

# Modalidades de Confinamento sem o uso de volumosos: Realidade e limitações

Flávio Augusto Portela Santos<sup>1</sup>, Jonas de Souza<sup>2</sup>, Fernanda Batistel<sup>2</sup> e Diogo Fleury Azevedo Costa<sup>3</sup>

## 1. Introdução

No Brasil, o interesse por dietas de confinamento com inclusões cada vez menores de alimentos volumosos coincide com o crescimento dos módulos de confinamento, com a profissionalização do setor, com o aumento do custo da energia contida nas forragens tradicionais como silagens e principalmente com o crescimento da agricultura nacional e a oferta competitiva de grãos e de co-produtos.

De acordo com o 50º levantamento da safra nacional de grãos 2012-2013, publicado pela CONAB em fevereiro de 2013, a área plantada no país para a produção de grãos crescerá 4,1% ou 2,1 milhões de ha (soma da primeira, segunda e terceira safra), totalizando 52,98 milhões de ha, em comparação com a safra 2011-2012 (50,88 milhões de ha). A previsão para crescimento da safra total de grãos é de 11,3% (185 x 166,2 milhões de toneladas). As culturas de milho, sorgo, soja e algodão suprem a maior parte dos ingredientes utilizados nas formulações de dietas de confinamento no país. As previsões da CONAB são de redução de 24,3% na safra de algodão, estabilidade na safra de sorgo, e crescimentos de 4,2% na safra de milho e de 25,7% na de soja.

Com base nos dados acima mencionados, espera-se oferta normal de milho, restrição na oferta de produtos de algodão e maior oferta de casca de soja para os confinadores em 2013. O interesse pelo uso de dietas com níveis mínimos ou nulos de forragens ou de alimentos volumosos tem crescido nos últimos anos nos confinamentos nacionais. A adoção de dietas contendo milho grão inteiro sem volumoso tem crescido principalmente no sudeste e centro-oeste do país. Também no centro-oeste, principalmente no estado do Mato Grosso, tem crescido o uso de dietas sem forragem, contendo casca de soja, torta, farelo ou caroço de algodão e níveis médios de milho. No sudeste do país, alguns confinamentos têm utilizado dietas com 20 a 50% de farelo proteínoso de milho (conhecido comercialmente no Brasil como refinazil ou promill) com inclusão baixa ou nula de volumoso.

Na literatura internacional tem sido demonstrado que a utilização de dietas com teores

---

<sup>1</sup> Professor titular do departamento de Zootecnia, ESALQ/USP.

<sup>2</sup> Mestrando(a) em Ciência Animal e Pastagens, ESALQ/USP.

<sup>3</sup> Pós-doutorando, ESALQ/USP.

mínimos ou nulos de volumosos é viável tecnicamente para bovinos terminados em confinamento. Os exemplos mais comuns são dietas contendo milho grão inteiro ou dietas contendo teores altos de co-produtos fibrosos como farelo proteínoso de milho ou os resíduos de grãos destilados de milho e sorgo, com teores mínimos ou nulos de volumosos. Esses estudos têm sido conduzidos principalmente na América do Norte com bovinos taurinos. No Brasil são escassos os trabalhos sobre nível de forragem em dietas de confinamento, sobre dietas com milho grão inteiro e sobre dietas ricas em co-produtos fibrosos com níveis mínimos ou nulos de volumosos.

Em virtude da falta de informação sólida nas condições nacionais, a maior parte deste artigo será baseada nas revisões de Zinn et al. (2004), Galyean e Defoor (2003), Galyean e Abney (2006), Galyean e Vasconcelos (2008), Galyean e Hubbert (2012) e Hicks (2012), além de dados de trabalhos de metabolismo e desempenho animal publicados na América do Norte e alguns poucos dados nacionais.

## 2. Competitividade dos alimentos concentrados como fontes de energia

De acordo com a pesquisa realizada por Oliveira e Milen (2011), 82% dos nutricionistas brasileiros estavam formulando dietas de confinamento com 71 a 90% de concentrado, indicando claramente a tendência de redução na inclusão de volumosos nas dietas ao longo dos últimos anos. Na pesquisa realizada por Vasconcelos e Galyean (2007), os nutricionistas americanos estavam formulando dietas de terminação com níveis de inclusão de volumoso entre 0 a 13,5%. O valor médio foi de 8,3 e 9,0% durante o verão e o inverno respectivamente. De modo geral as pesquisas nessa área têm sido direcionadas na tentativa de reduzir ao máximo a inclusão de volumoso nas dietas, sob a argumentação do custo elevado da energia dos volumosos, mesmo após a alta do milho em virtude da sua utilização para a produção de etanol nos Estados Unidos.

Nas **Tabelas 1 e 2** são apresentados custos teóricos da energia líquida de ganho (ELg) de alimentos concentrados em comparação com a silagem de milho. Foram adotados os valores de NDT de 78%, 82%, 91% e 95% para casca de soja ou polpa cítrica, milho *flint* quebrado ou laminado, silagem de grão úmido e milho floculado, respectivamente e 67% de NDT para a silagem de milho.

**Tabela 1.** Custo da ELg dos ingredientes em regiões de energéticos baratos.

Alimento	NDT (%)	ELg Mcal/kg MS	MS (%)	R\$/ton MO	R\$/Mcal ELg
Silagem de milho	67	0,94	32	65,00	0,216
Casca/polpa	78	1,24	88	230	0,210
Milho quebrado	82	1,35	88	280	0,236

Silagem grãos úmidos	91	1,57	88	280	0,202
Milho floculado	95	1,67	88	305	0,207

**Tabela 2.** Custo da ELg dos ingredientes em regiões de energéticos caros.

Alimento	NDT (%)	ELg Mcal/kg MS	MS (%)	R\$/ton MO	R\$/Mcal ELg
Silagem de milho	67	0,94	32	80	0,266
Casca/polpa	78	1,24	88	80	0,256
Milho quebrado	82	1,35	88	370	0,311
Silagem grãos úmidos	91	1,57	88	370	0,268
Milho floculado	95	1,67	88	385	0,269

### 3. Nível de volumoso na dieta, saúde ruminal e ingestão de energia

Fontes de volumosos são incluídas em dietas de bovinos em confinamento por duas razões principais, a) para a manutenção de ambiente ruminal saudável e b) para estimular a ingestão de matéria seca e por consequência, a ingestão de energia (Owens et al, 1998; Zinn et al., 2004; Galyean e Vasconcelos, 2008; Galyean e Huber, 2012).

Acidose é o principal distúrbio nutricional em bovinos confinados com dietas com alto teor de concentrado e a maior preocupação dos nutricionistas. Esse tema foi discutido em profundidade por Owens et al. (1998). Por definição acidose é a redução no excesso de bases em relação ao teor de ácidos (íons de hidrogênio) nos fluidos corporais. Na prática o termo acidose é usado de forma coletiva para se referir aos distúrbios do rúmen e dos intestinos. O diagnóstico clínico de acidose é dado quando o pH sanguíneo cai abaixo de 7,35. Entretanto, o sistema nervoso central do animal tem suas funções prejudicadas quando a concentração sanguínea de bicarbonato está baixa, mesmo que o pH sanguíneo não tenha caído. Além da queda no pH sanguíneo, outros sinais clínicos de acidose em bovinos confinados é a queda no pH ruminal, anorexia, consumo variável de MS, diarreia e letargia. Em ruminantes a acidose pode ser classificada como aguda ou como crônica, também denominada de subclínica. A acidose aguda é observada após o consumo de carboidratos não fibrosos de alta degradabilidade em quantidades suficientes para reduzir o pH ruminal, normalmente para valores ao redor de 5,2. A acidose crônica ou subclínica, caracteriza-se por valores de pH ruminal ao redor de 5,6, com depressão na ingestão de alimentos, no desempenho animal, sem que o animal apresente necessariamente sinais de estar doente.

A acidose pode levar à ocorrência de ruminite que pode comprometer o desempenho animal. Lesões na parede ruminal em virtude da ruminite são consideradas fatores predisponentes para a ocorrência de abscessos hepáticos, pois essas lesões facilitam a colonização do epitélio ruminal por *Fusobacterium necróphorum* e *Actinomyces pyogenes*, que chegam então ao fígado, causando os abscessos (Nagaraja e Chengappa, 1998). Tem sido demonstrado nos confinamentos da América do Norte que o desempenho animal é comprometido pela ocorrência de abscessos hepáticos. No Brasil, entretanto, a ocorrência de abscessos hepáticos tem sido mínima em animais zebuínos confinados com dietas com teores altos de concentrado. De modo geral as dietas dos confinamentos brasileiros contêm menor teor de energia que dos confinamentos americanos em virtude da maior inclusão de forragem, menor valor energético do milho flint e maior inclusão de co-produtos fibrosos nas dietas. Além disso, o período de confinamento é mais curto e o animal típico é mais erado que o utilizado na América do Norte. Entretanto, nos trabalhos conduzidos no Departamento de Zootecnia da ESALQ, com bovinos da raça Nelore alimentados com dietas contendo milho floculado entre 75 a 85% da MS da dieta, ainda assim a incidência de abscessos hepáticos tem sido insignificante, mas a ocorrência de danos nas papilas e ruminite tem sido observada.

