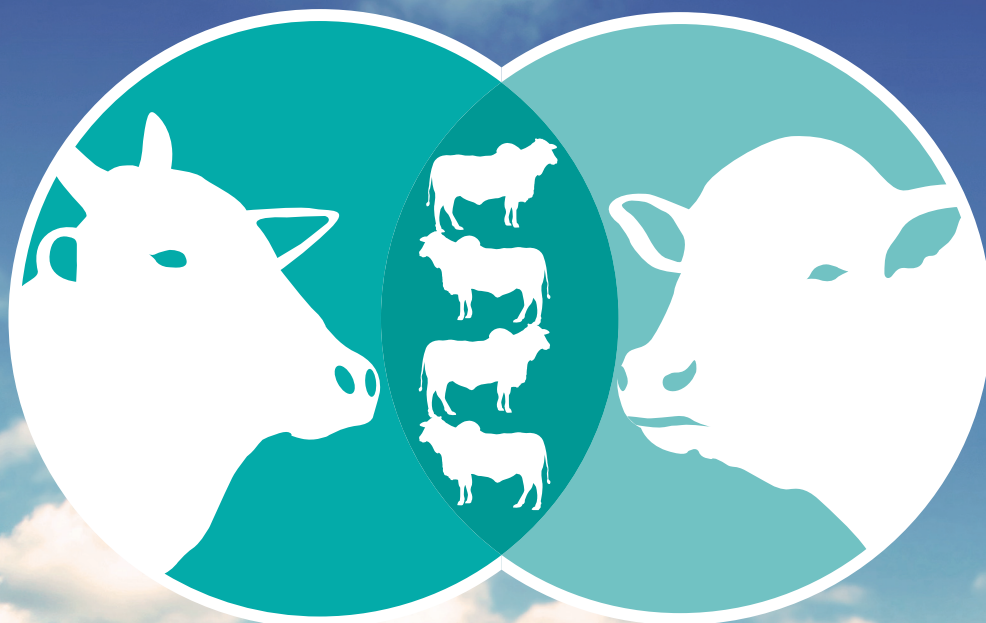




6º Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada

07 e 08 de Agosto de 2014
Teatro Marista - Londrina/PR



ORGANIZAÇÃO



PATROCÍNIO



SUMÁRIO

1. SISTEMA INTENSIVO DE PRODUÇÃO PARA CRIA, RECRIA E NGORDA: AVALIAÇÃO PRODUTIVA E ECONÔMICA.	1
<i>Luis Felipe Prada e Silva</i>	
2. ASPECTOS GERENCIAIS E ECONÔMICOS DE UM PROGRAMA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM BOVINOS DE CORTE.....	15
<i>Mário Garcia</i>	
3. CADEIA DA PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA: COMO AGREGAR VALOR AO PRODUTO DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL: DA FAZENDA AO CONSUMIDOR.....	22
<i>Fabiana Camargo e Farah</i>	
4. MANEJO RACIONAL DE BOVINOS PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA REPRODUTIVA E PRODUTIVA.....	29
<i>Paulo Loureiro</i>	
5. NOVOS CONHECIMENTOS DA FISIOLOGIA DA REPRODUÇÃO APLICADOS NA BOVINOCULTURA.....	41
<i>Marcelo Marcondes Seneda</i>	
6. PROTOCOLOS DE IATF PARA VACAS DE CORTE E DE LEITE: IMPORTÂNCIA DO CONHECIMENTO DA FISIOLOGIA REPRODUTIVA.....	47
<i>Roberto Sartori</i>	
7. IATF EM NOVILHAS: DIFICULDADES E SOLUÇÕES.....	65
<i>Gabriel Bo</i>	
8. COMO OTIMIZAR A EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE PROGRAMAS DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL E DE TRANSFERÊNCIA DE EMBRIÕES EM REBANHOS BOVINOS: REPRODUÇÃO DE PRECISÃO.....	76
<i>Pietro Sampaio Baruselli</i>	
9. NOVAS BIOTECNOLOGIAS DA REPRODUÇÃO PARA VACAS DE LEITE.....	101
<i>Milo Wiltbank</i>	

10. SÊMEN SEXADO: VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA SUA APLICAÇÃO.....	115
<i>Manoel Sá Filho</i>	
11. APLICABILIDADE DA SELEÇÃO GENÔMICA NO MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVO DOS REBANHOS DE CORTE E DE LEITE.....	131
<i>Bento Ferraz</i>	
12. PROBLEMAS REPRODUTIVOS EM VACAS DE LEITE: GARGALOS E SOLUÇÕES	151
<i>José Eduardo Santos</i>	
13. RENTABILIDADE DA PECUÁRIA BRASILEIRA: SOMOS COMPETITIVOS?.....	160
<i>Maurício Palma Nogueira</i>	

SISTEMA INTENSIVO DE PRODUÇÃO PARA CRIA, RECRIA E ENGORDA: AVALIAÇÃO PRODUTIVA E ECONÔMICA

Luis Felipe P. Silva, Juliane Diniz-Magalhães, Dannylo O. de Sousa, Nara R. B. Cônsolo, Viviane B. F., Rafael T. de Sousa, Matheus O. Frasseto, Johnny M. de Souza.

Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia – Universidade de São Paulo

1. Introdução

A pecuária de corte brasileira é um dos pilares do agronegócio. O Brasil produz anualmente ao redor de 9,5 milhões de t de carne bovina em área aproximada de 160 milhões de ha de pastagens (CONAB, 2014; IBGE, 2006). Com o crescimento do consumo interno e da abertura de novos mercados para exportação de carne bovina, estima-se para 2023 uma demanda de 13,6 milhões de toneladas de carne bovina (MAPA, 2014). Para atender esta demanda, a indústria pecuária brasileira precisaria aumentar em 43% sua produção atual. Com o aumento da pressão sobre os recursos naturais, dificilmente haverá crescimento da área de pastagens no Brasil, não restando alternativa senão aumentar a produtividade de carne por área.

Analisando-se os números acima, chega-se a conclusão que a pecuária de corte brasileira produz em média 59 kg de carne por ha/ano. Como forma de comparação, a produção média de milho no Brasil é ao redor de 4.900 kg/ha/ano, e a de cana-de-açúcar ao redor de 74.000 kg/ha/ano. Assim, apesar da enorme importância econômica para o Brasil, a pecuária é tida como atividade de baixa rentabilidade e, dentro da pecuária, a criação de bezerros é tida como a menos rentável (Tabela 1). Como pode ser atrativa uma atividade comercial que gera receita bruta média de R\$ 470/ha/ano (pecuária de corte) em comparação a receita bruta de R\$ 1.800/ha/ano (milho para grãos) ou R\$ 4.070/ha/ano (cana-de-açúcar)?

Tabela 1. Rentabilidade nominal das atividades agropecuárias.

Atividade	2012	2013
Leite de alta tecnologia - 25 mil litros/ha/ano	7,71%	10,08%
Arrendamento em regiões de cana	6,59%	7,62%
Pecuária - recria e engorda- com aplicação crescente de tecnologia	5,35%	5,33%
Pecuária - ciclo completo - com aplicação crescente de tecnologia	5,27%	5,32%
Arrendamentos gerais (melhores opções)	3,76%	4,97%
Agricultura anual - soja e milho	7,00%	3,51%
Pecuária - cria - com aplicação crescente de tecnologia	1,37%	1,41%
Produção e fornecimento de cana	2,40%	1,27%
Pecuária - ciclo completo - baixa tecnologia	1,06%	1,03%
Pecuária - recria e engorda - baixa tecnologia	0,11%	0,12%
Pecuária - cria - baixa tecnologia	-1,54%	-1,53%
Leite de baixa tecnologia	-2,61%	-3,03%

Fonte: Lima Filho et al. (2014)

Com base neste cenário, e sabendo que a pecuária de corte apresenta potencial técnico para produtividade próxima a 1.000 kg de carne por ha/ano, implementou-se em 2010 na Faculdade de Medicina e Veterinária da USP, o Laboratório de Pesquisas em Gado de Corte (LPGC). A missão prática deste laboratório é gerar conhecimento científico que permita determinar qual o nível de intensificação mais rentável de acordo com o cenário econômico apresentado.

O objetivo desta revisão é apresentar os resultados obtidos em um sistema de produção intensivo de cria-recria-engorda desenvolvido pelo LPGC nos últimos três anos, e assim discutir pontos importantes para produção intensiva e econômica de gado de corte, e que possa competir em termos de rentabilidade com outras atividades agropecuárias. Conforme será discutido, o sistema de produção desenvolvido no LPGC tem produzido acima de 1.000 kg de carne por ha/ano, com receita bruta acima de R\$ 7.000 por ha/ano.

2. Laboratório de Pesquisa em Gado de Corte (LPGC)

Com área total de 20 ha, o LPGC está localizado no Campus de Pirassununga da Universidade de São Paulo, e conta com área experimental de 16 ha composta por 16 módulos de pastejo (8 com capim-marandu e 8 com capim-mombaça), cada um destes divididos em 3 piquetes de pastejo por cerca elétrica. Cada módulo conta ainda com área de lazer de 15x30 m, bebedouro e cocho para fornecimento de sal. Para produção de volumosos para a época da seca e confinamento, o LPGC conta ainda com 4 ha de cana-de-açúcar (4 variedades, 1 ha por variedade). A instalação de confinamento experimental é composta por 20 baias de 3x9 m, com piso de concreto e cocho coberto. O rebanho conta com aproximadamente 100 matrizes Nelore, cujo número real varia de acordo com a taxa de lotação utilizada.

3. Intensificação da Produção em Pasto

A razão principal para a baixa produtividade da pecuária de corte nacional é a baixa produtividade e baixa eficiência de utilização das pastagens. Como forma de ilustrar este conceito, percebem-se nos dados de venda de fertilizantes que, apesar da grande área de pastagens brasileira, o consumo de fertilizantes pela pecuária é insignificante, respondendo por apenas 1,8% do total da venda de fertilizantes no ano de 2012 (Figura 1).

