

ESTRATÉGIAS PARA ANTECIPAR A PUBERDADE EM NOVILHAS

Bret W. Hess

Departamento de Ciências Animais

Universidade de Wyoming, Laramie/EUA

Sistemas sustentáveis e lucrativos de produção de bovinos requerem a compreensão dos mecanismos biológicos relacionados com a produção animal e também a implementação de boas práticas de manejo que estimulem a produção. O desempenho reprodutivo é geralmente citado como a característica econômica mais importante nos rebanhos de vacas de corte, sendo que sua qualidade está associada ao desenvolvimento adequado das novilhas. As novilhas de reposição são retidas no rebanho com a intenção de introduzi-las e, com o devido manejo, mantê-las no rebanho. O tipo de manejo que as novilhas recebem exerce forte influência na produtividade do rebanho de vacas, porque afeta a produção de bezerros por toda a vida. As novilhas que se reproduzem mais cedo contribuem mais para o sistema de produção do que outras que demoram para se reproduzir. Os bezerros nascidos ao final da estação normal de parição geralmente têm menos peso do que os nascidos no início, diminuindo a produtividade das mães durante a vida (Lesmeister et al., 1973). Novilhas que se reproduzem com um ano de idade para parir com dois anos produzem um bezerro a mais em toda sua vida em comparação a novilhas que parem pela primeira vez aos três anos de idade. Porém, as novilhas precisam atingir a puberdade antes de estarem aptas para a reprodução.

DEFINIÇÃO DE PUBERDADE

A puberdade nas novilhas é um evento essencial para a reprodução, pois determina se e quando pode ocorrer a prenhez. Nos manuais, a definição clássica de puberdade em fêmeas é o período ou idade em que o animal expressa o primeiro estro com ovulação. A puberdade não é sinônimo de maturidade sexual, tratando-se de um evento que a precede.

A puberdade em novilhas é mediada pela atividade endócrina, que ocorre quando as gonadotropinas, o hormônio folículo-estimulante (FSH) e o hormônio luteinizante (LH) são produzidos em quantidades suficientes para iniciarem o crescimento folicular nos ovários, o amadurecimento dos oócitos e a ovulação. Embora seja possível identificar o crescimento de folículos nos ovários vários meses antes da puberdade, o eixo hipotalâmico-pituitária é bastante sensível ao *feedback* negativo do estradiol. À medida que a puberdade se aproxima, diminui a sensibilidade ao *feedback* negativo do estradiol, o que permite liberações pulsáteis das gonadotropinas com maior frequência e amplitude. A diminuição da resposta negativa do estradiol e o aumento da secreção de gonadotropinas estão relacionados com aumentos significativos no crescimento folicular e maiores concentrações de estradiol. Quando essas respostas endócrinas se aproximam dos níveis observados na idade adulta, ocorre estímulo para amadurecimento dos oócitos e a ovulação ocorre após um pico pré-ovulatório de LH.

FATORES QUE AFETAM A PUBERDADE

Inúmeros fatores influenciam a idade à puberdade em novilhas de corte. De uma perspectiva ampla, a puberdade em novilhas é determinada pela genética e por diversos fatores ambientais. A ilustração mais simples sobre como a genética influencia a puberdade é comparar a idade média à puberdade entre as diversas raças de uma mesma espécie. Por exemplo, a idade à puberdade varia de 8 a 11 meses nos bovinos de leite do tipo europeu, 10 a 15 meses nos bovinos de corte do tipo europeu e 17 a 27 meses nos bovinos do tipo zebu. Enquanto algumas variações na idade à puberdade se devem a diferenças entre as raças, as restantes são atribuídas ao ambiente. Em outras palavras, as novilhas possuem uma idade mínima geneticamente pré-determinada em que conseguem atingir a puberdade. Porém, atingir a puberdade nesse ponto é em grande parte resultado do ambiente. Em geral, qualquer fator que diminua a taxa de crescimento, impedindo assim a expressão de todo o potencial genético, atrasa a puberdade.