A estratégia mais utilizada pelos nutricionistas para evitar a acidose é a inclusão de alimentos volumosos na dieta. De acordo com Armentano e Pereira (1997), a inclusão de FDN de forragem na dieta aumenta o tempo de mastigação. Maior tempo de mastigação ou ruminação aumenta a produção de saliva que com seus agentes tamponantes neutraliza os ácidos provenientes da fermentação de carboidratos no rúmen (Owens et al., 1998). O balanço entre a produção de ácidos no rúmen e a secreção de tamponantes salivares é o principal fator determinante do pH ruminal (Allen, 1997). Entretanto, a atividade de mastigação ou ruminação é afetada não apenas pelo teor de FDN da dieta, mas também pelas características da fibra, como fibra proveniente de alimentos volumosos ou de co-produtos, ou o tamanho de partícula do volumoso (Allen, 1997). De acordo esse autor, em vacas de leite o pH ruminal não esteve relacionado com o teor de FDN da dieta, mas sim com teor de FDN de forragem da dieta. Por outro lado, segundo Galyean e Vasconcelos (2008), no caso de bovinos de corte confinados ainda não se sabe ao certo como a relação entre teor de FDN da dieta suprida por volumosos versus o teor total de FDN da dieta está associada ao tempo de mastigação ou ruminação, produção de saliva e finalmente ao pH ruminal. A absorção dos ácidos da fermentação por meio da parede do rúmen é fator fundamental para evitar queda do pH ruminal, entretanto ainda não se sabe como as fontes e a concentração de FDN da dieta podem afetar o processo absorptivo no rúmen e intestinos (Galyean e Vasconcelos, 2008).

De acordo com Armentano e Pereira (1997), Zinn et al. (2004) e Galyean e Hubbert (2012),

o total de FDN da dieta não é o melhor indicador do fator fibra como estimulador da mastigação e secreção de saliva em ruminantes. Com o objetivo de definir de forma mais adequada a capacidade da fibra da dieta em estimular a mastigação e ruminação em bovinos Mertens (1997) propôs o termo fibra fisicamente efetiva (peFDN). O conceito está baseado no tamanho de partícula, e foi determinado que apenas partículas de FDN maiores que 1,18mm seriam consideradas fisicamente efetivas para estimular a mastigação e ruminação. Segundo Hicks (2012), mesmo se sabendo que partículas maiores de FDN que 1,18mm requerem mais tempo e esforço para serem degradadas no rúmen, o valor de efetividade dessas partículas não é considerado maior que das partículas com mínimo de 1,18mm.

Indiscutivelmente, a prática de incluir volumosos aumenta a segurança da dieta, mas a partir de certo nível há comprometimento do desempenho animal. Sendo assim, um dos maiores dilemas dos nutricionistas é qual o nível de determinado volumoso que em combinação com determinado alimento energético (fonte e grau de processamento dos grãos de cereais ou co-produtos) resulta no melhor desempenho animal e principalmente, no melhor resultado financeiro.

O segundo principal motivo para a inclusão de alimentos volumosos na dieta é aumentar o consumo de energia do animal. De modo geral o consumo de MS pelo ruminante é controlado por dois mecanismos, o controle por meio do enchimento ruminal e o controle quimiostático (Mertens, 1994). Quando o animal se alimenta de alimentos volumosos com teores altos de FDN, normalmente seu consumo de MS é limitado pelo enchimento ruminal. A distensão da parede do rúmen sinaliza para o centro da saciedade no cérebro do animal, que determina a redução do seu apetite. A medida que o teor energético da dieta aumenta, diminui o enchimento ruminal até o ponto onde este deixa de ser fator limitante para o consumo. Fatores fisiológicos, relacionados à ingestão de compostos energéticos passam então a controlar o consumo do animal.

No caso de bovinos confinados, recebendo dietas entre 85 a 100% de concentrado, o mecanismo regulador de consumo é certamente o fisiológico ou quimiostático. Nessa faixa de ingestão energética, mesmo pequenas alterações no teor de volumoso ou de FDN da dieta, causam alterações no consumo de MS do animal (Galyean e Defoor, 2002; Zinn et al. 2004; Galyean e Vasconcelos 2008; Galyean e Hubbert, 2012; Hicks, 2012).

Galyean e Defoor (2003) revisaram e compilaram dados de 11 experimentos publicados em 7 artigos científicos com bovinos confinados, com o objetivo de avaliar o papel da FDN proveniente de forragem nas variações do consumo de MS, em virtude de diferentes fontes e níveis de volumosos na dieta. Os níveis de volumosos variaram de 0 a 30% da MS e os volumosos comparados foram feno de alfafa, silagem de milho, silagem de sorgo, silagem de capim sudão, casca de algodão e palha de trigo. Nas **Figuras 1 e 2** são apresentadas as

relações entre teor de volumoso e CMS, teor de FDN de forragem e CMS e teor de FDN fisicamente efetiva (peFDN) e CMS. Foram adotados os valores tabulares de efetividade de fibra do NRC (1996) para os volumosos testados.

De acordo com os dados das **Figuras 1 e 2**, fica claro que a inclusão de forragem entre 0 a 30% da MS da dieta, teve efeito positivo no CMS dos animais. O nível de volumoso explicou 69,9% ( $R^2 = 0,699$ ) da variação no CMS, o nível de FDN de forragem da dieta explicou 92% ( $R^2 = 0,920$ ) da variação no CMS e o nível de peFDN explicou 93,1% ( $R^2 = 0,931$ ) da variação no CMS. Com base nos dados, a troca de volumoso na dieta com base no teor de FDN de forragem pode ser feito sem que ocorra grande alteração no CMS. A utilização de peFDN como ferramenta para balancear fibra na dieta de bovinos confinados com dietas com alto teor de concentrado, não traz vantagem significativa sobre o uso de FDN de forragem no que diz respeito aos efeitos de fibra no CMS.

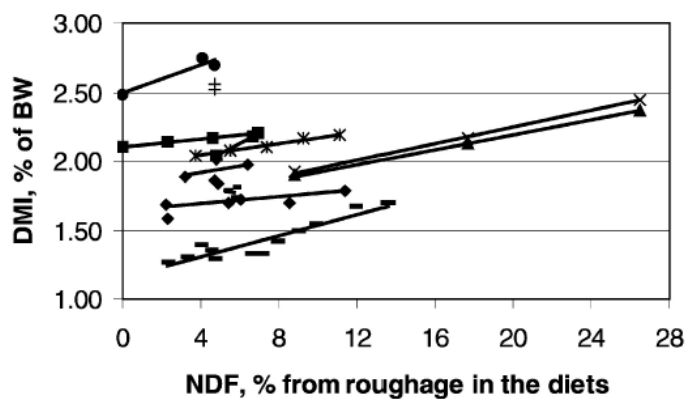


Figura 1. Consumo de matéria seca em função de porcentagem de FDN de forragem na dieta (Galyean e Deefor, 2003)

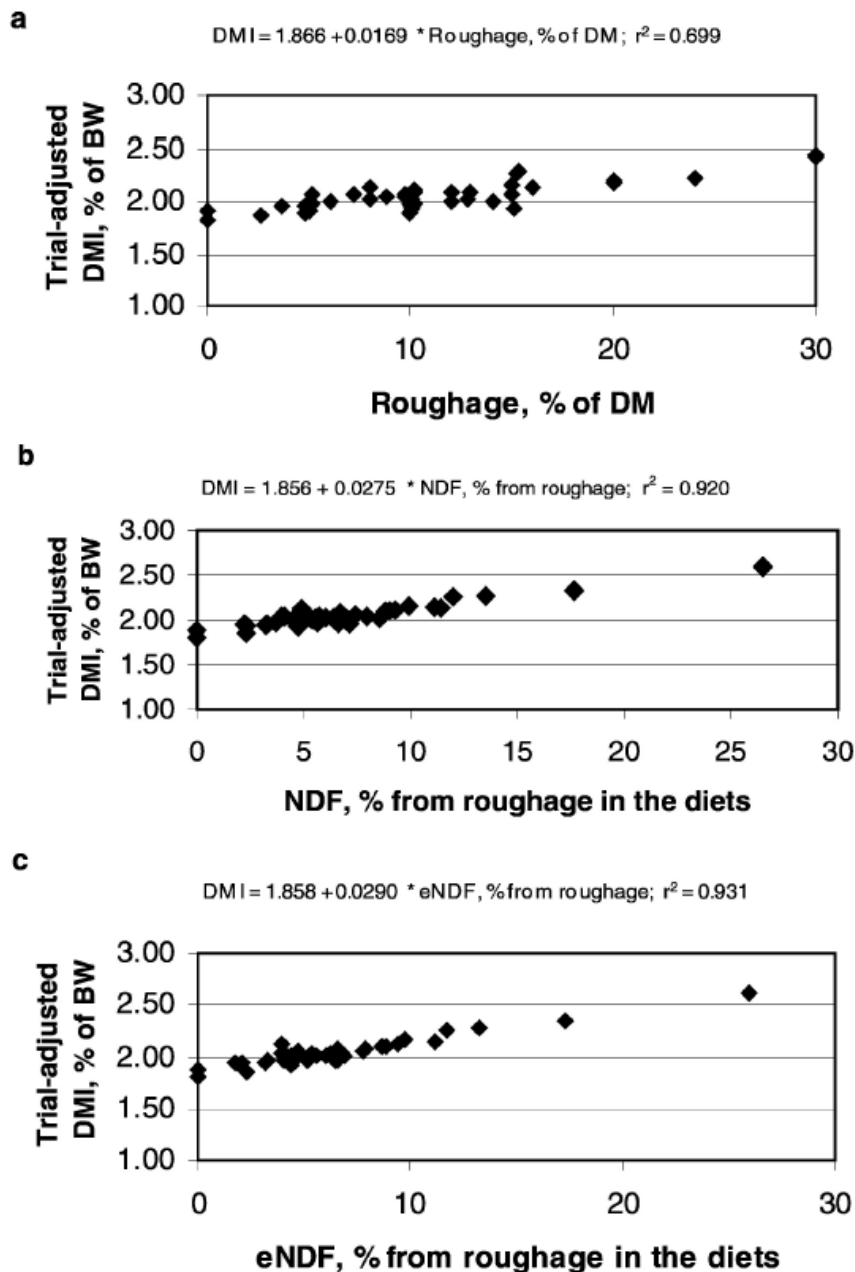


Figura 2. Consumo ajustado de matéria seca em função do teor de FDN de forragem (a), FDN total (b) e FDN efetivo (c) (Galyean e Deefor, 2003)

Posteriormente, Galyean e Abney (2006) utilizaram o mesmo banco de dados da revisão de Galyean e Deefor (2003) para avaliar a relação entre FDN total da dieta e CMS e a relação entre FDN total da dieta ou FDN de forragem com o consumo de energia líquida de ganho (ELg). Os dados são apresentados na **Tabela 3**.