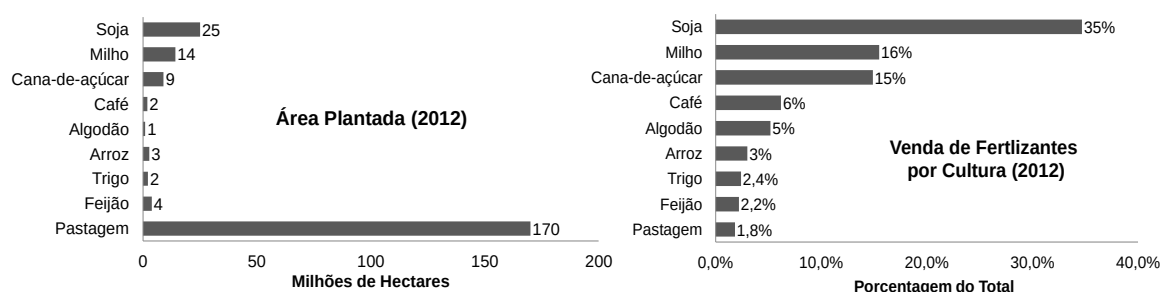


Figura 1. Comparação entre o total de área plantada e a porcentagem de venda de fertilizantes nas principais culturas agropecuárias (ANDA, 2013).

A intensificação do uso das pastagens, com maior lotação animal no verão, certamente é uma opção eficiente para aumento da produtividade, sendo a terminação em confinamento durante a seca uma estratégia importante para aumento da lotação das pastagens no verão. A produtividade animal em pasto é função da disponibilidade e da qualidade de forragem em oferta, bem como das características do animal. A adubação nitrogenada e potássica vêm sendo estudada a fim de aumentar a produção e qualidade do dossel forrageiro e, conseqüentemente, a lotação animal/ha e a produção total de carne do sistema. No entanto, poucos estudos visam estabelecer níveis de adubação para máxima resposta biológica dentro do sistema de pastejo e, igualmente importante, para a máxima resposta econômica do sistema de produção.

A formação de pastagens nas regiões tropicais e subtropicais é quase sempre relegada a terras de baixa fertilidade, resultando no desenvolvimento lento das gramíneas. O incremento na produção de MS, principalmente em forrageiras de alto potencial de produção, em decorrência da aplicação de nitrogênio, foi relatado por vários autores (ANDRADE et al., 2003; MELLO et al., 2008). Porém há escassez no Brasil de trabalhos avaliando a resposta à adubação em termos de produção de carne por área, ou seja, avaliando à resposta da planta forrageira dentro de um sistema de produção.

Trabalhando com pastejo rotativo de capim-marandu, Gimenes et al. (2011) avaliou o efeito de duas doses de fertilizante nitrogenado: 50 e 200 kg N/ha/ano e observou aumento na taxa de lotação e produção de carne por área. Não encontramos trabalhos publicados avaliando o efeito da adubação nitrogenada sobre a produção de carne em sistemas com capim-mombaça, porém Euclides et al. (2007) trabalhando com capim-tanzânia em sistema de lotação contínua relatam aumento linear na produção total de carne quando adubados com 100 kg de N/ha/ano em comparação a 50 kg N/ha/ano, o que seria economicamente viável, segundo os autores. Também em sistema de capim-tanzânia sob lotação contínua, Canto et al. (2009) avaliaram as doses de 100, 200, 300 e 400 kg N ha⁻¹ ano⁻¹ e encontraram aumento linear na lotação animal e na produção total de carne durante o verão, com decréscimo na eficiência do uso do fertilizante conforme aumenta-se a dose aplicada.

Observa-se que ou poucos trabalhos publicados avaliando o efeito da adubação sobre o capim-marandu ou cultivares de *Panicum maximum* ficaram aquém do potencial agrônomo de resposta. Plantas forrageiras tropicais apresentam correlação positiva entre produção de MS e dose de N de 400 kg a 800 kg de N/ha (CORSI E SANTOS, 1995).

Experimentos recentes realizados no LPGC demonstraram a capacidade de resposta do capim-marandu e do capim-mombaça a doses de até 800 kg de N/ha/ano na lotação animal e produção total de carne de um sistema de ciclo completo de cria-recria-engorda (RODRIGUEZ, 2012; FRASSETTO et al., 2013 – Figura 2). Não houve diferença na lotação animal devido às espécies forrageiras, ou seja, a lotação no capim-marandu foi similar à obtida com o capim-mombaça.

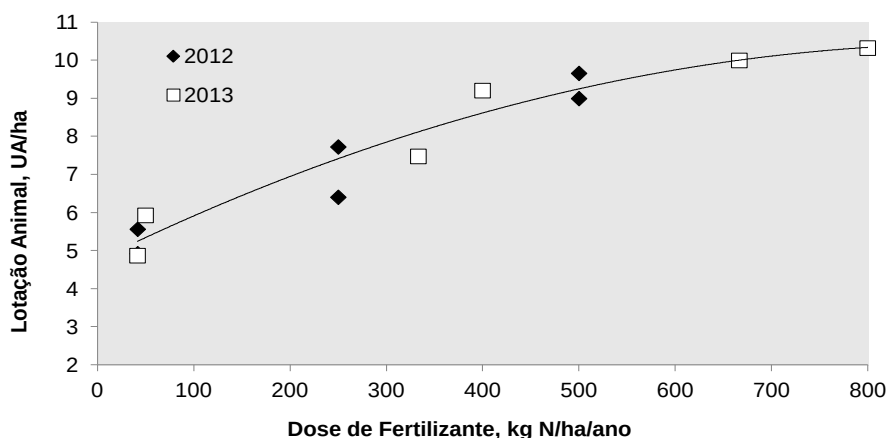


Figura 2. Efeito da adubação com doses crescentes de nitrogênio sobre a capacidade de suporte (UA/ha) de pastos de capim-marandu e capim-mombaça na época das águas (novembro a abril).

Os dados obtidos pelo LPGC e apresentados na Figura 2 demonstram a elevada capacidade de suporte das pastagens tropicais. Como exemplo, em nossa área de 16 ha de pasto, são necessários 200 animais (vacas, novilhas e garrotes) com peso médio de 350 kg para controle da altura do pasto. Deve ser ressaltado que a dose total de fertilizante nitrogenado foi aplicada parceladamente após cada ciclo de pastejo, mesmo na menor dose de 50 kg de N/ha/ano.

Um importante limitante do ganho de peso do animal em pasto é a rápida queda da qualidade nutricional da planta forrageira com o avanço da maturidade, causada pela diminuição da digestibilidade da matéria seca. Pequenas mudanças na digestibilidade se traduzem em grande impacto no desempenho animal. A importância da qualidade da forragem ingerida sobre a produtividade do sistema poder ser exemplificada pelo trabalho de Gimenes et al. (2011) que, ao reduzir a altura pré-pastejo do capim-marandu de 35 para 25 cm, observou aumento de 23% no ganho de peso dos animais e de 31% na produtividade de carne do sistema.

Em nosso sistema de produção, adotamos a lotação rotacionada e o critério para pastejo (entrada dos animais) nos piquetes se dá com base na altura do capim, ou seja, quando a altura pré-pastejo do dossel alcançam 30 cm para o capim-marandu e 90 cm para capim-mombaça, sendo retirados os animais quando a altura do dossel (pós-pastejo) atingem 15 e 30 cm, para capim-marandu e capim-mombaça respectivamente (DA SILVA, 2004; TRINDADE et al., 2007).

O sistema de manejo do pasto empregado, respeitando-se as alturas de entrada e saída, tem permitido ganho de peso nas novilhas e garrotes em crescimento ao redor de 850 g/d; o que representa possibilidade de produção de 35, 51 e 64 @ de carne/ha durante os 6 meses de verão, para as doses de 50, 300 ou 600 kg de N/ha/ano, respectivamente. O aumento na lotação animal durante o verão, aliado ao uso eficiente do pasto, é o principal fator para intensificação econômica da pecuária de corte.

4. Alimentação Econômica no Período Seco

O aumento da lotação animal no período chuvoso requer a aplicação de estratégias de manejo para ajuste da lotação no período seco, suplementação volumosa do rebanho, ou terminação em confinamento dos animais. Neste contexto, a cana-de-açúcar surge como alternativa barata e eficiente de alimentação dos animais durante o período seco. A cana-de-açúcar apresenta elevada produção de matéria seca por hectare, facilidade de

cultivo e persistência da cultura, boa aceitação pelos animais, elevado teor de carboidratos solúveis e menor custo de produção. A principal limitação para o uso da cana-de-açúcar na nutrição de animais de elevado potencial de produção é a baixa digestibilidade da fibra, aliado ao baixo teor de proteína bruta.

A utilização mais usual dessa forragem na dieta de ruminantes ocorre na forma fresca, picada diariamente como capineira. Porém, o manejo correto de canaviais exige que o corte dos talhões seja realizado de forma concentrada, para evitar uma rebrota desuniforme e ainda aumentar a eficiência dos tratos culturais. Além disso, ocorre diminuição da qualidade da fibra da cana com o avançar da idade, e o corte diário é uma atividade que exige dedicação de tempo e mão-de-obra. A conservação da planta inteira da cana-de-açúcar na forma de silagem permite sua utilização por um número maior de pecuaristas nos mais diversos sistemas de produção (QUEIROZ et al., 2008; SCHMIDT et al., 2007).

Em experimento recente (SOUSA et al., 2013) comparamos o efeito do modo de conservação da cana-de-açúcar (fresca ou ensilada) sobre o consumo dos animais, e sobre a resposta dos animais às mudanças na digestibilidade da fibra (**DIVFDN**). A ensilagem da cana não provocou efeito deletério sobre o consumo de MS e não mascarou o benefício de se utilizar genótipo de cana com maior DIVFDN. Existe claro benefício em se utilizar forragens de maior digestibilidade da fibra, devido ao maior consumo e maior desempenho animal, mesmo em dietas com alto teor de alimentos concentrados (RINNE et al., 2002; TJARDES et al., 2002).

Alguns dados de desempenho com dietas à base de cana-de-açúcar foram revistos por Boin & Tedeschi (1993), mostrando que a alimentação de bovinos à base de cana-de-açúcar, suplementada com nitrogênio não proteico e minerais, proporcionou nutrientes um pouco acima das exigências de manutenção, sendo necessário o uso de suplementos adicionais pra obter maiores ganhos.