A questão da taxa de crescimento levanta outro ponto extremamente importante relacionado à capacidade de as novilhas atingirem a puberdade, o peso corporal. Da mesma forma que a idade à puberdade, o peso em que as novilhas atingem a puberdade é geneticamente pré-determinado. O peso à puberdade em raças de uma determinada espécie depende do tamanho da raça na idade adulta. Vários testes já demonstraram que novilhas de corte precisam atingir entre 60 e 65% do peso vivo na idade adulta para atingirem a puberdade. Resultados de pesquisas indicaram que a fertilidade das novilhas que se reproduziam no estro à puberdade era menor do que a daquelas que se reproduziam no terceiro estro (Byerley et al., 1987). Por conseguinte, as novilhas precisam atingir a puberdade 1 a 3 meses antes da estação de monta para melhorar suas chances de produzirem crias. Como resultado disso, foi adotado o princípio de desenvolvimento das novilhas até um peso ótimo, como um método viável de garantir que as novilhas atinjam a puberdade até a estação de monta (Patterson et al., 2000). Esse princípio exige que as novilhas se desenvolvam até atingirem uma determinada meta de peso antes da reprodução, equivalente a 65% do peso projetado para o animal adulto. Novilhas com potencial genético para atingir um peso adulto maior devem atingir um peso maior antes da estação de monta. Usando 9 classificações de tamanho, Fox et al. (1988) apresentaram metas de peso ótimo e taxas de crescimento em que os ciclos reprodutivos são iniciados e reiniciados o mais cedo possível, sem excesso de deposição de gordura, o que inibiria a produção de leite e a reprodução (Quadro 1). Esses dados ilustram como níveis ótimos de peso e da taxa de crescimento variam de acordo com as diferenças no tamanho adulto esperado das novilhas em desenvolvimento.

Quadro 1. Efeito do tamanho no peso na idade adulta, no peso à puberdade e na taxa de crescimento ótima em novilhas de corte^a

	Tamanho				
	1	3	5	7	9
Peso na idade adulta, kg	400	467	533	600	667
Peso à puberdade, kg	264	297	331	365	400
Idade, meses	Ganho diário, g/dia				
7	602	681	761	841	923
12	402	466	529	591	654
18	253	302	349	396	442
24	160	196	230	265	298
30	101	127	152	177	202

^a Resumo de dados em Fox et al. (1988).

Esses dados também podem sugerir que é necessária uma taxa acelerada de ganho de peso para as novilhas atingirem a puberdade em uma idade prematura. Contudo, é importante observar que o crescimento rápido demais durante o período pré-puberdade pode mais tarde diminuir a produção leiteira (Patterson et al., 2000).

MANEJO NUTRICIONAL

A nutrição é fundamental para o crescimento e o desenvolvimento das novilhas de reposição. Os programas de nutrição devem ser elaborados para estimular o crescimento e o desenvolvimento, garantindo assim que atinjam o seu potencial de reprodução. Os criadores de gado de corte possuem várias opções de manejo nutricional para o desenvolvimento das novilhas de reposição. O programa nutricional ideal a ser implementado é definido pelos recursos de cada propriedade e, portanto, depende em grande parte de cada criador. Apesar disso, a eficiência total em qualquer propriedade que cria novilhas de reposição pode ser aumentada, se for possível diminuir a dieta sem efeitos posteriores no desempenho animal. Nesse caso, a época certa para o ganho de peso pode ser um fator importante a ser ponderado, ao se tentar aumentar a eficiência no desenvolvimento de novilhas de reposição. Manejar as novilhas para atingir a puberdade com uma suplementação mínima de ração e depois tirar vantagem do ganho compensatório, em caso de disponibilidade de forragem verde, pode ser interessante em termos econômicos (Lalman et al., 1993).

