

**Utilização do melão (*Cucumis melo L.*) na alimentação de ruminantes:
Uma revisão****Use of melon (*Cucumis melo L.*) in ruminant feed: a review**

DOI:10.34117/bjdv5n12-240

Recebimento dos originais: 07/11/2019

Aceitação para publicação: 17/12/2019

Márcia Marcila Fernandes Pinto

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró –RN, Brasil.
marcia_fernandess@hotmail.com

Josemir de Souza Gonçalves

Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de ciências animais, Mossoró –RN, Brasil.
josemir@ufersa.edu.br

Isis Thamara do Nascimento Souza

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró –RN, Brasil.
isis_souza.i.s@hotmail.com

Nayane Valente Batista

Mestranda do Programa de Pós-graduação em Produção Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró –RN, Brasil.
nayanne_batista@hotmail.com

Vitor Lucas de Lima Melo

Mestrando do Programa de Pós-graduação em Produção Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró –RN, Brasil.
vitor_llm@hotmail.com

Salenilda Soares Firmino

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró –RN, Brasil.
salenildafirmino@hotmail.com

Lerner Árevalo Pinedo

Professor da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Animais, Mossoró –RN, Brasil.
lernerpinedo@gmail.com

Patrícia de Oliveira Lima

Professora da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Ciências Animais, Mossoró –RN, Brasil.
pattlima@ufersa.edu.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi apresentar o potencial de utilização do melão para a alimentação de ruminantes, destacando suas principais características bromatológicas e perspectivas quanto à utilização nos sistemas de produção. Atualmente o Rio Grande do Norte é o maior produtor da fruta de melão, correspondendo a 250 mil toneladas, seguido do Ceará com 200 mil toneladas da fruta, o que equivale a 90% da produção de melão brasileira anual. O fruto é rico em carboidratos solúveis e água, e constitui uma importante fonte de energia para os ruminantes. Dada a grande produção anual de melão e conseqüentemente grandes quantidades de subprodutos, o uso de frutos-refugo torna-se uma importante alternativa como fonte de alimento. Entretanto são escassas as informações na literatura no que diz respeito à saúde ruminal frente ao fornecimento desse subproduto na dieta de ruminantes. O ambiente ruminal é bastante sensível a alterações metabólicas de alimento e, apesar de seus constituintes orgânicos favorecerem a possíveis quadros de acidose, seu consumo é relatado, contudo de forma empírica sem levar em consideração a danos digestivos. O Nordeste brasileiro lidera a fruticultura irrigada, a qual destaca-se o melão, e em contrapartida carece de medidas que contribuam para sanar a problemática da falta de alimento durante as estiagens prolongadas, tornando o uso desses frutos uma alternativa para alimentação de ruminantes. Além de ser uma fonte potencial de nutrientes, seu uso pode ser importante do ponto de vista socioeconômico, reduzindo os impactos ambientais e produtivos, contribuindo inclusive para redução das perdas econômicas. Todavia são necessários mais estudos acerca de resposta dos animais em termos de saúde do rúmen frente ao consumo do melão, destacando os padrões de fermentação ruminal.

Palavras-chave: alimentos alternativos, cucurbitaceae, fontes de energia.

ABSTRACT

The objective of this work was to present the potential use of melon for ruminant feeding, highlighting its main bromatological characteristics and perspectives regarding its use in production systems. Rio Grande do Norte is currently the largest producer of melon fruit, corresponding to 250 thousand tons, followed by Ceará with 200 thousand tons of fruit, which is equivalent to 90% of the annual Brazilian melon production. The fruit is rich in water-soluble carbohydrates and is an important source of energy for ruminants. Given the large annual production of melons and consequently large amounts of by-products, the use of refuse fruits becomes an important alternative as a food source. However, there is little information in the literature regarding ruminal health regarding the supply of this byproduct in the ruminant diet. The rumen environment is very sensitive to metabolic changes in food and, although its organic constituents favor possible acidosis, its consumption is reported, however empirically, without considering digestive damage. The Brazilian Northeast leads the irrigated fruit crop, which stands out the melon, and on the other hand lacks measures that contribute to solve the problem of lack of food during prolonged droughts, making the use of these fruits an alternative for ruminant feeding. In addition to being a potential source of nutrients, their use can be important from a socioeconomic point of view, reducing environmental and productive impacts, even contributing to the reduction of economic losses. However, further studies are needed on the animals' response in terms of rumen health in relation to melon consumption, highlighting ruminal fermentation patterns.

Keywords: alternative foods, cucurbitaceae, sources of energy.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa lugar de destaque na pecuária mundial, com ênfase na produção de ruminantes. Esse aumento foi crescente nas últimas décadas, refletido pelo aprimoramento de diversos fatores, dentre eles o sanitário, manejo nutricional e o melhoramento genético (Gomes, Feijó & Chiari, 2017). Apesar do sucesso da pecuária nacional, o custo de produção com a alimentação é o principal fator que limita o desenvolvimento de muitos sistemas de produção animal.

Os maiores índices produtivos são obtidos utilizando sistemas mais tecnificados, o que normalmente, na maioria das vezes, requer a utilização de maiores quantidades de alimentos concentrados, elevando os custos de produção. Para diminuir esses custos, a utilização de alimentos alternativos nas dietas possibilita a utilização de maiores quantidades de concentrado. Quando animais são submetidos a dietas mais concentradas, existe a possibilidade da ocorrência de distúrbios metabólicos em função da grande quantidade de carboidratos não fibrosos presente no alimento, que metabolicamente se associam com a produção do lactato na via de síntese do propionato, podendo reduzir os valores de pH do rúmen e causar quadros de acidose ruminal nos animais (Santos, 2011).

