

ESTRATÉGIAS PARA MELHORAR A QUALIDADE DA CARCAÇA

Dr. Francis L. Fluharty

Department of Animal Sciences, The Ohio State University, 1680 Madison Ave.

Wooster, OH 44691 ph: (330) 263-3904, e-mail: fluharty.1@osu.edu

INTRODUÇÃO

Por que alguns bezerros valem mais do que outros para os confinamentos e frigoríficos ainda que os animais sejam similares com relação a raça, tipo, conformação e espessura dos músculos? Hoje é provável que a resposta esteja nas diferenças no ganho médio diário, eficiência alimentar, classificação de rendimento, escore de marmoreio, ou rendimento percentual no varejo. Como selecionar os reprodutores para a produção de bezerros de engorda e fazer o manejo de sua progênie para que os bezerros efetivamente alcancem seu potencial genético ideal? Pode ser que você tenha que conseguir responder estas perguntas uma vez que o setor de corte está começando a ser uma indústria que tem por base o valor, onde os animais são identificados individualmente, e têm preço de acordo com as características desejadas pelo consumidor. Para responder estas perguntas, você provavelmente precisa entender alguns aspectos básicos do uso de nutrientes pelos ruminantes, bem como as janelas de oportunidade que existem onde o manejo pode melhorar as características da carcaça para que os seus animais alcancem seu potencial genético.

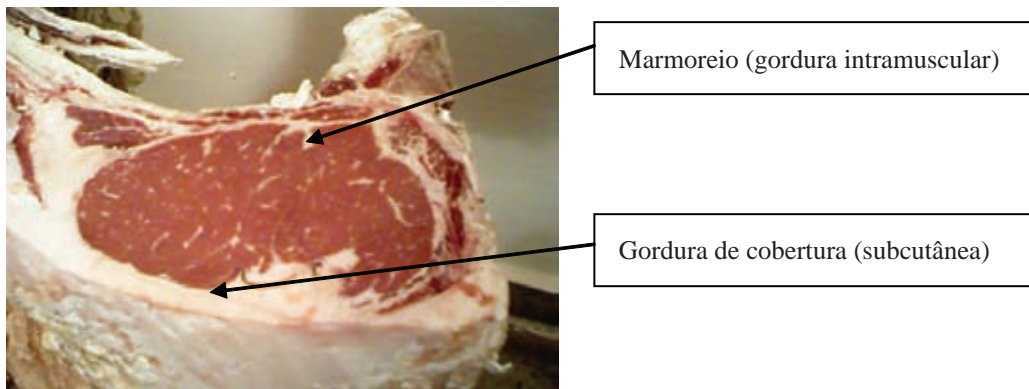
EFEITOS DA DIETA SOBRE A CONVERSÃO DE ENERGIA, CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE ADIPÓCITOS

