

COPRODUTOS NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES: COM DESTAQUE AO FARELO ÚMIDO DE GLÚTEN DE MILHO*

Silvia Ferreira dos Santos¹; Mayara Fabiane Gonçalves²; Maisa Paschoal Rios³; Ana Paula Carneiro Nogueira³; Camila Takassugui Gomes⁴, Rafael Rocha de Souza³, Isabel Cristina Ferreira⁵

RESUMO

Objetivou-se realizar uma revisão sobre os coprodutos utilizados na alimentação de ruminantes, com destaque ao farelo úmido de glúten de milho quanto à produção, composição química, bromatológica, digestibilidade e utilização. O farelo úmido de glúten de milho (FUGM) é um coproduto oriundo do processamento do milho para obtenção de xarope e amido, apresenta 42 a 45% de matéria seca (MS), 14 a 24% de proteína bruta (PB), 65 a 90% de nutrientes digestíveis totais (NDT), 3 a 5% de extrato etéreo (EE), 26% de amido total, 26 a 54% de fibra em detergente neutro (FDN), 7,2 a 9% de cinzas, 0,1% de cálcio (Ca), 0,45 a 1% de fósforo (P). Embora FUGM contenha um elevado teor de FDN (42% em média) e uma quantidade limitada de amido (22,5%) em relação ao milho laminado seco, 87% da fração de fibra é digerida no rúmen rapidamente (6,2%/h). Além disso, a proteína no FUGM é rapidamente digerida (9,5%/h) no rúmen, e por conseguinte, o teor de proteína de escape do FUGM é baixo. O FUGM apresenta-se como uma alternativa interessante para a substituição dos ingredientes usuais no concentrado das dietas para ruminantes, principalmente quando se considera o valor proteico, energético, o conteúdo de fibras e a digestibilidade.

Palavras-chave: Alimento úmido. Digestibilidade. Fibra em detergente neutro. Proteína.

INTRODUÇÃO

A produção industrial e agroindustrial planejada cria novas oportunidades para estabelecer parcerias e soluções criativas entre a indústria e a agropecuária, que implicam na redução do potencial de surgimento de novos passivos ambientais (coprodutos agroindustriais), e significa também melhora da eficiência empresarial e aumento da competitividade no mercado globalizado (GERON, 2007).

A utilização de coprodutos na nutrição animal está totalmente de acordo com os princípios da conservação do meio ambiente. A indústria tem dificuldade de escoamento dos mesmos, não é mais capaz de reciclá-los, e assim, por ter grande quantidade acumulada na forma de lixo, torna-os responsáveis, em parte, pela contaminação ambiental. Portanto, a utilização desses na alimentação animal minimiza os danos e prejuízos causados ao ambiente devido ao desperdício de produtos com alto valor nutritivo com consequente degradação de solos e rios (PEREIRA et al., 2009; SILVEIRA et al., 2002).

Entretanto, são necessários estudos e trabalhos de pesquisa e desenvolvimento com o intuito de aumentar informações sobre a quantidade disponível, proximidade entre a fonte produtora e o local de consumo, valor nutritivo, além de métodos de tratamento, conservação, armazenagem e comercialização desses suplementos alimentares (PEREIRA et al., 2009).

*Artigo recebido em: 24/06/2013

Aceito para publicação em: 25/10/2013

¹Médica Veterinária, Mestre em Ciências Veterinárias, Prefeitura Municipal de Araguari. Endereço para correspondência: Palácio dos Ferroviários, Praça Gaioso Neves 129, CEP: 38440-001, Araguari-MG, Brasil. Email: silviaf_santos@hotmail.com

²Zootecnista, Mestranda do programa de pós-graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

³Médica Veterinária graduada pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

⁴Médica Veterinária, mestre em Zootecnia pela Escola Superior Agrícola Luiz de Queiroz (ESALQ).

⁵Professora Adjunta da Faculdade de Medicina Veterinária na Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

Diversas são as características desses coprodutos, entre elas ressalta-se a alta digestibilidade das fibras que, aliada ao baixo teor de amido, proporcionam uma melhor saúde do ambiente ruminal, principalmente quando há presença de elevados teores de carboidratos solúveis na dieta. A utilização de ingredientes ricos em fibra e com potencial energético pode ser uma alternativa bastante atrativa visando tais benefícios (EZEQUIEI et al., 2006). Os coprodutos que antes eram considerados subprodutos, atualmente são alimentos alternativos tanto por técnicos quanto por produtores pela alta qualidade nutricional e menor custo (GERON, 2007).

Dentre os alimentos alternativos, tem-se o farelo de glúten de milho (FGM), um alimento com teor relativamente alto de fibra em detergente neutro (42%), cuja digestibilidade é elevada, e com médio teor de amido entre 22,5%. O valor energético varia entre 94 a 100% a do milho laminado seco, sendo considerado um alimento energético (KREHBIEL et al., 1995). Ou seja, tem valor energético equivalente a 95 % do milho na MS para dietas em confinamento.

O FGM é utilizado nos Estados Unidos, no Canadá, no México e na Argentina como alimento para bovinos de corte e de leite há muito tempo (BOYLES, 2011). Atualmente, já é utilizado no Brasil, na região do Triângulo Mineiro e do Alto Paranaíba, por inúmeros produtores, entretanto com poucos resultados científicos, tanto da composição quimicabromatologia como do desempenho animal.

Dessa forma, objetivou-se abordar sobre coprodutos na alimentação de ruminantes com destaque ao farelo úmido de glúten de milho quanto a produção, composição química, digestibilidade e utilização.

DESENVOLVIMENTO

Coprodutos

Os coprodutos são provenientes do beneficiamento industrial e/ou do processamento secundário de produtos agrícolas, pecuários e florestais

(FERREIRA, 2005). Essa é uma terminologia mais utilizada por não denegrir o alimento e não sugerir algo repugnante ou inútil, em detrimento à nomenclatura de resíduos e subprodutos, porque podem denotar inferioridade ou a impressão de contaminantes (PEREIRA et al., 2009).