Os resultados de Rodriguez (2012), realizado no LPGC, demonstram que somente com a suplementação com 3% de ureia na MS, é possível a manutenção dos animais durante a época da seca consumindo silagem de cana. A adição de farelo de soja mais 1% de ureia na MS permitiu ganho de peso superior ao estimado, se mostrando uma alternativa eficiente para suplementação dos animais durante o inverno (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito do tipo de suplementação proteica sobre o ganho de peso de novilhas Nelore prenhes ou não prenhes.

Item	Suplementação			EPM ¹	Valor-P		
	Ureia	F. Soja	F. Soja+Ureia		Trt ²	Tipo ³	Trt*Tipo
GMD, kg/d	0,20 ^b	0,63 ^{ab}	0,91 ^a	0,18	0,05	0,002	0,63

¹Erro padrão da média. ²Efeito de fontes de suplementação proteica. ³Novilhas prenhes e não prenhes; novilhas prenhes tiveram maior GMD do que não prenhes (0,68 vs. 0,48 kg/d).

Baseado nos dados apresentados na Tabela 2, o custo de alimentação de animais em manutenção no período seco consumindo somente cana-de-açúcar com ureia seria de R\$ 0,84/d, com custo de ganho de peso (somente a alimentação) de R\$127/€. Consumindo a dieta com cana-de-açúcar, farelo de soja e ureia, o custo diário para alimentação seria de R\$1,77, porém o custo do ganho de peso (somente a alimentação) seria de R\$58,2/€.

Percebe-se assim que a suplementação das fêmeas e garrotes em crescimento durante o período seco é uma alternativa viável para intensificação do sistema de ciclo

completo, desde que se utilize um volumoso barato, de boa qualidade da fibra e com suplementação proteica adequada a categoria desejada.

5. Confinamento como Ferramenta de Intensificação

Uso de volumosos de qualidade: Dentro da filosofia de máxima utilização das pastagens durante o verão, o confinamento dos animais em terminação é ferramenta essencial para máxima produção de carne. Na última década houve grande expansão da atividade de engorda de bovinos em confinamento, sendo que houve grande adoção da utilização de dietas com alto grão (baixo nível de forragem) por parte dos pecuaristas. Porém ainda há grande discussão sobre qual sistema adotar: fazer uso das rações de alto grão ou utilizar dietas com maior participação de volumosos? Nos Estados Unidos, os nutricionistas utilizam em média somente 8,9% de volumosos na dieta de bovinos em terminação (GALYEAN & GLEGHORN, 2001). A razão para tal é que o volumoso, naquele país, é um dos ingredientes mais caros com base no nível energético, e geralmente é adicionado à dieta somente como prevenção de distúrbios digestivos. Porém, o mesmo nem sempre é verdade em nosso país. Como os concentrados são relativamente mais caros aqui, e os volumosos mais baratos, a adoção de dietas de alto grão pelos pecuaristas precisa ser avaliada com cautela.

O nível ideal de grãos na dieta depende de diversos fatores econômicos como: custos relativos do volumoso ou da forragem, custos fixos (incluindo depreciação da infraestrutura e juros sobre o dinheiro emprestado), custo do boi magro e preços relativos de venda da carne. O uso de forragens de boa qualidade, o que permite suplementação proteica mais barata (ureia), normalmente leva a maiores rentabilidades na fase de confinamento (SILVA et al., 2011).

Mesquita et al. (2012), em experimento realizado no LPGC, compararam o desempenho e características de carcaça de bovinos de corte da raça Nelore alimentados com dois níveis de concentrado (60 ou 80%) e dois genótipos de cana-de-açúcar com alta ou baixa digestibilidade da fibra (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo de matéria seca em porcentagem de peso vivo (CMS), ganho médio diário de peso vivo (GMD), peso vivo final (PVf), espessura de gordura subcutânea do músculo *Longissimus dorsi* (EGS), espessura de gordura subcutânea do músculo *Biceps femoris* (EGP), área de olho de lombo do músculo *Longissimus dorsi* (AOL), e receita menos custo com alimentação (RCMA) de tourinhos Nelore terminados em confinamento.

Variáveis	Nível de concentrado na dieta					Valor de P		
	60%		80%					
	Variedades de cana							
	IAC2480 ¹	SP1049 ²	IAC2480	SP1049	EPM ³	Conc	Cana	Cana *Conc
CMS, % PV	2,17	2,13	2,3	2,12	0,09	0,08	0,01	0,07
GMD, kg/d	1,50	1,56	1,73	1,45	0,10	0,56	0,29	0,09
PVf, kg	460	452	464	442	21	0,66	0,04	0,31
EGS, mm	4,9	3,2	4,2	3,0	0,4	0,22	<0,01	0,38
EGP, mm	7,8	5,0	5,9	4,9	0,6	0,05	<0,01	0,07
AOL, cm ²	70,3	67,7	67,3	66,1	1,9	0,24	0,32	0,71
RMCA ⁴ ,	116	128	133	94	--	--	--	--

¹IAC86-2480 de maior digestibilidade da fibra. ²SP91-1049 de menor digestibilidade da fibra.

³EPM = erro padrão da média. ⁴RCMA= R\$/cab, receita menos custo com alimentação. Fonte: Mesquita et al. (2012).

A alimentação dos animais com cana de maior digestibilidade da fibra proporcionou maior ingestão de MS, maior peso vivo final e maior espessura de gordura subcutânea. A interação entre a qualidade cana utilizada e o nível de concentrado somente foi significativa ($P=0,09$) em relação ao ganho médio diário de peso, com efeito de Cana apenas ao nível de 80% de concentrado na dieta. Percebe-se pelo trabalho de Mesquita (2012), além da importância de utilizar volumosos com alta digestibilidade da fibra, a possibilidade de obtenção de elevado ganho de peso com bom rendimento econômico em confinamento utilizando-se dietas a base de cana-de-açúcar (Tabela 3).

Beta-agonistas: A eficiência de ganho de peso durante a fase de terminação é altamente influenciada pelo ganho muscular. Nesse contexto, a fim de aumentar a eficiência da produção de bovinos de corte, o uso de beta-agonistas vem se destacando. Os beta-agonistas são moléculas orgânicas cujos principais efeitos são hipertrofia muscular e diminuição na deposição do tecido adiposo, sendo o Cloridrato de Zilpaterol e Cloridrato de Ractopamina os mais utilizados. O efeito do beta-agonista já é bem conhecido em animais *Bos taurus*, no entanto para animais *Bos indicus* a ação desse produto é pouco relatada. Recentemente em 2004, o órgão regulatório norte-americano FDA (*Food and Drug Administration*) aprovou o uso da ractopamina, um beta-agonista, na dieta de bovinos de corte e em 2006 aprovou o uso do zilpaterol, pertencente à mesma classe, também como promotor de crescimento de bovinos, alegando que ambos os produtos são seguros para consumo humano, uma vez que respeitando o tempo de carência dos produtos, não deixam resíduos nos tecidos. No Brasil o uso desses promotores de crescimento foi aprovado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Diversos estudos relatam a eficiência desses produtos na hipertrofia muscular de bovinos confinados com aumento de até uma arroba no peso de carcaça quente. Em um

estudo realizado no LPGC, Cônsolo et al. (2014)¹ avaliaram o desempenho produtivo de 72 fêmeas da raça Nelore, com idade aproximada de 18 meses e peso vivo inicial médio de 282 kg em sistema de confinamento. Os animais receberam suplementação com cloridrato de zilpaterol por 30 dias, seguido por três dias de carência do produto para posterior abate. Os autores relataram um aumento de 17 kg no peso vivo final ($P = 0,008$) e 28 % no ganho médio diário ($P < 0,001$), das novilhas suplementadas, sem alterar o consumo de matéria seca ($P > 0,05$), fato que comprova o aumento de 20% na eficiência alimentar desses animais. Por consequência, houve um aumento de 16 kg no peso de carcaça quente ($P < 0,001$) e 2,7 % no rendimento de carcaça ($P < 0,001$), comprovando a eficiência do produto em aumentar o crescimento muscular.

Em adição, no mesmo estudo, Cônsolo et al. (2014)¹ reportam que a suplementação com zilpaterol aumentou 13% o peso do traseiro especial comparado aos animais que não receberam a suplementação ($P = 0,009$). Consequentemente, os cortes do traseiro tais como, picanha, contrafilé, filé mignon, alcatra, patinho, coxão mole coxão duro e lagarto também apresentaram maior rendimento para os animais suplementados com zilpaterol.

Sendo assim, o uso de tecnologias e manejo adequado pode aumentar o ganho de peso de fêmeas confinadas, incrementando o rendimento da indústria e consequentemente maior retorno financeiro ao produtor.

6. Puberdade e Idade ao Primeiro Parto

O início da vida reprodutiva das fêmeas de corte apresenta grande influência na rentabilidade da atividade pecuária, uma vez que o atraso na obtenção da puberdade reflete diretamente na idade ao primeiro parto (**IPP**). Rebanhos com elevado índice de precocidade sexual e fertilidade possuem maior disponibilidade de animais para venda e permitem maior pressão de seleção e, consequentemente, progressos genéticos mais rápidos e maior lucratividade. Em países com pecuária mais produtiva, o manejo seletivo objetiva a inseminação artificial e/ou cobertura das novilhas aos 15 meses, resultando em IPP de 24 meses e produtividade máxima (WOLFE et al., 1990; PATTERSON et al., 1992). Em experimento com novilhas Nelore, Teixeira (1997) verificou que a antecipação do primeiro parto aumentou em 45% a receita bruta da atividade.

O conhecimento do peso vivo e composição corporal à puberdade é fundamental para definição do programa de criação de novilhas, uma vez que determinam o ganho de peso necessário durante a fase pré-pubere. Apesar da importância do conhecimento do peso vivo e composição corporal à puberdade, e da extensa utilização da raça Nelore no Brasil, são poucos os trabalhos que reportaram efeitos da dieta sobre essas características (SILVA et al., 2009). Na média dos trabalhos, as novilhas da raça Nelore atingiram a puberdade com 312 Kg de PV e 22 meses de idade, enquanto as novilhas cruzadas atingiram a puberdade com 289 Kg e 14 meses de idade (SILVA et al., 2009). A meta-análise dos dados indica que houve tendência de aumento no PV à puberdade das novilhas, Nelore ou cruzadas com Nelore, com maior ganho de peso na fase pré-puberdade ($P=0,07$). Novilhas com baixo ganho de peso (média de 481 g/d) atingiram a puberdade com 296 Kg de PV, enquanto as novilhas com maior ganho de peso (média de 688 g/d) atingiram a puberdade com 311 Kg de PV (SILVA et al., 2009).