Por isso, é importante avaliar esses alimentos alternativos tanto no aspecto econômico, quanto no aspecto biológico, para saber se sua utilização trará prejuízos metabólicos para os animais em decorrência de suas utilizações.

Nesse contexto, diversos estudos vêm sendo propostos a fim de utilizar alimentos alternativos, objetivando minimizar custos. Uma das opções para suplementação alimentar refere-se ao uso dos resíduos de frutas (Silva et al., 2014), principalmente os resíduos agroindustriais que apresentam características nutricionais favoráveis à alimentação animal. No país, merecem destaque os resíduos do melão, do maracujá, da manga, do caju, da acerola, dentre outros (Vieira et al., 2017) compondo dietas para ruminantes.

Na Região Nordeste a fruticultura irrigada é um dos setores mais importantes da agropecuária, gerando grande quantidade de resíduos agroindustriais não utilizáveis na alimentação humana (Vidal & Ximenes, 2016). Dentre os diferentes resíduos, destaca-se o melão (*Cucumis melo* L.), fruto cuja produção é contínua e em larga escala, especialmente no Rio Grande do Norte e Ceará, o que equivale a 90% da produção de melão brasileira anual (ANUÁRIO, 2017). O melão caracteriza-se como uma opção para suplementação de ruminantes no período de escassez de alimentos no semiárido brasileiro, em razão da sua disponibilidade e qualidade nutricional (rico em carboidratos não fibrosos e água).

Objetivou-se com este trabalho apresentar o potencial do melão na alimentação de ruminantes, destacando-se as vantagens e desvantagens de seu uso e perspectivas futuras quanto à suplementação nos sistemas de produção. A metodologia utilizada para o desenvolvimento foi a revisão bibliográfica.

2 UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE FRUTAS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

O Brasil é responsável pela produção de uma grande variedade de frutas (tabela 1), que após passarem por processamento para obtenção de suco e polpa, origina grandes volumes de resíduos ao ano. Nas últimas décadas vários estudos foram realizados avaliando diferentes variáveis como consumo, desempenho, digestibilidade, degradabilidade, rendimento de carcaça, dentre outros, ao utilizar o fruto-refugo do melão (Lima et al., 2012), da manga (Aragão et al., 2012), da acerola (Ferreira et al., 2010), do caju (Leite et al., 2013), do maracujá (Cruz et al., 2010), do abacaxi (Costa et al., 2007) da goiaba (Lousada Junior et al., 2005), etc, em dietas para ruminantes.

Tabela 1. Área colhida, produção e representatividade de algumas frutas tropicais cultivadas no Nordeste do Brasil em 2017.

Fruta	Área colhida, há		%	Produção, t		%
	Brasil	Nordeste		Brasil	Nordeste	
Caju - Fruto	62.036	60.999	98,3%	45.005	43.252	96,1%
Melão	26.675	25.010	93,8%	244.385	234.503	96%
Acerola	5.753	4.042	70,3%	60.966	47.607	78,1%
Manga	47.128	30.065	63,7%	605.956	415.265	68,5%
Maracujá	29.748	18.336	61,7%	261.694	150.707	57,6%
Goiaba	16.690	6.193	37,1%	146.828	63.090	43%
Abacaxi	46.335	11.379	24,6%	711.220	203.029	28,5%

Fonte: IBGE – Censo Agropecuário (2017).

No tocante à utilização do melão como alternativa alimentar, apesar do mesmo ser amplamente produzido e utilizado no Nordeste, alguns fatores relacionados à cultura ainda permanecem desconhecidos, especialmente em relação ao perfil metabólico nos animais que consomem dietas contendo o melão.

Melão (Cucumis melo L.)

O meloeiro (*Cucumis melo L.*) é uma planta herbácea anual que se desenvolve bem em ambientes secos, quentes e bem ensolarados (Fernandes et al., 2010). Em função da adaptação do meloeiro às condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro, a região se destaca como produtora de melões, tanto na agricultura de sequeiro por pequenos agricultores, quanto na agricultura irrigada (Aragão et al., 2009). Segundo Senhor et al. (2009) a cultura do meloeiro tem grande expressão

econômica para o semiárido nordestino, que apresenta ótimas condições climáticas para o seu desenvolvimento, além do alto nível tecnológico empregado pelas empresas, sendo o principal item de exportação da economia norte-rio-grandense.

O melão atualmente é cultivado em mais de 52 países, tendo ocupado em 2013, uma área aproximada de 843 mil hectares e uma produção de 22,9 milhões de toneladas (FAO, 2016). A China é o principal produtor, sendo responsável por 63,02%, seguida pelo Irã com 6,57%, pela Índia com 4,38% e pela Espanha com 3,75% da oferta mundial. O Brasil, com 2,48% da oferta mundial, é o 7º produtor mundial, com uma produção anual de 565 mil toneladas (FAO, 2016).

A produção de melão no Brasil é mais que suficiente para abastecer o consumo interno. Hoje metade da colheita é destinada à exportação, enquanto a outra metade é consumida pelos brasileiros e 10% é considerado refugo (Costa et al., 2011a). Na última safra foram embarcadas 250 mil toneladas de melão que movimentaram 250 milhões de reais. O plantio nacional de melão é de 20 mil hectares, perfazendo uma produção de 500 mil toneladas, sendo o maior cultivo encontrado no Nordeste. O estado que mais produz é o Rio Grande do Norte com 250 mil toneladas de melão, seguido do Ceará com 200 mil toneladas, o que corresponde aos dois estados uma produção de 90% da produção brasileira (ANUÁRIO, 2017).