Grings et al. (1999) sugeriram que há certa flexibilidade na estratégia de ganho de peso e de formulação das dietas com alterações nos seus custos. Outros pesquisadores (Clanton et al., 1983) indicaram haver muita flexibilidade na taxa e no tempo certo de crescimento das novilhas de corte entre o desmame e a reprodução. Esses pesquisadores observaram que a reprodução das novilhas de corte não era adversamente afetada, quando o ganho de peso do desmame até a reprodução era adiado até a última metade do desenvolvimento. Uma pesquisa mais recente de Lynch et al. (1997) indicou que atrasar a maior parte do ganho de peso até o final do desenvolvimento das novilhas não tinha impactos negativos no desempenho reprodutivo. Nesse estudo de dois anos, as novilhas de corte foram alimentadas de forma a ganharem 0,51 e 0,6 kg/dia do desmame até o início da estação de monta ou 0,25 e 0,05 kg/dia do desmame até 112 dias pós-desmame e então 1,14 e 1,32 kg/dia até o início da estação de monta. O peso no início da estação de monta e o peso à puberdade não foram afetados pelo manejo nutricional. A taxa total de prenhez e a idade média de concepção foram semelhantes entre as novilhas alimentadas para ganhar peso a uma taxa constante *versus* as colocadas sob dieta de ganho limitado-acelerado, mas estas últimas apresentaram pesos vivos semelhantes com 12 e 2,5% menos ração no ano 1 e 2, respectivamente. Esses resultados mostram que as novilhas de reposição podem ser manejadas durante o inverno com alimentos de menor custo, tais como gramíneas em estado de latência, resíduos de colheitas ou feno de menor qualidade. Mais tarde, as novilhas podem receber uma dieta com maior teor de energia antes da estação de monta, para garantir que atinjam o peso vivo adequado para o momento certo da concepção.

O fornecimento de fontes suplementares de carboidratos não estruturais, tais como grãos, é uma estratégia comum no manejo nutricional, usada para aumentar o teor energético nas dietas das novilhas de reposição. Ademais, pode-se acrescentar fontes de lipídios aos suplementos para aumentar ainda mais o teor energético. Nesse caso, uma clara vantagem é que os lipídios fornecem mais energia do que as fontes de carboidratos, quando metabolizados pelo animal. Na verdade, os valores tabulados de energia no NRC (1996) para gado de corte são aproximadamente duas vezes maiores para as fontes de lipídios em comparação aos grãos de cereais. Aparentemente, a inclusão de lipídios nas dietas de novilhas de reposição é uma boa estratégia para aumentar a densidade energética, garantindo o crescimento e o desenvolvimento adequados antes da estação de monta. Contudo, com relação à suplementação de grãos, o nível de lipídios na dieta de novilhas de corte deve ser restrito para evitar efeitos adversos na fermentação ruminal.

Pesquisas recentes na Universidade de Wyoming se concentraram no uso suplementar de lipídios para o desenvolvimento de novilhas de reposição. Foram realizados vários experimentos para definir o nível correto de lipídios suplementares que podem ser utilizados na dieta de novilhas de reposição, para garantir o crescimento e o desenvolvimento antes da reprodução. O princípio comum a todos esses testes de desenvolvimento das novilhas foi fornecer lipídios suplementares em níveis não prejudiciais ao uso da dieta basal.

FORNECIMENTO DE SUPLEMENTOS DE GORDURA A NOVILHAS DE REPOSIÇÃO

Além de aumentar o teor energético da dieta, a suplementação de gordura pode influenciar de forma positiva a reprodução das novilhas de corte. A adição de óleo de soja na dieta aumentou a quantidade de folículos médios nas novilhas em estro (Thomas and Williams, 1996). Da mesma forma, Thomas et al. (1997) observaram que vacas que consumiam dietas com 4% de óleo de soja apresentavam respostas foliculares 2 a 3 semanas mais cedo do que outras que recebiam dietas controle, ou com óleo de peixe ou sebo. As respostas positivas dos ovários não se limitam ao crescimento e ao desenvolvimento dos folículos. Ryan et al. (1992) observaram maior produção de progesterona pelas células granulosas dos ovários cultivadas *in vitro* de novilhas que consumiam dieta com 5,4% de gordura. Esses benefícios parecem não estar relacionados com o teor de gordura como fonte de energia, porque todas as dietas foram formuladas para serem isocalóricas. Portanto, nosso objetivo foi determinar os efeitos da suplementação de óleo de soja ou produtos à base desse óleo no crescimento e no desempenho reprodutivo de novilhas de reposição em desenvolvimento.

O manejo de novilhas de reposição na Universidade de Wyoming incluiu o acesso *ad libitum* a forragem e sal mineral do desmame até 90-100 dias antes da estação de monta. Os ganhos diários durante esse período inicial de desenvolvimento foram de 0,15 a 0,25 kg/dia. A partir de 90-100 dias antes do início da estação de monta, as novilhas de reposição receberam suplementos formulados para ter ganhos de forma a atingir 60-65% do peso vivo na idade adulta até a estação de monta.