Apesar da vasta utilização da raça Nelore no Brasil, e da inegável importância econômica da idade ao primeiro parto, pouco se sabe sobre a regulação da puberdade e da

¹ CONSOLO, N.R.B.; SILVA, L.F.P. Performance and carcass attributes of Nellore heifers fed with zilpaterol hydrochloride. In: ADSA-AMPA-ASAS-CSAS-WSASAS Joint Annual Meeting, 2014, Kansas City. *Submetido*.

interação nutrição X puberdade em novilhas zebuínas. Sabe-se que anteriormente à puberdade, os pulsos de hormônio luteinizante (LH) são pouco frequentes, devido à inibição do estradiol à secreção de (GnRH) pelo hipotálamo. Com a maturação do hipotálamo e o aumento na síntese e liberação do estradiol pelos folículos ovarianos ocorre dessensibilização aos esteróides gonadais, resultando em aumento da secreção das gonadotrofinas hormônio folículo estimulante (FSH) e LH, permitindo a entrada em puberdade (KINDER et al., 1995; HONARAMOOZ et al., 1999; MELVIN, 1999).

Várias teorias foram desenvolvidas na tentativa de explicar como o status nutricional influencia o desencadeamento da puberdade. Em 1974, Frisch e McArthur propuseram, então, a hipótese de que uma quantidade mínima de gordura corporal seria necessária para a ocorrência normal da menarca nas adolescentes e da menstruação normal nas mulheres. A teoria da “porcentagem mínima de gordura”, no entanto, ainda é controversa. Estudos realizados com ratos (BRONSON, 1987) e novilhas (BROOKS et al., 1985) demonstraram que a puberdade não está relacionada com uma porcentagem constante de gordura corporal. Desta forma, é improvável que a gordura, por si só, seja o elo entre status nutricional e secreção de LH. O mais provável é que numerosos mecanismos estejam envolvidos e que alterações metabólicas decorrentes de alterações nutricionais, com consequente alteração na gordura corporal, regulem a liberação pulsátil de LH. A relação entre nutrição e secreção de LH pode ocorrer através de sinais sanguíneos específicos, como metabólitos e hormônios metabólicos (STEINER et al., 1983), dos quais a insulina, o hormônio de crescimento (GH), o fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-I) e a leptina são exemplos.

Diversas linhas de pesquisa apontam a leptina como provável limitante da maturidade sexual em novilhas mal alimentadas. A concentração de leptina sérica é um reflexo direto da quantidade de tecido adiposo (reserva energética) e do consumo alimentar, sendo que a subnutrição determina o bloqueio do eixo reprodutivo. Diversos experimentos realizados com ovinos e bovinos demonstram que a leptina estimula a secreção de LH apenas em situações de estresse nutricional (AMSTALDEN et al., 2002, 2003).

Uma hipótese para explicar a variação na precocidade sexual de novilhas de idade e peso semelhante seria a expressão diferencial de leptina pelo tecido adiposo. Vaiciunas et al. (2008) demonstraram que em novilhas criadas a pasto, com idade média de 26 meses e peso vivo de 315 Kg, as novilhas que entraram em puberdade mais cedo (ciclando) tinham maior expressão da leptina pelos tecidos adiposos subcutâneo e omental do que novilhas que não entraram em puberdade (não-ciclando). Estes resultados levaram Carvalho et al. (2013) a testarem o efeito da aplicação exógena da leptina sobre a obtenção da puberdade em novilhas Nelore. Apesar de a leptina exógena ter acelerado o crescimento folicular das novilhas, não houve o efeito esperado de redução da idade à puberdade. Com a aplicação da leptina exógena houve redução na produção de leptina endógena pelo tecido adiposo, o que poderia explicar a redução observada na concentração sérica de leptina após 30 dias de tratamento e a falha da leptina exógena em acelerar a puberdade (CARVALHO et al., 2013).

Além da maior expressão da leptina, Vaicunas et al. (2008) reportaram menor expressão de genes hipotalâmicos que codificam receptores ao neuropeptídeo-Y (NPY). O NPY, um dos neuropeptídeos mais abundantes no hipotálamo, é um dos mais potentes fatores estimulantes de apetite, além de atuar no controle da secreção de GnRH e na termogênese (WILLIAMS et al., 2000). A sinalização do NPY no hipotálamo regula os efeitos da leptina na atividade reprodutiva em roedores e primatas (AUBERT et al., 1998; SAINSBURY et al., 2002).

Em outro experimento comparando novilhas alimentadas com dietas de alta ou baixa energia, foi observado que a alta energia adiantou a puberdade, aumentou a leptina

circulante e reduziu a expressão dos receptores ao NPY (DINIZ-MAGALHÃES, 2011). Os resultados destes dois experimentos sugerem que tanto a nutrição (dietas mais energéticas), quanto à genética (animais mais precoces), estariam adiantando a puberdade através da redução da sensibilidade do hipotálamo aos efeitos inibitórios do NPY.

Outra forma de adiantar a obtenção da puberdade em novilhas é a manipulação hormonal, utilizando protocolos que mimetizem a ação fisiológica. Administração de progesterona (P4) ou progestágenos durante o período de pré-puberdade pode induzir a puberdade em novilhas (LAMB et al., 2006; TAUCK et al., 2007). Estudos em andamento em nosso laboratório indicam a possibilidade da exposição à progestágenos exógenos também agirem através da sinalização Leptina-NPY no hipotálamo (DINIZ-MAGALHÃES, 2013).

Assim, detectam-se três fatores principais que são capazes de induzir a puberdade em novilhas pré-púberes: 1) o fator genético, 2) o maior consumo de energia, e 3) a exposição à progestágenos exógenos. A elucidação dos mecanismos moleculares pelos quais estes diferentes fatores alteram o início da puberdade é de fundamental importância para o entendimento da puberdade e para desenvolvimento de estratégias de nutrição, de seleção genética ou de novos fármacos que auxiliarão na redução da idade ao primeiro parto de novilhas zebuínas.

7. Reprodução das Novilhas e Matrizes

Em nosso sistema de produção, por se tratar de área pequena, com mão de obra pouco especializada no trato com animais (alunos de graduação, estagiários e alunos de pós-graduação), e com lotes pequenos para execução de experimentos, optamos pela não utilização de touros para cobertura das fêmeas, nem mesmo para repasse. Assim, fazemos a inseminação das vacas paridas utilizando três programas de inseminação artificial em tempo fixo (IATF), conforme preconizado por Marques et al. (2012). O protocolo é iniciado com a avaliação do trato reprodutivo de todas as fêmeas e inserção do dispositivo intravaginal de progesterona (P4) e uma aplicação de 2 mg benzoato de estradiol (BE) no D0, seguido por retirada do dispositivo no D7,5 com administração de 1 mg BE, prostaglandina F2 α e 300 UI eCG em vacas em anestro ou em novilhas. A inseminação é realizada no D9 com identificação de cio. Após 30 dias é feito um diagnóstico de gestação e reiniciado o protocolo nas vazias. Com este manejo reprodutivo temos obtido taxa de prenhez ao redor de 80% para vacas e 60% para novilhas de 14-15 meses. As novilhas de reposição são inseridas no rebanho reprodutivo ao atingir 300 kg de peso vivo e ECC acima de 5. Os touros selecionados como reprodutores têm como característica principal serem provados para precocidade reprodutiva de suas filhas, possibilitando, aliado a um manejo nutricional específico para as bezerras, a entrada precoce em reprodução.

8. Resultados Produtivos e Econômicos

O aumento da lotação animal durante o período das águas com o uso de doses crescentes de fertilizante nitrogenado traz aumentos claros na produtividade total do sistema (Tabela 4). Com aplicação de 300 kg de N/ha/ano, o sistema do LPGC produziu 949 kg de carne por ha/ano, número 16 vezes superior à média nacional. A venda destes animais (boi gordos, vacas e novilhas de descarte) possibilitou a receita bruta de R\$ 6.720/ha/ano, valor superior ao normalmente obtido com a produção de cana-de-açúcar (Tabela 1).

Com a dose máxima de adubação testada no sistema (800 kg N/ha/ano), houve produção de 1307 kg de carne/ha/ano, e receita bruta de R\$ 9.253/ha/ano. Porém, nas condições financeiras do ano de 2013, o nível de intensificação que trouxe melhor resultado econômico foi o de aplicação de 300 kg N/ha/ano, permitindo a lotação total de 101 matrizes (Tabela 4).

De acordo com o cenário de preços atuais, do ano de 2014, com preço de venda elevado e pequena queda no custo da ureia, a aplicação de 600 kg de N/ha/ano se tornaria a alternativa mais rentável, com R\$ 2.996 /ha/ano de Lucro Operacional.

Tabela 4. Efeito de níveis crescentes de intensificação (lotação animal) sobre a rentabilidade de um sistema de ciclo completo no ano de 2013.

Parâmetros	Nível de Intensificação, kg de N/ha/ano		
	50	300	600
Número de matrizes	71	101	129
Produção total, @/ano	879	1266	1610
Produtividade, kg carne/ha/ano	659	949	1208
Total de animais vendidos, cab/ano	59	85	108
Custo Operacional Total, R\$/ano	R\$ 59.889	R\$ 95.804	R\$ 133.984
Receita Bruta Total, R\$/ano	R\$ 93.247	R\$ 134.402	R\$ 170.954
Receita Bruta, R\$/ha/ano	R\$ 4.662	R\$ 6.720	R\$ 8.548
Lucro operacional, R\$/ano	R\$ 33.358	R\$ 38.598	R\$ 36.970
Lucro operacional, R\$/ha/ano	R\$ 1.668	R\$ 1.930	R\$ 1.848

9. Conclusões

Apresentamos aqui os resultados produtivos e econômicos de um sistema de produção intensiva de ciclo completo, demonstrando que com a aplicação correta de tecnologia existente, principalmente: alta lotação das pastagens no verão, alimentação econômica no período seco, terminação em confinamento com volumosos de qualidade, precocidade sexual de novilhas e alta eficiência reprodutiva de vacas, a pecuária de corte se torna tão, ou mais competitiva, que as demais atividades agropecuárias.