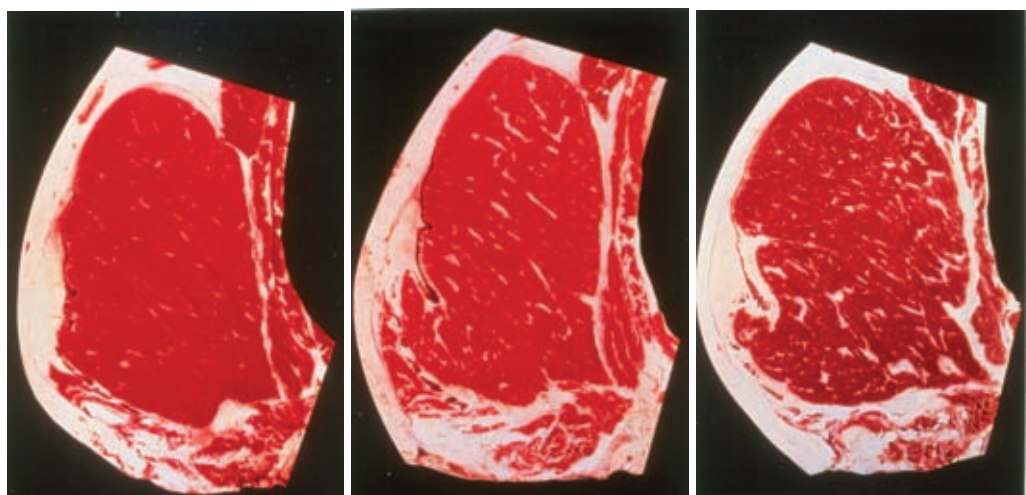
Inicialmente, você precisa entender que todos os nutrientes (energia, proteína, vitaminas, minerais, e água) são usados em uma hierarquia que vai da manutenção → desenvolvimento → crescimento → lactação → reprodução → engorda. Isto significa que um animal precisa ter nutrientes suficientes para manter seu organismo antes que possa ocorrer o crescimento de ossos ou músculos, e este precisa ocorrer antes que possa ocorrer a engorda. Nas fêmeas, o anestro lactacional ocorre quando um animal está nutricionalmente deficiente, mas é intensamente ordenhado, e não consegue engravidar novamente. O segundo ponto que você precisa entender sobre a nutrição de ruminantes é que a ração é digerida no rúmen por bactérias ruminais, que se ligam à superfície de uma partícula da ração para digeri-la. Nos ruminantes, a manutenção dos órgãos digestivos (rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e intestino grosso) além do fígado e dos rins pode utilizar até 40-50% da energia e 30-40% da proteína consumidas em um dia. Dietas à base de forragens são muito volumosas e apenas 40-60% digestível, aumentando o peso do trato digestivo, porque há mais ração não digerida em cada segmento do trato digestivo. Por outro lado, as dietas à base de grãos resultam em um menor peso dos órgãos quando comparadas com as forragens, porque os grãos são 80-100% digestíveis, e têm tamanho de partícula muito menor, o que permite que tenham uma taxa de digestão e passagem através do trato digestivo mais rápidas. O resultado é que os grãos são mais digestíveis do que a forragem, resultando em uma massa de órgãos digestivos menor, deixando mais nutrientes para o crescimento dos músculos e para a engorda. Os confinamentos tiram proveito do conteúdo energético e características digestivas dos grãos para fazer a terminação dos bovinos. Contudo, se você tem um sistema baseado em gramíneas (como a maior parte do mundo), você não vai mudar para grãos. Uma maneira de aumentar o desempenho de um animal com forragens é moer a forragem para aumentar sua digestibilidade, tornando

disponível para as bactérias ruminais uma superfície maior. Com isto, há aumento da taxa de passagem da forragem através do trato digestivo, diminuindo o volume inerente à forragem, diminuindo as necessidades para a manutenção do animal por diminuir o peso do trato digestivo. Aumentar a área de superfície de uma dieta à base de forragem não é a única resposta, porque nem todo ganho é igual e o que você utiliza para alimentar o animal afeta as características da carcaça.

Produzir carne macia, reduzir a produção excessiva de gordura externa e entre os músculos, e ao mesmo tempo manter a deposição de gordura intramuscular ainda são três dos maiores desafios na pecuária de corte. Nutrição e genética são os dois principais fatores que contribuem para esta preocupação. A produção de excesso de gordura de cobertura, de gordura entre os músculos e de gordura renal, pélvica e cardíaca (RPC) resultam em ineficiências tanto nos confinamentos, por causa do maior custo de deposição de gordura em comparação com a proteína, como para os frigoríficos, devido ao alto custo de aparar a gordura e o baixo preço recebido pelas aparas. Para o avanço de mercados de carne de alta qualidade, é crítico que se desenvolvam estratégias de manejo para produzir produtos cárneos magros, com bom marmoreio.

Para entender de que forma as diferentes estratégias de manejo podem afetar a capacidade de um animal de produzir uma carcaça com classificação “choice”, e o rendimento de carne magra desta carcaça, torna-se necessário um certo entendimento básico sobre o crescimento da célula de gordura (adipócito). Primeiro, devemos ter mente que a classificação norte-americana (USDA Quality Grade) é determinada pelo teor de gordura intramuscular, de acordo com a determinação subjetiva por um classificador oficial do USDA.





