

PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS EM ALIMENTOS DE CLIMA TROPICAL UTILIZADOS NAS DIETAS PARA RUMINANTES¹

SÉRGIO AUGUSTO DE ALBUQUERQUE FERNANDES², WILSON ROBERTO SOARES MATTOS³, SORAIA VANESSA MATARAZZO⁴, MARCO ANTÔNIO SUNDFIELD GAMA⁵, DANTE PAZZANESE DUARTE LANNA³, CAIO VINÍCIUS ROSSETO⁶

¹Parte da Tese de Doutorado do primeiro autor realizado na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil. Recebido para publicação em 05/06/06. Aceito para publicação em 15/01/07.

²Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Pr. Primavera, 40, CEP 45700-000, Itapetinga, BA, Brasil.
E-mail: fernandes@uesb.br

³Departamento de Zootecnia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Av. Páduas Dias, 11, Caixa postal 9, CEP 13418-000, Piracicaba, SP, Brasil.

⁴Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica dos Agronegócios em Bovinos de Leite, Instituto de Zootecnia, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Caixa postal 60, CEP 13460-000, Nova Odessa, SP, Brasil.

⁵Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Gado de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610, Dom Bosco, CEP 36038-330, Juiz de Fora, MG, Brasil.

⁶Clínica Veterinária Vetvida, Av. Miguel Tetrere, 1022, Bairro Santa Cecília, CEP 18185-000, Pilar do Sul, SP, Brasil.

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi determinar o perfil de ácidos graxos em alimentos (concentrado e volumoso) utilizados por ruminantes em região tropical. Este experimento foi conduzido em cinco fazendas localizadas nos municípios de Pilar do Sul e Sarapuí, na região de Itapetinga, no Sul do Estado de São Paulo. A colheita das amostras dos alimentos em cada fazenda foi mensal, durante o período de abril a novembro de 2002. Adotou-se como critério, a amostragem dos alimentos que estivessem em uso na propriedade há pelo menos 15 dias antes da data de colheita. A quantificação dos ácidos graxos dos alimentos foi realizada através de cromatografia gasosa. O teor de lipídeos para as duas gramíneas estudadas variou de acordo com a estação do ano. Os teores dos ácidos graxos envolvidos com a biohidrogenação ruminal (ácidos linoléico e linolênico) foram menores na *B. decumbens* em relação a *B. ruziziensis* nos meses de julho (39,4% vs 68,2%) e novembro (51,6 vs 65,7%). O teor de extrato etéreo aumentou com o período das águas. O resíduo de cervejaria apresentou teor elevado de ácido linoléico (48,3%), sendo importante fonte de precursores para a biohidrogenação ruminal. A cana-de-açúcar (0,8%) e o capim-elefante (1,9%) são fontes pobres em extrato etéreo. A polpa cítrica é boa fonte de ácidos graxos polinsaturados (63,4%).

Palavras-chave: *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria ruziziensis*, gramíneas, polpa cítrica, resíduo de cervejaria.

FATTY ACIDS PROFILE IN RUMINANTS FEEDSTUFF IN TROPICAL REGION

ABSTRACT: The objective of this work was to determine the profile of fatty acids in feedstuff (concentrate and grasses) used by ruminants in tropical region. This experiment was conducted in five farms located in Pilar do Sul and Sarapuí Cities, State of Sao Paulo, Brazil. The food samples of each farm were taken monthly, during a period from April to November of 2002. The fatty acids involved with the ruminal biohydrogenation (linoleic and linolenic acids) had been lower in *B. decumbens* in relation to *B. ruziziensis* in July (39.4% vs 68.2%) and November (51.6% vs 65.7%). The ether extract level increased during the rainy month. The wet brewers grains residue showed high linoleic acid (48.3%), being an important source of precursors for the ruminal biohydrogenation. The sugarcane (0.8%) and the *P. purpureum* (1.9%) are poor sources in ether extract. The citric pulp is good source of polyunsaturated acids (63.4%).

Key words: *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria ruziziensis*, grasses, citric pulp, wet brewers grain

INTRODUÇÃO

O conhecimento do perfil de ácidos graxos nos alimentos utilizados pelos ruminantes tem tido atenção especial recentemente. Isso se deve às influências destas biomoléculas presentes nestes alimentos, principalmente sobre o teor de ácido linoléico conjugado (CLA) no leite e tecido deste grupo de animais.

O termo CLA descreve um ou mais isômeros posicionais e geométricos do ácido linoléico (cis9, cis12, ácido octadecadienóico) contendo duplas ligações conjugadas. Produtos provenientes de bovídeos, principalmente os lácteos, são as fontes mais ricas em CLA, sendo o isômero $C_{18:2c9t11}$ envolvido em ação anticarcinogênica e o isômero $C_{18:2t10c12}$ particularmente envolvido na regulação da síntese de gordura no organismo, sendo os únicos a possuírem atividade biológica reconhecida (PARIZZA *et al.*, 2000; YURAWECZ *et al.*, 2001; IP, 2001).