O refugo é caracterizado como sendo a fruta que apresenta defeitos na sua aparência ou tamanho inadequado e, por isso, não pode ser comercializado como fruta fresca. Nem toda a produção de melão de refugo está disponível à alimentação animal, sendo parte delas utilizadas pela indústria de sucos, cuja produção de subprodutos corresponde de 45 a 66% da matéria-prima original (Pereira et al., 2009).

Características nutricionais e potencial de utilização do melão em dietas para ruminantes

Os frutos de melão são alimentos ricos em carboidratos, principalmente os carboidratos não fibrosos, importante fonte de energia para os ruminantes (Van Soest, 1994). De acordo com Van Soest et al. (1991), o tipo e a quantidade dos carboidratos fibrosos e não fibrosos afetam a fermentação e a eficiência microbiana, uma vez que as proporções de proteína bruta, extrato etéreo e cinzas são relativamente constantes em dietas de ruminantes.

A variação na composição do melão se dá devido ao tipo utilizado (refugo ou resíduo do processamento agroindustrial), à variedade do melão produzido, irrigação, adubação e exigência do mercado consumidor. Alguns trabalhos realizados têm demonstrado que os subprodutos do melão apresentam boa composição química (Tabela 2), corroborando com a afirmativa do seu potencial para uso na alimentação animal.

Tabela 2. Caracterização bromatológica da fruta do melão.

Autores	MS ¹	PB ²	MM ³	EE ⁴	FDN ⁵	FDA ⁶	HEM ⁷	CT ⁸	Lig ⁹
<i>Resíduo do melão desidratado</i>									
Lousada Jr. et al., (2006)	84,56	17,33	14,57	3,26	59,10	49,18	9,920	64,84	16,61
Pereira et al., (2009)	13,50	17,60	11,30	-	59,20	47,80	11,40	64,80	13,10
Pereira et al., (2013)	97,53	8,75	6,85	0,80	73,00	-	-	-	33,46
<i>Fruto-refugo do melão</i>									
Lima et al., (2011)	7,05	11,90	-	1,09	23,02	-	-	76,52	-
Lima et al., (2012)	7,28	11,58	9,30	7,62	20,58	16,68	3,90	69,64	5,86

¹Matéria seca; ² Proteína Bruta; ³ Matéria Mineral; ⁴ Extrato Etéreo; ⁵ Fibra Insolúvel em Detergente Neutro; ⁶ Fibra Insolúvel em Detergente Ácido; ⁷ Hemiceluloses; ⁸ Carboidratos Totais; ⁹ Lignina.

Fonte: Adaptado de Barreto et al., 2014.

Estudos conduzidos por Oliveira et al. (2015), com o intuito de avaliar as variáveis hemogasométrica, hematológica e bioquímica de ovinos mestiços da raça Santa Inês, suplementados com duas diferentes quantidades de melão. Os grupos receberam diferentes percentuais de matéria seca, sendo (G25%) oferta súbita de 25% da MS da dieta de melão e (G75%) oferta súbita de 75% da MS da dieta de melão e constatou-se que os animais que receberam 25% de melão apresentaram poucas alterações sanguíneas, enquanto os ovinos que receberam 75%, apresentaram parâmetros sanguíneos indicativos de discreta acidose metabólica sistêmica e glicêmica.

Foi observado por Oliveira et al. (2016), utilizando duas diferentes quantidades *in natura* de melão, sobre os parâmetros ruminais de ovinos não adaptados a este fruto que os dois grupos estudados apresentaram quadros de acidose ruminal com e sem sintomologia, indicando a menor concentração usada recomendada com segurança para fornecimento.

Lima et al. (2011) avaliando o desempenho e a qualidade do leite de vacas em lactação 5/8 Holandês-zebu, recebendo dietas contendo níveis de fruto-refugo de melão em substituição ao farelo de trigo, concluíram que a inclusão do melão em substituição ao farelo de trigo, proporcionaram aumento na produção de leite e não afeta a sua qualidade, podendo ser utilizado para formular dietas para vacas leiteiras no Semiárido.

Lima et al. (2012), utilizando o melão (fruto-refugo) em substituição (0; 30; 60 e 100 %) do milho na dieta de ovinos da raça Morada Nova, observaram que houve efeito quadrático, com valores máximos no nível de inclusão de 60% de melão-refugo, para o consumo de MS (910g animal dia-1 e 3,5% do PV) e de nutrientes (158g PB; 30g EE; 416g FDN, 785g NDT; 684g carboidratos totais (CT) e 267g carboidrato não-fibrosos (CNF)/animal/dia) para os machos não-

castrados. Os autores afirmam que essa depressão do consumo ocorreu devido ao aumento do percentual de FDN e da lignina, em virtude da substituição do milho.

Foi observado por Lima et al. (2012) efeito linear positivo, em função da substituição de até 100% do milho pelo melão-refugo na dieta de ovinos, para a digestibilidade aparente de vários nutrientes, atingindo valores de 94,65 %; 84,48 %; 65,0 % e 96,0 % para PB, EE, FDN e Carboidratos não fibrosos (CNF), respectivamente. Contudo, o efeito inverso ocorreu com a digestibilidade aparente da matéria seca que foi reduzido de 80,11 para 49,66 %, entre os níveis de 0 e 100 % de substituição, proporcionando menores ganhos de peso, à medida que se incluiu o melão-refugo. Lousada Júnior et al. (2006), entretanto, ao estudar o subproduto do melão encontrou uma digestibilidade in vitro de 55,26%.