**Tabela 3.** Relação das equações de predição das variáveis consumo de matéria seca (CMS) e energia líquida (EI) de ganho em função do teor de FDN e FDN de forragem (FDN-F) na dieta.

Variável independente	Variável dependente	Intercepto	Efeito linear)	Efeito quadrático	R <sup>2</sup>	Valor de P
FDN	CMS/PC	1,570	0,030	-	0,937	0,0001
	El ganho	64,638	0,950	-	0,797	0,0008
	El/CMS	0,848	0,0004	-	0,011	0,850
FDN-F	CMS/PC	1,856	0,027	-	0,920	0,001
	El ganho	74,119	0,742	-	0,583	0,001
	El/CMS	0,859	-0,001	-	0,081	0,493
Relação	CMS/PC	1,926	-0,329	1,403	0,858	0,365
	El ganho	76,709	-8,945	34,497	0,437	0,564
	El/CMS	0,876	-0,074	-	0,135	0,166

De acordo com os dados obtidos, tanto o CMS quanto o consumo de energia líquida de ganho (ELg) aumentaram linearmente com a inclusão de volumoso na dieta. O teor de FDN total da dieta explicou 93,7% ( $R^2 = 0,937$ ) da variação no CMS e o teor de FDN de forragem explicou 92,0% ( $R^2 = 0,920$ ) da variação no CMS. Com base nesses valores, os autores concluíram que tanto o teor de FDN total quanto o teor de FDN de forragem da dieta podem ser utilizados como critérios para formular dietas para bovinos em confinamento com diferentes fontes de volumosos, com o objetivo de se atingir CMS equivalentes.

Com relação ao consumo de ELg em relação ao peso metabólico do animal (Mcal/kg de PC<sup>0,75</sup>) os autores relataram que o teor de FDN total da dieta explicou 79,7% ( $R^2 = 0,797$ ) da variação no consumo de ELg enquanto o teor de FDN de forragem explicou apenas 58,3% ( $R^2 = 0,583$ ) da variação no consumo de ELg de bovinos de corte confinados.

De acordo com os dados obtidos com consumo de MS e consumo de ELg, Galyean e Abney (2006) concluíram que tanto o teor de FDN total quanto o teor de FDN de forragem da dieta são parâmetros eficazes para serem utilizados como critério para a troca de fontes de volumosos nas dietas de bovinos de corte em confinamento quando o objetivo é manter consumos de MS equivalentes. Já no caso do consumo de ELg, o teor de FDN total da dieta mostrou-se mais eficaz como critério para a troca de volumosos.

Na faixa de inclusão de forragem estudada (0 a 30% da MS da dieta) nas dietas de bovinos de corte confinados, a inclusão de forragem aumentou tanto o CMS quanto o consumo de ELg de forma linear. O efeito positivo da inclusão de volumoso no CMS de bovinos confinados com dietas com alto teor de energia pode ser explicado por mecanismos diversos conforme discutido de forma detalhada os trabalhos de Galyean e Defoor (2003), Galyean e Abney (2006), Galyean e Vasconcelos (2008) e Galyean e Hubbert (2012):

Efeito de diluição: Os bovinos ingerem a dieta visando manter constante o seu consumo de energia. Sendo assim, a inclusão de forragem causa diluição no teor de energia da dieta de bovinos em confinamento os animais respondem aumentando o CMS. Com base na teoria dos mecanismos físicos e fisiológicos de controle de consumo, em dietas com teores



elevados de concentrado o aumento no CMS em resposta à diluição do teor de energia da dieta (efeito de compensação), deve ocorrer até que se atinja nível tal de FDN na dieta que passe a limitar o CMS pelo efeito do enchimento do trato digestivo ou em virtude de limitações na taxa de ingestão. Desse ponto em diante, o CMS deve decrescer. Teoricamente, esse aumento no CMS não deve alterar o consumo de energia do animal.

Acidose no trato digestivo, acidose metabólica, produtos finais da fermentação, características da digesta ruminal e cinética ruminal: Além do efeito de diluição já discutido, todos os fatores aqui mencionados também podem interferir na resposta do animal à inclusão de volumoso na dieta no tocante ao CMS. A inclusão de forragem na dieta pode aumentar os CMS inicialmente pelo efeito de diluição, mas a compensação pode ser maior que o esperado em virtude, por exemplo, de melhoria no pH ruminal, aumento na taxa de passagem, redução na concentração de propionato ruminal, dentre outros fatores. Essa super compensação no CMS pode resultar em aumento no consumo de energia pelo animal.

O efeito positivo da inclusão de volumoso no CMS dos animais relatado por Galyean e Abney (2006) está de acordo com o mecanismo fisiológico ou quimiostático de controle de consumo, já discutido. A inclusão de forragem causou diluição na concentração de energia da dieta e levou os animais a ingerirem mais alimentos. Entretanto, conforme destacado pelos autores, o aumento na ingestão de ELg com o aumento de FDN da dieta não está de acordo com teoria de controle de ingestão baseado nos mecanismos físicos/ fisiológicos. Partindo do princípio que o CMS estava sendo regulado pelo mecanismo fisiológico, a inclusão de volumoso (aumento de FDN da dieta) deveria aumentar o CMS, o que ocorreu, porém, mantendo a ingestão de ELg constante, até que o fator físico (enchimento do trato digestivo) passasse a operar, levando à redução de CMS e de ELg. Olhando no sentido contrário, a redução no teor de FDN da dieta reduziu o consumo de ELg. Segundo os autores, apesar desse fato não estar de acordo com a teoria de controle fisiológico, esse fato parece lógico, uma vez que a redução no teor de FDN e o concomitante aumento no teor de carboidratos não fibrosos, principalmente amido na dieta, podem ter resultado em redução do pH ruminal, aumento na concentração de propionato ruminal e também aumento na osmolalidade ruminal, sobrepondo-se à demanda de energia como o principal fator controlador do consumo.

Os autores concluíram que parece mais razoável considerar que o consumo de energia responda de maneira curvilínea à medida que a concentração de energia da dieta aumenta (FDN diminui) ao invés da resposta linear tradicionalmente prevista. Finalmente, os autores postularam que a adição de pequenas quantidades de volumosos à dietas com alta energia, de bovinos confinados, deve aumentar a ingestão de ELg e o GPD dos animais, sem alteração significativa na eficiência alimentar.

No banco de dados revisados por Galyean e Defoor (2003) e Galyean e Abney (2006) não foram incluídos trabalhos com co-produtos fibrosos nas dietas. As conclusões até aqui apresentadas se aplicam à dietas ricas em grãos de cereais como principal fonte energética. O uso crescente de co-produtos fibrosos como o farelo proteínoso de milho (refinazil ou promil) e principalmente os co-produtos de grãos destilados nos últimos anos nos Estados Unidos levaram Galyean e Hubbert a estudar o efeito de adição de volumosos nesse tipo de dieta. Os autores concluíram que a fibra (FDN) contida nesses co-produtos não tem os mesmos efeitos sobre o CMS que a fibra de alimentos volumosos tradicionais e portanto muito pouco ou nenhum valor em termos de equivalência em FDN deve ser atribuído a esses alimentos quando da troca de fonte de volumoso. Entretanto, assim como nas dietas ricas em grãos de cereais, os animais alimentados com dietas ricas nesses co-produtos também respondem com aumento no CMS à inclusão de forragem na dieta. Entretanto, pelo fato da inclusão desses co-produtos reduzir o teor de amido da dieta, o teor de FDN de volumoso necessário para otimizar o CMS, ingestão de energia e eficiência alimentar deve ser menor que em dietas ricas em amido.

#### **4. Níveis de volumoso em dietas ricas em grãos de cereais – USA**

Foram compilados dados de 17 experimentos publicados em 12 artigos científicos na América do Norte, que foram submetidos à meta análise com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão de volumoso no CMS, GPD e GPD/CMS de bovinos confinados com dietas ricas em grãos de cereais (**Figuras 3, 4 e 5**). Foi adotado procedimento similar ao realizado por Galyean e Defoor (2003), porém com um banco de dados maior.

Assim como relatado na revisão de Galyean e Defoor (2003) houve aumento linear no CMS de bovinos com a inclusão de FDN de forragem na dieta. Já o GPD respondeu de forma quadrática à elevação no nível de FDN de forragem. A inclusão de níveis crescentes de volumoso na dieta reduziu linearmente a eficiência alimentar. O teor de FDN de forragem da dieta respondeu por 93,2% da variação no consumo de MS da dieta, em acordo com o relatado por Galyean e Defoor (2003) de 92%.

