivamente ($p < 0,0001$). Ainda dentro do grupo C foi registrado maior formação de gás no teste FG na 1ª h em relação a 6ª e 9ª h ($p < 0,0001$) e menores IEUA no tempo basal em relação aos demais tempos ($p < 0,001$).

Maiores valores de FG foram determinados no grupo C que o CP em todos os tempos ($p < 0,0001$), ocorrendo o inverso em relação ao tempo de RAM ($p < 0,0001$). Não existiram diferenças nas concentrações de amônio, AGV total, ácido acético e propiônico e no IEUA no tempo basal entre os tratamentos, porém nos demais tempos esses valores foram sempre superiores no grupo C ($p < 0,001$) ocorrendo o inverso com o ácido acético ($p < 0,001$).

Na tabela 3 estão exibidos os coeficientes de correlação entre as variáveis estudadas. É digno de nota citar as altas correlações positivas entre a FG e as concentrações de AGV Total, amônia e ácido butírico; o amônio com alantoína, AGV Total e ácido butírico. Também foi constatada alta correlação negativa entre amônio e ácido acético; AGV Total e ácido acético e relação acético: propiônico; ácido acético e os ácidos propiônico e butírico. Cita-se, ainda, média correlação positiva entre o IEUA e a FG e média correlação negativa de média intensidade entre o RAM e FG, amônia, AGV Total, ácido butírico e IEUA.

Discussão

A dieta fornecida para provocar carência energética determinou um retardo no crescimento dos animais, verificado pela diminuição na condição corporal do

começo ao término do experimento, além de provocar uma marcante diminuição no consumo de alimentos. Esta disorexia no grupo carente esta intimamente ligada com a baixa palatabilidade e digestibilidade do bagaço de cana-de-açúcar, que representou 70% da MS ingerida neste grupo.

Com exceção do pH do fluido ruminal, as demais variáveis estudadas foram capazes de detectar as alterações provocadas no metabolismo ruminal pela pronunciada carência dietética de energia, que determinou quase que invariavelmente diminuição nas concentrações dos metabólitos analisados e menor atividade dos microorganismos ruminais.

Os baixos teores de AGVs Totais no suco de rúmen dos animais do Grupo CP, menos da metade do grupo C, expressaram bem a influência que o baixo oferecimento de energia da dieta provocou na fermentação ruminal. Tal situação causou queda acentuada na população e na atividade dos microorganismos ruminais, evidenciado pelo menor IEUA e pelas alterações na FG e RAM, respectivamente.

Trabalho feito já em meados da década de 60, e ratificado posteriormente, indicou que existe correlação positiva entre a quantidade de microorganismos ruminais e a excreção de derivados purínicos, em especial a alantoína, na urina de ovinos^{4,5,16}. No presente trabalho, o IEUA foi sempre inferior, na ordem de 2,65 vezes, nos animais não suplementados com energia. Se por um lado a IEUA é razoavelmente sensível para detectar carência de energia, por outro é um teste laborioso exigindo determinação laboratorial concomitante de alantoína e creatinina, sendo que a primeira análise ainda não é automatizada. Indica-se o IEUA para o diagnóstico da carência energética toda vez que a coleta de fluido ruminal estiver impossibilitada, já que este teste pode ser realizado em amostra urinária coletada em qualquer momento do dia, mesmo em ruminantes alimentados uma única vez ao dia³. Contudo, o presente trabalho detectou que em animais controle o IEUA foi menor

no momento basal que após a alimentação, sugerindo que menor quantidade de ácidos nucléicos bacterianos foram absorvidos pelo intestino e principalmente excretados pela urina previamente a ingestão de alimentos. Maiores estudos são necessários para elucidar tal assunto.