Avaliando o ganho de peso de borregos não-castrados, submetidos a quatro regimes de manejo alimentar, Araújo et al. (2009) encontraram resultados promissores e divergente do apontado por Lima et al. (2012). Eles observaram que a substituição de 50 % da matéria seca do concentrado fornecido com base em 2% do PV dia-1, por subproduto de melão, não afetou o desempenho dos ovinos em estudo.

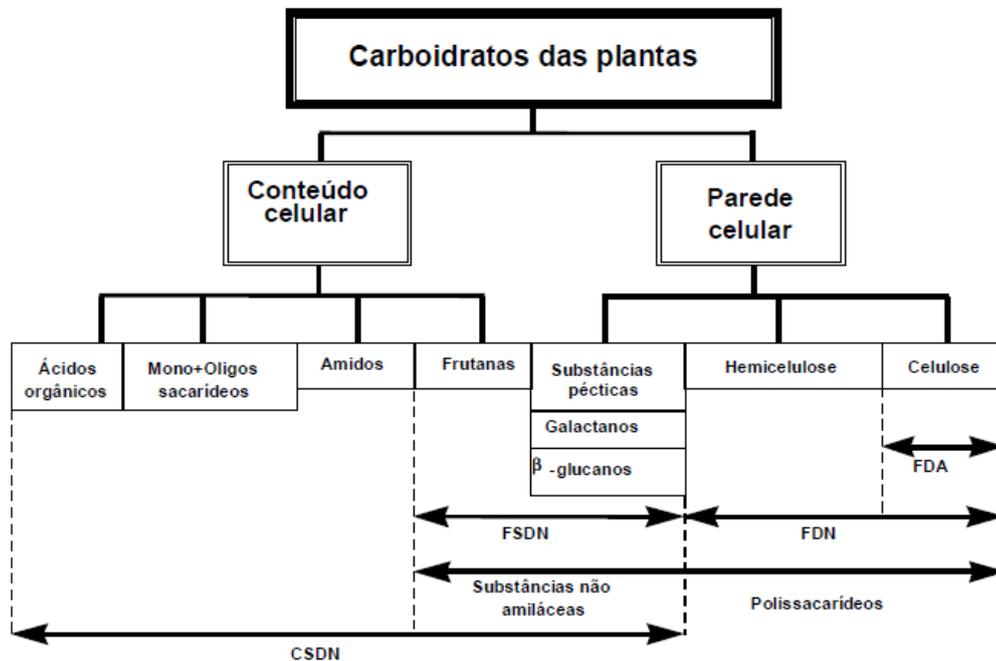
A substituição do milho pelo melão não afetou significativamente ($p>0,05$) as características quantitativas da carcaça, como mostram os resultados observados em Costa et al. (2011a), sendo, portanto, indicada a substituição de até 100% do milho pelo melão sem prejuízos à avaliação da carcaça. Essa mesma indicação é recomendada por Costa et al. (2011b), devido aos seus ensaios mostrarem que não houve diferenças significativas ($p<0,05$) na composição centesimal do músculo semimembranosus (umidade, matéria mineral, proteína e lipídio), nem nos atributos sensoriais da carne, como o odor ($4,75\pm 1,40$), a maciez ($2,29\pm 1,64$), a suculência ($4,85\pm 1,52$) e o sabor ($4,78\pm 1,41$). Esses resultados mostram que a substituição de até 100 % do milho pelo melão, não afeta a qualidade nutricional da carne, nem compromete sua aceitação.

3 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE RUMINAL E FERMENTAÇÃO MICROBIANA

O rúmen é a principal unidade do trato digestório dos ruminantes responsável pela fermentação dos alimentos ingeridos pelos animais, especialmente os carboidratos fibrosos presentes na parede celular dos vegetais. Esta câmara fermentativa apresenta características específicas como: temperatura em torno de 39°C; valores de pH próximos à neutralidade; ambiente anaeróbico e presença de microrganismos (bactérias, protozoários, fungos) (Valadares Filho & Pina, 2011).

Os carboidratos são classificados em dois grupos, em carboidratos estruturais e não estruturais; ou do ponto de vista nutricional que os classifica em carboidratos fibrosos e não fibrosos (Hall, 2014) (Figura 1).

Figura 1. Carboidratos das plantas. FDA = fibra em detergente ácido, FDN = fibra em detergente neutro, CSDN = carboidratos solúveis em detergente neutro, FSDN = fibra solúvel em detergente neutro, Açúcares = mono e oligossacarídeos. Lignina em FDA e FDN não está incluída porque ela não é um carboidrato.



Fonte: Adaptado de Hall 2001.

Os carboidratos fibrosos constituem a parede celular e são responsáveis por darem sustentação ao vegetal; já os carboidratos não fibrosos são armazenados e servem como reserva energética. Os carboidratos fibrosos estão presentes em maior quantidade nas plantas forrageiras (Kozloski, 2002), sendo o principal componente da dieta dos ruminantes.