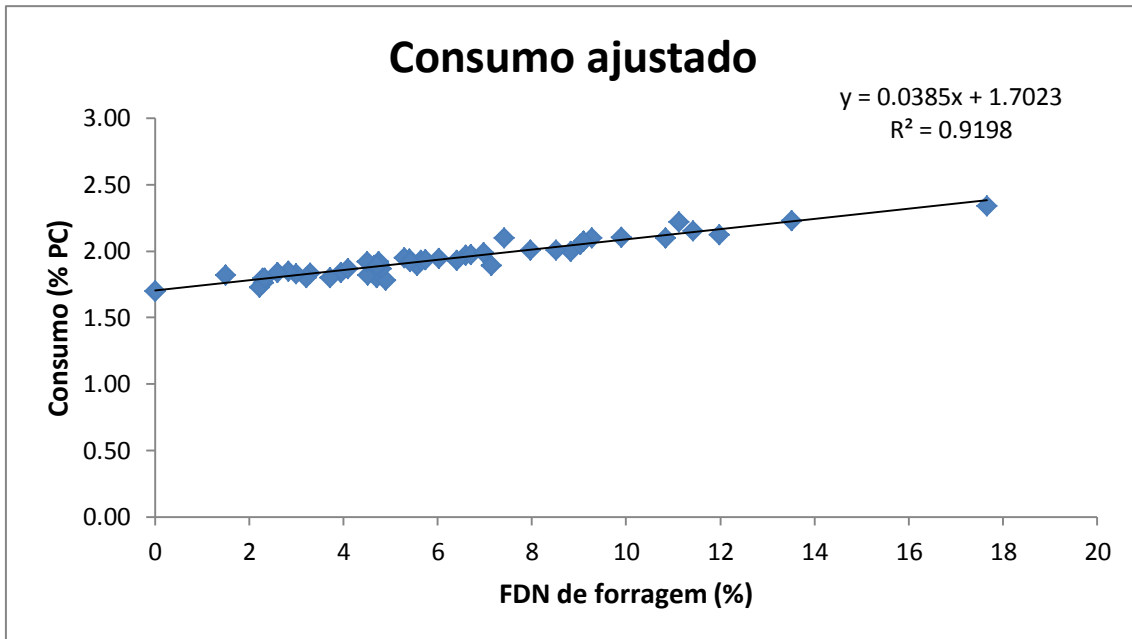


Figura 3. Consumo de matéria seca ajustado em função do teor de FDN de forragem em dietas ricas em grãos de cereais

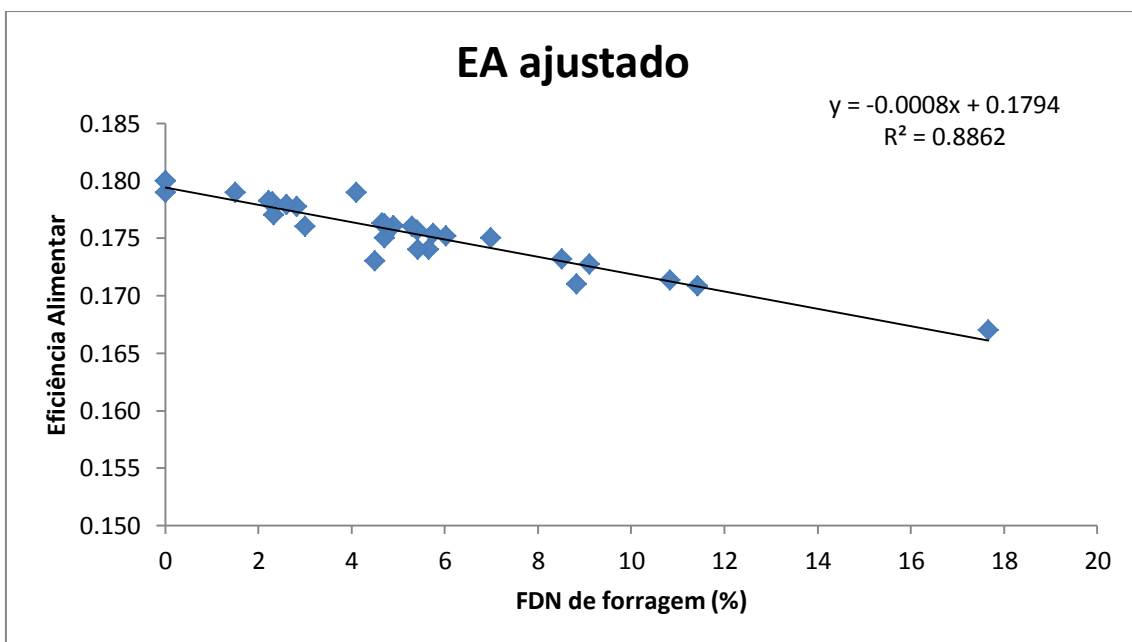


Figura 4. Eficiência alimentar ajustada em função do teor de FDN de forragem em dietas ricas em grãos de cereais

### 5. Níveis de volumoso em dietas ricas em grãos de cereais - Brasil

Foram compilados dados de 6 experimentos conduzidos no Brasil com o objetivo de avaliar

o efeito da inclusão de volumoso no CMS, GPD e GPD/CMS de bovinos da raça Nelore confinados com dietas ricas em grãos de cereais (**Figuras 5, 6 e 7**). Foi adotado procedimento de análise dos dados similar ao realizado por Galyean e Defoor (2003).

A resposta observada nos trabalhos nacionais com zebuínos diferiu dos animais taurinos da América do Norte. Houve resposta quadrática do CMS e do GPD aos níveis crescentes de FDN de forragem na dieta. O consumo de MS foi maior nos zebuínos (Figura 5) que nos taurinos (Figura 3), provavelmente em virtude da menor densidade energética das dietas brasileiras com milho *flint*, do volumoso de menor qualidade (bagaço de cana em 5 e silagem de cana em 1 dos 6 experimentos) e também do uso de animais mais erados que os utilizados na América do Norte. Entretanto, a eficiência alimentar dos zebuínos também foi reduzida de forma linear com o aumento de FDN de forragem na dieta, conforme observado nos dados com taurinos (Figura 4 x Figura 7). Quanto da resposta quadrática em CMS nos zebuínos se deve ao tipo de volumoso utilizado ou à limitação na ingestão de energia desses animais é difícil de precisar em virtude do banco de dados ainda limitado. Apesar da diferença no padrão das curvas de CMS e de GPD, também para animais zebuínos o teor de FDN de forragem da dieta respondeu por grande parte (88,15%) da variação no CMS ( $R^2 = 0,8815$ ). Isso implica que assim com para taurinos, também para zebuínos o teor de FDN de forragem pode ser utilizado como critério para a troca de alimentos volumosos na dieta com o objetivo de se atingir CMS similar.

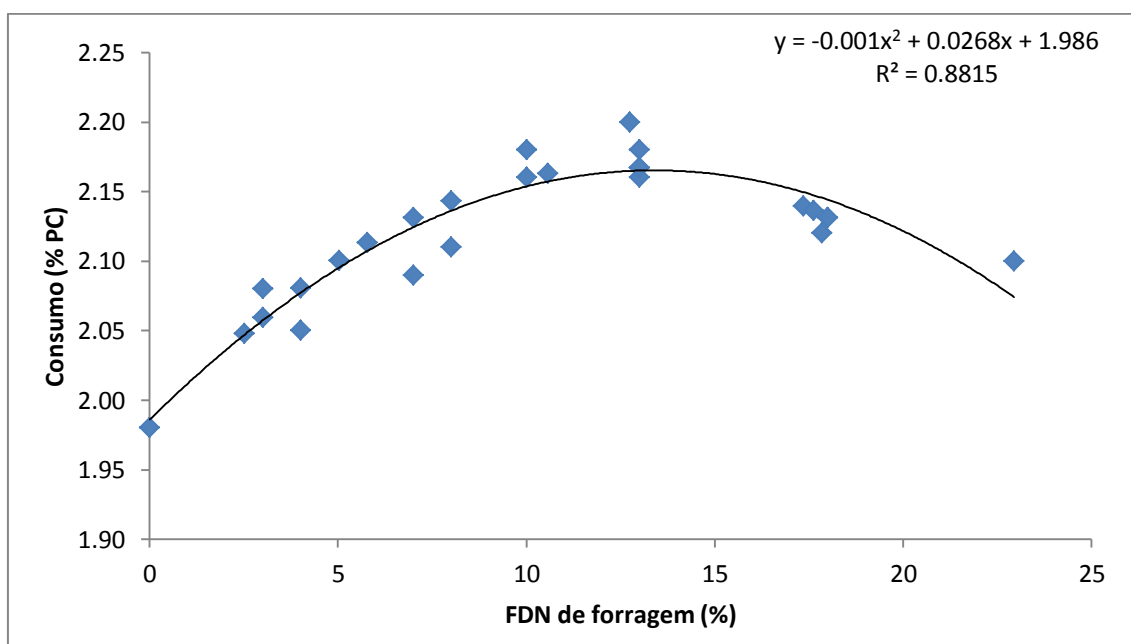


Figura 5. Consumo de matéria seca ajustado em função do teor de FDN de forragem em dietas ricas em grãos de cereais em trabalhos nacionais