Nos vegetais, os lipídeos são agrupados em duas categorias: estruturais e de reserva. A primeira categoria compõe as membranas biológicas e as superfícies de proteção (ceras). Os lipídeos de membrana encontrados, principalmente na mitocôndria, retículo endoplasmático e membranas plasmáticas, são compostos principalmente por glicolipídeos (40 a 50%) e fosfolipídeos. Já os lipídeos de reserva, encontrados nos frutos e sementes, encontram-se, predominantemente, na forma de óleos (MCDONALD *et al.*, 1999). Assim, o tipo de lipídeo, em vegetais, varia de acordo com sua localização na planta. Nas sementes, encontram-se principalmente os triacilgliceróis, associados às reservas energéticas. Estes são os mais encontrados nos alimentos concentrados que constituem parte da dieta de ruminantes, já que esses, em geral, são subprodutos de sementes. Nas folhas, os lipídeos mais comuns são os galactolipídeos, constituídos por glicerol, galactose e ácidos graxos insaturados, e os fosfolipídeos, associados às membranas biológicas, em especial aos cloroplastos. Os ácidos graxos polinsaturados, como o linolênico ($C_{18:3}$) e linoléico ($C_{18:2}$), compõem a maioria dos ácidos graxos presentes nas forrageiras (HARWOOD, 1980; BYERS e CHELLING, 1993; VAN SOEST, 1994; BAUMAN *et al.*, 1999).

Na fração lipídica dos vegetais, os ácidos graxos mais comuns são: o mirístico ($C_{14:0}$), palmítico ($C_{16:0}$), esteárico ($C_{18:0}$), linoléico ($C_{18:2}$) e linolênico ($C_{18:3}$), que totalizam, aproximadamente, 90% da fração lipídica,

enquanto os ácidos graxos, com 20 e 22 átomos de carbono, em geral, encontram-se em baixos teores (HARWOOD, 1980; VAN SOEST, 1994).

Os lipídeos são característicos de folhas metabolicamente ativas. Assim, à medida que o estágio vegetativo avança, o número de folhas diminui alterando-se a relação folha/caule. Com isso, o número de cloroplastos também diminui. Dessa forma, o teor de lipídeos decresce, determinando queda no teor de ácidos graxos, principalmente os polinsaturados. A distribuição, o conteúdo e a proporção dos ácidos graxos nos tecidos das plantas variam com o seu estágio vegetativo (MCDONALD *et al.*, 1999; GUIL-GUERRERO, *et al.*, 2001; ELGERSMA *et al.*, 2003). Observa-se assim, que a formação do aparato fotossintético provoca mudanças na composição lipídica dos vegetais.

Outro fator que provoca alterações na fração lipídica de vegetais é a forma de conservação (ensilagem e fenação). Estas práticas produzem diminuição na concentração dos ácidos graxos, provavelmente, resultante das oxidações e formação de polímeros, assim como, da atividade dos microrganismos presentes e das enzimas vegetais ativas durante o processo (VAN SOEST, 1994; FRENCH *et al.*, 2000; ELGERSMA *et al.*, 2003).

O intervalo de corte também exerce influências sobre o perfil de ácidos graxos em gramíneas. Neste sentido autores como ELGERSMA *et al.* (2003) e DEWHURST *et al.* (2001) observaram alterações na fração lipídica de gramíneas de clima temperado. Observaram também que o principal ácido graxo afetado foi o $C_{18:3}$ (associado à biohidrogenação no rúmen). No entanto, DEWHURST *et al.* (2002), estudando gramíneas de clima temperado não observaram mudanças na fração lipídica quando o intervalo de corte foi menor que 30 dias, sugerindo que intervalos de corte em que a planta não consiga atingir sua maturidade, não ocorrem alterações significativas na fração lipídica. Dessa forma, com o corte/pastejo, a planta modifica sua fisiologia, iniciando novo período de crescimento, não emitindo inflorescência, que provoca diretamente a diminuição do teor de ácidos graxos nas plantas forrageiras. Esse efeito está relacionado com o avançar do período vegetativo da planta, em que ocorre aumento no teor de fibra, alongamento das hastes, e decréscimo na proporção de folhas, além do aumento no teor de triacilgliceróis nas sementes. Este conjunto de fatores provoca mudanças do perfil de ácidos graxos

nas gramíneas, determinados pelas alterações na estrutura do dossel (VAN SOEST, 1994; DEWHURST *et al.*, 2001; GUIL-GUERRERO *et al.*, 2001).