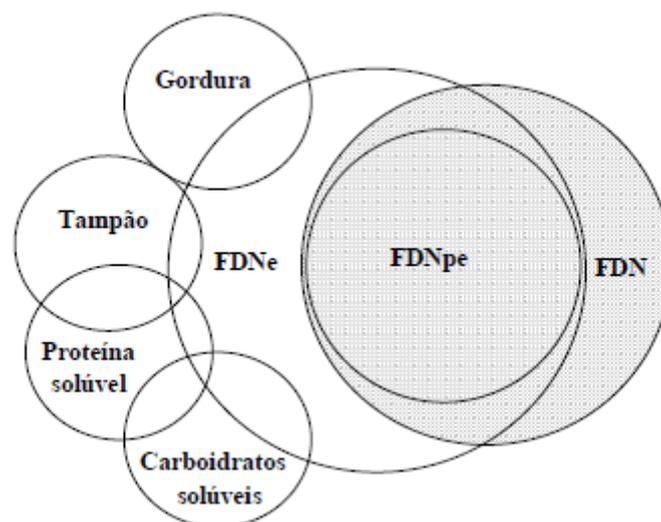
Dentre os carboidratos fibrosos, encontram-se a hemicelulose e a celulose. A lignina faz parte da parede celular dos vegetais, mas não é um carboidrato, e sim um composto fenólico que pode se complexar com os demais componentes da parede celular, tornando-os indisponíveis.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) são, facilmente e quase completamente, digeridos pela maioria dos animais e são exemplificados por ácidos orgânicos, mono e oligossacarídeos, frutanas, amido, pectina e outros carboidratos exceto a hemicelulose e celulose encontradas na fração da Fibra em Detergente Neutro (FDN) (Van Soest, 1993; Hall 2014).

Em relação à pectina, apesar de ela estar presente na estrutura da parede celular da planta, para alguns autores ela não é considerada como um carboidrato fibroso por apresentar solubilidade em água. Contudo, considerando que as substâncias pécticas têm relativamente mais condições de formar acetato do que propionato na fermentação ruminal, outros autores tendem a classificá-las como carboidratos fibrosos tendo como referência o ácido graxo de cadeia curta produzido (C_2) a partir da fermentação das mesmas. A fibra é um termo usado para estabelecer um conceito puramente nutricional sendo definida por nutricionistas como a fração indigestível ou de lenta digestão do alimento que ocupa espaço no trato gastrointestinal (Berchielli, 2006). Deste modo a parede celular não pode ser levada em conta como uma medida exata de fibra, uma vez que engloba substâncias pécticas que são de alta digestibilidade (Mertens, 1996).

Segundo Mertens (2001) a efetividade da fibra na manutenção da porcentagem de gordura do leite é diferente da efetividade de fibra em estimular a atividade de mastigação. Para esclarecer estes conceitos dois novos termos foram desenvolvidos: FDN efetivo (FDN_e), que está relacionado à habilidade total de um alimento em substituir a forragem de forma que a porcentagem de gordura do leite seja mantida e FDN_{fe} é o que está relacionado às propriedades físicas da fibra (principalmente tamanho da partícula) que estimula a atividade mastigatória e estabelece a estratificação bifásica do conteúdo ruminal. O FDN_{fe} deveria ser sempre menor do que o FDN, ao passo que FDN_e pode ser menor ou maior que a concentração de FDN em um alimento (Figura 2).

Figura 2. Ilustração das relações existentes entre FDN, FDN_e (FDN efetiva) e FDN_{fe} (FDN fisicamente efetiva).



Fonte: Mertens, 2001.

Desta forma o tamanho das partículas dos alimentos presentes na ração dos ruminantes pode ser determinante na qualidade/quantidade de nutrientes que estarão disponíveis a estes animais. A modificação da forma física do alimento pode alterar sua efetividade e alterar o tempo de retenção, perfil de fermentação ruminal, pH do rúmen, entre outros (Silva & Neumann, 2012).

Apesar de variada, 60 a 90% da microbiota ruminal corresponde à biomassa bacteriana (Kozloski, 2011). As bactérias agem em substratos distintos presentes na fibra e podem ser denominadas celulolíticas, amilolíticas, pectinolíticas, metanogênicas, proteolíticas, lipolíticas e lácticas (Arcuri et al., 2011). A atividade desses microrganismos é bastante sensível à alimentação (Van Soest 1994).

O tipo de substrato presente no rúmen influencia diretamente o desenvolvimento da população microbiana, alterando os produtos gerados pela fermentação e as condições do ambiente ruminal, pois, a depender da fonte de carboidrato presente na dieta, haverá alterações no pH e disponibilidade de energia e nitrogênio, afetando o desenvolvimento da microbiota ruminal. A síntese de proteína microbiana no rúmen depende de uma faixa de pH ideal e do fornecimento adequado e sincronizado de energia e nitrogênio para os microrganismos (Cameron et al., 1991).

Sabendo que os microrganismos ruminais não utilizam os lipídeos dietéticos como fonte de energia, os carboidratos se constituem como a principal fonte de energia para flora ruminal utilizar e sintetizar proteína microbiana (NRC, 1996).

A utilização dos carboidratos fibrosos pelos ruminantes é proporcionada pela presença dos microrganismos ruminais, sendo que uma variedade de fatores pode determinar a eficiência com que os alimentos são fermentados (Kozloski, 2002).

A disponibilidade, estrutura, taxa de passagem e fermentação dos carboidratos presentes no rúmen influenciam o seu aproveitamento pela flora microbiana, refletindo no desenvolvimento da microbiota ruminal. Os microrganismos ruminais apresentam especificidade quanto ao substrato que degradam e, nesse sentido, a dieta exerce influência sobre o tipo de microrganismo que irá se desenvolver no rúmen (Pina et al., 2010).