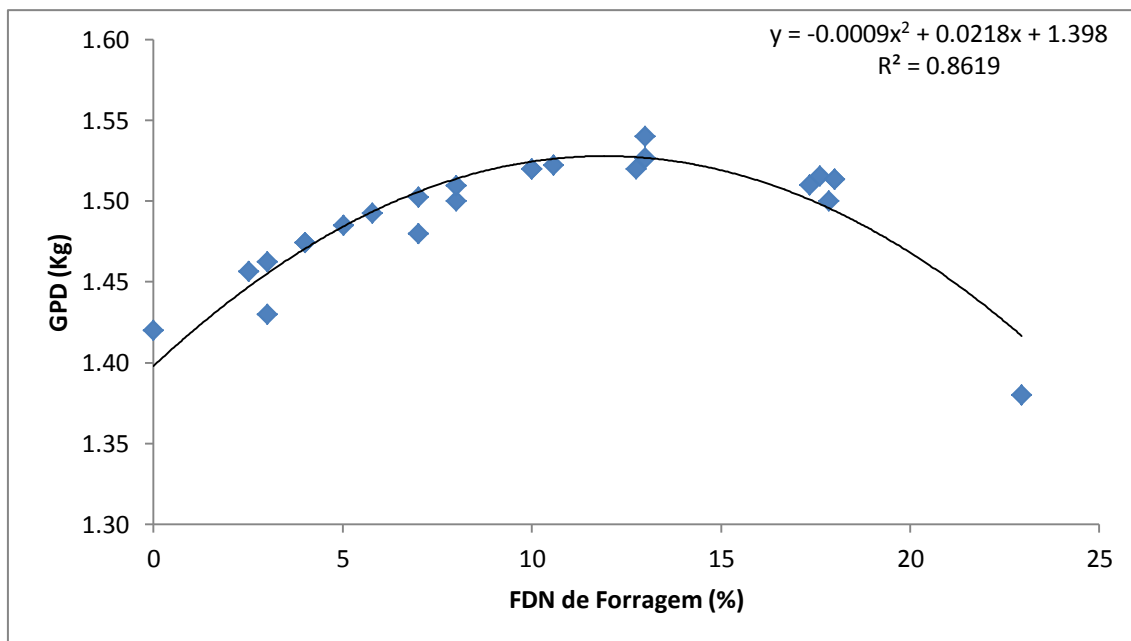


Figura 6. Ganho de peso ajustado em função do teor de FDN de forragem em dietas ricas em grãos de cereais em trabalhos nacionais

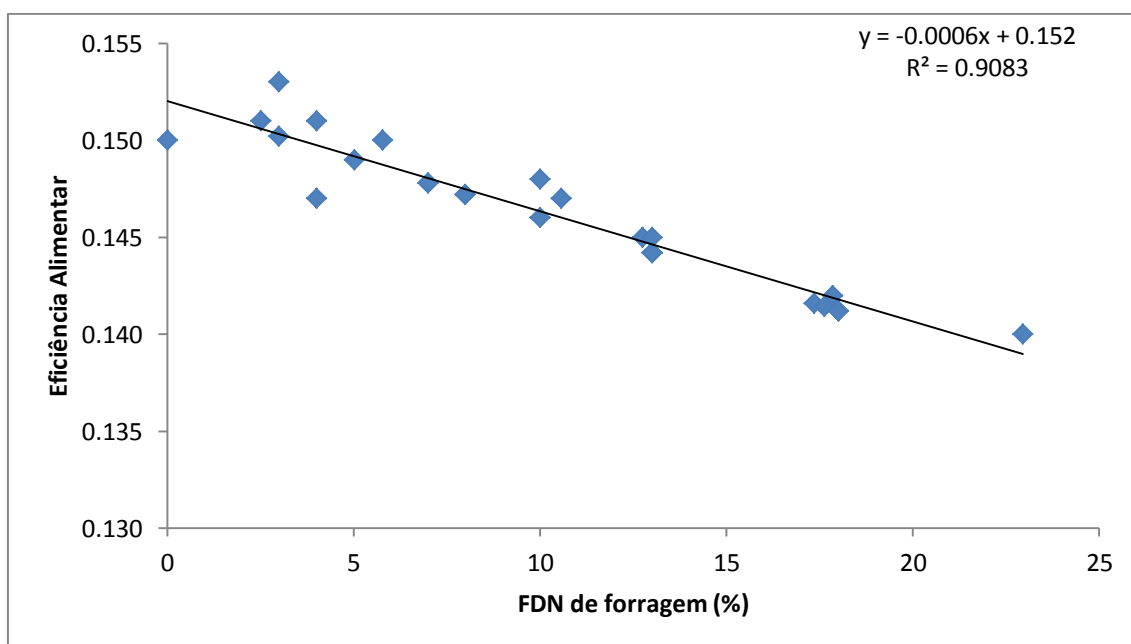


Figura 7. Eficiência alimentar ajustada em função do teor de FDN de forragem em dietas ricas em grãos de cereais em trabalhos nacionais

## 6. Níveis de volumoso em dietas com grão de milho inteiro

Tem crescido nos últimos anos o interesse no Brasil por dietas contendo milho grão inteiro sem a inclusão de volumoso. Apesar de recente no Brasil, os primeiros estudos sobre dietas

sem volumosos para bovinos nos Estados Unidos datam do século 19 (Davenport, 1897), porém sem sucesso, levando o autor a afirmar sobre a obrigatoriedade de inclusão de fonte de volumoso na dieta. Em 1931 Mead e Regan, obtiveram sucesso ao alimentar bezerras com dietas exclusivas de concentrado, quando incluíram na dieta fontes de vitamina A como óleo de fígado de bacalhau e cinzas de alfafa. Entretanto foi a partir da década de 60 que o assunto passou a ser estudado com mais ênfase nos Estados Unidos (Wise et al., 1961; Oltjen et al 1965; Oltjen et al 1966). Nesses estudos não foi utilizado milho inteiro mais sim milho quebrado ou moído. Apenas a partir do final dos anos 60 e início dos anos 70 segundo Vance et al. (1972) foram publicados os primeiros estudos demonstrando que em dietas sem volumoso, o milho grão inteiro era igual ou superior ao milho quebrado ou moído para bovinos em confinamento.

Apesar do uso de grão inteiro estar sendo adotado comercialmente nos Estados Unidos desde a década de 70, o número de trabalhos publicados nas últimas duas décadas é limitado. Isso talvez se explique pelo predomínio nos confinamentos americanos do uso de milho processado principalmente na forma floculada ou de silagem de grão úmido (Galyean e Vasconcelos, 2007).

Foram revisados 5 experimentos de desempenho animal onde o milho inteiro foi comparado com milho laminado, milho quebrado ou milho floculado, além de se estudar o efeito de níveis de volumoso em dietas com esse tipo de grão.

Milton et al (1994) comparou 3 níveis de feno de alfafa (0, 4 e 8% da MS) em dieta com grão de milho inteiro e um quarto tratamento com milho laminado e 8% de volumoso para bovinos terminados em confinamento (**Tabela 4**).

**Tabela 4.** Nível de forragem e processamento de grãos de milho.

	MI-0	MI-4	MI-8	ML-8
CMS, kg*	8,45	8,91	9,32	9,82
GPD, kg	1,39	1,41	1,46	1,47
GPD/CMS*	0,165	0,158	0,157	0,153

MI = milho inteiro; ML = milho laminado; \*Efeito Linear significativo do nível de volumoso

A inclusão de forragem aumentou o CMS nas dietas com grão inteiro mas não teve efeito significativo no GPD, causando assim redução na eficiência alimentar dos animais. As dietas com milho inteiro, principalmente o tratamento sem volumoso, apresentaram menor CMS e melhor eficiência alimentar que a dieta com milho laminado.

Traxler et al. (1995) compararam milho inteiro com milho quebrado para machos da raça Holandesa durante a fase de crescimento e terminação. As dietas com milho inteiro foram formuladas uma sem volumoso (MI-0) e outra com 7,2% de pré-secado de capim na MS (MI-7). Uma terceira dieta com milho quebrado foi formulada com 7,2% de pré-secado (MQ-7)

(Tabela 5).

**Tabela 5.** Milho inteiro e nível de forragem x milho quebrado.

	MI-0	MI-7	MQ-7
PI, kg	153	154	152
PF, kg	558	562	547
CMS. Kg/cab/dia	7,07B	8,42A	7,96A
GPD, kg	1,42	1,44	1,39
GPD/CMS	0,201A	0,171B	0,174B

A inclusão de pré-secado de capim na dieta com milho inteiro aumentou o consumo de MS sem efeito no ganho de peso, resultando em redução na eficiência alimentar dos animais. Em comparação com o milho quebrado com forragem, a dieta de milho inteiro sem forragem (MI-0) apresentou menor CMS e melhor eficiência alimentar.

Guthrie et al (1996) compararam 3 volumosos (feno de alfafa x feno de capim sudão x casca de algodão) nos níveis de 7 e 15% da MS da dieta com milho inteiro. Não houve interação entre fonte e nível de volumoso. A inclusão de 15% de forragem na dieta de grão inteiro aumentou o CMS em relação ao nível de 7%, sem aumentar o GPD, resultando em redução na eficiência alimentar.

No trabalho de Gorocica-Buenfil e Loerch (2005) comparou-se o milho inteiro e o milho quebrado com dois níveis de silagem de milho (5 x 18% da MS). A inclusão de 18% de silagem de milho na dieta de milho inteiro reduziu significativamente o CMS dos animais, reduziu numericamente o GPD e a eficiência alimentar. Quebrar o milho não melhorou o GPD nem a eficiência alimentar dos animais.

Nos trabalhos acima citados, todos conduzidos nos Estados Unidos e com animais taurinos, não houve vantagem em incluir forragem nas dietas com milho inteiro. Essa resposta já havia sido demonstrada em um dos primeiros estudos com milho inteiro que foi conduzido por Vance et al. (1972). Laminar ou quebrar o milho também não foi vantajoso em relação ao fornecimento do grão inteiro nos estudos revisados.

No trabalho de Marques (2011) conduzido na ESALQ, com tourinhos da raça Nelore e com milho do tipo flint ou duro, foram estudados 3 níveis de bagaço de cana (0, 3 e 6% de MS) em dietas com grão de milho inteiro. Um quarto tratamento contendo 6% de bagaço e milho floculado foi incluído na comparação (**Tabelas 6, 7, 8 e 9**).