REFERÊNCIAS

- AMSTALDEN, M.; GARCIA, M.R.; STANKO, R.L.; NIZIELSKI, S.E.; MORRISON, C.D.; KEISLER, D.H.; WILLIAMS, G.L. Central infusion of recombinant ovine leptin normalizes plasma insulin and stimulates a novel hypersecretion of luteinizing hormone after short-term fasting in mature beef cows. *Biology of Reproduction*, v.66, p.1555-1561, 2002.
- AMSTALDEN, M.; ZIEBA, D.A.; EDWARDS, J.F.; HARMS, P.G.; WELSH, T.H.; STANKO, R.L.; WILLIAMS, G.L. Leptin acts at the bovine adenohypophysis to enhance basal and gonadotropin-releasing hormone-mediated release of luteinizing hormone: Differential effects are dependent upon nutritional history. *Biology of Reproduction*, v. 69, n. 5, p. 1539-1544, 2003.
- ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. Setor de Fertilizantes. Anuário Estatístico 2013. ANDA, 2013. 173 p.

- ANDRADE, A. C.; FONSECA, D. M.; QUEIROZ, D. S. 2003. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. napier). Ciência e Agrotecnologia edição especial: 1643-1651.
- AUBERT, M.L, PIERROZ, D. D.; GRUAZ, N. M. Metabolic control of sexual function and growth: Role of neuropeptide Y and leptin. Molecular and Cellular Endocrinology, v.140, n. 1, p. 107-113, 1998.
- BOIN, C.; TEDESCHI, L. O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. Anais...Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 107-126.
- BRONSON, F.H. Puberty in female rats: relative effect of exercise and food restriction. American Journal of Physiology, v.252, p.140-144, 1987.
- BROOKS A.L.; MORROW R.E; YOUNGQUIST R.S. Body composition of beef heifers at puberty. Theriogenology, v. 24, n. 2, p. 235-250, 1985.
- CANTO, M.W. et al. Animal production in Tanzania grass swards fertilized with nitrogen. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, p.1176-1182, 2009.
- CARVALHO, M.V.; DINIZ-MAGALHAES, J.; PEREIRA, A.S.C.; SANTOS, M.V.; SILVA, L.F.P. 2013. Effect of chronic infusion of leptin and nutrition on sexual maturation of zebu heifers. Journal of Animal Science, 91:1207-1215.
- CONAB. Indicadores da Agropecuária: Quadro de Suprimentos. Disponível em <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1470&t=2> Acesso em março de 2014.
- CORSI, M; SANTOS, P.M. 1995. Potencial de produção do *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 12. 1995, Piracicaba. Anais... . Piracicaba: FEALQ, p.275-303.
- DA SILVA, S.C., Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: II SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, Viçosa: UFV; DZO, 2004. Anais... Viçosa, UFV, p. 347, 2004.
- DINIZ-MAGALHAES, J.; CARVALHO, M.V.; MACHADO, A.B.E. ; SILVA JUNIOR, M.A.V.; SILVA, L.F.P. 2011. Molecular control of puberty as affected by nutrition and leptin infusion in zebu heifers. In: ADSA-AMPA-ASAS-CSAS-WSASAS Joint Annual Meeting, 2011, New Orleans. Journal of Animal Science. Champaign, IL: American Society of Animal Science, v. 89. p. 729-729.
- DINIZ-MAGALHAES, J.; MATURANA FILHO, M.; VASCONCELOS, J.L.M.; SILVA, L.F.P. 2013. Molecular mechanism of neuropeptide Y affected by progesterone and estradiol on prepubertal Nelore heifers. In: ADSA-AMPA-ASAS-CSAS-WSASAS Joint Annual Meeting, 2013, Indianapolis. Journal of Animal Science, 2013. v. 91. p. 392-393.
- EUCLIDES, V.P.B.; COSTA, F.P.; MACEDO, M.C.M.; FLORES, R.; OLIVEIRA, M.P. de. Eficiência biológica e econômica de pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, p.1345-1355, 2007.
- FRASSETO, M.O.; RODRIGUEZ, F.D.; MAGALHAES, J.D.; CONSOLO, N.R.B.; SOUSA, R.T.; PENSO, J. F.; MACIEL, R.A.P.; SILVA, L.F.P. Avaliação de doses crescentes de adubação sobre capim-marandu e capim-mombaça. In: VII Simpósio de Pós-Graduação e Pesquisa em Nutrição e Produção Animal, 2013, Pirassununga. VII Anais do VII Simpósio de Pós-Graduação e Pesquisa em Nutrição e Produção Animal. Pirassununga, 2013.
- GALYEAN, M. L.; J. F. GLEGHORN. 2001. Summary of the 2000 Texas Tech University Consulting Nutritionist Survey. Texas Tech University Department of Anim. And Food Sci. Burnett Center Internet Progress Report no. 12. http://www.asft.ttu.edu/burnett_center/progress_reports/bc12.pdf. Acessado em 20 de outubro de 2011.
- GIMENES, F.M. de A.; SILVA, S.C. da; FIALHO, C.A.; GOMES, M.B.; BERNDT, A.; GERDES, L.; COLOZZA, M.T. Ganho de peso e produtividade animal em capim-marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, p.751-759, 2011
- HONARAMOOZ, A.; CHANDOLIA, R.K.; BEARD, A.P.; RAWLINGS, N.C. Effects of season of birth on the prepubertal pattern of gonadotropin secretion and age at puberty in beef heifers. Theriogenology, v. 52, n. 1, p. 67-79, 1999.

- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2006. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em março de 2014.
- KINDER, J.E.; BERGFELD, E.G.; WEHRMAN, M.E.; PETERS, K.E.; KOJIMA, F.N. Endocrine basis for puberty in heifers and ewes. *Journal of Reproduction and Fertility*, v. 49 Suppl., p. 393-407, 1995.
- LAMB, G.C.; LARSON, J.E.; GEARY, T.W.; STEVENSON, J.S.; JOHNSON, S.K.; DAY, M.L.; ANSOTEGUI, R.P.; KESLER, D.J.; DEJARNETTE, J.M.; LANDBLOM, D. 2006. Synchronization of estrus and artificial insemination in replacement beef heifers using GnRH, PGF2 α and progesterone. *J. Anim. Sci.*, 84:3000-3009.
- LIMA FILHO, R.R.; AGUIAR, G.A.M.; TORRES JUNIOR, A.D. 2014. Rentabilidade em 2013 - O agronegócio e o mercado financeiro. *Agroanalysis*, Mar. 2014.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano mais pecuária / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assessoria de Gestão Estratégica. – Brasília : MAPA/ACS, 2014. 32 p.
- MARQUES, M.O.; RIBEIRO, J.R.M.; SILVA, R.C.P.; SÁ FILHO, M.F.; VIEIRA, L.M.; BARUSELLI, P.S. 2012. Ressincronização em bovinos de corte. Pages 82-92 in *Proc. 5º Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada*. Londrina.
- MELLO, S.Q.S. et al. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção, eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira*, v.9, p.935-947, 2008.
- MELVIN, E.J.; LINDSEY, B.R.; QUINTAL-FRANCO, J.; ZANELLA, E.; FIKE, K.E.; VAN TASSELL, C.P.; KINDER, J.E. Circulating concentrations of estradiol, luteinizing hormone, and follicle-stimulating hormone during waves of ovarian follicular development in prepubertal cattle. *Biology of Reproduction*, v. 60, n. 2, p. 405-412, 1999.
- MESQUITA, B.S.; SOUSA, D.O.; PENSO, J.F.; SANTANA, M.H.A.; FERRAZ, J.B.S.; SILVA, L.F.P. . Effects of sugarcane fiber digestibility and concentrate level on intake and growth of finishing Nellore bulls.. In: *ADSA-AMPA-ASAS-CSAS-WSASAS Joint Annual Meeting*, 2012, Phoenix. *Journal of Animal Science*, 2012. v. 90. p.429.
- PATTERSON, D.J.; PERRY, R.C.; KIRACOFÉ, G.H.; BELLOWS, R.A.; STAIGMILLER, R.B.; CORAH, L.R. Management considerations in heifer development and puberty. *Journal of Animal Science*, v. 70, n. 12, p. 4018-4035, 1992.
- QUEIROZ, O.C.M.; NUSSIO, L.Q.; SCHMIDT, P.; RIBEIRO, J.L.; SANTOS, M.C.; ZOPOLLATTO, M. 2008. Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37:358-365
- RINNE, M., P. HUHTANEN, and S. JAAKKOLA. 2002. Digestive processes of dairy cows fed silages harvested at four stages of grass maturity. *J. Anim. Sci.* 80: 1986-1998.
- RODRIGUEZ, F.D. Avaliação da eficiência biológica e econômica de doses crescentes de adubação em pastagens de capim-Marandu e capim-Mombaça durante o verão e outono em sistema de criação de bezerros. 2012. 123 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.
- SAINSBURY, A.; SCHWARTZER, C.; COUZENS, M.; FETISSIV, S.; FURTINGER, S.; JENKINS, A.; COX, H.M.; SPERK, G.; HÖKFELT, T.; HERZOG, H. Important role of hypothalamic Y2 receptors in body weight regulation revealed in conditional knockout mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.*, v. 99, p. 8938-8943, 2002.
- SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; NUSSIO, L.G.; PEDROSO, A.F.; PAZIANE, S.F.; WECHSLER, F.S. 2007. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36:1666-
- SILVA, L.F.P.; CARVALHO, M.V.; DINIZ-MAGALHAES, J. Crescimento e puberdade de novilhas zebuínas. In: Santos, M.V.; Renno, F.P.; Silva, L.F.P.; Albuquerque, R.. (Org.). *Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal*. 1ed. Pirassununga: Editora 5D, 2009, v. 1, p. 162-190.
- SILVA, L.F.P.; MESQUITA, B.S.; SOUSA, D.O. Impacto do teor e da qualidade da forragem sobre desempenho de bovinos em crescimento e terminação. In: Santos, M.V.; Silva, L.F.P.;