O fator genético (espécie) também está intimamente relacionado com a composição da fração lipídica das plantas e com seu perfil, demonstrando potencial de exploração de diferentes espécies (DEWHURST *et al.* 2001; DEWHURST *et al.* 2002; ELGERSMA *et al.*, 2003).

O'KELLY e REICH (1976), desenvolveram estudo com gramíneas de clima tropical, em Queensland, na Austrália. Neste estudo, foram analisadas diversas forrageiras tropicais (gramíneas e leguminosas). As forrageiras tropicais apresentaram queda na porcentagem de extrato etéreo no inverno, em relação ao verão; também foram observadas mudanças no perfil de ácidos graxos, em que ocorreu queda no $C_{18:3}$ no inverno, em relação ao verão, enquanto os demais ácidos graxos sofreram elevação.

De forma geral, as gramíneas de clima temperado possuem elevadas quantidades de ácido linolênico e linoléico e, em geral, podem totalizar mais de 70% dos ácidos graxos, enquanto as gramíneas de clima tropical possuem menores teores de ácido linolênico próximo a 50%. A estrutura do dossel de gramíneas de clima temperado proporciona maior relação folha/caule, do que a estrutura do dossel de gramíneas de clima tropical, talvez, por este motivo, as plantas forrageiras de clima temperado possuam maior teor de ácido linolênico. Contudo, o maior teor de ácido linolênico em plantas de clima temperado, está associado às adaptações destas plantas às condições climáticas ambientais, especialmente, as baixas temperaturas. A temperatura em que ocorre a fusão do ácido linolênico é de 17°C negativos, com isso a membrana, rica em ácido linolênico, permanece com adequada fluidez, mantendo o metabolismo celular normal (HOPKINS, 1995).

De modo geral, o $C_{18:3}$ é o ácido graxo mais afetado pelas mudanças na estrutura do dossel. De acordo com os diversos autores, alterações fisiológicas na planta, como aumento do teor de fibra e alongamento da haste, determinam a diminuição da relação folha/caule, ocorrendo, com isto, diminuição no teor do $C_{18:3}$; já que é nas folhas que se concentra este ácido (VAN SOEST, 1994; HOPKINS, 1995; DEWHURST *et al.*, 2001; GUIL-GUERRERO, *et al.*, 2001).

O perfil de ácidos graxos em resíduo de cervejaria tem sido pouco explorado cientificamente, portanto há pouca informação na literatura. Dados publicados por VAN SOEST (1994) demonstraram haver grande quantidade de ácido linoléico e ácido oléico em grãos destilados. COSTA *et al.* (1994), estudando resíduo úmido de cervejaria em São Paulo, oriundo de mesma cervejaria, porém de partidas diferentes (n = 30), observaram coeficiente de variação (CV%) para a porcentagem de extrato etéreo e extrativo não nitrogenado (ENN) de 12,0% para ambos. Constataram teor máximo de extrato etéreo de 12,9%, mínimo de 8,1% com média de 10,4%. De acordo com VAN SOEST (1994), o percentual médio de extrato etéreo no resíduo de destilaria é de 10,5%, similar ao encontrado por COSTA *et al.* (1994).

As informações disponíveis na literatura sobre o teor de ácidos graxos em alimentos de clima tropical (gramíneas e concentrados) utilizados por ruminantes são escassas. Isso demonstra a necessidade da geração destas informações, pois não é prudente a extrapolação das informações obtidas em alimentos de clima temperado. Assim, o objetivo desse trabalho foi a determinação, através da cromatografia gasosa, do perfil de ácidos graxos em alimentos de clima tropical utilizados por ruminantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido em cinco fazendas localizadas nos municípios de Pilar do Sul e Sarapuí, na região de Itapetininga, no Sul do Estado de São Paulo.

A colheita das amostras dos alimentos (concentrado e volumoso) utilizado em cada fazenda foi mensal, durante o período de Abril a Novembro do ano de 2002. Adotou-se como critério a amostragem, os alimentos que estivessem em uso há pelo menos, 15 dias antes da data de colheita. As amostras foram congeladas a menos 20°C para posterior análise dos ácidos graxos. A amostragem das pastagens foi realizada através de pastejo simulado, de forma que cada amostra contivesse aproximadamente 1,0 kg de matéria original. O teor de matéria seca dos alimentos foi determinado por meio de secagem em estufa a 55°C, com circulação de ar. O extrato etéreo foi determinado de acordo com a IUPAC (1979).

Para a extração e metilação da gordura dos ali-

mentos, foi utilizada a metodologia de Rodrigues-RUIZ *et al.* (1998) com algumas adaptações. O procedimento utilizado consistiu em se pesar 2 gramas da amostra, colocá-las em tubo de ensaio, adicionar 2mL de solução de hexano/cloreto de acetila (20:1 v/v) e aquecer por dez minutos, a 90°C. Em seguida resfriou-se o tubo de ensaio com o material em temperatura ambiente, após retirou-se a camada sobrenadante e colocou-se em um segundo tubo de ensaio para que fosse adicionado carvão ativado e sílica gel (adaptações), para extração de ceras e pigmentos que podem interferir na cromatografia. As frações obtidas foram analisadas por meio da cromatografia gasosa.