**Tabela 6.** Composição de ingredientes das rações experimentais (% da MS).

Ingredientes	MI-0	MI-3	MI-6	MF-6
--------------	------	------	------	------

<b>Bagaço</b>	--	3,00	6,00	6,00
	85,0	81,9	78,8	78,8
<b>Milho</b>	0	0	0	0
<b>Pellet</b>	15,0	15,0	15,0	15,0
<b>Mineral</b>	0	0	0	0
<b>Uréia</b>	--	0,10	0,20	0,20

**Tabela 7** - Desempenho e características da carcaça dos animais recebendo dietas contendo grãos de milho inteiro com diferentes níveis de forragem.

	Tratamentos			Valor de P	L	Q	EPM
	MI-0	MI-3	MI-6				
<b>PI, kg</b>	375,93	374,54	373,62	0,4272	-	-	-
<b>PF, kg</b>	476,03	507,92	504,29	0,0278	*	-	7,243
<b>IMS, kg</b>	8,42	10,51	10,16	0,0001	*	*	0,217
<b>GPD, kg</b>	1,197	1,587	1,555	0,0027	*	-	0,084
<b>GPD/IMS</b>	0,143	0,152	0,153	0,3272	-	-	0,007
<b>PCQ, kg</b>	273,91	290,17	293,85	0,0126	*	-	3,372
<b>RC, %</b>	57,53	57,13	58,32	0,8463	-	-	0,461
<b>AOL, cm<sup>2</sup></b>	77,56	79,66	79,53	0,8464	-	-	1,558
<b>EGS, mm</b>	4,45	5,29	4,81	0,6765	-	-	0,414

MI0= milho inteiro sem forragem; MI-3= milho inteiro com 3% de forragem; MI-6= milho inteiro com 6% de forragem IMS= ingestão de matéria seca; GPD = ganho de peso diário; PI= peso corporal inicial; PF = peso corporal final; PCQ = peso de carcaça quente; RC = rendimento de carcaça; AOL = área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura subcutânea;(\*)= significativo; (ns)= não significativo a 5% de probabilidade; L= linear, Q = quadrático; EPM= erro padrão da média

**Tabela 8** - Desempenho e características da carcaça dos animais recebendo rações contendo grãos de milho inteiro e milho floculado.

Tratamentos	
-------------	--



	MI-0	MI-6	MF-6	Valor de P MI-6 vs. MF6	Valor de P MI-0 vs. MF6	EPM
PI, kg	375,93	373,62	372,41	0,5098	-	-
PF, kg	476,03	504,29	503,18	0,9149	0,0339	7,243
IMS, kg	8,42	10,16	8,44	0,0001	0,9486	0,217
GPD, kg	1,197	1,555	1,556	0,9671	0,0161	0,084
GPD/IMS	0,143	0,153	0,184	0,0179	0,0030	0,007
PCQ, kg	273,91	293,85	289,72	0,9918	0,0211	3,372
RC, %	57,53	58,32	57,54	0,9014	0,6194	0,461
AOL, cm <sup>2</sup>	77,56	79,53	79,45	0,9698	0,4202	1,558
EGS, mm	4,45	4,81	5,10	0,5981	0,3115	0,414

MI0= milho inteiro sem forragem; MI-6= milho inteiro com 6% de forragem; MF-6= milho floculado com 6% de forragem; IMS= ingestão de matéria seca; GPD = ganho de peso diário; PI= peso inicial PF = peso vivo final; PCQ = peso de carcaça quente; RC = rendimento de carcaça; AOL = área de olho de lombo; EGS = espessura de gordura subcutânea; EPM= erro padrão da média.

**Tabela 9** - Porcentagem de amido fecal, digestibilidade total do amido, energia líquida de manutenção e de ganho de peso do milho.

Item	Tratamentos				Nível forragem <sup>1</sup>	MI6 vs. MF- 6 <sup>2</sup>	MI-0 vs. MF- 6 <sup>2</sup>
	MI-0	MI-3	MI-6	MF-6			
% amido	32.28	30.94	26.69	7.82	0,088*	<0,0001	<0,0001
DTA	72.74	74.27	79.45	95.86	0,085*	0.0002	<0,0001
Elm Milho <sup>3</sup>	1.77	1.81	1.94	2.37	0,080*	<0,0001	<0,0001
Elg Milho <sup>3</sup>	1.14	1.18	1.29	1.67	0.080*	0.0001	<0,0001

MI-0= milho inteiro sem forragem; MI-3= milho inteiro com 3% de forragem; MI-6= milho inteiro com 6% de forragem; MI-6+OPT= milho inteiro com 6% de forragem com adição de optigen; MF-6= milho floculado com 6% de forragem; (\*) efeito linear com P<0,10; (1) análise de regressão para os níveis de forragem nos tratamentos MI-0, MI-3, MI-6; (2) contrastes entre os tratamentos; DTA = Digestibilidade total do amido (Zinn et al. 2002); (3) valores de energia líquida de manutenção e de ganho do milho (Zinn et al. 2002).

De acordo com os dados de Marques (2011), bovinos da raça Nelore apresentaram resposta quadrática no CMS com inclusão de volumoso na dieta de milho inteiro, com pico máximo no nível de 3% de bagaço e redução no nível 6%. O incremento observado no CMS com a inclusão de 3% de bagaço na dieta foi expressivamente maior no trabalho de Marques (2011) que o observado nos trabalhos de Milton et al (1994) e de Traxler et al. (1995). Em resposta à esse aumento no CMS, houve melhora expressiva no GPD com a inclusão de volumoso nos animais zebuínos, diferente do observado nos trabalhos americanos com taurinos. Apesar do aumento do GPD, a eficiência alimentar não foi significativamente maior nas dietas com bagaço, comportamento também observado nos trabalhos americanos.

De modo geral, tanto nos trabalhos americanos quanto no trabalho brasileiro, a inclusão de volumoso em dietas com milho inteiro estimula o CMS, sem que haja melhora na eficiência alimentar dos animais. No trabalho brasileiro, houve aumento expressivo no GPD dos animais.

Ficou claro no estudo de Marques (2011) que o uso de grão de milho flint inteiro, resulta em grande perda de amido nas fezes, que reduz drasticamente seu valor energético em relação ao milho floculado, comprovado pelo diferencial no desempenho animal.

## **7. Níveis de volumoso em dietas ricas em co-produtos**

No centro-oeste do Brasil, principalmente no estado do Mato Grosso, tem crescido o uso de dietas sem forragem, contendo casca de soja, torta, farelo ou caroço de algodão e níveis médios de milho. No sudeste do país, alguns confinamentos têm utilizado dietas com 20 a 50% de farelo proteínoso de milho (conhecido comercialmente no Brasil como Refinazil ou Promill) com inclusão baixa ou nula de volumoso. Trabalhos de pesquisa com essas dietas nas condições brasileiras são escassos ou inexistentes. Apesar do número considerável de trabalhos conduzidos nos EUA com co-produtos de milho, há poucos estudos sobre nível de forragem nessas dietas.

Conforme relatado anteriormente Galyean e Hubbert (2012) revisaram os trabalhos de adição de volumosos em dietas com farelo proteínoso de milho e com grãos destilados. Os autores concluíram que a fibra (FDN) contida nesses co-produtos não tem os mesmos efeitos sobre o CMS que a fibra de alimentos volumosos tradicionais e portanto muito pouco ou nenhum valor em termos de equivalência em FDN deve ser atribuído a esses alimentos quando da troca de fonte de volumoso. Entretanto, assim como nas dietas ricas em grãos de

cereais, os animais alimentados com dietas ricas nesses co-produtos também respondem com aumento no CMS à inclusão de forragem na dieta. Todavia, pelo fato da inclusão desses co-produtos reduzir o teor de amido da dieta, o teor de FDN de volumoso necessário para otimizar o CMS, a ingestão de energia e a eficiência alimentar deve ser menor que em dietas ricas em amido.

O banco de dados de Galyean e Hubbert (2012) foi ligeiramente ampliado e foram compilados dados de 8 experimentos conduzidos nos Estados Unidos e Canadá sobre nível de volumoso em dietas de confinamento contendo farelo proteinoso de milho ou grãos destilados de milho, sorgo e cevada (Sindt et al., 2003; Farram et al, 2006; Parsons et al (2007); Dependbush et al (2009); May et al (2010); Wieranga et al (2010); Yang et al (2012). Foi conduzida meta análise dos dados com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão de volumoso (FDN de forragem) em dietas com co-produtos no CMS, GPD e GPD/CMS (Figuras 8, 9, 10).

Assim como nas dietas ricas em amido de grãos de cereais, a inclusão de volumoso nas dietas com co-produtos aumentou o CMS de forma linear, teve efeito quadrático no GPD, ou seja, aumentou o GPD até certo nível de FDN de forragem e depois passou a ter efeito negativo e reduziu de forma linear a eficiência alimentar. O teor de FDN de forragem da dieta explicou 93,32% ( $R^2 = 0,9332$ ) das variações no CMS. Nesse tipo de dieta também é possível fazer substituição de fontes de volumoso com base no teor de FDN de forragem. O efeito positivo da inclusão de FDN de forragem no CMS indica que a fibra desses co-produtos não é equivalente à fibra de alimentos volumosos tradicionais e portanto, ela não deve ser considerada quando se pretende substituir a fonte de volumoso da dieta. A inclusão de co-produtos baixa a concentração de amido das dietas e por esse motivo, permite reduzir a inclusão de volumoso mais que em dietas ricas em amido.