USDA Low Choice

USDA Average Choice

USDA Prime

Em geral, a terminação dos bovinos é feita com dietas ricas em concentrado por período que varia de 80 a 365 dias antes do abate. Este período de terminação permite que haja crescimento mais rápido e eficiente, e maior deposição de gordura intramuscular (marmoreio), para que as carcaças possam receber a classificação USDA Choice quando comparadas com as de animais criados com sistemas de alimentação à base de forragem. Em geral, os tecidos são depositados na seguinte ordem: 1. cérebro, 2. osso, 3. músculo, 4. gordura. Ainda assim, um animal jovem, de crescimento rápido que está na fase de crescimento linear terá, naturalmente, maior deposição de osso e músculo. À medida que um animal fica mais velho e seu potencial genético para crescimento muscular começa a formar um platô, haverá deposição de gordura. Guenther et al. (1965) relataram os efeitos de alimentar garrotes com um nível nutricional alto ou moderado. Os garrotes alimentados com nível nutricional alto tiveram deposição de gordura mais rápida do que os novilhos alimentados com um nível nutricional moderado, sendo que as bases de idade e peso eram constantes. O crescimento ósseo não foi diferente entre os dois tratamentos e estava mais estreitamente relacionado com a idade do que com a nutrição. Nos dois grupos, entretanto, a taxa de deposição de gordura acelerou à medida que os animais ficavam mais velhos. A taxa de acúmulo de gordura foi mais rápida na parte final do período de alimentação o que causou diminuição na proporção carne magra:gordura na medida em que os animais vão amadurecendo. Como resultado deste trabalho inicial, foi desenvolvida a idéia geral de que o marmoreio é a última gordura a ser depositada, e ocorre somente depois que o animal já depositou a maior parte de seus músculos. Entretanto, sob condições delineadas para maximizar o marmoreio, a idade em que se permite que um animal comece a expressar o marmoreio é muito menor do que muitas pessoas pensam.

Os principais ácidos graxos voláteis (AGV) produzidos pelos microrganismos do rúmen são acetato, propionato e butirato. Estes AGV são os principais produtos da digestão da ração pelas bactérias ruminais e servem como os principais precursores tanto para a glicose como para a gordura nos ruminantes. Em uma dieta à base de forragem, a proporção de AGV seria de aproximadamente 65-70% de acetato, 15-25% de propionato e 5-10% de butirato. A utilização de dietas ricas em carboidratos rapidamente fermentáveis (amido) aumenta a proporção de propionato produzido através da fermentação ruminal, e as proporções de AGV são aproximadamente 50-60% de acetato, 35-45% de propionato e 5-10% de butirato. Esta mudança com aumento do teor de propionato é extremamente importante para as características da carcaça. Pesquisas de Johnson et al. (1982) e Bines e Hart (1984) verificaram que com a maior produção de propionato também resulta em maior secreção de insulina. A insulina aumenta a síntese de gordura e de proteína e inibe a degradação de gordura e proteína nos tecidos. O aumento na síntese de gordura e proteína devido à secreção de insulina é devido a intensificação das taxas de captação de nutrientes pelos tecidos.

Para entender de que forma as diferentes estratégias de manejo podem afetar a capacidade de um animal de fazer a partição de nutrientes para gordura intramuscular (IM), também chamada de marmoreio, e para a gordura de cobertura, torna-se necessário um certo entendimento básico sobre o crescimento da célula de gordura (adipócito). Com as alterações em idade e nutrição, estes dois locais de desenvolvimento da célula de gordura (adipócito) podem ter variação na taxa de síntese. A massa de tecido adiposo aumenta por hiperplasia (proliferação de células), hipertrofia (aumento do tamanho da célula) ou uma combinação de ambos. A síntese do tecido adiposo requer uma fonte de ácido graxo e glicerol-3-fosfato, quase todo ele proveniente da glicose. Em animais ruminantes adultos que são mantidos em pasto de forrageiras, o acetato é o principal ácido graxo precursor para a síntese do adipócito. Quando os animais são alimentados com uma dieta rica em concentrado, a quantidade de propionato produzida aumenta em relação ao acetato. A importância disto é que o propionato produzido é o principal ácido graxo glicogênico. A razão pela qual os antibióticos ionóforos atuam para melhorar o ganho com dietas à base de forragens é que mais propionato é produzido, e mais glicose é produzida no fígado, resultando em mais energia líquida disponível para o animal para ganho em tecido magro.