O Quadro 2 ilustra o crescimento e o desempenho reprodutivo de novilhas de reposição em 4 experimentos separados. As rações foram fornecidas de maneira que as dietas fossem isocalóricas e isonitrogenadas. Portanto, não se esperavam diferenças no ganho de peso vivo. O aumento do ganho diário de peso e da conversão alimentar nas novilhas que receberam dietas com 3% de óleo de soja no primeiro experimento de Whitney et al. (2000) pode estar ligado à melhor produção de propionato no rúmen desses animais. O aparente aumento do fornecimento de propionato a esses animais contribuiu para aumentar a glicose no soro. As tendências de alterações na glicose sérica nesse experimento foram semelhantes às observadas nos ganhos médios diários. Infelizmente, os aumentos numéricos nos dias até a concepção não foram significativos em termos estatísticos entre os diversos tratamentos nesse experimento, mas foram cerca de 3,5% menores na dieta com 3% de óleo de soja. No segundo experimento de Whitney et al. (2000), as novilhas que receberam dieta com 3% de óleo de soja ficaram prenhes 11 dias antes do que as que receberam outras dietas. Essa melhora no desempenho reprodutivo foi obtida sem aumento no ganho diário médio, o que sugere que os efeitos positivos na resposta reprodutiva com 3% de óleo de soja na dieta não dependeram totalmente do aumento no teor energético. Em nossa opinião, as diferentes respostas observadas entre esses dois experimentos têm relação com diferenças no manejo do gado. As novilhas no primeiro experimento foram alojadas em cercados menores e passaram aproximadamente 4 horas por dia em baias de alimentação individuais, enquanto as novilhas no segundo experimento foram alojadas em piquetes de 0,5 acre, sendo a ração administrada a grupos de 7 animais por vez. É provável que a combinação de espaços confinados com interrupções no comportamento normal tenha afetado o estro das novilhas no primeiro experimento.

SUPLEMENTAÇÃO DE GORDURA À VONTADE PARA NOVILHAS DE REPOSIÇÃO

Os suplementos de gordura nos estudos de Whitney et al. (2000) foram administrados diariamente. Em geral, a suplementação diária acarreta altos custos de mão-de-obra, o que pode diminuir a eficiência econômica dos sistemas de produção de novilhas de reposição. Os gerentes responsáveis pela alimentação do gado de corte sempre têm interesse na redução dos custos de mão-de-obra. Um possível método para diminuir tais custos no fornecimento da alimentação e ainda oferecer gordura suplementar é fazê-lo com o uso de cochos automáticos. Pesquisando a literatura existente, Bowman and Sowell (1997) observaram que uma das vantagens do fornecimento de suplementos em cochos automáticos são as pouquíssimas limitações de espaço no comedouro, porque ficam disponíveis o tempo todo. Os experimentos de Brokaw et al. (2002) listados no Quadro 2 foram realizados para determinar se um suplemento com níveis semelhantes de ácidos graxos do tipo óleo de soja (*"soapstocks"*), servido em cocho, podia ser usado de forma tão eficaz quanto outro com óleo de soja, fornecido manualmente.