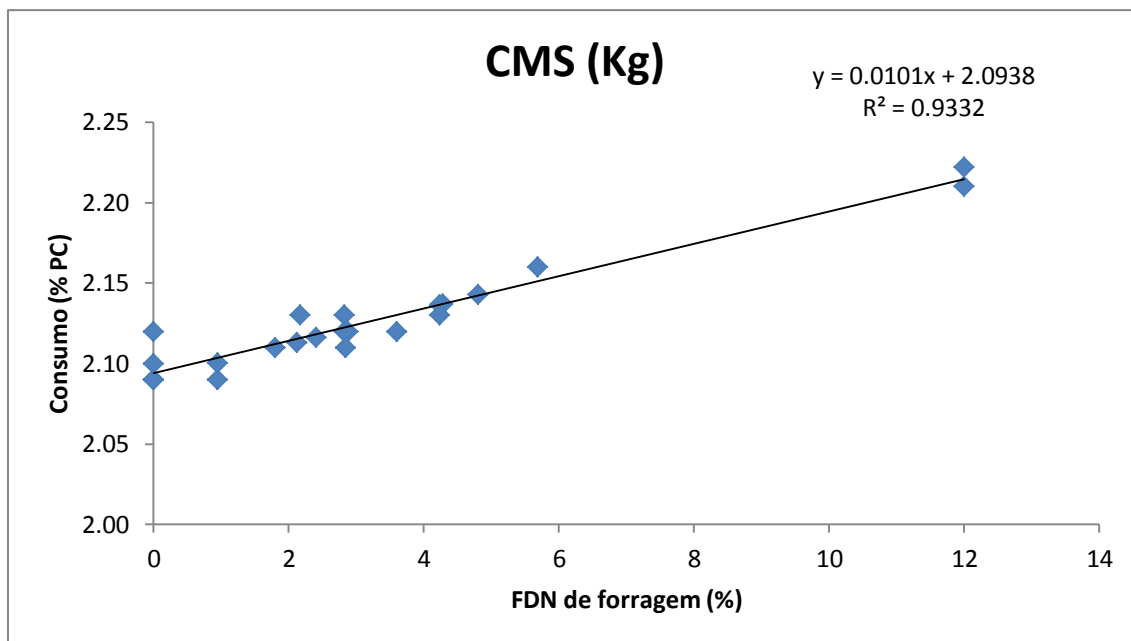


Figura 8. Efeito do nível de FND de forragem no CMS em dietas com co-produtos

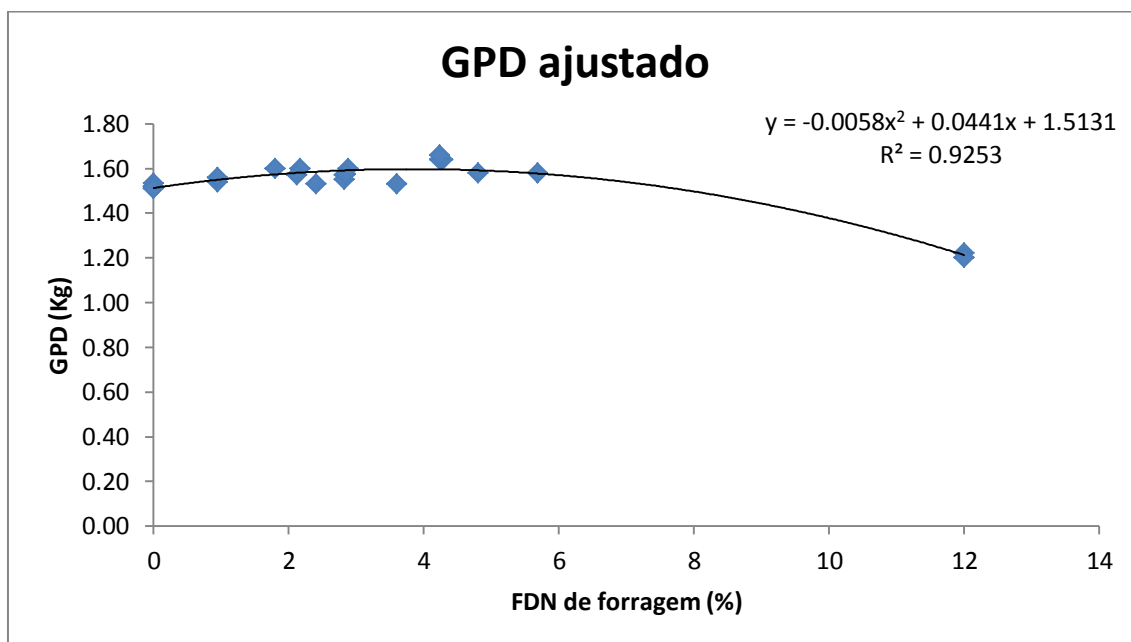


Figura 9. Efeito do nível de FND de forragem no GPD em dietas com co-produtos

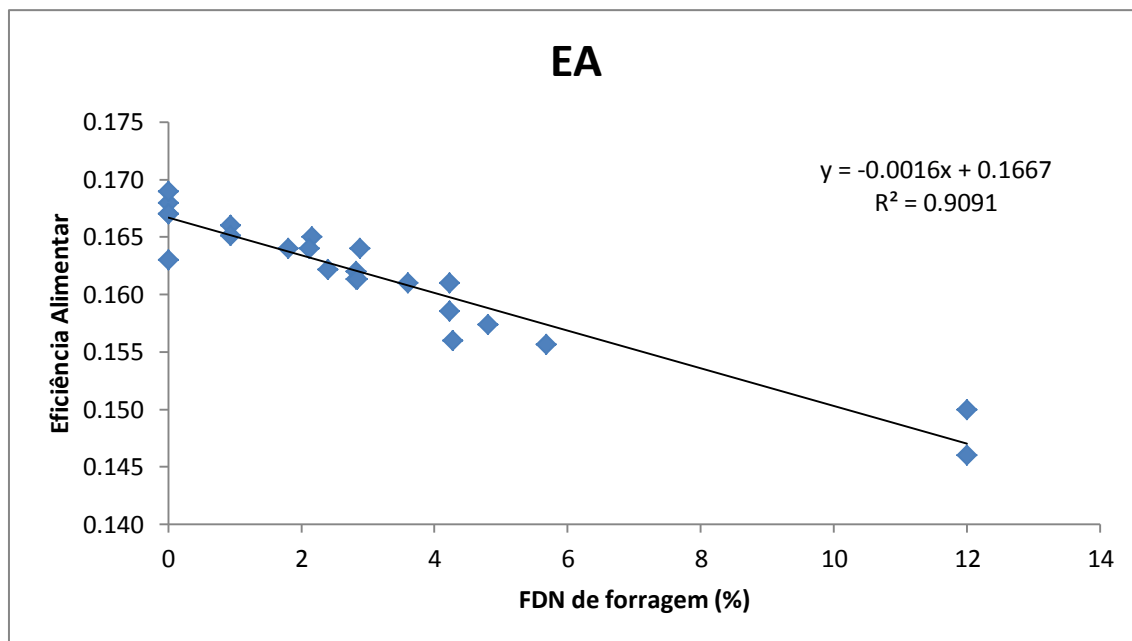


Figura 10. Efeito do nível de FDN de forragem na eficiência alimentar (GPD/CMS) em dietas com co-produtos

Recentemente no Departamento de Zootecnia da ESALQ, foi conduzido estudo sobre aditivos em dietas exclusivas de co-produtos, com nível baixo de volumoso (Chagas et al., 2012). As dietas continham 5% de bagaço, 50% de farelo proteinoso de milho úmido (Golden mil), 43,5% de casca de soja e 1,5% de núcleo mineral. Conforme pode ser observado, o desempenho animal foi satisfatório (**Tabela 10**).

**Tabela 10.** Desempenho animal em dietas ricas em co-produtos.

	controle	monensina 25ppm	Essencial 5g	Mon+Ess 25+3	SE	P
PVI	310.14	310.52	310.23	310.11	15.54	0.757
PV102	485.26	b 500.22	a 490.33	b 492.94	ab 13.87	0.0101
GPD102	1.726	b 1.856	a 1.765	ab 1.818	a 0.0284	0.0379
CMS102	10.303	10.3	10.542	10.463	0.2148	0.6143
EA102	0.171	0.183	0.171	0.177	0.0037	0.0773

EG	4.47	4.45	4.91	4.46	0.1589	0.1465
PCC	269.8	265.3	268.6	270.6	6.2562	0.5206
RC	55.76	53.23	55.08	55.08	0.9611	0.17
AOL	64.03	63.1	65.35	66.08	1.4359	0.498

---

Na seguinte simulação foi tomada como exemplo uma dieta contendo co-produtos fibrosos sem volumoso com a seguinte formulação (% de MS): 30% de torta de algodão, 25% de casca de soja, 43% de milho quebrado ou laminado e 2% de mistura mineral. Foram assumidos valores de FDN fisicamente efetiva de 65 ou 98% (% da FDN) para a torta de algodão, de 40% para o milho quebrado e de 2% ou 7% para a casca de soja. Quando as duas dietas extremas possíveis em termos de FDN fisicamente efetiva são avaliadas no NRC (1996) tem se o seguinte panorama: A dieta 1 apresenta 38% de FDN total, 19,8% de FDN fisicamente efetiva com estimativa de pH ruminal de 6,26, enquanto a dieta 2 apresenta 38% de FDN total, 13,3% de FDN fisicamente efetiva e pH ruminal de 5,99. Teoricamente as duas dietas podem ser consideradas seguras do ponto de vista de saúde ruminal, desde que hajam condições adequadas de mistura dos ingredientes e manejo de cocho no confinamento.

## 8. Conclusões

A variação no nível de FDN de forragem na dieta explica a maior parte da variação no CMS de bovinos confinados com dietas com baixo teor de volumoso. A troca de volumoso na dieta tendo como critério o teor de FDN de forragem, não deve causar alterações significativas no CMS e no desempenho dos animais.