A partir de maiores quantidades de alimentos concentrados, maiores quantidades de carboidratos solúveis podem ser incorporadas à dieta (Faturi et al., 2006) os quais refletem decisivamente no potencial de degradação dos carboidratos fibrosos. Nutricionalmente os carboidratos são agrupados em função da taxa de degradabilidade ruminal, mas, pela sua heterogeneidade, poderiam ser agrupados de diversas formas, como por exemplo, em função da digestão pelo animal ou pelos microrganismos do rúmen, pela sua habilidade em dar suporte ao crescimento microbiano, pelo potencial de fermentação à ácido láctico no rúmen e à depressão da sua fermentação a pH baixo (Hall, 2000).

A fermentação ruminal, que precede a digestão gástrica em ruminantes, converte os componentes estruturais das plantas em formas que possam ser utilizadas pelos animais (Silva & Leão, 1979). Como resultado deste processo fermentativo, os microrganismos fornecem para os ruminantes sua principal fonte de energia que são os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (acetato – C₂, propionato – C₃ e butirato – C₄), os quais são responsáveis pelo fornecimento de 75 a 80% da energia requerida pelos ruminantes (Berchielli et al., 2012), além de proteína microbiana e outros compostos resultantes do processo fermentativo ruminal.

A fermentação ruminal também gera substâncias que não são utilizadas pelo animal, e serão eliminadas significando perda energética. As principais substâncias não aproveitadas pelo metabolismo do animal e que são perdidas via eructação são o metano (CH₄) e o gás carbônico (CO₂) e íons hidrogênio (H⁺) (Van Soest, 1994). De um modo geral, os subprodutos da fermentação fornecem energia necessária tanto para manutenção quanto para a produção (leite, carne, etc), o que faz com que haja, portanto, uma relação íntima entre a saúde do ambiente ruminal e saúde do ruminante como um todo.

Comumente, a relação molar de acetato (C₂) é maior do que a de propionato (C₃) que é maior do que a de butirato (C₄) considerando a utilização de dietas. Porém, quando ocorre modificação na dieta a partir da inclusão de alimentos concentrados (condição típica de sistemas intensivos de produção animal), esta proporção molar se altera havendo uma maior produção de C₃ em detrimento da produção de C₂, reduzindo assim, a relação C₂:C₃ (Valadares Filho & Pina, 2011). As reduções nas relações C₂:C₃ podem, dentre outros efeitos, reduzir os valores de pH ruminal, desencadeando prejuízos à saúde ruminal dos animais com a ocorrência de distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal, além de modificar o perfil do metabolismo lipídico nos tecidos apesar de alterar positivamente o padrão de produção de metano entérico.

Em síntese, segundo Oliveira et al. (2013), dietas ricas em carboidratos de alta fermentação e baixo teor de fibra reduzem o pH, em razão da maior produção de AGCC e ácido lático no ambiente ruminal. Já dietas com alto teor de fibra promovem o aumento do pH, por estimularem a ruminação e, conseqüentemente, a salivação, diluindo e tamponando o conteúdo ruminal. Microrganismos celulolíticos (algumas espécies de bactérias e protozoários) e bactérias metanogênicas têm baixa tolerância à diminuição dos valores do pH (Slyter, 1976; Wascheck et al., 2008).

No mesmo sentido, Valadares Filho e Pina (2011) afirmam que dietas com maior proporção de forragem diminuem a concentração de ácidos ruminais quando comparadas àquelas com maior proporção de concentrado – 50 a 100 mmol/L de AGCC e 80 a 150 mmol/L de AGCC, respectivamente. De acordo com Alves et al. (2002), carboidratos não fibrosos aumentam a

produção de AGCC e reduzem a concentração de amônia ruminal, maximizando a eficiência energética e aumentando a produtividade animal.

Segundo Kozloski (2009), o acetato sempre vai ser o ácido graxo produzido em maior quantidade pela fermentação ruminal, e a produção de metano vai ser proporcional a produção de acetato. As proporções molares normalmente produzidas são de 45 a 75% de acetato, 15 a 45% de propionato e 11 a 13% de butirato. Para exemplificar alguns valores estequiométricos são apresentados a seguir (Tabela 3).

Tabela 3. Duas situações alimentares: dieta à base de volumoso e à base de concentrado.

Volumoso:	1 hexose = 1,34 de acetato + 0,45 de propionato + 0,11 butirato + 0,61 mol CH ₄
Concentrado:	1 hexose = 0,90 de acetato + 0,70 de propionato + 0,20 butirato + 0,38 mol CH ₄

Fonte: Kozloki, 2009

O metano é eliminado por ruminantes e sua produção é proveniente da fermentação ruminal, que está relacionada ao tipo de animal, consumo e à digestibilidade de alimentos, principalmente os precursores de acetato. (Valadares Filho & Pina, 2011). Sabendo que os subprodutos de frutas, como é o caso do melão, possui grandes quantidades de carboidratos não fibrosos existe a possibilidade de que com a utilização do mesmo haver redução na produção desse gás pela modificação da fermentação ruminal, obtida por alteração do volumoso.

Sendo assim é importante que novos estudos sejam realizados com ruminantes no intuito de verificar os reais efeitos proporcionados pelo melão sobre o padrão de fermentação ruminal e as consequências promovidas nos produtos originados por estes animais de produção que possuem esta fruta compondo suas dietas.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É esperado que nos próximos anos mais pesquisas que fomentem o uso do fruto-refugo do melão ou de seu subproduto na alimentação animal sejam desenvolvidas, objetivando conhecer respostas metabólicas a fim de potencializar a utilização desse alimento alternativo. A sua potencial utilização irá proporcionar em um sistema de produção animal, maiores índices produtivos, maior controle na produção de metano e redução de custos.