As novilhas nos testes de Brokaw et al. (2002) tiveram livre acesso a forragem (*bromegrass*) e as novilhas alimentadas manualmente receberam suplementos às 6h30min diariamente em níveis comparáveis aos do teste de Whitney et al. (2000). O consumo projetado do suplemento no cocho (1,36 kg/dia) foi o mesmo para o suplemento com óleo de soja dado manualmente. O suplemento sem óleo de soja dado manualmente foi formulado e fornecido de forma que as dietas fossem isocalóricas e isonitrogenadas. O peso vivo final foi menor nas novilhas que consumiram suplemento em cochos, porque o ganho diário médio foi menor nesses animais. O menor ganho diário médio nessas novilhas foi associado a um plano nutricional inferior. As novilhas no primeiro experimento consumiram suplemento à taxa de 0,62 kg/dia, mas o consumo de feno foi maior. O consumo de suplemento foi melhor no segundo experimento (1,17 kg/dia). As novilhas tiveram acesso a dois cochos no segundo experimento, o que pode ter reduzido as limitações de espaço no comedouro. Com maior proporção de feno na dieta, o teor energético foi menor do que no caso das novilhas alimentadas manualmente. Além disso, o nível de extrato etéreo no suplemento do cocho (7,3%) foi menos da metade do valor contido no suplemento com óleo fornecido manualmente (15,7%). Conseqüentemente, a conversão alimentar caiu nas novilhas que consumiram o suplemento de gordura em cocho automático. Uma análise pós-experimento com o uso do programa de avaliação de ração do NRC (1996) revelou que todas as dietas forneceram proteína degradável no rúmen e metabolizável. Porém, os valores de energia líquida foram 12,5% menores nas novilhas alimentadas em cochos. Também foram observadas diferenças estatísticas na taxa de prenhez entre as novilhas que receberam suplementos em cochos ou manualmente. No experimento 1, 93% das novilhas alimentadas manualmente ficaram prenhes, enquanto esse percentual foi de 72% nas novilhas que receberam suplemento em cocho. Entre as novilhas prenhes no experimento 1, não houve diferença nos dias de prenhez entre os diversos tratamentos. No experimento 2, as taxas de prenhez não diferiram entre os tratamentos. O período de alimentação teve 8 dias a mais no segundo experimento e as novilhas entraram no estudo com 13,2 kg a mais no experimento 2. Conseqüentemente, as novilhas que receberam o suplemento em cocho no experimento 2 entraram na estação de monta com 23,7 kg a mais do que as outras no experimento 1. Com base nesses resultados, concluiu-se que os suplementos em cocho automático podem ser uma alternativa viável para os fornecidos manualmente, caso as novilhas atinjam a meta de peso para concepção até a estação de monta.

Quadro 2. Resumo sobre o crescimento e o desempenho reprodutivo de novilhas de corte de reposição que receberam dieta com gordura

Item	Dieta ^a		
	Supl.de milho	3% óleo de soja	6% óleo de soja
Whitney et al. (2000)			
<i>Experimento 1</i>			
Peso vivo inicial, kg	260,2	256,9	262,8
Ganho diário médio, kg/dia ^c	0,81	0,91	0,79
Peso vivo final, kg	346,3	353,5	346,2
Peso vivo adulto, %	60,6	61,8	60,6
Taxa de prenhez, %	91,7	90,9	100
Dias para prenhez	89,4	92,1	89,0
Conversão alimentar, kg ganho/100 kg ração ^c	10,1	11,7	10,7
Glicose no soro, mg/dL ^c	80,7	85,9	83,1
<i>Experimento 2</i>			
Peso vivo inicial, kg	287,4	287,7	290,9
Ganho diário médio, kg/dia	0,72	0,69	0,71
Peso vivo final, kg	352,1	350,0	353,9
Peso vivo adulto, %	61,6	61,2	61,9
Taxa de prenhez, %	92,9	100	92,9
Dias para prenhez ^c	93,3	104,6	93,8
Conversão alimentar, kg ganho/100 kg ração	9,6	9,7	10,5
Brokaw et al. (2002)			
	Dieta ^d		
	Supl. milho.	15% supl. óleo	15% supl. "soapstocks"
<i>Experimento 1</i>			
Peso vivo inicial, kg	263,8	264,0	262,9
Ganho diário médio, kg/dia ^{e,f}	0,89	0,90	0,74
Peso vivo final, kg ^{e,f}	344,0	345,7	329,7
Peso vivo adulto, %	60,2	60,5	57,7
Taxa de prenhez, % ^{e,f}	93,1	93,3	72,4
Dias para prenhez	88,0	81,1	82,0
Consumo de feno, kg/dia ^{e,f}	7,3	7,2	7,7
Conversão alimentar, kg ganho/100 kg ração ^{e,f}	10,3	10,7	9,0
<i>Experimento 2</i>			
Peso vivo inicial, kg	277,8	276,4	276,3
Ganho diário médio, kg/dia ^{e,f}	0,92	1,03	0,79
Peso vivo final, kg ^{e,f}	367,6	376,9	353,4
Peso vivo adulto, %	64,3	66,0	61,8
Taxa de prenhez, %	93,7	89,4	100,0
Consumo de feno, kg/dia	7,9	7,9	8,3
Conversão alimentar, kg ganho/100 kg ração ^{e,f}	9,7	11,0	8,5

^aDieta: 73,6% de feno de *bromegrass* e 26,4% de suplemento de milho-soja fornecido à taxa de 2,87% do peso vivo; dieta isocalórica e isonitrogenada com 3% de óleo de soja; dieta isocalórica e isonitrogenada com 6% de óleo de soja.