Dietas sem volumoso contendo alta proporção de grãos de cereais processados são de grande risco e normalmente não são utilizadas na prática. Em animais taurinos na América do Norte, a inclusão de volumoso causa aumento linear no CMS, causa efeito quadrático no ganho de peso e redução linear na eficiência alimentar.

No caso de animais zebuínos (Nelore) alimentados com dietas com níveis altos de grãos de cereais, a inclusão de volumoso causa resposta quadrática no CMS e no GPD, com redução

linear na eficiência alimentar.

Dietas com milho grão inteiro e sem volumoso são utilizadas na prática desde a década de 70 nos EUA e mais recentemente no Brasil. Nessas dietas a inclusão de volumoso aumenta o CMS sem grande alteração no ganho de peso diário e reduz a eficiência alimentar. No único trabalho revisado conduzido no Brasil com milho Flint e animais da raça Nelore, a inclusão de volumoso (3% de bagaço de cana na base seca) causou grande aumento no CMS e no GPD dos animais sem alterar significativamente a eficiência alimentar.

Em dietas contendo co-produtos como o farelo proteínoso de milho ou grãos destilados, a inclusão de doses baixas de volumoso aumenta o CMS, praticamente não altera o GPD e reduz a eficiência alimentar.

Há falta de informação sobre a inclusão de volumosos em dietas ricas em co-produtos de milho (farelo proteínoso), de soja (casca) e de algodão (torta, farelo e caroço) na literatura nacional, apesar do uso desse tipo de dieta em algumas regiões do país.

## 9. Bibliografia

- Allen, M. S. 1997. Relationship Between Fermentation Acid Production in the Rumen and the Requirement for Physically Effective Fiber. *Journal of Dairy Science* 80: 1447-1462.
- Arelovich, H. M., C. S. Abney, J. A. Vizcarra, and M. L. Galyean. 2008. Effects of dietary neutral detergent fiber on intakes of dry matter and net energy by dairy and beef Cattle: Analysis of published data. *The Professional Animal Scientist* 24: 375-383.
- Armentano, L., and M. Pereira. 1997. Measuring the Effectiveness of Fiber by Animal Response Trials. *Journal of Dairy Science* 80: 1416-1425.
- Chagas, L. J. et al. 2012. Feeding monensin or functional oils in high corn finishing diets for Nelore bulls. In: *ADSA-ASAS Joint Meeting, Phoenix, AZ, USA*. p 1.
- CONAB. 2013. Levantamentos de safra. <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253et=>.
- Davenport, E. 1897. On the importance of the physiological requirements of the animal body; results of an attempt to grow cattle without coarse feed III *Agricultural Experimental Station No. 46*. p 362.
- Defoor, P. J., M. L. Galyean, G. B. Salyer, G. A. Nunnery, and C. H. Parsons. 2002. Effects of roughage source and concentration on intake and performance by finishing heifers. *Journal of Animal Science* 80: 1395-1404.
- Deppenbusch, B. E. et al. 2009. Optimizing use of distillers grains in finishing diets containing steam-flaked corn. *Journal of Animal Science* 87: 2644-2652.
- Farran, T. B., G. E. Erickson, T. J. Klopfenstein, C. N. Macken, and R. U. Lindquist. 2006. Wet corn gluten feed and alfalfa hay levels in dry-rolled corn finishing diets: Effects on finishing performance and feedlot nitrogen mass balance. *Journal of Animal Science* 84: 1205-1214.
- Galyean, M. L., and C. S. Abney. 2006. Assessing roughage value in diets of high producing cattle. In: *21<sup>st</sup> Annual Southwest Nutrition e Management Conference, Tempe, AZ, USA*. p 127-144.
- Galyean, M. L., and P. J. Defoor. 2003. Effects of roughage source and level on intake by feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 81: E8-E16.

- Galyean, M. L., and M. E. Hubbert. 2012. Traditional and alternative sources of fiber – Roughage values, effectiveness, and concentrations in starting and finishing diets. In: Plains Nutrition Council - Spring Conference, San Antonio, TX, USA. p 75-97.
- Galyean, M. L., and J. T. Vasconcelos. 2008. Optimizing the use of forages in feedlot finishing diets. In: 29<sup>th</sup> Western Nutrition Conference, Edmonton, Alberta, Canada. p 139-151.
- Gill, D. R. et al. 1981. Roughage levels in feedlot rations. *Animal Science Research Report* 108: 141.
- Gorocica-Buenfil, M. A., and S. C. Loerch. 2005. Effect of cattle age, forage level, and corn processing on diet digestibility and feedlot performance. *Journal of Animal Science* 83: 705-714.
- Guthrie, M. J., M. L. Galyean, K. J. MalcomCallis, and G. C. Duff. 1996. Roughage source and level in beef cattle finishing diets. *The Professional Animal Scientist* 12: 192.
- Hicks, R. B. 2012. Grain processing: Interactions with roughage source and level and interactions with grain vitreousness. In: 7<sup>th</sup> International Symposium on Beef Cattle, Sao Pedro, SP, Brazil
- Marques, R. S. 2011. Efeitos da variação dos níveis de forragem em dietas contendo grãos de milho inteiro e os benefícios da floculação na terminação de tourinhos Nelore, University of Sao Paulo, Piracicaba.
- May, M. L., M. J. Quinn, N. DiLorenzo, D. R. Smith, and M. L. Galyean. 2010. Effects of roughage concentration in steam-flaked corn-based diets containing wet distillers grains with solubles on feedlot cattle performance, carcass characteristics, and in vitro fermentation. *Journal of Animal Science* 89: 549-559.
- Mead, S. W., and W. M. Regan. 1931. Deficiencies in Rations Devoid of Roughage for Calves: I. The Effect of the Addition of Cod Liver Oil and Alfalfa Ash. *Journal of Dairy Science* 14: 283-293.
- Mertens, D. R. 1994. Regulation of forage intake In: Forage quality, evaluation, and utilization, Madison, WI, USA. p 450-493
- Mertens, D. R. 1997. Creating a System for Meeting the Fiber Requirements of Dairy Cows. *Journal of Dairy Science* 80: 1463-1481.
- Milton, C. T. 1994. Roughage levels and comparison of mixed rations vs self-feeders in whole shelled corn finishing programs, Kansas State University.
- Nagaraja, T. G., and M. M. Chengappa. 1998. Liver abscesses in feedlot cattle: a review. *Journal of Animal Science* 76: 287-298.
- National Research Council. 2000. Protein Nutrients requirements of beef cattle: Seventh revised edition: Update 2000. p 16-21. The National Academy of Sciences, Washington.
- Oliveira, C. A., and D. D. Millen. 2011. Levantamento sobre as recomendações nutricionais e práticas de manejo adotadas por nutricionistas de bovinos confinados no Brasil In: III Simpósio Internacional de Nutrição de Ruminantes Botucatu, SP, Brazil
- Oltjen, R. R., P. A. Putnam, E. E. Williams, and R. E. Davis. 1966. Wheat Versus Corn in All-Concentrate Cattle Rations. *Journal of Animal Science* 25: 1000-1004.
- Owens, F. N., D. S. Secrist, W. J. Hill, and D. R. Gill. 1998. Acidosis in cattle: a review. *Journal of Animal Science* 76: 275-286.
- Parsons, C. H. et al. 2007. Effects of wet corn gluten feed and roughage levels on performance, carcass characteristics, and feeding behavior of feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 85: 3079-3089.
- Sindt, J. J. et al. 2003. Wet corn gluten feed and alfalfa hay combinations in steam-flaked corn finishing cattle diets. *Journal of Animal Science* 81: 3121-3129.
- Traxler, M. J., D. G. Fox, T. C. Perry, R. L. Dickerson, and D. L. Williams. 1995. Influence of roughage and grain processing in high-concentrate diets on the performance of long-fed Holstein steers. *Journal of Animal Science* 73: 1888-1900.
- Turgeon, O. A., J. I. Szasz, W. C. Koers, M. S. Davis, and K. J. Vander Pol. 2010. Manipulating grain processing method and roughage level to improve feed efficiency in feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 88: 284-295.



- Vance, R. D., R. L. Preston, E. W. Klosterman, and V. R. Cahill. 1972. Utilization of Whole Shelled and Crimped Corn Grain with Varying Proportions of Corn Silage by Growing-Finishing Steers. *Journal of Animal Science* 35: 598-605.
- Vasconcelos, J. T., and M. L. Galyean. 2007. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2007 Texas Tech University survey. *Journal of Animal Science* 85: 2772-2781.
- Wierenga, K. T. et al. 2010. Evaluation of triticale dried distillers grains with solubles as a substitute for barley grain and barley silage in feedlot finishing diets. *Journal of Animal Science* 88: 3018-3029.
- Wise, M. B., T. N. Blumer, G. Matrone, and E. R. Barrick. 1961. Investigations on the Feeding of All-Concentrate Rations to Beef Cattle. *Journal of Animal Science* 20: 561-565.
- Yang, W. Z., Y. L. Li, T. A. McAllister, J. J. McKinnon, and K. A. Beauchemin. 2012. Wheat distillers grains in feedlot cattle diets: Feeding behavior, growth performance, carcass characteristics, and blood metabolites. *Journal of Animal Science* 90: 1301-1310.
- Zinn, R. A., L. Corona, and R. A. Ware. 2004. Forage quality: Impacts on cattle performance and economics In: National Alfalfa Symposium and 34<sup>th</sup> California alfalfa Symposium, San Diego, CA, USA
- Zinn, R. A., F. N. Owen, and R. A. Ware. 2002. Flaking corn: Processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 80: 1145-1156.