Segundo Burgi (1986) a safra crescente de grãos e hortifrutigranjeiros têm aumentado a disponibilidade não apenas de grãos de cereais, mas também de coprodutos passíveis de uso na alimentação de ruminantes. Além disso, o armazenamento destes na época das águas, bem como a sua utilização como fonte de alimentos alternativos na época da seca, podem minimizar os efeitos negativos desse período (ROGÉRIO et al., 2009).

Os gastos com alimentação de ruminantes criados intensivamente podem variar de 30 a 70% dos custos de produção, dependendo da atividade e tipo de exploração. E uma maneira de minimizar gastos com a alimentação, é a busca de alimentos alternativos e de baixo valor (CÂNDIDO et al., 2008).

Inúmeros trabalhos relatam a utilização de coprodutos da agroindústria na alimentação de ruminantes, dentre as várias possibilidades existentes, alguns como a polpa cítrica, a casca de soja, o caroço de algodão e o farelo de glúten de milho se destacam como alternativas interessantes para a substituição dos ingredientes usuais no concentrado das dietas. Como exemplo, a polpa cítrica, coproduto da indústria de suco de laranja, surgiu como opção para ser usada como fonte energética na alimentação de bovinos. Além de sua qualidade nutricional, sua produção é concentrada entre os meses maio e janeiro, quando a cotação do milho atinge seu máximo e a qualidade dos pastos, níveis mínimos de utilização (PRADO et al., 2000). A polpa é um concentrado energético rico em sacarose, pectina e fibra de boa digestibilidade. Entretanto, a digestão ruminal desses carboidratos difere da digestão do amido em potencial de síntese de proteína microbiana no rúmen (VAN CLEEF et al., 2011). Em comparação ao amido, a pectina possui

menor propensão em causar queda de pH ruminal, porque a sua fermentação é feita lactato e propionato, como na fermentação por microrganismos que degradam o amido. Assim, a polpa cítrica pode ser utilizada estrategicamente fornecendo energia e favorecendo uma adequada fermentação ruminal (BERCHIELLI; PIRES e OLIVEIRA, 2011; VAN SOEST, 1994).

A casca de soja é um ingrediente energético alternativo de grande importância, e pode substituir parte do milho em dietas para bovinos em confinamento. O conteúdo em nutrientes da casca de soja pode variar conforme o processo de industrialização dos grãos para a produção de óleo. Por apresentar elevada digestibilidade da FDN, proporcionar elevada produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, em razão da excelente fermentabilidade da fibra neste compartimento e dos benefícios decorrentes da digestão da fibra da dieta total sobre o pH ruminal, a casca de soja se destaca quanto ao seu potencial de uso na alimentação de ruminantes em substituição aos grãos de cereais (SANTOS et al., 2008).

A partir da industrialização da cana-de-açúcar, obtém-se o bagaço *in natura*, um resíduo muito difundido na alimentação de bovinos durante a década de 80, principalmente na Região Sudeste. Nas regiões sucroalcooleiras, com o término da safra, os bagaços *in natura* e hidrolisado podem acumular nas usinas, despertando o interesse de produtores, pois sua aquisição se torna extremamente vantajosa frente à desvalorização (EZEQUIEL et al., 2006).

As fibras do bagaço da cana contêm, como principais componentes, cerca de 40% de celulose, 35% de hemicelulose e 15% de lignina, sendo este último responsável pelo seu baixo aproveitamento na alimentação animal. Os tratamentos químicos como o hidróxido de sódio, amônia e uréia e o tratamento físico como vapor sob pressão são utilizados para melhorar a qualidade do bagaço de cana-de-açúcar, promovendo a ruptura das complexas ligações químicas daquele componente com a celulose e hemicelulose, disponibilizando o material, para adesão da população microbiana e ataque de

por microrganismos celulolíticos, favorecendo a produção de acetato e não enzimas fibrolíticas (TEIXEIRA; PIRES; NASCIMENTO, 2007; VAN SOEST, 1994). O bagaço de cana *in natura* vem sendo muito utilizado em confinamentos como fonte de fibra efetiva para manter o pH ruminal adequado em animais alimentados com alto teor de carboidratos não fibrosos.

O caroço de algodão compreende o grão e as cascas. Nele ficam ainda as fibras curtas presas ao grão denominadas línter, cujo teor pode variar de 4% a 8% no caroço, que também servem como fonte de fibra facilmente digestível para os ruminantes. Quando o caroço de algodão é aberto para liberar o grão que será esmagado, sobram as cascas, que são excelente fonte de fibra efetiva, com capacidade de estimular a ruminação por meio da salivacão, e possuem alta aceitabilidade para os ruminantes. Após a extração da fibra do algodão (descaroçamento), seu principal produto, aproximadamente 30% da massa total é caroço de algodão (GERON, 2007). Uma das limitações na utilização do caroço de algodão está relacionada aos seus elevados teores de óleo, no entanto, respeitando-se os limites de inclusão, este fator não tem causado problemas ao desempenho animal (TEIXEIRA; PIRES; NASCIMENTO, 2007; VAN SOEST, 1994).

No Brasil, o farelo de glúten de milho (FGM) é comercializado na forma seca, contendo cerca de 20% de PB (proteína bruta) na matéria seca (MS), apresentando, na forma farelada 90% de matéria seca. Enquanto que o FUGM (farelo úmido de glúten de milho) tem cerca de 24% de PB na MS, e contém cerca de 45% de MS. O FGM é produzido por quatro fábricas pertencentes a duas empresas distintas, sendo a disponibilidade do co-produto de aproximadamente 230 mil toneladas. Tradicionalmente, no Brasil o FGM tem sido comercializado na forma seca, entretanto, a forma úmida passou a ser utilizada a partir de 2004 por uma das empresas (SOUZA, 2007).