A quantificação dos ácidos graxos dos alimentos foi realizada através de cromatografia gasosa em equipamento Trace GC 3, aparelhado com detector de chama (FID), coluna capilar SUPELCO 2-4056 SP™ - 2560, DE 100m vs 0.25mm de diâmetro, e espessura do filme 0,2mm, e como gás de arraste utilizou-se o hidrogênio, com fluxo de 40mL/minuto. A temperatura inicial da rampa foi 70°C por 4 minutos, em seguida a temperatura foi elevada a 13°C/minuto até atingir 175°C, permanecendo por 27 minutos nesta temperatura (1ª rampa), depois se elevou a 4°C/minuto até atingir 215°C, permanecendo

do por 11 minutos nesta temperatura (2ª rampa), a 3ª rampa foi alcançada aumentando-se a temperatura a 4°C/minuto até atingir 240°C, permanecendo por 4 minutos, sendo a temperatura máxima 250°C. O tempo de corrida de cada amostra foi de 70 minutos, com injeção de 1mL/amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento exploratório dos dados permite inferir que o teor de lipídeos (EE), para as duas gramíneas estudadas, variou de acordo com a estação do ano. Na *B. decumbens*, o teor cresceu 50,0% de Julho (1,1%) para Novembro (2,2%), enquanto que na *B. ruziziensis*, o crescimento foi de 41,7% (Tabela 1). Os dados comprovam que o período seco (inverno) atua negativamente sobre a fração lipídica das plantas forrageiras. Diversos autores observaram este efeito em plantas de clima temperado e tropical (O'KELLY e REICH, 1976; FRENCH *et al.*, 2000; DEWHURST *et al.*, 2002). Isto se deve ao fato de que o percentual de tecido não ativo metabolicamente (senescente), aumenta em função do estágio de desenvolvimento da planta, visto que ocorre aumento do teor de fibra (o teor de MS foi maior em Julho, Tabela 1) e diminuição da proporção de folhas (DEWHURST *et al.*, 2001, GUIL-GUERRERO, *et al.*, 2001).

Tabela 1. Composição da fração lipídica e ácidos graxos das plantas forrageiras tropicais, com base na matéria seca

Variável	<i>B. decumbens</i> ¹		<i>B. ruziziensis</i> ²	
	Julho	Novembro	Julho	Novembro
EE(%)	1,1±0,46	2,2±0,28	2,1±0,03	3,6±0,18
MS (%)	33,7±0,83	25,8±0,97	25,1±0,65	12, ±0,09
Ácidos graxos ⁴				
C _{14:0}	2,6±0,14	1,2±0,06	0,7±0,04	1,3±0,08
C _{16:0}	36,7±0,49	33,3±0,35	21,0±0,35	25,6±0,81
C _{16:1c9}	1,2±0,08	0,7±0,01	0,6±0,14	0,3±0,08
C _{18:0}	7,5±0,02	6,0±0,18	2,2±0,06	3,7±0,32
C _{18:1c9}	10,5±0,42	5,5±0,07	6,7±0,14	2,7±0,18
C _{18:2c9c12}	18,3±0,21	20,1±0,29	17,8±0,16	19,6±0,21
C _{18:3}	21,1±0,35	31,5±0,11	50,4±0,28	46,1±0,65
C _{20:0}	2,1±0,25	1,8±0,21	0,6±0,08	0,8±0,08

¹ em Julho, média de duas fazendas, em cinco amostras; em Novembro média de duas amostras, sob pastejo contínuo sem adubação; ² amostragem única, em duplicata, de *B. ruziziensis* para cada período, sob pastejo rotacionado (30 dias de intervalo) com adubação; ⁴ total dos ácidos graxos identificados

A *B. ruziziensis* apresentou menor queda no teor de lipídeos de acordo com a estação do ano, que a *B. decumbens* (pastejo contínuo sem adubação), provavelmente devido ao manejo dispensado à *B. ruziziensis*, que consistiu de pastejo rotacionado (intervalo de 30 dias), com adubação após o pastejo. Dessa forma, o corte freqüente na *B. ruziziensis* proporcionou novo período de crescimento vegetativo, sem emissão de inflorescência e alongamento de haste, com isto, provavelmente, a relação folha/caule pode ter sido aumentada. Como em plantas forrageiras os ácidos graxos concentram-se principalmente nas folhas (HAWKE, 1973), é de se esperar que manejo que aumente a relação folha/caule proporcione, conseqüentemente, maior teor de lipídeos nestas plantas. Dessa forma, os resultados deste estudo corroboram os dados publicados por DEWHURST *et al.* (2002) que afirmam que o corte, em intervalos menores, provoca mudanças fisiológicas na planta, determinando a não emissão da inflorescência (que atua diminuindo a relação folha/caule) observando-se conseqüentemente diminuição da concentração de ácidos graxos nas forrageiras.