REFERÊNCIAS

Arcuri, P. B.; Lopes, F. C. F.; Carneiro, J. C. Microbiologia do rúmen. In: Berchielli, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S. G. de. Nutrição de Ruminantes, Jaboticabal: Funep, p. 111-116, 2006.

- Aragão, C. A. et al. Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 161-169, 2009.
- Aragão, A.S.L.; Pereira, L.G.R.; Chizzotti, M.L. et al. Farelo de manga na dieta de cordeiros em confinamento. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.64, n.4, p.967-973, 2012.
- Araújo, C.G.F.; Silva, V.N.; Braga, A.P. e RangeL, A.H.N. 2009. Utilização do refugo de melão (*Cucumis melo* L.) na suplementação de borregos na caatinga. *Rev Verde Agroecologia Desenvolv Sustent*, 4: 98-102.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2017 – Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017.
- Barreto, H.F.M.; Lima, P.O.; Souza, C.M.S.; Moura, A.A.C.; Alencar, R.D. e Chagas, F.P.T. Uso de coprodutos de frutas tropicais na alimentação de ovinos no semiárido do Brasil. *Arch. Zootec.* 63(R): 117-131. 2014.
- Berchielli, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S. G. Nutrição de ruminantes. Jaboticabal: Funep, p. 616, 2006.
- Berchielli, T. T.; Messana, J. D.; Canesin, R. C. Produção de metano entérico em pastagens tropicais. *Revista de Saúde e Produção Animal*, v. 13, n. 4, p. 954-968, 2012.
- Cameron, M. R., Klusmeyer, T. H., Lynch, G. L.; Clark, J. H.; Nelson, D. R. Effects of urea and starch on rumen fermentation nutrient passage to the duodenum and performance of cows. *Journal Dairy Science*, 74 (4):1321-1336., 1991.
- Costa, J. M. C; Felipe, E. F; Maia, G. A; Brasil, I. M; Hernandez, F. F. H. Comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi, *Revista Ciência Agrônômica*, v.38, n.2, p.228-232, 2007.
- Costa, R.G.; Lima, C.A.C.; Medeiros, A.N.; Lima, G.F.C.L.; Marques, C.A.T. e Santos, N.M. 2011a. Característica de carcaça de cordeiros Morada Nova alimentados com diferentes níveis de fruto-refugo de melão em substituição ao milho moído na dieta. *Rev Bras Zootecn*, 40: 866-871.
- Costa, R.G.; Lima, C.A.C.; Medeiros, A.N.; Lima, G.F.C.; Marques, C.A.T. e Queiroga, R.C.R.E. 2011b. Composição centesimal e análise sensorial da carne de ovinos Morada Nova alimentados com dietas contendo melão em substituição ao milho. *Rev Bras Zootecn*, 40: 2799-2804.
- Cruz, B.C.C.; Santos-cruz, C.L.; Pires, A.J.V. et al. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de casca desidratada de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.5, n.3, p.434-440, 2010.
- Faturi, C. et al. Fibra solúvel e amido como fontes de carboidratos para terminação de novilhos em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.5., p. 2110-2117, 2006.

- Fernandes, O. B. et al. Efeito do nitrato de cálcio na redução do estresse salino no meloeiro. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 23, n. 3, p. 93-103, 2010.
- Ferreira, a.c.h.; Neiva, J.N.M.; Rodriguez, N.M. et al. Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 4, p. 693-701, 2010.
- Gomes, RC.; Feijó G.L.D.; Chiari. L. Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira. Embrapa gado de corte- nota técnica. EMBRAPA, campo grade, marco de 2017. 4p.
- Hall, M.B. Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis. Bulletin 339. University of Florida. 2000.
- Hall, M.B.; Recent advanced in non-ndf carbohydrates for the nutrition of lactating cows, In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE, 2001, Lavras. Anais... Lavras: UFLA-FAEPE, 2001. p.139-148.
- Hall, M. B. Selection of an empirical detection method for determination of water-soluble carbohydrates in feedstuffs for application in ruminant nutrition. *Animal Feed Science and Technology*, v. 198, p. 28-37, 2014.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html, acessado em 31/10/2019.
- Kosloski, G. V. Bioquímica dos ruminantes. 2ª edição, revista ampliada, editora UFSM. Santa Maria, 2002.
- Kozloski, G.V. Bioquímica dos ruminantes. 3ª edição. UFSM, Santa Maria, 212 p. 2011.
- Leite, D. F. L; Aguiar, E. M.; Holanda, J. S.; Rangel, A. H. N.; Aureliano, I. P. L.; Medeiros, V. B.; Lima junior, D. M. Valor nutritivo do resíduo de caju desidratado associado a diferentes concentrados. *Acta Veterinaria Brasilica*, v.7, n.1 p.66-72, 2013.
- Lima, G.F.C.; Silva, J.G.M.; Aguiar, E.M.; Ferreira, M.A.; Rangel, A.H.N. e Torres, J.F. 2011. Frutos refugo de melão em substituição ao farelo de trigo na alimentação de vacas leiteiras. *Ver Caatinga*, 24: 190-197.
- Lima, C.A.C.; Lima, G.F.C.; Costa, R.G.; Medeiros, A.N.; Aguiar, E.M. e Lima Júnior, V. 2012. Efeito de níveis de melão em substituição ao milho moído sobre o desempenho, o consumo e a digestibilidade dos nutrientes em ovinos Morada Nova. *Rev Bras Zootecn*, 41: 164-171.
- Lousada Júnior, J.E.; Neiva, J.M.N.; Rodriguez, N.M.; Pimentel, J.C.M. e Lobo, R.N.B. 2005. Consumo e digestibilidade de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. *Rev Bras Zootecn*, 34: 659-669.