O Milho brasileiro e o processamento do FUGM

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho. A primeira necessidade é o cultivo do grão para atender ao consumo humano, mas essa é a menor parte da produção. O principal destino da safra são as indústrias de rações animais. Cultivado em diferentes sistemas produtivos, o milho é plantado principalmente nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. O grão é transformado em óleo, farinha, amido, margarina, xarope de glicose e flocos para cereais matinais (BRASIL, 2012).

Nas principais regiões do mundo, o milho cultivado é do tipo dentado (*Dent – Zea mays ssp. Indentada*) enquanto que o milho brasileiro é do tipo duro (*flint – Zea mays ssp. Indentura*). Grão de milho do tipo dentado possui amido mole, poroso e baixa densidade. Com a perda de umidade, durante a maturação fisiológica favorece a redução do endosperma farináceo, e a indentação ocorre pelo enrugamento do endosperma no topo da semente, e não das camadas duras do endosperma. Já os grãos duros, ou flint, tem endosperma duro ou cristalino, ocupando quase todo seu volume, e baixa proporção de endosperma farináceo. Grãos duros têm alta vitreosidade e densidade (CARARETO, 2011).

De acordo com Berchielli; Pires; Oliveira (2011) muitos microrganismos são capazes de digerir o amido, mas podem ser incapazes de digerir a matriz protéica e a parede celular rica em celulose. As matrizes protéicas dos grãos de milho e de sorgo são extremamente resistentes à degradação, enquanto aquelas de cevada, aveia e trigo são facilmente digeridas no rúmen. Portanto, as barreiras devem ser destruídas pelas bactérias celulolíticas e proteolíticas para que os grânulos do amido se tornem acessíveis às bactérias amilolíticas.

Nesse sentido, o processamento adequado aumenta a disponibilidade do

amido no rúmen, além de destruir micotoxinas e melhorar o desempenho animal (MOSCARDINI, 2008). Ou seja, pelo processamento é possível aumentar a disponibilidade do amido e da proteína dos grãos no rúmen e intestino delgado, e mudar as características da fermentação ruminal, da taxa de passagem e o sítio da digestão (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2011).

O processamento do farelo úmido de glúten de milho se inicia quando o milho grão é limpo para a retirada de impurezas, palhas e outros materiais, através de peneiras e ciclones ou sopradores pneumáticos, além de separadores magnéticos para separação de sujeiras metálicas (FUNDAÇÃO CARGILL, 1980).

Posteriormente, os grãos são levados para tanques de aço inoxidável, chamados de maceradores, com uma solução aquosa ácida contendo lactobacilos em presença de dióxido de enxofre. A temperatura da solução é aproximadamente de 50°C e o cereal permanece em média 40 horas nos tanques. O dióxido de enxofre diluído reage com a água formando o ácido sulfuroso que promove a assepsia do processo, controla a germinação e fermentação em razão de variações químicas que ocorrem nos constituintes do endosperma e auxiliam o processo de separação do amido e proteínas. Pela ação da acidez e da temperatura, o grão de milho sofre um amolecimento, liberando nutrientes para a solução que posteriormente, é drenada e concentrada. Após a separação do gérmen, glúten e amido, através de peneiras e centrifugação, a solução concentrada e a fibra remanescente constituem o FUGM e posteriormente quando ambas são secas a quente, cerca de 90°C, obtém-se o FSGM (farelo seco de glúten de milho) (FUNDAÇÃO CARGILL, 1980) (Figura 1).

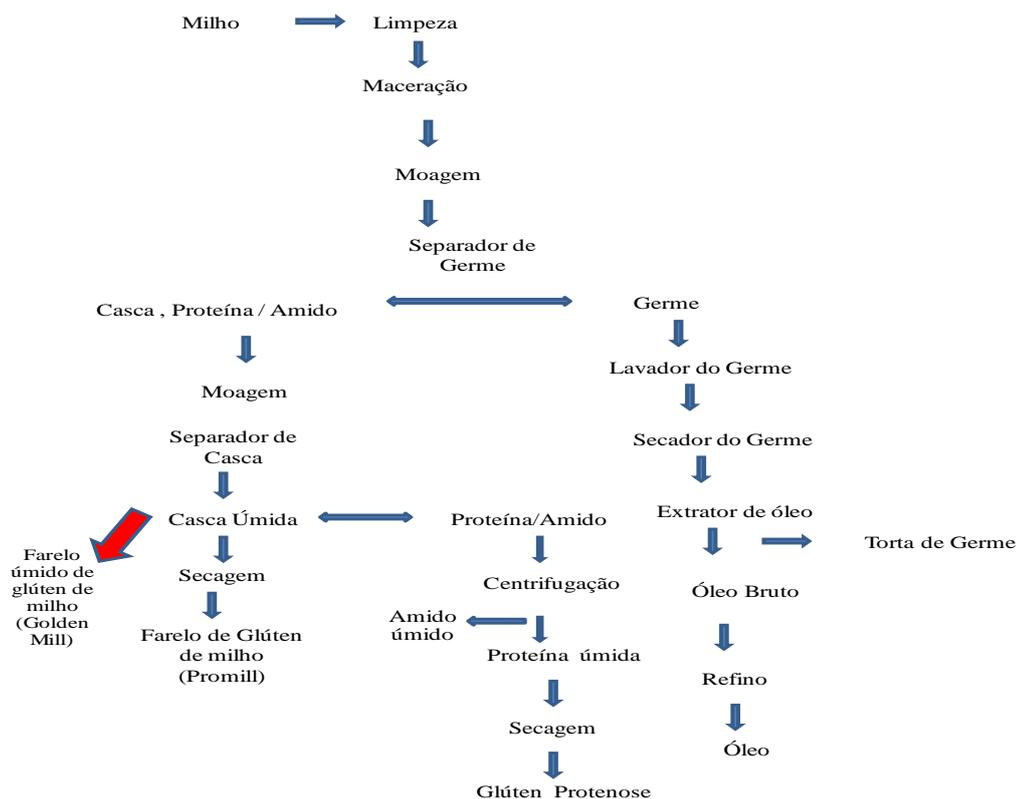


Figura 1 - Fluxograma do processo de moagem úmida, com destaque a obtenção do FUGM.