A composição média da fração lipídica das forrageiras sofre mudanças substanciais, de acordo com a estação do ano. Autores como O'KELLY e REICH (1976), FRENCH *et al.* (2000), DEWHURST *et al.* (2002), e ELGERSMA *et al.* (2003), comprovam esta fato.

Nas plantas, os ácidos graxos encontram-se nos tecidos metabolicamente ativos, principalmente nas folhas. As plantas forrageiras apresentam estrutura que muda de acordo com as condições climáticas, com isto, no inverno, entram em estresse (baixas temperatura, luminosidade e precipitação), por sua vez, o percentual de material senescente aumenta e diminui as folhas ativas. Sendo assim, o teor de ácidos graxos também apresenta queda, principalmente os polinsaturados como o linoléico e α -linolênico (DEWHURST *et al.*, 2001). Conseqüentemente, em termos de produção de CLA, ocorre diminuição do aporte de substrato ao rúmen.

O teor de ácido linoléico ($C_{18:2}$) na *B. decumbens*, em Julho, foi de 18,3% dos ácidos graxos detectados, sofrendo ligeiro aumento em Novembro (período das chuvas), alcançando 20,1%. O teor de ácido linoléico, em Julho (período seco), foi menor que o encontrado por O'KELLY e REICH (1976), enquanto em Novembro foi similar ao encontrado por estes autores que avaliaram a *Chloris gayana*. O teor de ácido linolênico ($C_{18:3}$) se elevou de 21,1%, no período

seco, para 31,5% em Novembro, acréscimo de aproximadamente 33%. Em Julho o teor do ácido linolênico foi ligeiramente superior ao encontrado por O'KELLY e REICH (1976) em *C. gayana* (20,1%), contudo em Novembro, estes autores encontraram, para o ácido linolênico, teor de 35,3%, superior ao encontrado neste trabalho, em *B. decumbens*. Observa-se que o período das águas foi favorável à elevação do teor de ácido linolênico na *B. decumbens*, provavelmente, em função do desenvolvimento da planta, que atuou elevando a relação folha/caule.

Os ácidos graxos (linoléico e linolênico) totalizaram 51,6% no período das águas, e 39,4% no período seco na *B. decumbens*, enquanto os demais ácidos graxos apresentaram decréscimo em seu teor em Novembro, em relação à Julho (Tabela 1).

A *B. ruziziensis* (BR) apresentou resultado diferente da *B. decumbens*. Os ácidos mirístico ($C_{14:0}$), palmítico ($C_{16:0}$), esteárico ($C_{18:0}$) e linoléico ($C_{18:2}$) e o araquídico ($C_{20:0}$), apresentaram leve aumento em seus teores em Novembro, em relação à Julho, enquanto os demais ácidos graxos apresentaram redução. Por sua vez, o ácido linolênico apresentou pequena redução (50,4%) em Novembro quando comparado a Julho (46,1%), contudo apresentou grande participação no total de ácidos graxos.

Quando se compara o total de ácidos graxos envolvidos com a produção de CLA no rúmen (ácido linoléico e linolênico) encontrados neste trabalho (68,2% em Julho, e 65,7% em Novembro) para a *B. ruziziensis*, com os teores observados por diversos autores (FRENCH *et al.*, 2000, ELGERSMA *et al.* 2003 e DEWHURST *et al.*, 2002) em gramíneas de clima temperado (72,5 a 79,0%), observa-se que o teor destes ácidos graxos em gramíneas de clima tropical é menor. No entanto, tais valores foram superiores ao observado por O'KELLY e REICH (1976) em gramíneas de clima tropical (42,7% e 58,0%, respectivamente).

A redução no intervalo de corte e o adequado manejo de fertilização da *B. ruziziensis*, em relação à *B. decumbens*, fizeram com que as plantas modificassem a estrutura do dossel, o que lhes garantiu persistência no período seco. Dessa forma, os tecidos metabolicamente ativos, da *B. ruziziensis*, provavelmente, apresentaram participação maior no dossel, fazendo com que os ácidos graxos, principalmente os polinsaturados, não sofressem queda substancial. Tais resultados concordam com os en-

contrados por DEWHURST *et al.* (2002), que não encontraram mudança no perfil de ácidos graxos nas pastagens avaliadas quando o intervalo de corte foi menor, provocado pela maior relação folha/caule. De acordo com HAWKE (1973) os ácidos graxos, em vegetais, concentram-se nos tecidos fotossintéticos (cloroplastos), dessa forma, se há diminuição das folhas ou estas secam (senescência) o teor de ácidos graxos diminui.