- Renno, F.P.; Albuquerque, R.. (Org.). Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal. 1ed. Pirassununga: Editora 5d, 2011, v. , p. 160-175.
- SOUSA, D.O.; MESQUITA, B.S.; DINIZ-MAGALHAES, J.; RODRIGUEZ, F.D.; MARQUES, B.S.; SILVA, L.F.P. Intake and ruminal kinetics of sugarcane as affected by fiber digestibility and conservation methods.. In: III Internacional Symposium on Forage Quality and Conservation, 2013, Campinas.
- STEINER, R. A.; CAMERON, J. L.; MCNEILL, T. H.; CLIFTON, D. K.; BREMNER, W. J. In: *Neuroendocrine Aspects of Reproduction*, pp. 183-227 [R. L. Norman, editor]. New York: Academic Press, 1983.
- TAUCK, S.A.; WILKINSON, J.R.; OLSEN, J.R.; JANITELL, J.N.; BERARDINELLI, J.G. 2007. Comparison of controlled internal drug release device and melengesterol acetate as progestin sources in an estrous synchronization protocol for beef heifers. *Theriogenology*, 68:162-167.
- TEIXEIRA, R.A. Comparações bio-econômicas entre dois sistemas de produção com diferentes níveis de fertilidade em rebanho Nelore a pasto. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1997. 42p. Monografia (Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1997.
- TJARDES, K. E., D. D. BUSKIRK, M. S. ALLEN, N. K. AMES, L. D. BOURQUIN, and S. R. RUST. 2002. Neutral detergent fiber concentration of corn silage and rumen inert bulk influences dry matter intake and ruminal digesta kinetics of growing steers. *J. Anim. Sci.* 80: 833-840.
- TRINDADE, J. K.; SILVA, S. C.; JUNIOR, S. J. S.; GIACOMINI, A. A.; ZEFERINO, C. V. et al. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-Marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 42, n. 6, p. 883-890, 2007.
- VAICIUNAS, A.; COUTINHO, L.L.; MEIRELLES, F.V.; PIRES, A.V.; SILVA, L.F.P. Leptin and hypothalamic gene expression in early- and late-maturing *Bos indicus* Nelore heifers. *Genetics and Molecular Biology*, v. 31, n. 3, p. 657-664, 2008.
- WILLIAMS, G.; HARROLD, J.A.H.; CUTLER, D.J. The hypothalamus and the regulation of energy homeostasis: lifting the lid on a black box. *Proceedings of the Nutrition Society*, v. 59, p. 385-396, n. 8, 2000.
- WOLFE, M.W.; STUMPF, T.T.; WOLFE, P.L.; DAY, M.L.; KOCH, R.M.; KINDER, J.E. Effect of selection for growth traits on age and weight at puberty in bovine females. *Journal of Animal Science*, v. 68, n. 6, p. 1595-602, 1990.

ASPECTOS GERENCIAIS E ECONÔMICOS DE UM PROGRAMA DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM BOVINOS DE CORTE

Mário Garcia

Diretor Executivo Exagro Ltda

Durante muito tempo tem-se trabalhado com o conceito que a fase da cria é a de menor rentabilidade no sistema de produção de bovinos de corte. Tal “verdade” tem levado um grande número de produtores a concentrarem seus trabalhos na Recria e Engorda, fato que muitas vezes tem levado a escassez na oferta de bezerros no mercado, aumentando o risco de redução de margens das atividades de Recria e Engorda.

O objetivo deste trabalho é discorrer sobre alternativas que possibilitem um aumento de resultados financeiros e econômicos na fase de cria, suas implicações e resultados esperados.

O banco de dados do Benchmarking Exagro acumula resultados desde 2008, neste, além dos resultados alcançados das fazendas assistidas, nos últimos anos tem acumulado também resultados de outras fazendas, chamadas de “Diagnósticos” (Tabela 1). Estas fazendas são fazendas onde não havia consultoria prévia e que foi solicitado diagnóstico, através da análise de dados, e calcular o resultado alcançado por estas fazendas dentro das métricas do Benchmarking. Observa-se uma diferença significativa nos resultados quando comparadas com a média de fazendas com trabalho conduzido há 3 anos ou mais. Vale ressaltar que estes resultados referem-se ao ano de 2012 porque os resultados de 2013 ainda não estão publicados.

Tabela 1. Resultados em R\$/ha/ano nos diferentes sistemas no ano de 2012

Diagnóstico		
Sistema de Produção	Resultados	Média (R\$/há/ano)
Cria	23	-R\$ 0,9
CRE	31	R\$ 24,1
R. Engorda	53	R\$ 107,1

> 3 anos		
Sistema de Produção	Resultados	Média (R\$/há/ano)
Cria	15	R\$ 106,0
CRE	50	R\$ 119,1
R. Engorda	169	R\$ 156,1

* Excluídas fazendas com Cria/Recria/Engorda (CRE) + compras de animais

Lembrando que a Cria / Recria / Engorda (CRE) soma-se à cria em número de fazendas e se a Cria é ineficiente a rentabilidade total do sistema fica comprometida. É preciso atenção e mensuração das atividades separadamente para não comprometer o resultado da CRE devido a uma Cria ineficiente quando esta não está otimizada.

Ao longo dos anos através de análise estatística do banco de dados de resultados das fazendas, tem se repetido a tendência das variáveis Produção de @/ha, Produção de @/cabeça e Custeio por cabeça serem as que mais impactam no resultado anual destas fazendas (Figura 2).



Figura 2. O que mais impacto no resultado

Com base nestas informações vamos discutir sobre algumas características do sistema de Cria e suas implicações:

Estoque alto de animais adultos: uma vez que as matrizes compõem o efetivo bovino ao longo do ano e não serão todas que produzirão um bezerro por ano, a produção de arrobas por cabeça e por ha serão afetadas diretamente.

Giro do estoque é baixo em relação à RE: sendo esta uma das questões que interferem na estratégia das fazendas, uma vez que a margem por arroba produzida tende a ser mais interessante na Cria, mas o giro fica comprometido, o que interfere na rentabilidade. Lembrando que: $\text{Lucro} = \text{Margem (por unidade produzida)} \times \text{Giro (do estoque)}$

Desfrute entre 30 e 37%: o desfrute é calculado dividindo-se a produção anual de arrobas pelo estoque inicial encontrado. Como o peso inicial das matrizes é alto, o desfrute fica comprometido. Na recria / engorda observa-se resultados entre 40 e 50%

Mão-de-obra especializada: para que se obtenha sucesso na atividade é necessário que o pessoal envolvido no processo produtivo seja capacitado para tal e é necessária atenção especial no sistema de cria seja devido aos aspectos ligados ao animal recém-nascido (cuidados especiais, aleitamento, vacinas, medicamentos, etc.) ou mesmo atenção com as matrizes, treinamento de mão-de-obra, etc. Levando em algumas situações a um aumento no custeio, que, como citado anteriormente tem grande impacto no resultado.

Estratégias para uma cria mais rentável:

- Implantar ou ajustar a estação de monta
- Fazer o cruzamento industrial
- Aumentar e melhorar a recria e engorda de fêmeas
- Direcionar o custeio

Implantar ou ajustar a estação de monta

A Estação de Monta ou Estação de Acasalamento tem grande impacto nos resultados das fazendas porque permite ajustar a oferta de forragem produzida à demanda nutricional do rebanho principalmente (Figura 3). Mas tal ajuste ajuda ainda na identificação das matrizes que não estão alcançando um Intervalo de Partos de 12 meses, para estações longas, o número de bezerros desmamados começa a se distanciar do resultado de fertilidade diagnosticada quanto mais longa for a estação. Sendo comum encontrar fazendas com resultados de fertilidade de 80% no diagnóstico e que só

desmamam 60% de bezerros em relação ao total de matrizes. Isso porque Intervalos de Partos longos reduzem o número de bezerros desmamados quando avaliados anualmente.

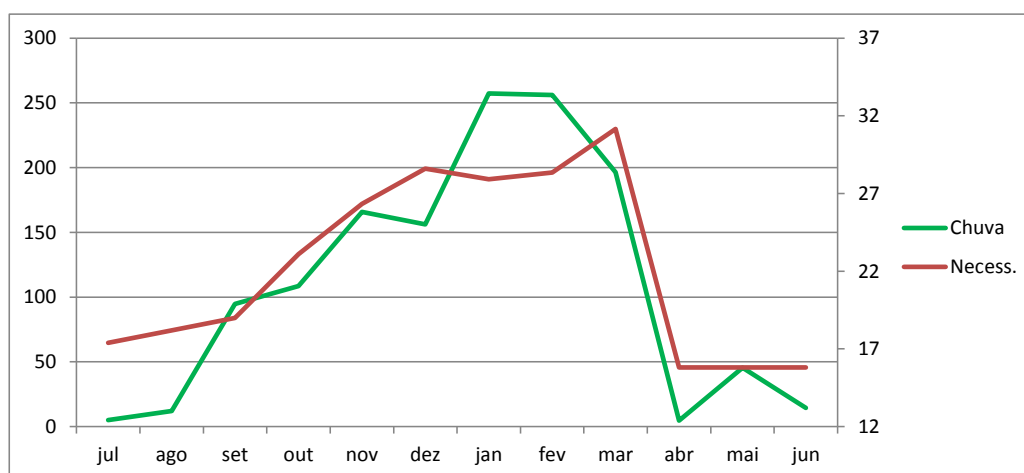


Figura 3. Precipitação anual média (Brasil central) e exigências nutricionais em Megacalorias de energia digestível por dia de uma vaca de 450 kg que concebeu no dia 1º de janeiro.

A estação de monta curta (90 dias ou menos) permite ganhos que, em conjunto auxiliam na obtenção de resultados superiores através do alinhamento com a estratégia nutricional dos quais podemos destacar entre outros:

- Agilidade para identificar e vender as matrizes de descarte
- Permite conciliar capacidade de suporte com a taxa de lotação
- Ajuda na seleção para fertilidade
- Melhora o resultado das primíparas

Outra possibilidade que a implantação de uma estação de monta ajustada à produção de forragem e encurtada possibilita é a desmama precoce dos bezerros. Com essa desmama precoce, as vacas que não ficaram gestantes podem ser vendidas antes do período de seca severa (alívio da carga animal em pastagens) e em algumas situações com pouca ou nenhuma suplementação evitando na maioria das vezes o confinamento destas vacas. Com a possibilidade de alívio de carga no final do período chuvoso, podemos aumentar a carga animal neste sem prejuízos para o sistema como um todo e com o manejo das pastagens mais ajustado à fisiologia vegetal.