As provas de fermentação da glicose e da redução do azul de metileno foram também bastante sensíveis na detecção da carência alimentar de energia. Mesmo assim, caso seja feita à razão dos valores médios dessas variáveis (Tabela 2) entre C e CP para FG e CP e C para RAM, constata-se que os resultados foram numericamente mais evidentes na FG que no RAM, pois o primeiro foi cerca de 11 vezes maior nos animais C, enquanto que no RAM tal relação foi ao redor de 3,9 vezes maior nos bovinos CP, indicando a maior sensibilidade da primeira prova. Embora haja esta discrepância numérica a favor da prova de FG, deve-se ressaltar a praticidade, objetividade e a rapidez da prova do RAM, que pode ser feita a campo, sem equipamentos complexos obtendo-se a resposta alguns minutos após o início do teste. Já para a realização do FG há necessidade de se ter sacarômetro específico, solução de glicose com concentração conhecida, estufa calibrada em 39° C e ao menos uma hora para obtenção do resultado. Outra vantagem do valor diagnóstico do RAM foi que este teste se correlacionou significativamente com AGVs Totais, IEUA e FG, traçando de maneira prática um perfil do metabolismo ruminal.

Expressivos teores de amônio ruminal foram detectados no grupo controle, na ordem de 2,7 vezes maiores que no grupo CP (Tabela 2). Tais concentrações refletiram diretamente a maior quantidade de proteína bruta ingerida pelo grupo com alimentação adequada, a qual foi cerca de 2,2 vezes maior que nos animais carentes. Os teores de amônio ainda foram capazes de expressar a intensidade do metabolismo ruminal, pois existiu uma expressiva correlação positiva com os AGVs Totais ($r=$

0,83) e com o IEUA ($r=0,60$), validando a concentração de amônio como prova diagnóstica. Alguns inconvenientes técnicos dificultam a determinação dessa variável, pois exigem que a amostra seja congelada ou prontamente acidificada após a coleta do fluido ruminal, para evitar a volatilização de parte do amônio, e a necessidade de ser realizada a análise laboratorial por meio de kit enzimático caro e de difícil obtenção.

As determinações de AGVs Totais e de suas frações espelham claramente a fermentação global dos carboidratos e em menor grau de proteínas e gorduras no rúmen¹⁰. Como era de se supor os teores dos ácidos acético e propiônico foram maiores e menores no grupo CP, respectivamente. Isto ocorreu devida a maior ingestão de fibra bruta e menor ingestão de concentrado energético, rico em carboidratos solúveis¹⁰. Semelhante ao que acontece com os teores de amônio, a realização dessas análises requerem medidas imediatas de conservação das amostras, além de necessitarem equipamento sofisticado e pouco disponível em laboratórios clínicos. Mesmo assim, deve-se ressaltar que a realização das análises de AGV neste experimento demonstrou o padrão da fermentação ruminal e não sua validação como prova diagnóstica.

Foi surpreendente o não encontro de ácido butírico no fluido ruminal de animais que ingeriram a dieta carente. Não existem explicações plausíveis para tal resultado, porém comparando-se a produção proporcional de AGV em relação a quantidades diferentes de concentrado energético e forragem na dieta, apurou-se que quanto maior a ingestão deste último alimento menor era os teores de ácido butírico produzido no rúmen¹⁷.

Considerando-se o conjunto dos resultados, em especial o do RAM e do FG, IEUA e AGVs Totais (Figura 1), sugere-se que o exame de fluido ruminal deva ser feito entre a 1ª e 3ª h após alimentação afim de se obter as maiores diferenças entre os grupo C e CP, assim como dentro do grupo C, especialmente em relação ao momento basal quando o metabolismo ruminal era menos pronunciado.

Esperava-se que o pH ruminal fosse muito inferior no grupo controle, visto que a

Tabela 1 - Composição bromatológica do feno de coast-cross, do concentrado e do bagaço de cana-de-açúcar hidrolizado (BCH) durante o período experimental

Componentes	Componentes da dieta		
	Feno de Coast-cross	Concentrado	BCH
% MS ¹	87,17	84,27	63,57
% FB	31,21	6,44	42,65
% PB	7,05	17,63	1,42
% EE	1,75	5,11	1,27
% MM	6,38	9,45	3,08
% EÑN	53,61	61,37	51,58
% NDT	54,33	74,88	49,75
% FDN	76,20	27,01	90,02
% FDA	38,13	12,42	62,86

¹MS-Matéria Seca; FB-Fibra Bruta; PB-Proteína Bruta; EE- Extrato etéreo; MM-Matéria Mineral; ENN- Extrativo Não Nitrogenado; NDT- Nutriente Digestível Total; FDE- Fibra solúvel em detergente neutro; FDA- Fibra solúvel em detergente ácido