Nos Estados Unidos o FUGM é obtido principalmente na indústria do etanol de milho. No Brasil o mesmo produto tem sua composição química diferenciada, por ser produto oriundo do processamento para obtenção de xarope e amido (TRENKLE et al., 1989).

O FUGM não deve ser confundido com glutenose, que tem duas vezes mais proteína e é degradada mais rapidamente no rúmen, enquanto que o FUGM tem menor potencial de proteína sobrepassante. O FUGM tem algumas vantagens nutricionais na alimentação em relação ao FSGM, como maiores teores de FDN e PB, mas o produto seco é mais fácil de manusear. O FUGM tem uma vida de armazenagem de alguns dias no verão e uma a duas semanas no inverno devido à instabilidade do material armazenado úmido. Devido aos custos de transporte, o FUGM é uma opção para os produtores que estão próximos a indústria (BOYLES, 2011).

Composição químico-bromatológica do FUGM

A composição química bromatológica, a disponibilidade de nutrientes e o comportamento destes nutrientes no trato gastrointestinal dos ruminantes, bem como, o desempenho produtivo e econômico, devem ser considerados ao se utilizar alimentos alternativos na dieta destes animais (LAVEZZO, 1995).

A composição do FUGM apresenta grandes diferenças entre os autores; Jaster (1984) citou teor de MS de 46%, 21,9% de PB, 14% de FDA e 37,9 % de FDN, Trenkle et al. (1989) encontraram valores de 44% MS, 22% de PB na MS, 14% de FDA, 38% de FDN e Bowman e Paterson (1988) já citaram valores de 45,40% de MS, 12,48% de FDA e 56,80% de FDN na MS. Segundo Blasi et al. (2001) os valores médios de extrato etéreo estão na faixa de 3 a 5%, Boyles (2011) varia de 1 a 7% e Schroeder (2010) cita 1,2% de EE na MS.

Os valores da composição químico-bromatológica do FUGM obtidas por Santos (2012) estão expressos na Tabela 1, apresentando as principais, o alto teor de fibras, boa fonte de energia

e de proteínas; boa quantidade de minerais como o fósforo e FDN maiores que do milho.

Sabe-se que as causas da variação na composição do FUGM incluem o processo de produção, o tipo de moagem e peneiramento e o tipo de centrifugação

até a sua produção final. Sua composição também pode ser alterada com exposição prolongada ao ar em razão de sua fácil deterioração. Portanto, é recomendado realizar a análise química de cada fração adquirida (SANTOS, 2004).

Tabela 1 - Composição química do Farelo úmido de glúten de milho

ANÁLISES	%
Umidade	54,00
Matéria Seca (MS)	46,00
Proteína Bruta (PB)	24,04
Extrato Etéreo (EE)	3,15
Fibra detergente Neutro (FDN)	43,67
Fibra detergente Ácido (FDA)	25,18
Matéria Mineral (MM)	4,87
Cálcio (Ca)	0,18
Fósforo (P)	0,49
Nutrientes Digestíveis Totais (NDT)	65,68

Fonte: Santos (2012)

O FUGM obtido na indústria apresenta variação nos teores de proteína bruta de 17 a 26%, e de extrato etéreo de 1 a 7%. Como o milho, o FUGM apresenta baixos teores de lisina e cálcio, e uma quantidade significativa de fósforo. A relação cálcio: fósforo é de cerca de 1:10, sendo que a proporção desejada na alimentação de ruminantes é um mínimo de 1,5 a 2 de cálcio para 1 de fósforo. Portanto, animais alimentados em níveis elevados, sem a suplementação de cálcio podem apresentar problemas urinários como cálculos renais. É importante frisar que minerais e vitaminas podem variar muito de um lote para outro. A qualidade do conteúdo de aminoácidos do FUGM é mais baixa quando comparada ao farelo de soja (BOYLES, 2011).

O FUGM apresenta 94 a 100% do valor energético do milho laminado seco. Embora FUGM contenha um elevado teor de FDN (42%) e uma quantidade limitada de amido (22,5%) em relação ao milho laminado seco, a fração de fibra é altamente (87%) e rapidamente (6,2%/h) digerida no rúmen. Além disso, a proteína no FUGM é rapidamente digerida (9,5%/h) no rúmen e, por conseguinte o teor de proteína de escape do FUGM é baixo, ou seja, tem alto valor de proteína que sofre degradação ruminal (quebra da proteína da dieta em compostos mais simples,

como amônia), utilizada para a síntese de proteína bacteriana (KREHBIEL et al., 1995).

O FUGM é uma excelente fonte de energia em dietas de bovinos de corte, comparado com a de milho seco laminado. O FUGM possui maior taxa de proteína bruta (16%), porém, menor taxa de proteínas de escape (26%) quando comparado ao milho com valores de 9% e 66%, respectivamente. Milho de alta umidade é amplamente utilizado em dietas de acabamento e da mesma forma que o FUGM, a proteína de escape potencial é menor do que a do milho laminado seco (38% da PB). A PB nestes alimentos é capturada e se faz utilizável como proteína microbiana, haja vista, que o menor potencial de proteína do FUGM e no milho de alta umidade pode propiciar uma deficiência em proteína metabolizável e aumentar a necessidade para suplementação de proteína de escape (RICHARDS et al., 1998).