A idade em que se considera que os bovinos tenham desenvolvido de gordura intramuscular suficiente para alcançar a classificação USDA Choice pode ser debatida, por causa da capacidade dos ruminantes de usar diferentes alimentos para o seu crescimento e o fato de que temos sistemas de manejo para praticamente todos os tipos de alimentos. Smith (1995) afirmou que a idade de um animal ditava o momento do início da lipogênese (a formação da gordura), mas a dieta modulava a amplitude desta taxa. Combinando dados de diferentes estudos, Smith (1995) concluiu que os bovinos precisam ser arraçoados de 167 a 236 dias e pesar entre 379 e 429 quilos antes que haja atividade em quantidade suficiente de ATP citrato liase para permitir a lipogênese. Os garrotes usados nesta análise tinham 265 dias de idade quando o experimento foi iniciado (Smith et al., 1984), e que teriam de 432 a 501 dias de idade quando se previa o início da lipogênese. Smith et al. (1984), entretanto, relataram que a espessura da gordura de cobertura e as atividades de diversas enzimas envolvidas na lipogênese eram maiores nos garrotes alimentados com uma dieta rica em concentrado, à base de milho, do que em garrotes alimentados com uma dieta à base de forragens, com pellets de alfafa, ainda que o consumo de energia metabolizável fosse maior da dieta de forragem peletizada. Por isso, os produtos finais da fermentação ruminal bem como o consumo de energia líquida estão inter-relacionados em termos da formação dos adipócitos. Isto é corroborado por Smith e Crouse (1984) em estudo em que alimentaram garrotes Angus desde o desmame, com 8 meses de idade, até a idade de 16 ou 18 meses, com silagem de milho (pobre em energia) ou com milho moído (rica em energia). Relataram que o acetato representou 70 a 80% das unidades acetil para a lipogênese no tecido adiposo subcutâneo, mas apenas 10 a 25% das unidades acetil para a lipogênese no tecido adiposo intramuscular. Por outro lado, a glicose (do propionato) proporcionou 1 a 10% das unidades acetil para a lipogênese no tecido adiposo subcutâneo, mas 50 a 75% das unidades acetil para a lipogênese no tecido adiposo intramuscular. Os autores concluíram que diferentes processos regulatórios controlam a síntese dos ácidos graxos no tecido adiposo intramuscular e subcutâneo, e por isso a lipogênese e a hipertrofia dos adipócitos são regulados pelos produtos finais da fermentação ruminal, que são determinados pela dieta.

Como relatado por Vernon (1980), a idade em que o crescimento do adipócito se inicia provavelmente seja muito cedo, com a hipertrofia dos adipócitos ocorrendo depois de 100 ou 200 dias de idade. Além disso, a idade em que ocorrem a lipogênese o crescimento do adipócito tem alta correlação com a idade em que os bovinos começam a receber uma dieta rica em concentrado, os dias com esta dieta, sendo a fermentação do propionato o principal fator determinante. Isto representa uma janela de oportunidade para os produtores de bezerros de engorda. Fluharty et al. (2000) relataram que 85% dos bezerros machos desmamados com 103 dias de idade, recebendo imediatamente uma dieta rica em concentrado (à base de grãos), foram levados ao abate com 385 dias de idade (282 dias recebendo a ração) e tiveram a classificação USDA Choice, sendo que 60% dos garrotes estavam nos 2/3 superiores da classificação USDA Choice. De forma similar, Myers et al. (1999) desmamaram os bezerros com 117 dias de idade e passaram imediatamente a receber a ração rica em concentrado ou foram colocados no pasto até 208 dias de idade, quando foram levados ao confinamento e passaram a receber a dieta

rica em concentrado. Os animais que receberam a dieta rica em concentrado diretamente tinham 394 dias ao abate (268 dias recebendo a ração rica em concentrado), e os animais mantidos no pasto primeiro tinham 431 dias de idade ao abate (222 dias recebendo a ração rica em concentrado). No abatedouro, 89% dos animais do primeiro grupo receberam a classificação USDA Low Choice ou maior, com 56% USDA Average Choice ou maior. No segundo grupo, 89% dos animais também tiveram a classificação USDA Low Choice ou maior, com 38% USDA Average Choice ou maior. Este tipo de resultados não teria sido possível se os garrotes tivessem sido trazidos ao confinamento com um ano de idade. Não teria sido a genética, mas o manejo que teria impedido os garrotes de receberem a classificação USDA Choice com um ano de idade.