^{b,c} Contraste Linear e Quadrático significativo ($P < 0,05$), respectivamente.

^dDieta: as novilhas consumiram feno de *bromegrass ad libitum* e receberam suplemento de milho-soja fornecido manualmente à taxa de 1,54 kg/dia, um suplemento fornecido manualmente com 15% de óleo de soja à taxa de 1,36 kg/dia ou um suplemento em cocho automático com 15% de “*soapstocks*”.

^{e,f} Efeito significativo ($P < 0,05$) do suplemento administrado manualmente *versus* em cocho automático e entre os suplementos de gordura, respectivamente

MANEJO REPRODUTIVO

Quando utilizadas com programas de desenvolvimento de novilhas, as progestinas ativas orais podem ser incluídas nos suplementos alimentares para induzirem o estro em novilhas na pré-puberdade, isto é, que estão próximas a atingir a meta de peso e a idade do primeiro estro. O acetato de melengestrol (MGA) é um esteróide ativo oral à base de progestina que desencadeia os ciclos estrais em novilhas de corte em idade peripuberal (Patterson et al., 1990) e que parece estar associado ao aumento da frequência de pulsos de LH (Imwalle et al., 1998). O período de inclusão do MGA na alimentação é de 14 dias. As novilhas geralmente expressam o estro 48 horas após a retirada do MGA da ração. Porém, não se recomenda cruzar essas novilhas até o segundo estro (Patterson et al., 2000).

Além dos aspectos nutricionais, os gerentes responsáveis por gado de corte podem optar por implementar exames antes do cruzamento para ajudar na seleção de animais de reposição e também na definição do momento certo para administrar o MGA ou outro programa de sincronização do estro. Patterson et al. (2000) recentemente descreveram um sistema de escores do aparelho reprodutor, que foi elaborado por Anderson et al. (1991), para estimar a situação puberal (Quadro 3). Esses escores são estimativas subjetivas sobre o desenvolvimento dos folículos nos ovários e o tamanho palpável do útero. O menor valor numérico refere-se às novilhas com aparelhos reprodutores infantis, enquanto aquelas com os maiores valores na escala (4 e 5) são consideradas ciclando ou em estro. As novilhas com escore 5 apresentam corpo lúteo palpável e, portanto, supõe-se que atingiram a maturidade sexual, pois seriam capazes de manter uma prenhez.

Quadro 3. Sistema de escores do aparelho reprodutor em novilhas de corte^a

Escore	Corno uterino		Ovário		
	Diâmetro e tônus	Comp.	Altura	Largura	Estruturas
1	< 20mm, sem tônus	15 mm	10 mm	8 mm	Sem folículos
2	20-25 mm, sem tônus	18 mm	12 mm	10 mm	Folículos de 8 mm
3	20-25 mm, leve tônus	22 mm	15 mm	10 mm	Folículos 8-10 mm
4	33 mm, tônus bom	30 mm	16 mm	12 mm	Folículos de 10 mm
5	>30 mm, tônus bom	>32 mm	20 mm	15 mm	Presença de CL

Modificado a partir de Anderson et al. (1991) conforme descrito por Patterson et al. (2000).

CONCLUSÕES

O tipo de manejo que as novilhas de corte recebem exerce forte influência na produtividade dos rebanhos de vacas. As novilhas que atingem a puberdade e se reproduzem mais cedo na vida contribuem mais para o sistema de produção do que as que se reproduzem mais tarde. Entretanto, as novilhas precisam atingir 60 a 65% do seu tamanho corporal na idade adulta para chegarem à puberdade. Embora tenham sido demonstradas ótimas taxas de crescimento em gado de diversos tamanhos, há espaço no manejo nutricional das novilhas para atingir a meta de peso antes da estação de monta. A administração de progestinas ativas por via oral pode ser incluída como parte do programa de nutrição, para melhorar o potencial reprodutivo das novilhas que se aproximam do peso ideal. Além disso, o sistema de escores do aparelho reprodutor pode ser usado antes da reprodução para identificar as novilhas capazes de se reproduzirem melhor.