Digestibilidade do FUGM

A digestibilidade é definida como a proporção da matéria seca, matéria orgânica ou nutrientes absorvidos durante a passagem pelo trato digestivo (ALLEN et al., 2011). E depende, dentre outros fatores, da fonte de

proteína da dieta, pois as bactérias fibrolíticas utilizam unicamente amônia como fonte de nitrogênio, e são altamente prejudicadas quando há deficiência de N no rúmen. Como consequência, há menor desaparecimento da fibra e diminuição do consumo de matéria seca (VAN CLEEF et al., 2011).

A digestibilidade dos alimentos que os ruminantes consomem está relacionada à cinética da digestão e sua passagem pelo rúmen, havendo estreita relação com a digestibilidade da fibra, principalmente porque esta limita a taxa de desaparecimento no trato digestivo (BERCHIELLI; PIRES, OLIVEIRA, 2011). Esta varia de forma ampla, pois a presença de carboidratos facilmente digeríveis pode interferir na digestão da fibra. Os microrganismos degradam preferencialmente carboidratos não fibrosos, pois ocorre sobreposição das bactérias amilolíticas, em relação àquelas que digerem fibra (HOOVER, 1986).

É importante se conhecer o “valor nutritivo dos alimentos”, termo baseado na composição química, digestibilidade e natureza dos produtos ingeridos, que pode ser estimado pelos métodos *in vitro* ou análises químicas *in vivo* (ALLEN et al., 2011). É por meio da taxa da digestibilidade dos alimentos no rúmen que se chega à determinação de uma dieta capaz de proporcionar melhor desempenho zootécnico, pois tais medidas contribuem significativamente para o desenvolvimento de sistemas, bem como descrever e avaliar o potencial nutritivo dos alimentos (VAN SOEST, 1994).

Para avaliar determinado alimento, quantifica-se cada componente do mesmo, que após ter sido ingerido pelo animal, não foi eliminado nas fezes. Evidencia-se, assim, a digestibilidade aparente dos nutrientes ou das frações de cada alimento, determinando-se a sua porção digestível e não-digestível (FONTES et al., 1996).

Os ensaios de digestão *in vivo* constituem a forma mais exata de se obter o valor nutritivo de um determinado alimento ou ração. Esta técnica possibilita ao pesquisador estimar o valor real ou o padrão de comparação metodológico. Contudo, apresenta limitações de tempo, logística operacional para avaliação de um

grande número de animais, além de requerer elevada quantidade de matéria-prima para sua execução (PINEDO et al., 2008).

As técnicas *in vitro* tentam simular a digestão *in vivo* a partir da coleta de líquido ruminal, de forma a trazer toda coleção de microrganismos existentes na câmara de fermentação do animal. E tem como vantagens a determinação da digestibilidade dos alimentos, rapidez, uniformidade físico-química do local de fermentação e a conveniência de se manter poucos animais fistulados. Os métodos *in vitro* podem apresentar falhas, por não se utilizar adequadamente o inóculo, os tampões, ou os equipamentos que garantam as condições de pH, anaerobiose, biomassa microbiana e nutrientes essenciais para a mesma. Estes métodos necessitam ou da existência de animais fistulados para o fornecimento de líquido do rúmen ou de enzimas relativamente caras, aliadas a uma visão ecológica (ALCALDE et al., 2001).

A técnica *in vitro* tem sido largamente utilizada na análise dos mais variados tipos de alimentos fornecidos aos ruminantes, isto se observa em razão da prática na determinação dos resultados, uma vez que grande parte do processo é desenvolvida em laboratório (ALCALDE et al., 2001).

Nas dietas contendo FGM, a digestibilidade da MS e FDN é normalmente superior (5-10%) no FUGM, em comparação com farelo seco de glúten de milho (FSGM). Existem possíveis explicações para isso, em primeiro lugar se deve a influência do tamanho da partícula entre FUGM e FSGM na digestão de fibra. O tamanho de partícula de FUGM é maior do que FSGM (FIRKINS et al., 1985).

Geralmente, partículas menores do que cerca de 1 mm não são retidas no rúmen. Como a extensão da digestão ruminal da fibra é dependente do tempo gasto no rúmen, a digestibilidade de pequenas partículas fibrosas pode ser inferior à digestibilidade de partículas fibrosas maiores. No entanto, a maior parte das pesquisas ao examinar os efeitos de tamanho de partículas em alimentos fibrosos tem comparado pequenas partículas (mm) com as

partículas maiores (cm). É desconhecido com exatidão se as alterações na digestibilidade de alimentos fibrosos seriam causadas por uma diferença no tamanho de partícula médio de cerca de 1 mm (TRENKLE et al., 1989).

Gomes et al. (2012) cita que ao diminuir o tamanho de partícula aumenta a superfície de exposição ao ataque microbiano, o que incrementa a taxa de digestão das células vegetais potencialmente digestíveis. No entanto, a diminuição do tamanho de partícula não necessariamente eleva a digestibilidade do alimento devido ao aumento no consumo e no fluxo de digesta pelo trato gastrointestinal.

De acordo com Pereira et al. (1999), partículas grandes possuem menor probabilidade que as pequenas de escaparem do retículo-rúmen; contudo, o diâmetro do orifício retículo-omasal é mais largo que o tamanho de partícula considerado crítico. A influência do tamanho das partículas na passagem tem sido superestimada por muitos autores, pois partículas plásticas de 10 a 20 mm com alta densidade (1,44 g/mL) foram encontradas nas fezes 12 horas após ingestão na mesma proporção que pequenas (1mm) com baixa densidade, 0,92 e 1,93 g/mL (KASKE e ENGELHARDT, 1990).