Tabela 2 - Valores médios, desvios-padrão e níveis de significância (p) das variáveis do metabolismo ruminal de bovinos que receberam dietas controle (C) e com carência pronunciada de energia (CP)

Variáveis	Grupos			Nível de p
	C	CP		
pH ruminal	6,8 ± 0,09 ^a	6,6 ± 0,04 ^a		0,0756
RAM (min) ¹	1'7'' ± 0,31 ^b	6'6'' ± 0,80 ^a		< 0,0001
Fermentação da Glicose (cm ³ /h)	3,4 ± 0,27 ^a	0,3 ± 0,03 ^b		< 0,0001
Movimento Ruminal	3,0 ± 0,15 ^a	2,0 ± 0,11 ^b		< 0,0001
NH ₄ Ruminal (mMol/L)	22.337 ± 2.270 ^a	8.211 ± 707 ^b		< 0,0001
AGV Total (mMol) ²	99,0 ± 8,10 ^a	45,0 ± 2,28 ^b		< 0,0001
Ácido Acético (% Molar)	79,0 ± 0,90 ^b	89,0 ± 0,58 ^a		< 0,0001
Ácido Propiônico (% Molar)	17,0 ± 0,89 ^a	11,0 ± 0,57 ^b		< 0,0001
Ácido Butírico (% Molar)	4,0 ± 0,58	0,00		
ÁcAc : ÁcPr ³	5,0 ± 0,40 ^b	9,0 ± 0,55 ^a		< 0,0001
IEUA (mMol/L) ⁴	315,7 ± 1,15 ^a	119,0 ± 0,47 ^b		< 0,0001

1- Tempo de redução do azul de metileno; 2- Ácidos graxos voláteis totais; 3- Relação entre os ácidos acético e propiônico; 4- Índice de excreção urinária de alantóina. Letras minúsculas distintas na mesma linha indicam diferenças significativas entre os tratamentos

Tabela 3 - Coeficientes de correlação (r) entre as variáveis do metabolismo ruminal de bovinos que receberam dietas controle (C) e com carência pronunciada de energia (CP)

Variáveis*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
pH (1)	1	0,30	-0,02	-0,02	-0,14	-0,40	0,24	-0,20	-0,21	0,13
RAM ¹ (2)		1	-0,55*	-0,53*	-0,42	-0,50*	0,33	-0,16	-0,50*	0,10
FG ² (3)			1	0,75**	0,54*	0,71**	-0,74**	0,50*	0,87**	-0,53*
NH ₃ Ruminal (4)				1	0,60**	0,83**	-0,70**	0,50*	0,76**	-0,47*
IEUA ³ (5)					1	0,40	-0,44*	0,31	0,46*	-0,37
AGV Total ⁴ (6)						1	-0,85**	0,70**	0,75**	-0,63**
Ac. Acético (7)							1	-0,91**	-0,74**	0,90**
Ac. Propiônico (8)								1	0,40	-0,94**
Ac. Butírico (9)									1	-0,50*
Ac:Pr ⁵ (10)										1

1- Tempo de redução do azul de metileno; 2- Fermentação da glicose; 3- Índice de excreção urinária de alantóina; 4- Ácidos graxos voláteis totais; 5- Relação entre os ácidos acético e propiônico. * p < 0,001; ** p < 0,0001.