Fazer o cruzamento industrial

Com a possibilidade de uso da Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) o cruzamento industrial ganhou o espaço que até então era preenchido de forma parcial uma vez que se utilizou no passado touros europeus que muitas vezes comprometeram os resultados devido à dificuldade de adaptação principalmente devido a questões climáticas.

O cruzamento industrial aumenta o peso e o valor dos bezerros produzidos e pode eliminar uma categoria de recria do sistema como um todo já que as novilhas entram em serviço aos 14 meses. Tal eliminação possibilita ainda o aumento do número de matrizes em produção com a retirada de uma categoria de recria do sistema de produção.

Aumentar e melhorar a recria e engorda de fêmeas

A retenção de bezerras e aumento de animais em recria e engorda dentro da atividade de cria também corrobora para um aumento do desfrute e da rentabilidade. Incorporar cada vez mais novilhas no plantel e aumentar o descarte de matrizes interfere diretamente na produção de arrobas por cabeça e por hectare, uma vez que há substituição de animais adultos por animais ainda em fase de crescimento.

Direcionar o custeio

Direcionar o custeio com vistas à manutenção de custeio baixo é essencial para qualquer atividade. Mas quando tratamos de uma atividade na qual o giro tende a ser menor devido ao peso das matrizes e que a rentabilidade muitas vezes é definida pela melhor margem conseguida, a gestão do custeio torna-se atividade crítica na obtenção de resultados superiores.

Conclusões

Através de mudanças alinhando estratégia nutricional, reprodutiva e uso de tecnologias disponíveis, as fazendas com atividade de cria têm possibilidade de alcançar resultados muito próximos dos alcançados pelas fazendas Top10% que fazem recria e engorda, uma vez que têm obtido resultados superiores à média geral.

A análise das despesas de custeio por conta demonstra o aumento da conta reprodução. Como pode ser visto nas Figuras 4, 5 e 6 quando analisamos o custeio em % do total das despesas, em R\$ gastos por cabeça e por hectare respectivamente. E logo abaixo na Figura 7 encontram-se os resultados alcançados com estas ações.

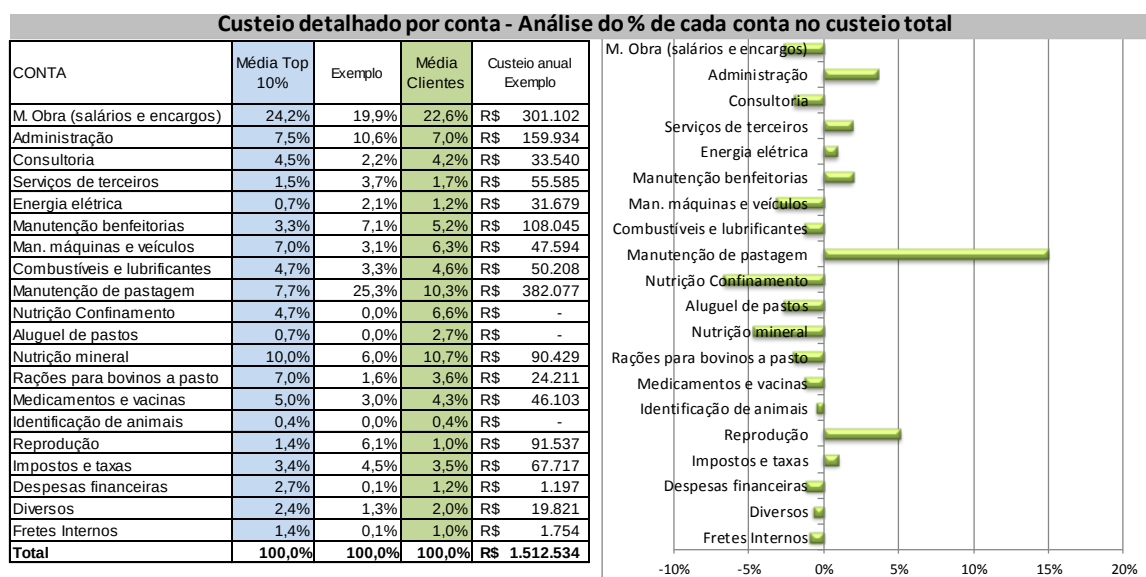


Figura 4.

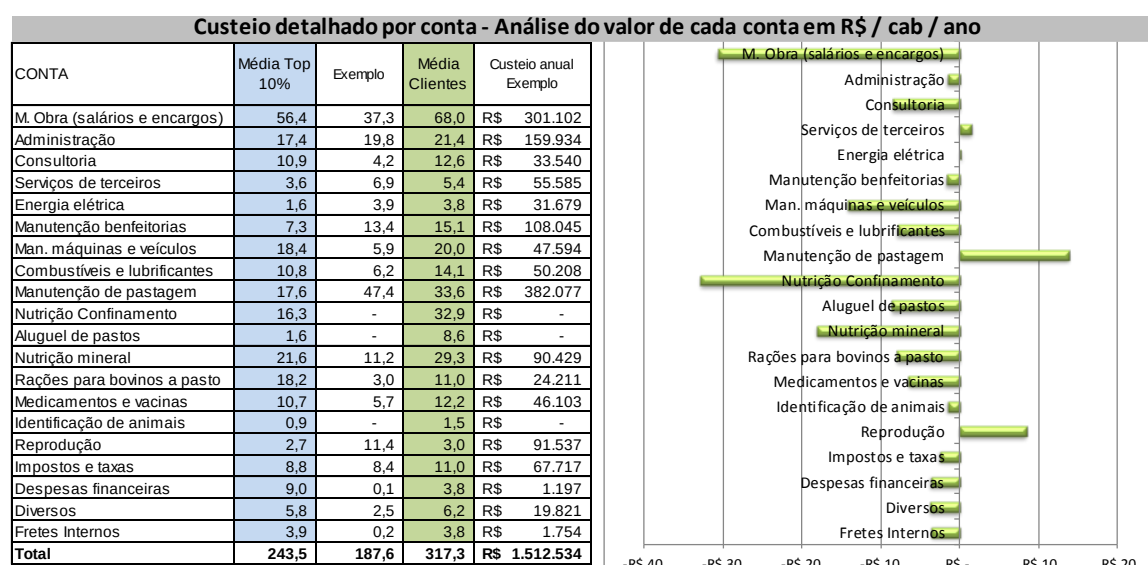


Figura 5.

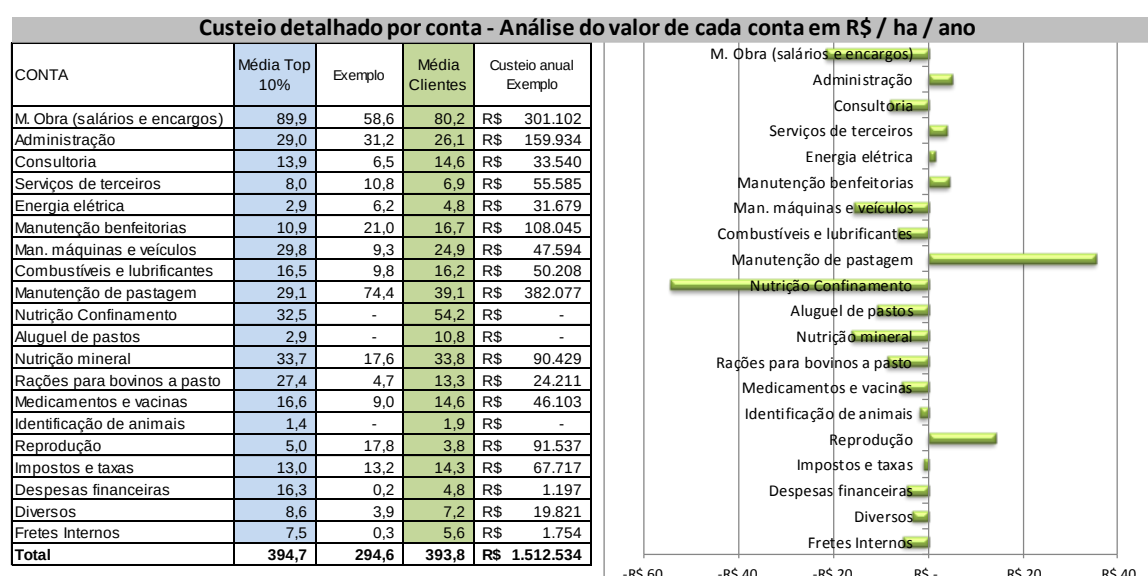
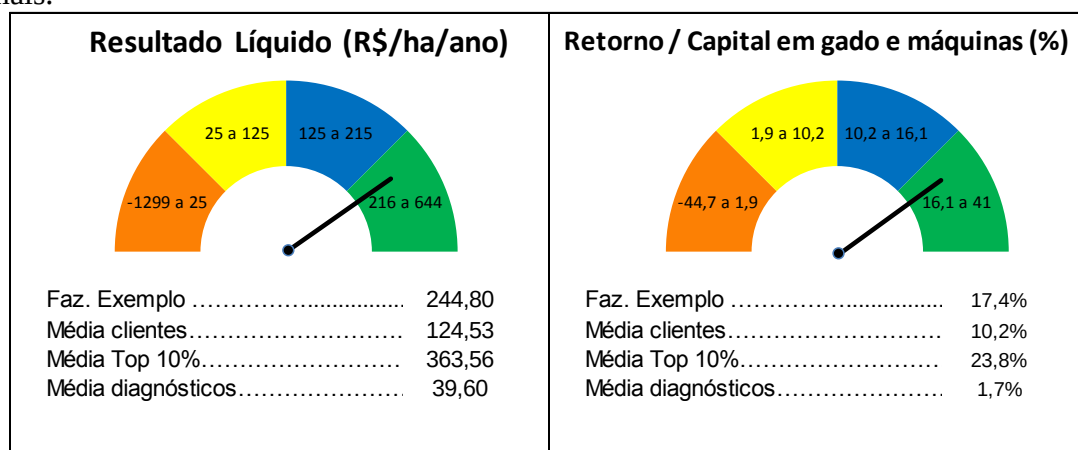


Figura 6.