Os dados aqui apresentados (Tabela 1) corroboram os resultados publicados por DEWHURST *et al.* (2001), que observaram que, quando ocorre diminuição no teor de lipídeos das forrageiras, os ácidos graxos mais atingidos são os polinsaturados (linoléico e linolênico). No entanto, deve-se levar em consideração o manejo aplicado à planta, pois intervalos de corte que provoquem novo período de crescimento, produzem efeitos benéficos sobre o teor de ácidos graxos polinsaturados.

O teor de ácido linolênico, na *B. decumbens* discutido neste trabalho, foi menor que os publicados por ELGERSMA *et al.* (2003), DEWHURST *et al.* (2001) e por FRENCH *et al.* (2000) 68,4%, 62,4 e 66,2% e 49,1%, respectivamente, em forrageiras de clima temperado, independente da espécie e manejo aplicado. Entretanto, o teor do ácido linolênico na *B. ruziziensis*, foi similar ao resultado encontrado por FRENCH *et al.* (2000) em gramíneas de clima temperado e foi superior ao resultado publicado por O'KELLY e REICH (1976) em gramíneas de clima tropical.

De forma geral, gramíneas de clima tropical possuem menores teores de ácidos graxos polinsaturados e maiores teores de ácido palmítico que gramíneas de clima temperado, isto se deve, provavelmente, a fatores adaptativos, visto que o ponto de fusão dos ácidos graxos presentes nas membranas celulares irá determinar sua maior ou menor resistência à temperatura ambiente (alta ou baixa). Assim, como os ácidos graxos polinsaturados possuem baixo ponto de fusão, as plantas forrageiras de clima temperado enfrentam as baixas temperaturas, sem sofrerem grandes injúrias celulares determinadas pelo frio, enquanto em plantas de clima tropical, ocorre elevação nos teores de ácido palmítico como provável solução contra alterações de fluidez das membranas celulares (HOPKINS, 1995).

Outros alimentos fizeram parte deste estudo, dentre eles, três resíduos agro-industriais (resíduo

úmido de cervejaria, bariri e polpa cítrica) e outras três forrageiras: cana-de-açúcar (*Sacharum officinarum*), o campim elefante (*Pennisetum purpureum*) e silagem de milho (*Zea mays*).

O resíduo úmido de cervejaria foi estudado em cinco fazendas. Assim, foi observado teor de matéria seca (MS) variando entre 10,1% e 37,1%, com média geral de 19,9%, entre as fazendas (Tabela 2). A variação observada entre as fazendas se deve ao diferente manejo aplicado ao resíduo úmido de cervejaria. Dessa forma, na Fazenda 1 o resíduo úmido de cervejaria que chegava era depositado em silo, dessa forma o excesso de umidade escorria, determinando maior teor de matéria seca. Nas Fazendas 2, 3 e 4 o resíduo úmido de cervejaria, ao chegar, era diluído em água, com isso o teor de matéria seca diminuía; enquanto na Fazenda 5 o resíduo úmido de cervejaria era fornecido na mesma forma em que chegava à fazenda.

A média de matéria seca do resíduo úmido de cervejaria observado por COSTA *et al.* (1994) foi de 15,5%, assim, as Fazendas 2 e 4 em Julho apresentaram menor teor, enquanto as Fazendas 1, 3 e 5, apresentaram teor superior ao observado por estes autores. Em Novembro o teor de matéria seca do resíduo de cervejaria observado foi superior à média observada por COSTA *et al.* (1994), com exceção das Fazendas 3 e 4.

Em termos de nutrição lipídica animal, o percentual de extrato etéreo destaca-se como importante fonte de nutrientes, principalmente no que se refere à relação fonte de ácidos graxos e produção de ácido linoléico conjugado (CLA) no tecido ou no leite. Dessa forma, observou-se variação no teor de extrato etéreo no resíduo úmido de cervejaria entre 7,1% e 11,7%, e média de 9,0%. COSTA *et al.* (1994) encontrou variação no teor médio de extrato etéreo, em resíduo úmido de cervejaria, entre 8,1% e 12,9% e média de 10,4%, acima do observado neste trabalho, contudo os valores são próximos.