- Lousada Júnior, J.E.; Costa, J.M.C.; Neiva, J.N.M. e Rodriguez, N.M. 2006. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando o seu aproveitamento na alimentação animal. *Rev Ciênc Agron*, 37: 70-76.
- Mertens, D.R. Using fiber and carbohydrate analysis to formulate dairy rations. *Journal of Animal Science*, v.80, p.1463-1481, 1996.
- Mertens, D.R. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE, 2001, Lavras. Anais... Lavras: UFLA-FAEPE, p.25-36; 2001.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Washington, D. C. National Academy Press. 1996.
- Oliveira, V. S.; Santana Neto, J. A.; Valença, R.L. Características químicas e fisiológicas da fermentação ruminal de bovinos em pastejo – revisão de literatura. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, ano XI, n. 20, 2013.
- Oliveira, F.L.C.; Barreto Junior, R.A.; Minervino, A.H.H.; Reis, L.F.; Araújo, C.A.S.C.; Rodrigues, F.A.M.L.; Sousa, R.S.; Gameleira, J.S.; Souza, F.J.A.; Mori, C.S. e Ortolani, E.L. 2015. Avaliação hemogasométrica, bioquímica e hematológica de ovinos suplementados com melão. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* v.67, n.5, p.1272-1278.
- Oliveira, F.L.C.; Barreto Junior, R.A.; Minervino, A.H.H.; Tavares, M.D.; Vale, R.G., Araujo, C.A.S.C, Souza, R.S. e Ortolani, E.L. 2016. Effects of sudden melon intake on ruminal parameters of non-adapted sheep. *Pesq. Vet. Bras.* V.36, n.5, p.378-382, 2016.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO. FAO. FAOSTAT. Divisão de estatística. <<http://faostat3.fao.org/download/O/OC/E>>. 2016.
- Pereira, L.G.R.; Azevedo, J.A.G.; Pina, D.S.; Brandão, L.G.N.; Araújo, G.G.L. e Volyolini, T.V. 2009. Aproveitamento dos coprodutos da agroindústria processadora de suco e de polpa de frutas na alimentação de ruminantes. Embrapa Semiárido, Petrolina. (Embrapa Semiárido. Documentos, 220). 30 pp.
- Pereira, E.S.; Pimentel, P.G.; Duarte, L.S. Villarroel, A.B.S.; Regadas Filho, J.G.L. e Rocha Júnior, J.N. 2013. Digestão intestinal da proteína de forrageiras e coprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste brasileiro por intermédio de três estágios. *Rev Bras Saúde Prod Anim*, 11: 403-413.
- Santos, J.E.P. Distúrbios metabólicos. In: Berchielli, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S. G. de. *Nutrição de Ruminantes*, Jaboticabal: Funep, p. 483-488, 2011.
- Senhor et al. Eficiência de diferentes fungicidas no controle de alternaria, agente causal da podridão pós-colheita em frutos de meloeiro. *Revista Caatinga, Mossoró*, v. 22, n. 4, p. 14-19, 2009.
- Silva, J. F. C.; Leão, M. I. Fundamentos da Nutrição de Ruminantes. Piracicaba. p. 384, 1979.

- Silva, M. R. H. & Neumann, M. Fibra efetiva e fibra fisicamente efetiva: conceitos e importância na nutrição de ruminantes. FAZU em Revista, Uberaba, n.9, p. 69-84, 2012.
- Silva, A. M.; Oliveira, R. L.; Ribeiro, O. L.; Bagaldo, A. R.; Bezerra, L. R.; Carvalho, S. T.; Abreu, C. L.; Leão, A. G. Valor Nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação de ruminantes. *Comunicata Scientiae* 5(4): 370-379, 2014.
- Slyter, L. L. Influence of acidosis on rumen function. *Journal Animal Science*, 43:910-929, 1976.
- Valadares Filho, S.C & Pina, D.S.; Fermentação ruminal. In: Berchielli, T. T., Pires, A. V.; Oliveira, S.G. *Nutrição de Ruminantes*, 2ª edição, Jaboticabal: Funep, p. 161-191, 2011
- Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- Van Soest, P. J. Cell Wall Matrix Interactions and Degradation – Session Synopsis. In: JUNG, H. G. et al (Eds.). *Forage Cell Wall Structure and Digestibility*. Madison: American Society of Agronomy, Inc., Crop Science Society of America, Inc., Soil Science Society, Inc., 1993, p. 377-396.
- Van Soest, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.edição. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- Vidal, M.F. e Ximenes, L.J. F.; Comportamento recente da fruticultura nordestina: área, valor da produção e comercialização. *Caderno Setorial ETENE*, ano 1, n. 2, outubro, 2016.
- Vieira, B. C. R.; Moreira, Y. R.; Alfaiate M. B.; Souza, M. H.; Mendonça, P. P.; Deminics, B. B. Utilização de subprodutos e resíduos de frutas na suplementação de ovinos (*Ovis aries*). *Archives of Veterinary Science*, v.22, n.2, p.08-17, 2017.
- Wascheck, R. C. Pectina um carboidrato complexo e suas aplicações. *Estudos*, Goiânia, v. 35, n. 3, p. 343-355, 2008.