LITERATURA CITADA

- Anderson, K. J., D. G. Lefever, J. S. Brinks, and K. G. Odde. 1991. The use of reproductive tract scoring in beef heifers. *AgriPractice* 12(4):123-128.
- Bowman, J. G. P., and B. F. Sowell. 1997. Delivery method and supplement consumption by grazing ruminants: A review. *J. Anim. Sci.* 75:543-550.
- Brokaw, L., B. W. Hess, S. J. Bartle, R. D. Landeis, B. M. Alexander, and G. E. Moss. 2002. Effects of hand-fed versus self-fed fat supplementation on growth and reproductive performance of developing beef heifers. *Prof. Anim. Sci.* 18:(*In Press*).
- Byerley, D. J., R. B. Staigmiller, J. G. Beradinelli, and R. E. Short. 1987. Pregnancy rates of beef heifers bred either on puberal or third estrus. *J. Anim. Sci.* 65:645-650.
- Clanton, D. C., L. E. Jones, and M. E. England. 1983. Effect of rate and time of gain after weaning on the development of replacement beef heifers. *J. Anim. Sci.* 56:280-285.
- Fox, D. G., C. J. Sniffen, and J. D. O'Conner. 1988. Adjusting nutrient requirements of beef cattle for animal and environmental variations. *J. Anim. Sci.* 66:1475-1495.
- Grings, E. E., R. B. Staigmiller, R. E. Short, R. A. Bellows, and M. D. MacNeil. 1999. Effects of stair-step nutrition and trace mineral supplementation on attainment of puberty in beef heifers of three sire breeds. *J. Anim. Sci.* 77:810-815.
- Imwalle, D. B., D. J. Patterson, and K. K. Schillo. 1998. Effects of melengestrol acetate on onset of puberty, follicular growth, and patterns of luteinizing hormone secretion in beef heifers. *Biol. Reprod.* 58:1432-1436.
- Lalman, D. L., M. K. Petersen, R. P. Ansotegui, M. W. Tess, C. K. Clark, and J. S. Wiley. 1993. The effects of ruminally undegradable protein, propionic acid, and monensin on puberty and pregnancy in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 71:2843-2852.
- Lesmeister, J. L., P. J. Burfening, and R. L. Blackwell. 1973. Date of first calving in beef cows and subsequent calf production. *J. Anim. Sci.* 36:1-6.
- Lynch, J. M., G. C. Lamb, B. L. Miller, R. T. Brandt, Jr., R. C. Cochran, and J. E. Minton. 1997. Influence of timing of gain on growth and reproductive performance of beef replacement heifers. *J. Anim. Sci.* 75:1715-1722.
- Patterson, D. J. L. R. Corah, and J. R. Brethour. 1990. Response of prepubertal *Bos taurus* and *Bos indicus* crossbred heifers to melengestrol acetate with or without gonadotropin-releasing hormone. *Theriogenology*. 33:661-669.

Patterson, D. J., S. L. Wood, and R. F. Randle. 2000. Procedures that support reproductive management of replacement beef heifers. *Proc. Am. Soc. Anim. Sci.* 1999. Available at: www.asas.org/jas/symposia/proceedings.

NRC. 1996. *Nutrient Requirements of Beef Cattle* (7th Rev. Ed.). National Academy Press, Washington, DC.

Ryan, D. P., R. A. Spoon, and G. L. Williams. 1992. Ovarian follicular characteristics, embryo recovery, and embryo viability in heifers fed high-fat diets and treated with follicle-stimulating hormone. *J. Anim. Sci.* 70:3505-3513.

Thomas, M. G., and G. L. Williams. 1996. Metabolic hormone secretion and FSH-induced superovulatory responses of beef heifers fed dietary fat supplements containing predominantly saturated or polyunsaturated fatty acids. *Theriogenology*. 45:451-458.

Thomas, M. G., B. Bao, and G. L. Williams. 1997. Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence follicular growth in cows fed isoenergetic diets. *J. Anim. Sci.* 75:2512-2519.

Whitney, M. B., B. W. Hess, L. A. Burgwald-Balstad, J. L. Sayer, C. M. Tsopito, C. T. Talbott, and D. M. Hallford. 2000. Effects of supplemental soybean oil level on in vitro digestion and performance of prepubertal beef heifers. *J. Anim. Sci.* 78:504-514.