O teor médio de extrato etéreo observado no resíduo úmido de cervejaria na Fazenda 3 foi de 11,6% e 11,7% em Julho e Novembro, respectivamente, não sendo observada variação de acordo com o período do ano (Tabela 2). Na Fazenda 1 o teor de extrato etéreo do resíduo de cervejaria no mês de Julho (7,5%) foi menor que o de Novembro (8,9%), a mesma diferença foi observada na Fazenda 2 (7,6% e 8,9%), respectivamente, para os meses de Julho e

Tabela 2. Composição da fração lipídica do resíduo de cervejaria de diferentes origens de acordo com o período do ano e por fazenda

Fazenda	Época	MS	EE	Ácidos graxos ¹				
				C _{16:0}	C _{18:0}	C _{18:1c9} %	C _{18:2c9c12}	C _{18:3}
1	Julho	26,7	7,5	26,7	1,9	14,8	51,9	4,7
	Novembro	37,1	8,9	28,4	2,6	13,8	50,4	4,8
2	Julho	10,1	7,6	41,0	3,0	18,5	34,9	2,6
	Novembro	19,5	8,9	31,0	2,2	11,2	50,3	5,3
3	Julho	16,3	11,6	26,4	2,1	15,4	51,7	4,4
	Novembro	16,5	11,7	29,9	2,6	12,9	49,8	4,8
4	Julho	12,8	9,5	22,7	5,8	28,5	39,6	3,4
	Novembro	14,1	7,1	28,4	1,9	13,6	51,7	4,4
5	Julho	23,1	9,1	27,4	2,3	14,3	51,3	4,7
	Novembro	22,4	8,2	27,3	2,1	15,3	51,4	3,9
Média ²		19,9±7,91	9,0±1,59	28,9±4,79	2,7±1,16	15,8±4,84	48,3±5,97	4,3±0,80

¹ os ácidos graxos estão expressos em porcentagem do total dos lipídeos identificados; ² média e desvio padrão
MS –matéria seca; EE – extrato etéreo.

Novembro; entretanto, na Fazenda 4 ocorreu o inverso, pois a média de Novembro (7,1%) foi menor que a de Julho (9,5%), da mesma forma que o observado na Fazenda 5 (Novembro, 8,2%; Julho, 9,1%).

Mesmo não tendo sido realizada análise comparativa entre as médias do teor de extrato etéreo do resíduo úmido de cervejaria entre fazendas, observou-se que em Julho, esse teor foi maior no resíduo da Fazenda 3 (11,6%), com a diferença variando entre 18 e 35%, de acordo com a fazenda; também em Novembro, observou-se maiores teores de extrato etéreo nesta fazenda, em relação às demais. Esta variação foi entre 24 e 39%, dependendo da fazenda comparada (Tabela 2). Dessa forma, o resíduo úmido de cervejaria utilizado na Fazenda 3 disponibilizou mais extrato etéreo, por kg de matéria seca, que as demais fazendas

Entre os ácidos graxos, o ácido linoléico (C_{18:2c9c12}) destaca-se com maior participação no teor de lipídeos (Tabela 2). Os dados de literatura sobre o perfil de ácidos graxos em resíduo de cervejaria são raros, o que dificulta a obtenção de parâmetros comparativos.

Apenas nas Fazendas 2 e 4, observou-se diferença entre os teores de ácido linoléico, ao se comparar as estações do ano, assim, o teor em Julho foi de 34,4%, menor que em Novembro, em que foi obser-

vado teor de 50,1% (31% maior); enquanto na fazenda 4, foi 24% menor no mês de Julho (39,1%) em relação à Novembro (51,7%). De forma geral, não foi observada grandes variações no teor dos ácidos graxos, em função do mês de colheita.

Pelos resultados apresentados na Tabela 2 foi constatado elevado teor de ácido linoléico em resíduo úmido de cervejaria, subproduto muito utilizado na alimentação animal. Dessa forma, este alimento pode ser utilizado com objetivo de elevar o teor de CLA no leite de ruminantes.

Na Tabela 3, estão apresentados os teores médios dos ácidos graxos de outros alimentos utilizados nas fazendas estudadas nesse experimento. O Bariri (49,9%), uma varredura de indústria beneficiadora de grãos, destaca-se como fonte de ácido linoléico. A polpa cítrica apresentou valores elevados dos ácidos linoléico (21,9%) e linolênico (41,5%), perfazendo um total de 63,4% dos ácidos graxos. Tais resultados diferem dos encontrados por VAN SOEST (1994), que observou teor mais elevado de ácido linoléico (36,7%) e teor inferior de linolênico (1,8%) quando comparado ao do presente experimento. A cana-de-açúcar e o capim-elefante apresentaram teores elevados dos ácidos linoléico e linolênico, que somados totalizam 58,8% e 55,7%, respectivamente. O teor de extrato etéreo observado nestas gramíneas (cana-de-açúcar e capim-elefante) foi muito baixo (0,8%

Tabela 3. Composição percentual da fração lipídica de alimentos utilizados em dietas para bubalinos nas fazendas estudadas