EFEITOS DA VITAMINA A DA DIETA SOBRE A DEPOSIÇÃO DE GORDURA INTRAMUSCULAR

A vitamina A é uma vitamina essencial para que o crescimento, a reprodução, o desenvolvimento do tecido epitelial e dos ossos sejam normais. Os bovinos consomem compostos pró-vitamina A como α -caroteno, β -caroteno, γ -caroteno, criptoxantina e carotenóides tanto nas forragens como nos grãos. Considera-se que os animais mantidos a pasto têm amplas reservas de vitamina A devido à elevada ingestão de caroteno presente nas forragens, sendo o fígado e o tecido adiposo os principais locais de depósito de vitamina A nos bovinos. Estes animais convertem 1 mg de β -caroteno em aproximadamente 400 UI de vitamina A (120 μ g retinol) através da 15,15 dioxigenase no epitélio intestinal e fígado (NRC, 2001).

Oka et al., (1998) relataram que as concentrações séricas de vitamina A tinham correlação negativa com o escore de marmoreio. Estudos subsequentes relataram que dietas pobres em vitamina A oferecidas aos animais entre 10 e 30 meses de idade resultaram em diminuição dos níveis séricos e das reservas hepáticas, e aumento no marmoreio (Oka et al., 2004, Nade et al., 2003). Estes estudos foram realizados com animais da raça japonesa Wagyu. As reservas de vitamina A precisam ser esgotadas para que seja removida a inibição da vitamina A sobre a diferenciação do adipócito para aumentar o marmoreio nos animais de corte. Como o tempo que os animais recebem ração é mais longo no Japão do que nos Estados Unidos, a pesquisa foi conduzida usando períodos de arração mais curtos.

O NRC (1996) recomenda que os bovinos de corte em crescimento recebam 2.200 UI de vitamina A/kg de ração seca. As pesquisas conduzidas com garrotes mestiços de Angus arraçoados durante 145 dias (Gorocica-Buenfil et al., 2007a), garrotes da raça Holandesa arraçoados durante 243 dias (Gorocica-Buenfil et al., 2007b) e mestiços de Angus arraçoados durante 168 dias (Gorocica-Buenfil et al., 2007c) verificaram que o uso de dietas com aproximadamente 1.000 a <1.300 UI vitamina A/ kg de matéria seca fornecida como β -caroteno em dietas à base de milho, sem vitamina A suplementar, aumentou a deposição de gordura intramuscular (IM), comumente denominada marmoreio. Também melhorou as categorias de qualidade do USDA (Quality Grades), sem afetar a gordura subcutânea (SC) ou visceral, ganho médio diário, eficiência alimentar ou a saúde dos bezerras. A comparação foi feita com bovinos recebendo 2.200 UI de vitamina A (Gorocica-Buenfil et al., 2007a,b) ou 2.700 UI de vitamina A suplementar por dia (Gorocica-Buenfil et al., 2007c). Gorocica-Buenfil et al. (2007b), entretanto, relataram que uma restrição de 131 dias ao final do período de arração não foi suficiente para resultar em uma melhoria da qualidade da carcaça, enquanto que uma restrição de 243 dias resultou em um aumento de 33% no teor de gordura IM em comparação com a restrição de 131 dias, ou em garrotes controle, que foram suplementados com 2.200 UI de vitamina A durante todo o período de arração, 243 dias. Isto indica que a duração da restrição de vitamina A pode ser crítica para a deposição de gordura IM. Além disso, Gorocica-Buenfil (2007c) relatou que foram necessários 56 dias para reduzir o retinol sérico mas, ao abate, o retinol sérico estava 44% mais baixo nos garrotes não suplementados com vitamina A em comparação com os que receberam 2.700 UI de vitamina A suplementar por dia. Além disso, em animais não suplementados houve

diminuição na densidade das células adiposas e aumento no tamanho da célula adiposa no depósito de gordura IM, mas não na gordura SC. Isto indica que a restrição de vitamina A induz, seletivamente, a hipertrofia no depósito de gordura IM mas não na SC. A duração da restrição de vitamina A é importante, porque é necessário que haja tempo suficiente para a depleção das reservas hepáticas e do tecido adiposo, proliferação e diferenciação do pré-adipócito, e deposição de triacilglicerol no adipócito para melhor marmoreio.