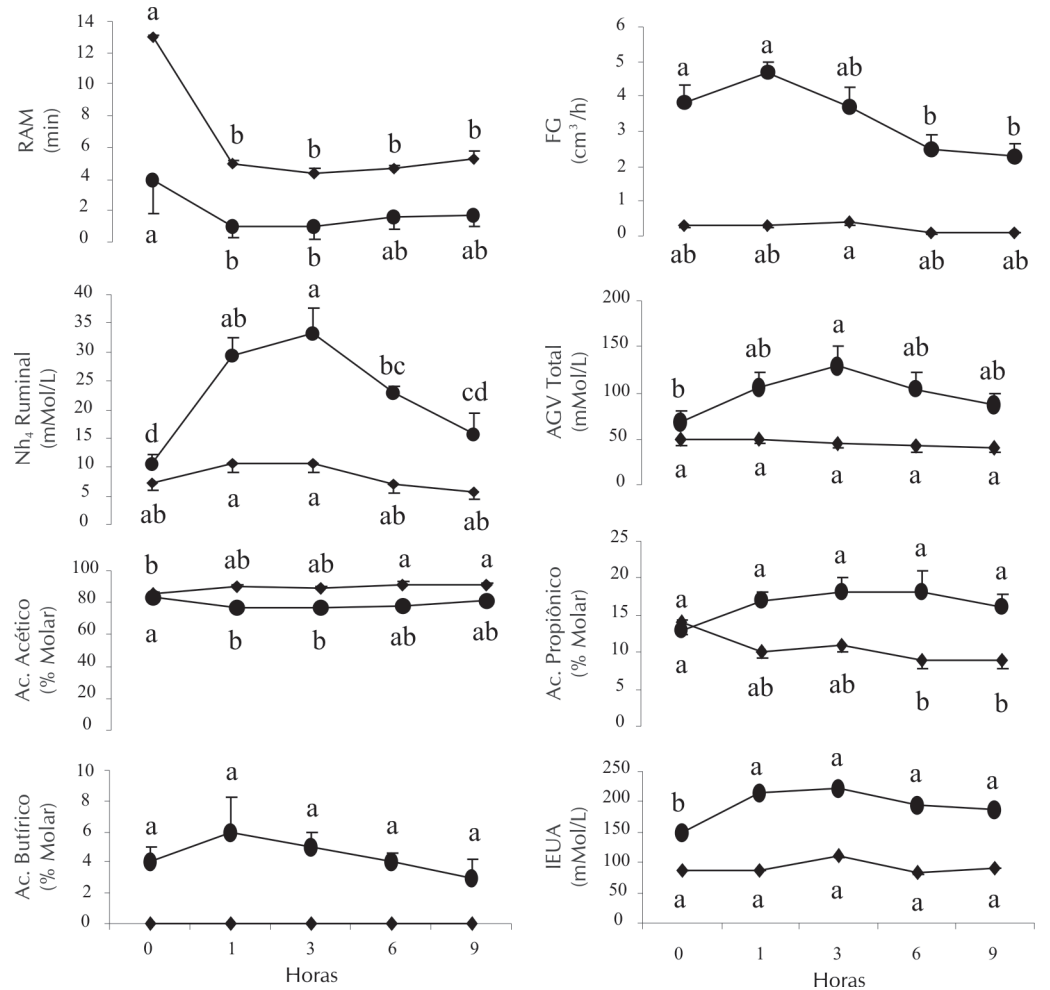


Figura 1 - Valores médios e desvios-padrão das variáveis do fluido ruminal e urina de bovinos que receberam dietas controle (-●-) e com carência pronunciada de energia(-◆-), em diferentes tempos antes e após a alimentação (0 a 9 horas). Letras minúsculas distintas nos diferentes tempos indicam diferenças significativas dentro do tratamento (p < 0,05)

dieta era rica em energia e a quantidade de AGVs total produzidos foi muito superior (Tabela 2). Contudo, não existiu diferença de pH entre os grupos, demonstrando que no presente experimento o pH não foi um bom indicador diagnóstico rápido de carência de energia.

Conclusão

Pode-se concluir do presente estudo

que, com exceção do pH do fluido ruminal, as demais análises se mostraram eficientes para detectar a diferença no metabolismo ruminal de bovinos alimentados com dietas normais ou carentes em energia. Julgando-se pela facilidade e praticidade da realização dos diferentes testes recomenda-se a prova da redução do azul de metileno, seguida pela fermentação da glicose para o diagnóstico rápido e indicativo de carência energética em bovinos.