Dessa forma, pode-se inferir que ainda não está bem definido se é o mecanismo de redução do tamanho de partícula ou de passagem é o principal passo a limitar a taxa de saída de material retículo-rúmen. É um fator que não pode ser considerado isoladamente, sendo necessário integrá-lo com outros reguladores de passagem para se obter sua importância relativa (PEREIRA et al., 1999), pois, segundo Sutherland (1988), dependeria da relação entre o tamanho e a densidade das partículas que constituem a digesta.

Utilização

De acordo com Blasi et al. (2001) o FUGM pode ser fonte de volumoso em dietas para terminação de ruminantes, pois tem alto conteúdo de fibras e deve ser recomendado até 40% da MS total da dieta para animais em crescimento e em

dietas para terminação até 60%.

Pode substituir em até 50% do milho ou 30% do milho floculado em dietas de terminação de bovinos de corte sem afetar o desempenho animal. Deve-se atentar que o valor nutritivo relativo do FUGM depende do nível de concentrado na dieta (JASTER et al., 1984).

O FUGM é fonte viável de proteína e energia para bovinos em pastejo com forrageiras de média e baixa qualidade. A fonte de proteína é de alta qualidade e há efeito associativo negativo, os animais deixam de pastear favorecendo os microrganismos amilolíticos em detrimento aos fibrolíticos (BLASI et al., 2001).

Foi observado por Sindt et al. (2003), dietas de FUGM associadas ao feno de alfafa, e com seus estudos concluíram que a inclusão de FUGM promoveu um decréscimo na digestibilidade da matéria orgânica, provavelmente devido ao aumento do de FDN e decréscimo de amido das dietas.

Novilhos alimentados com FUGM (25 ou 50% na MS) obtiveram desempenho superior aos animais do grupo controle, alimentados com grão de milho laminado, mas não foi observada diferença no consumo de matéria seca (RICHARDS et al., 1998).

Em experimento para terminação de novilhos foi oferecida dieta com 10% de volumoso, 37% de milho e 50% de farelo de glúten de milho úmido ou seco. Foi observado que animais que alimentaram do FUGM apresentaram redução de 7% na ingestão da matéria seca (IMS), mas apresentaram ganho similar ao glúten seco, sendo portanto, aumentado a eficiência alimentar em 9%, o que foi atribuído ao maior tamanho das partículas (BLASI et al., 2001).

Muirhead (1994), em trabalho realizado com FUGM e milho moído, usando novilhos Hereford que receberam dietas com 70% de concentrado verificou que os animais que receberam 100% de milho moído no concentrado permaneceram por mais tempo (11,41 horas) com pH ruminal abaixo de 6,0, em comparação aos animais que receberam 50% de milho moído e 50% de FUGM (8,35 horas) ou 100% de FUGM no concentrado (8,34 horas). Esse autor sugeriu, ainda, que o fornecimento de

FUGM poderia reduzir a incidência de acidose ruminal e que o pH ruminal de animais submetidos a este alimento e retornaria mais rapidamente aos níveis iniciais que em dietas à base de milho moído.

A utilização de FUGM para vacas leiteiras e secas em substituição ao milho grão reduz os níveis de carboidratos não estruturais com impacto mínimo no teor energético. Pesquisas mostram que não há alterações significativas na IMS e na produção de leite corrigida para % gordura quando utilizado até 60% da MS da dieta com silagens de alfafa, milho e feno de alfafa. Para minimizar os possíveis impactos de variações de acordo com a fonte de volumoso, recomenda-se utilizar até 20% da MS da dieta total para vacas secas e em lactação (BLASI et al., 2001).

Schrage et al., (1991) avaliaram o FUGM ensilado com silagem de milho nos níveis de 0, 20, 40 e 60% e o desempenho na terminação de novilhos Angus cruzados. O aumento dos níveis de FUGM resultou em efeito significativo de forma linear na IMS, no ganho médio diário e na eficiência alimentar, e não apresentou efeito na avaliação de gorduras de cobertura, marmoreio e carcaça, bem como proteína da carcaça e classificação da carcaça.

O FUGM tem valor energético equivalente a 95 % do milho na MS para dietas em confinamento. É uma opção para dietas com alto teor de grãos, pois a necessidade de suplementar com volumoso é muito reduzida ou eliminadas quando 50 a 70% do FUGMN for adicionado a uma dieta de terminação (FIRKINS et al., 1985).

CONCLUSÃO

O farelo úmido de glúten de milho (FGM) apresenta-se como uma alternativa interessante para a substituição dos ingredientes usuais no concentrado das dietas para ruminantes principalmente quando se considera o valor proteico, energético, o conteúdo de fibras e a digestibilidade.

COPRODUCTS IN RUMINANTS FEEDING: WITH FEATURED ON THE WET CORN GLUTEN FEED (WCGF)

ABSTRACT

The objective was to address about coproducts in ruminants feeding with featured on the wet corn gluten feed (WCGF) as production, chemicalbromatological composition, digestibility and utilization. It is a coproduct derived from the processing of corn to obtain syrup and starch, offers 42-45% dry matter (DM), 14-24% crude protein (CP), 65-90% total digestible nutrients (TDN), 3-5% ether extract (EE), 26% of total starch, 26-54% neutral detergent fiber (NDF), 7.2 to 9% ash, 0.1% calico (Ca), 0.45 to 1% of phosphorus (P). Although the corn gluten feed is a feed with relatively high content of neutral detergent fiber (42% average), and a limited amount of starch (22.5%) compared to the corn dry laminate 87% of the fiber fraction is rapidly digested in the rumen (6.2%/h). Moreover, the protein is rapidly digested in WCGF (9.5%/h) in the rumen and thus the protein content of the exhaust WCGF is low. WCGF is an interesting alternative for the replacement of the usual ingredients in concentrate diets for ruminants especially considering the amount protein, energy, fiber content and digestibility.