DIFERENÇAS INDIVIDUAIS ENTRE OS ANIMAIS DEVIDO À SAÚDE

Em um lote ou piquete de animais, haverá diferenças dramáticas nas características da carcaça devido ao consumo de ração, regime de implante e status de saúde. O status de saúde individual dos bezerros ao desmame pode alterar as características da carcaça. Tendo identificado os animais individualmente e sendo possível rastrear cada indivíduo, as diferenças podem resultar em enormes diferenças no valor da carcaça. Gardner et al. (1999) relataram que as lesões pulmonares resultantes de doença respiratória ao desmame estavam presentes ao abate em 33% de seus garrotes. Lesões pulmonares estavam presentes em 37% dos animais tratados com antibióticos depois do desmame e 29% nunca tinham recebido um diagnóstico de doença respiratória. Os garrotes com lesões pulmonares tinham menor ganho médio diário, carcaças de peso mais baixo, depositaram menos gordura interna e menor marmoreio, e os cortes eram menos macios do que os de animais sem lesões pulmonares. Isto enfatiza a necessidade de um cuidadoso monitoramento individual dos animais e que se deve esperar diferentes resultados ao abate. Além disso, pesquisa realizada no centro de pesquisas do USDA (Meat Animal Research Center) (Wittum et al., 1996) verificou que 35% dos 469 garrotes do estudo foram tratados por causa de um episódio de doença respiratória entre o nascimento e o abate. Neste estudo, 78% dos animais tratados apresentavam lesão pulmonar ao abate e 68% dos animais não tratados tinham lesão pulmonar ao abate. Ainda que os dois grupos tivessem altas porcentagens de lesões pulmonares, os autores concluíram que se um animal estava doente o suficiente para ser identificado como portador de uma doença respiratória e ser tratados, o dano pulmonar que reduz o desempenho já tinha ocorrido. Se um bezerro tem uma doença respiratória, ocorre dano tecidual e os nutrientes que seriam usados para o crescimento e o marmoreio são desviados para o reparo do tecido danificado. Além disso, as alterações metabólicas devidas à doença aumentam as necessidades energéticas para a manutenção do animal doente, reduzindo a disponibilidade de energia para a engorda. Isto explica porque o aumento, acima de 50%, do nível de concentrado nas dietas dadas à chegada ao confinamento e a alteração da concentração de proteína, para atender as necessidades do animal para um certo nível de ganho, melhoraram o ganho diário médio e a eficiência alimentar em bezerros recém desmamados (Fluharty e Loerch 1995, 1996; Fluharty et al., 1996). Além disso, foi demonstrado que a alimentação restrita ou certas estratégias de ganho programado (Knoblich et al., 1997, Loerch e Fluharty, 1998), e programas agressivos de uso de implantes (Hersenmeyer et al., 2000) diminuem a capacidade de marmoreio do animal. Por isso, para assegurar que o histórico sanitário e de manejo de um animal não limite sua capacidade de deposição de marmoreio ou de crescer de acordo com seu potencial, é preciso colocar em prática a identificação e o manejo individual dos animais.

Em resumo, nas raças que têm a capacidade genética de depositar gordura intramuscular, a quantidade de gordura intramuscular que um animal deposita está diretamente relacionada à duração que os animais foram arraçoados com dieta rica em concentrados, e que resulta na produção de propionato que, por sua vez, resulta em maior produção de glicose. Além disso, estratégias de manejo que mantêm os bovinos saudáveis e o desenvolvimento de programas nutricionais, como a restrição do teor de vitamina A que um animal consome, têm o potencial de melhorar o bem estar animal e o marmoreio, respectivamente.