Alimento	MS	EE	Ácidos graxos					
			C _{16:0}	C _{16:1c9}	C _{18:0}	C _{18:1c9}	C _{18:2 c9 c12}	C _{18:3}
..... %								
Bariri	89,2	4,4	27,4	0,1	2,1	13,3	49,9	4,4
Polpa cítrica	77,3	2,5	26,8	0,3	2,7	4,9	21,9	41,5
Cana-de-açúcar	25,9	0,8	27,1	0,2	2,4	9,1	35,9	22,9
C. Elefante ¹	16,6	1,9	25,3	0,8	5,8	5,7	18,7	37,0
Sil. de milho ²	29,3	2,1	23,8	0,7	5,6	24,6	34,3	4,7

MS – matéria seca; EE – extrato etéreo

e 1,9%, respectivamente). Dessa forma, na prática, estes alimentos fornecem pouco lipídeo para uso animal.

CONCLUSÕES

A maior concentração dos ácidos graxos envolvidos com a biohidrogenação ruminal (ácidos linoléico e linolênico) na *B. ruziziensis* pode promover maior elevação do teor de CLA no leite quando comparados à *B. decumbens*, em animais alimentados com estas forrageiras. O período das chuvas atuou positivamente sobre a fração lipídica da *Brachiaria decumbens*, contudo não alterou a fração lipídica da *B. ruziziensis*. O resíduo de cervejaria apresentou teor elevado de ácido linoléico, sendo importante fonte de precursores para a biohidrogenação ruminal. A cana-de-açúcar e o capim-elefante são fontes pobres em extrato etéreo. A polpa cítrica é boa fonte de ácidos graxos polinsaturados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUMAN, D. E. et al. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p. 1-15.

BYERS, F. M.; SCHELLING, G. T. Los lípidos en la nutrición de los rumiantes. In: CHURCH, D. C. **El rumiante, fisiología digestiva e nutrición**. Zaragoza: Acríbia, 1993. p.339-356.

COSTA, J. M. B. et al. Composição química bromatológica do resíduo úmido de cervejaria. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 51, n.1, p. 21-26, 1994

DEWHURST, R. J. et al. Influence of species, cutting date and cutting interval on the fatty acid composition of grasses. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 56, n. 1, p. 68-74, 2001.

DEWHURST, R. J. et al. Effects of a stay-green trait on the concentration and stability of fatty acid in perennial ryegrass. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 57, n. 4, p. 360-366, 2002.

ELGERSMA, A. et al. Comparison of the fatty acid composition of fresh and ensiled ryegrass (*Lolium perenne* L.), affected of cultivar and regrowth interval. **Animal Feed Science and Technology**, v. 108, n. 1-4, p.191-205, 2003.

FRENCH, P. et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.78, n. 11, p. 2849-2855, 2000.

GUILL-GUERRERO, J. L.; GARCIA MAROTO, F. F.; GIMÉNEZ GIMÉNEZ, A. Fatty acid profile from forty-nine plant species that are potential new sources of gamma-linolenic acid. **Journal of the American Oil Chemists Society**, Urbana, v.78, n. 7, p. 677-684, 2001.

HARWOOD, J. L. Plant acyl lipids: structure, distribution and analyses. In: STUMPF, P. K.; CONN, E. E. **The biochemistry of plants**. New York: Academic Press, 1980. v. 4, p. 1-55.

HAWKE, J. C. Lipids. In: BUTLER, G. W.; BAILEY, R. W. **Chemistry and biochemistry of herbage**. New York: Academic Press, 1973. v. 1, p. 213-264.

HOPKINS W. G. **Introduction to plant physiology**. New York: John Willey, 1995. 464 p.

- IP, C. CLA and cancer prevention research. In: INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY -Standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives. 6.ed. Oxford: Pergamon Press, 1979. 170 p.
- McDONALD, P.; EDWARD, R. A.; GREENHALGH, J. E. D. **Nutrición animal**. 5.ed. Zaragoza: Acribia, 1999. 576 p.
- O'KELLY, J. C.; REICH, H. P. The fatty acid composition of tropical pastures. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 86, p. 427-429, 1976.
- PARIZZA, M. W.; PARK, Y.; COOK, M. E. Mechanisms of action of conjugated linoleic acid: evidence and speculation. In: SOCIETY EXPERIMENTAL OF BIOLOGY MEDICINE, **Proceedings...** International Society of Biology Medicine, 2000. v. 223, p.8-13.
- RODIGUEZ-RUIZ, J. et al. Rapid simultaneous lipid extraction and transesterification for fatty acid analyses. **Biotechnology Technology**, v. 12, n. 9, p. 689-691, 1998.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 724 p.
- YURAWECZ, M. P. et al. Analytical methodology for CLA. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON CONJUGATED LINOLEIC ACID, 1., 2001, Alesund. **Proceedings...** Alesund: Natural ASA, 2001. p. 14.