Keywords: digestibility, food moist, neutral detergent fiber, protein

REFERÊNCIAS

- ALCALDE, C. R.; MACHADO, R. M.; SANTOS, G. T.; PICOLLI, R.; JOBIM, C. C. Digestibilidade *in vitro* de alimentos com inóculos de líquido de rúmen ou de fezes de bovinos. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 4, p. 917-921, 2001. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/2645>>. Acesso em: 10 jul. 2012.
- ALLEN, V. G.; BATELLO, C.; BERRETTA, E. J.; HODGSON, J.; KOTHMANN, M.; LI, X.; McIVOR, J.; MILNE, J.; MORRIS, C.; PEETERS, A.; SANDERSON, M. An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 66, n. 1, p. 2-28, 2011.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**, Jaboticabal: Funep, 2 ed.-2011. 616 p.

BLASI, D. A.; BROUK, M. J.; DROUILLARD, J.; MONTGOMERY, S. P. **Corn gluten feed, composition and feeding value for beef and dairy cattle**. Manhattan: Kansas State University Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension, 2001. 14p. Disponível em: <<http://www.ksre.ksu.edu/library/lvstk2/mf2488.pdf>> Acessado em: 05 mai. 2011.

BOYLES, S. Corn Gluten feed. **Beef information**. Ohio State University Extension. 2011. disponível em: <<http://beef.osu.edu/library/gluten.html>> Acessado em : 25 abr. 2012.

BOWMAN, J. G. P.; PATERSON. J. A. Evaluation of corn gluten feed in high-energy diets for sheep and cattle. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 66, n. 10332, p. 2057-2070, 1988.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **MAPA – Milho**. Disponível: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>> Acesso: 20/08/2012.

BURGI, R. Utilização de subprodutos agroindustriais na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 8, 1986, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 101-117, 1986.

CÂNDIDO, M. J. D.; BOMFIM, M. A. D.; SEVERINO, L. S.; OLIVEIRA, S. Z. R. Utilização de coprodutos da mamona na alimentação animal. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2008, Salvador, BA. **Anais...** Salvador, 2008. Disponível em: <<http://www.neef.ufc.br/pal%20utilizacao%20coprodutos%20da%20mamona%20na%20alimentacao%20animal%20cbm08.pdf>> Acesso em: 14 mar. 2012.

CARARETO, R. **Fontes de nitrogênio, níveis de forragem e métodos de processamento do milho em rações**

para tourinhos da raça Nelore terminados em confinamento. 2011. 106 f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-24052011-101403/pt-br.php>>. Acesso em: 12 agos. 2012.

EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; MENDES, A. R.; FATURI, C. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore em confinamento alimentados com bagaço de cana-de-açúcar e diferentes fontes energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 2050-2057, 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n5/24.pdf>> Acesso em 25 agost. 2012.

FERREIRA, A. C. H. **Valor nutritivo de silagens à base de capim elefante com níveis crescentes de subprodutos agroindustriais de abacaxi, acerola e caju**. 2005. Tese (Doutorado) –Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2005. Disponível em: <<http://www.neef.ufc.br/tese%20ana%20cristin.pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2012.

FIRKINS, J. L.; BERGER, L. L.; FAHEY, G. C. J. Evaluation of wet and dry distillers grains and wet and dry corn gluten feeds for ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 60, n. 3, p. 847-60. 1985. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/60/3/847.short>>. Acesso em: 22 nov. 2011.

FONTES, C. A. A.; OLIVEIRA, M. A. T.; LANA, R. P. Avaliação de indicadores na determinação da digestibilidade em novilhos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 529-539, 1996.

FUNDAÇÃO CARGILL. **Produtos de milho processados por via úmida para o uso em rações**. Campinas, 20 p. 1980.

GERON, L. J. V. Utilização de resíduos agroindustriais na alimentação de animais de produção. **Pubvet**, Londrina, v. 1, n. 9,

2007. Disponível em: http://www.pubvet.com.br/artigos_det.asp?artigo=312. Acesso em: 21 de agost. 2012.

GOMES, S. P.; BORGUES, A. L. C. C.; BORGES, I.; MACEDO JÚNIOR, G. L.; SILVA, A. G. M.; PANCOTI, C. G. Efeito do tamanho de partícula do volumoso e da frequência de alimentação sobre o consumo e a digestibilidade em ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.1, p.137-149, 2012.

HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 10, p. 2755-2766, 1986. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203028680724X>>. Acesso em: 12 agos. 2012.

JASTER, E. H.; STAPLES, C. R.; MCCOY, G. C.; DAVIS, C. L.; Evaluation of wet corn gluten feed, otlage, sorghum-soybean silage, and alfafa haylage for dairy heifers. **Journal Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 9, p. 1976-1982, 1984.

KASKE, M.; ENGELHARDT, W. V. The effect of size and density on mean retention time of particle in the gastrointestinal tract of sheep. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 63, n. 4, p. 447-465, 1990.

KREHBIEL, C. R.; STOCK, R. A.; HEROLD, D. W.; SHAIN, D. H.; HAM, G. A.; CARULLA, J. E. Feeding Wet Corn Gluten Feed to Reduce Subacute Acidosis in Cattle, **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 10, p. 2931- 2939, 1995.

LAVEZZO, O. E. N. M. Abacaxi, banana, caju, uva, maçã. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6, 1995, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 7-46, 1995.

MOSCARDINI, M. C. **Substituição do milho moído fino por polpa cítrica e/ou farelo de glúten de milho em rações para bovinos em confinamento**. 2008. 94f. Dissertação (mestrado). Escola

Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008. Disponível: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/111139/tde-11032009-102302/pt-br.php>>. Acesso: 20 set. 2012.

MUIRHEAD, S. Wet corn gluten feed may reduce ruminal subacute acidosis in cattle. **Feedstuffs**, p.10, 1994.