REFERÊNCIAS

- Bines, J. A., and I. C. Hart. 1984. The response of plasma insulin and other hormones to intraruminal infusion of VFA mixtures in cattle. *Can. J. Anim. Sci.* 64(Suppl.):304.
- Fluharty, F. L., S. C. Loerch, T. B. Turner, S. J. Moeller, and G. D. Lowe. 2000. Effects of weaning age and diet on growth and carcass characteristics in steers. *J. Anim. Sci.* 78:1759-1767.
- Fluharty, F. L. and S. C. Loerch. 1995. Effects of protein concentration and protein source on performance of newly arrived feedlot steers. *J. Anim. Sci.* 73:1585-1594.
- Fluharty, F. L. and S. C. Loerch. 1996. Effects of dietary energy source and level on performance of newly arrived feedlot calves. *J. Anim. Sci.* 74:504-513.
- Fluharty, F. L., S. C. Loerch and B. A. Dehority. 1996. Effects of feed and water deprivation on ruminal characteristics and microbial population of newly weaned, and feedlot-adapted calves. *J. Anim. Sci.* 74:465-474.
- Gardner, B. A., H. G. Dolezal, L. K. Bryant, F. N. Owens, and R. A. Smith. 1999. Health of finishing steers: effects on performance, carcass traits, and meat tenderness. *J. Anim. Sci.* 77:3168-3175.
- Gorocica-Buenfil, M.A., F.L. Fluharty, T. Bohn, S. J. Schwartz, and S.C. Loerch. 2007a. Effect of low vitamin A with high-moisture or dry corn on marbling and adipose tissue fatty acid composition of beef steers. *J. Anim. Sci.* 85:3355-3366.
- Gorocica-Buenfil, M.A., F.L. Fluharty, C.K. Reynolds, and S.C. Loerch. 2007b. Effect of dietary vitamin A restriction on marbling and conjugated linoleic acid content in Holstein steers. *J. Anim. Sci.* 85:2243-2255.
- Gorocica-Buenfil, M.A., F.L. Fluharty, C.K. Reynolds, and S.C. Loerch. 2007c. Effect of dietary vitamin A concentration and roasted soybean inclusion on marbling, adipose cellularity, and fatty acid composition of beef. *J. Anim. Sci.* 85:2230-2242.
- Guenther, J. J., D. H. Bushman, L. S. Pope and R. D. Morrison. 1965. Growth and development of the major carcass tissues in beef calves from weaning to slaughter weight, with reference to the effect of plane of nutrition. *J. Anim. Sci.* 24:1184-1191.
- Hermesmeyer, G. N., L. L. Berger, T. G. Nash, and R. T. Brandt. 2000. Effects of energy intake, implantation, and subcutaneous fat end point on feedlot steer performance and carcass composition. *J. Anim. Sci.* 78:825-831.
- Johnson, D. D., G. E. Mitchell, Jr., R. E. Tucker, and R. W. Hemken. 1982. Plasma glucose and insulin responses to propionate in preruminating calves. *J. Anim. Sci.* 55:1224-1230.
- Knoblich, H. V., F. L. Fluharty, and S. C. Loerch. 1997. Effects of programmed gain strategies on performance and carcass characteristics of steers. *J. Anim. Sci.* 75:3094-3102.
- Loerch, S. C. and F. L. Fluharty. 1998. Effects of programming intake on performance and carcass characteristics of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 76:371-377.
- Myers, S. E., D. B. Faulkner, T. G. Nash, L. L. Berger, D. F. Parrett, and F. K. McKeith. 1999. Performance and carcass traits of early-weaned steers receiving either a pasture growing period or a finishing diet at weaning. *J. Anim. Sci.* 77:311-322.
- Nade, T., S. Hirabara, T. Okamara, K. Fujita. 2003. Effects of vitamin A on carcass composition concerning younger steer fattening of Wagyu cattle. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 16:353-358.

- NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. 7th ed. National Academies Press. Washington, D.C.
- NRC. 1996. Nutrient requirements of beef cattle. 7th ed. National Academies Press. Washington, D.C.
- Oka, A., F. Iwaki, and T. Dohgo. 2004. Effects of Vitamin A deficiency on growth hormone secretion and circulating insulin-like growth factor-1 concentration in Japanese Black steers. *Anim. Sci.* 78:31-36.
- Oka, A., Y. Maruo, T. Miki, T. Yamasaki, and T. Saito. 1998. Influence of Vitamin A on the quality of beef from Tajima strain of Japanese Black cattle. *Meat Sci.* 48:159-167.
- Smith, Stephen B., 1995. Substrate utilization in ruminant adipose tissues. In: S. B. Smith and D. R. Smith (Ed.) *Biology of Fat in Meat Animals*. pp.166-188. American Society of Animal Science. Champaign, Ill.
- Smith, Stephen B. and John D. Crouse. 1984. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. *J. Nutr.* 114:792-800.
- Smith, Stephen B., Ronald L. Prior, Calvin L. Ferrell, and Harry J. Mersmann. 1984. Interrelationships among diet, age fat deposition and lipid metabolism in growing steers. *J. Nutr.* 114:153-162.
- Vernon, R. G. 1980. Lipid metabolism in the adipose tissue of ruminant animals. *Prog. Lipid Res.* 19:23-106.
- Wittum, T. E., N. E. Woollen, L. J. Perino, E. T. Littledike. 1996. Relationships among treatment for respiratory tract disease, pulmonary lesions evident at slaughter, and rate of weight gain in feedlot cattle. *JAVMA.* 209:814-818.