Diagnosis of energy deficiency in cattle by ruminal metabolism tests

Abstract

Ten yearling crossbred rumen-cannulated steers were randomly divided in two equal groups for studying some ruminal metabolism tests in cattle fed adequate or deficient diets on energy. The control group (C) was fed a diet to gain 900 g/BW/d, while to the very deficient group (VD) was given a diet with 30 % less than the maintenance level of dietary energy. On the 140th d ruminal fluid and urine samples were collected at the basal and in the 1st, 3rd, 6th, and 9th h after the morning feeding. The energy deficiency caused significant decrease in the ruminal levels of total volatile fatty acids (VFA), propionic and butyric acids, and ammonium, an increase in time of methylene blue reduction test (MBRT) and decrease in the gas production in the glucose fermentation test (GFT); the urinary allantoin excretion rate (UAER) was also lower. The deficiency caused an increased in the molar proportion of acetic acid. There was no diet effect on the ruminal fluid pH. There were high positive correlation between GFT and VFAs and ammonium, medium positive correlation between MBRT and VFAs, ammonium, GFT and UAER. All studied variables were able to detect changes in the ruminal metabolism in cattle fed energy deficient diet, but the rumen fluid pH. Nevertheless, as far as the feasibility is concerned the MBRT, followed by the GFT should be adopted to allow a rapid and sensible diagnosis of dietary energy deficiency.

Key-words:

Cattle.
Energy deficiency.
Diagnosis.
Ruminal metabolism.
Ruminal tests.

Referências

- 1 PEDREIRA, J. V. S. Crescimento estacional dos capins colônia, gordura, jaraguá e pangola. **Boletim da Indústria Animal**, v. 30, p. 59-146, 1973.
- 2 CARDOSO, E. G. Suplementação de bovinos de corte em pastejo (semiconfinamento). In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL: confinamento de bovinos, 9, Piracicaba. **Anais.** Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 97-120.
- 3 OETZEL, G. R. Protein Energy Malnutrition in Ruminants. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. Philadelphia, v. 4, n. 2, 7, p. 317-329, 1988.
- 4 CHEN, X. B.; ORSKOV, E. R.; HOVELL, F. D. D. Excretion of purine derivatives by ruminants: endogenous excretion, differences between cattle and sheep. **The British Journal of Nutrition**, v. 63, n. 1, p. 121-129, 1990.
- 5 PUCHALA, R.; KUSALEK, G. W. Estimation of microbial protein flow from the rumen of sheep using microbial nucleic acid and urinary excretion of purine derivatives. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 72, p. 821-830, 1992.
- 6 ROSENBERGER, G. Exame clínico dos bovinos. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993. 419 p.
- 7 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Animal Nutrition. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 ed. Washington: National Academy of Science, 1996.
- 8 SUCUPIRA, M. C. A. **Estudos comparativos de exames clínico-laboratoriais no diagnóstico de carência energética prolongada em garrotes**. 2003. 173 p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- 9 WRIGHT, J. A.; RUSSEL, A. J. F. Partition of fat, body composition and body condition score in mature cows. **Animal Production**, v. 38, p. 23-32, 1984.
- 10 ERWIN, E. S.; MARCO, G. J.; EMERY, E. M. Volatile fatty acid analyses of blood and rumen fluid gas chromatography. **Journal of Dairy Science**, v. 44, n. 9, p. 1768-1771, 1961.
- 11 BORCHOERS, R. Allantoin determination. **Analytical Biochemistry**, v. 79, p. 612-613, 1977.
- 12 LUTSGARTEN, J. A.; WENK, R. E. Simple, rapid, kinetic method for serum creatinina measurement. **Clinical Chemistry**, v. 18, n. 11, p. 1419-1422, 1972.
- 13 WENZEL, H. **Vergleichende prüfung der methylenblauprobe, der rezaurinprobe, des nitrittests und der glukosegärprobe in der klinischen pansensaftuntersuchung bei rind und schaf**. 1977. 94 p. Tese (Doutorado) – Tiermedizin der Ludwig-Maximilians, Universidade de Monique, monique, 1977.

14 SAS INSTITUTE. **SAS user's guide**: statistics. Cary, 2000.

15 LITTLE, T. M.; HILLS, F. J. **Agricultural experimentation**: design and analysis. New York: John Wiley, 1978. 350 p.

16 TOPPS, J. H.; ELLIOTT, R. C. Relationships between concentration of ruminal nucleic acid and excretion of purine derivatives by sheep. **Nature**, v. 205, p. 498-499, 1965.

17 SWENSON, M. J.; REECE, W. O. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogans, 1996. 856 p.