PEREIRA, L. G. R.; AZEVEDO, J. A. G.; PINA, D. S.; BRANDÃO, L. G. N.; ARAÚJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V. Aproveitamento dos coprodutos da agroindústria processadora de suco e polpa de frutas para alimentação de ruminantes. **Embrapa Semi-Árido**, Petrolina, PE, p. 30, 2009. Disponível: <http://www.cpatia.embrapa.br:8080/public_eletronica/downloads/SDC220.pdf> Acesso: 20 agos. 2012.

PEREIRA, J. C.; FREITAS, S. P.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I.; ARAÚJO, G. G. L. Características físicas da digesta de bezerros provenientes de rebanhos leiteiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 850-858, 1999.

PINEDO, L. A., RIBEIRO, J. L., NAJM, M. H. FAUSTINO, M. G.; SANTOS, V. P. Aplicação de técnicas para estudos de avaliação de alimentos *in vitro* e *in situ* para ruminantes. **Pubvet**, Londrina, v.2, n. 19, 2008. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/texto.php?id=227>>. Acesso em: 27 set. 2012.

PRADO, O. P. P.; ZEOULA, L. M.; MOURA, L. P. P.; FRANCO, S. L. F.; PRADO, I. N.; GOMES, H. C. C. Digestibilidade e parâmetros ruminais de dietas à base de forragem com adição de própolis e monensina sódica para bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 6, p. 1336-1345, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982010000600024&script=sci_arttex>. Acesso em: 27 set. 2012.

RICHARDS, C. J.; STOCK, R. A.; KLOPFENSTEIN, SHAIN, D. H.; HEROLD, D. W. Effect of wet corn gluten feed, supplemental protein, and tallow on steer finishing performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 421–428, 1998.

ROGÉRIO, M. C.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N. M.; CAMPOS, W. E.; SILVA, V. L.; RIBEIRO, T. P. Dinâmica da fermentação ruminal em ovinos alimentados com rações contendo diferentes níveis de coprodutos de caju (*anacardiumoccidentale*). **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 2, p. 355-364, 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/4083/4825>>. Acesso em: 15 dez. 2011.

SANTOS, F. A.; Glúten de milho na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 3, p. 79-100, 2004. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/011V1N3P79_100_NOV2004.pdf> Acesso 28 out. 2012.

SANTOS, J. W.; CABRAL, L. S.; ZERVOUDAKIS, L. T.; SOUZA, A. L.; ABREU, J. G.; BAUER, M. O. Casca de soja em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 11, p. 2049-2055, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n11/v37n11a22.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2011.

SANTOS, F. S. **Diferentes tipos e tempos de armazenamento do Farelo úmido de glúten de milho**. 87f. Dissertação (mestrado) UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA, Minas Gerais, 2012.

SCHRAGE, M. P.; WOODY, H. D.; YOUNG, A. W.; Net energy of ensiled wet corn gluten feed in corn silage diets for finishing steers. **Journal Animal Science**, Champaign, v.69, n. 5, p. 2204-2210, 1991.

SCHROEDER, J. W.; **Corn gluten feed: composition, storage, handling, feeding and value**, North Dakota State University, 2010. Disponível em:

<<http://www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/dairy/as1127.pdf>>. Acesso em: 23 agost. 2012.

SILVEIRA, R. N.; BERCHIELLI, T. T.; FREITAS, D.; SALMAN, A. K. D.; ANDRADE, P.; PIRES, A. V.; FERNANDES, J.J.R. Fermentação e degradabilidade ruminal em bovinos alimentados com resíduos de mandioca e cana-de açúcar ensilados com polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 793-801, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n2/10366.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2011.

SINDT, J. J., J. S. DROUILLARD, E. C. TITGEMEYER, S. P. MONTGOMERY, C. M. COETZER, T. B. FARRAN, J. N. PIKE, J. J. HIGGINS, AND R. T. ETHINGTON. Wet corn gluten feed and alfalfa hay combinations in steam-flaked corn finishing cattle diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 12, p. 3121-3129, 2003.

SOUZA, S. M. **Farelo de glúten de milho na alimentação de vacas em lactação**. 53f. Dissertação (mestrado). UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, Minas Gerais, 2007.

SUTHERLAND, T. M. 1988. Particle separation in the forestomachs of sheep. In: DOBSON, A., DOBSON, M. J. (Eds). **Aspects of digestive physiology in ruminants**. Ithaca: Ithaca Comstock Publishing associates. 1998, p.43-73.

TEIXEIRA, F. A.; PIRES, A. V.; NASCIMENTO, P. V. N. Bagaço de cana-de-açúcar na alimentação de bovinos **REDVET®**. *Revista eletrônica de Veterinária*, v. 8, n. 6. 2007. Disponível: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060607/060708.pdf>. Acesso 25 set.2012.

TRENKLE, A. H.; BERGER, L. L.; PERRY, T.W.; BRANDT, R. J.; RUST, S. R.; LARSON, B.; WILLIAMS, J. E.; STOCK, R. A.; WEISS, W. P.; LOERCH, S. C.; PRITCHARD, R. H.; SCHAEFER, D. M.; EISEMANN, J. H.; RICHARDS, C. R.;

TOPEL, D.G. Corn gluten feed in beef cattle diets. **Circular** n. 129, 1989.

VAN CLEEF, E. H. C.; EZEQUIEL, J. M. B.; FONTES, A. N.; FATURI, C.; OLIVEIRA, P. N.; STIAQUI, M. C. Consumo e digestibilidade de dietas contendo fontes energéticas associadas ao farelo de girassol ou uréia em novilhos confinados. **Acta Scientiarum Animal**

Sciences, Maringá, v. 33, n. 2, p. 163-168, 2011. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/viewFile/11049/11049>>. Acesso em: 19 nov. 2011.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.