No banco de dados do Benchmarking são encontrados resultados como o da fazenda exemplo (identificação preservada – Figura 7), na qual uma fazenda exclusivamente de cria apresenta resultados superiores quando comparados com todas as demais.



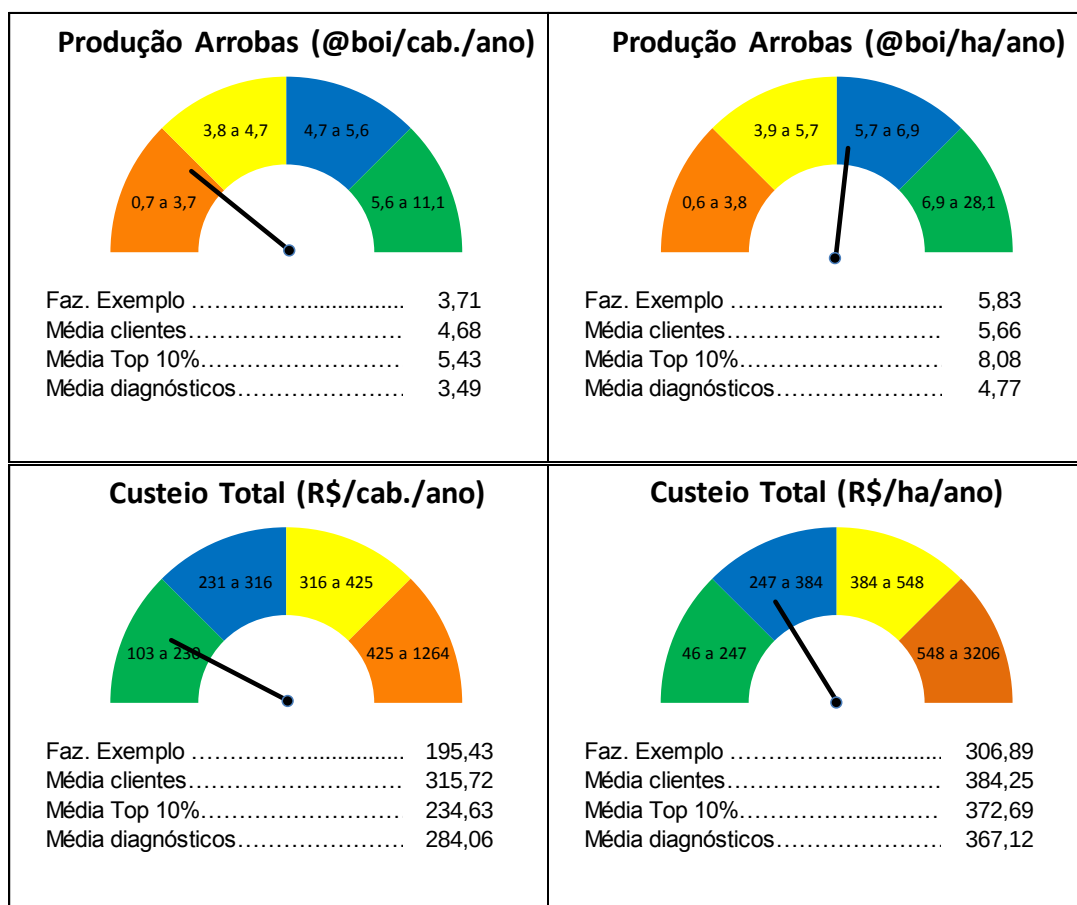


Figura 7. Resultados Fazenda Exemplo

As estratégias apresentadas neste artigo não representam todas as alternativas e nem se aplicam a todas as situações. O objetivo aqui é buscar analisar quais são os aspectos que impactam negativamente na obtenção de resultados superiores e tentar neutralizá-los à luz das tecnologias que temos disponíveis nos dias atuais.

REFERÊNCIAS

- CARNEIRO, G. G., BROWN, P. P., MEMÓRIA, J. M. P. Aspectos da função reprodutiva do gado zebu. Arq. Esc. Vet. UFMG. , Belo Horizonte, v. 11, p. 81 - 87, 1958.
- EXAGRO, Excelência em Agronegócios. (comunicação pessoal).
- GARCIA TOBAR, J. A. Curso sobre pecuária de corte. Belo Horizonte, Escola de Veterinária da UFMG, 1976. (Curso apresentado aos alunos de pós-graduação - Anotações de aula).
- MARIANTE, A. S., HARGROVE, D. D. Idade ao primeiro parto e intervalo entre partos em um rebanho Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 16a, Curitiba, 1979. Anais. Curitiba, 1979. p. 17.
- MIRANDA, J. J. F. , CARNEIRO, G. G. , FONSECA, C. G. , BERGMANN, J. A. Fatores ambientais e genéticos relacionados com o intervalo entre partos na raça Nelore. Arq. Esc. Vet. UFMG. , Belo Horizonte, v. 34, n. 2, p. 375 - 380, 1982.

- PEREIRA, J. C. C. Melhoramento genético aplicado aos animais domésticos. Gráfica da Escola de Veterinária da UFMG: Belo Horizonte, 1983. 430 p.
- PEREIRA, L. C. C. Melhoramento Genético Aplicado à Produção Animal. Belo Horizonte. 1996, 406 p.
- WILTBANK, J. N., ROWDEN, W. W., J. E., GREGORY, K. E., ROWDEN, R. M.
Effect of energy level on the reproductive phenomena of mature Hereford cow. J. Anim. Sci. v. 21, n. 1, p. 219 -225, 1962.

CADEIA DA PRODUÇÃO DE CARNE BOVINA: COMO AGREGAR VALOR AO PRODUTO DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL: DA FAZENDA AO CONSUMIDOR

Fabiana Camargo e Farah

Grupo Pão de Açúcar

Pecuária de Corte: Panorama e Perspectivas

Certamente a pecuária de corte brasileira evoluiu muito nos últimos anos. O Brasil, reconhecido como grande celeiro mundial vem perseguindo a ideia de não de ser mais um grande produtor de carne, mas um produtor de carne com qualidade e responsabilidade. O caminho é longo. Vamos voltar a alguns anos atrás na história da pecuária brasileira. Foi no período pós-guerra, no final da década de 40 que se iniciou o processo de ocupação oficial do que atraiu expressivo contingente populacional de diversas regiões para o Centro-Oeste do país.

Em torno de 1965, o Estatuto da Terra sinalizou a possibilidade de traçar delimitações de terras, criando políticas agrárias aos produtores. Programas especiais como a Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia (Sudam), estimulou de vez a ocupação das terras da região da Amazônia e, principalmente, do Centro-Oeste. A política do Governo Federal para a região ficou amplamente conhecida como “íntegro ou entregue”, para que definitivamente as terras além de serem realmente ocupadas e se tornassem produtivas.

Este processo de ocupação, de forma despreparada, incentivava as pessoas a desmatar sem quaisquer critérios ambientais. É comum, proprietários que ocuparam suas terras nesse período relatar que todos, com medo da malária, desmatavam as beiras dos rios, as nascentes de água para se “protegerem da doença”. Atualmente esses homens até então chamados de “devastadores” recuperaram suas matas ciliares, suas áreas de preservação permanente, suas nascentes, não somente para se adequarem à legislação ambiental vigente, mas para implantar processos sustentáveis já percebidos em suas propriedades rurais.

Alguns produtores, a exemplo de Lorival Antonio Sguissardi, que ao conseguir autorização do órgão competente para formação de uma nova área de pastagem em sua propriedade no Mato Grosso (figura 1), inovou optando por um modelo de pasto ecológico, ou sistema agrosilvopastoril. Este modelo permitiu a área de pastagem entre as árvores, sem a necessidade de derrubá-las.



Fonte: GPA, (2013)

Figura 1. Exemplo de Pasto Ecológico - Produtor Lorival A. Sguissardi

A metodologia empregada na formação destes pastos foi absolutamente diferente de anos atrás, quando utilizou mecanismo para derrubada de todas as árvores para então plantar o capim. No formato atual adotado pelo produtor em questão, nenhuma árvore foi derrubada, somente os cipós e, só então plantou-se capim entre as árvores. Para o Lorival A. Sguissardi, este tipo de pasto é o melhor que tem em sua propriedade, pois o gado engorda mais, tem sombra para seu bem estar e ainda consegue produzir respeitando a fauna e a flora local. Apesar de iniciativas como as do produtor Lorival, o grande entrave a pecuária de corte no Brasil, é a qualidade dos produtos, mesmo com o volume de produção atual.

Friedman (2005), em seu livro *“The world is flat”* (O mundo é Plano), afirma que o mundo não é redondo, e sim plano. Claro que ele não se refere ao globo terrestre, em sua configuração física. O mundo se torna “plano” através da globalização, que derruba espaços, tempo, culturas e até o preço da arroba do boi. Os exportadores de carne do Rio Grande do Sul sentiram isso na pele quando não puderam comercializar seu gado de alta qualidade devido a um foco de febre aftosa no Mato Grosso do Sul mesmo a quilômetros de distância. O fato é que todos os elos da cadeia (figura 2) coexistem em interesses, competências, práticas e forças.

Atualmente o Brasil possui 1,8 milhões de propriedades rurais, somente 200 mil possuem perfil de produção profissional. Profissional sobre dois pontos de vistas, o primeiro é o da qualidade, que está aquém dos países concorrentes no segmento. O segundo ponto de vista é o da eficiência, somente as 200 mil propriedades têm capacidade de implantar sistemas de gestão eficientes para garantir a lucratividade (Vila, Congresso internacional da Carne, 2013).

Devido a grande valorização de terra nos últimos anos, com registros de até o dobro do valor nos últimos 3 anos, é comum vermos casos de fazendeiros que não investem em gestão do negócio. Toda a cadeia de valor perde, quando um dos atores, como esses, fazem parte dos elos de produção. Uma vez que além da falta de investimento nos sistema de gestão, insumos importantes, tais como suplementação nutricional, técnicas de bem-estar animal deixam de ser utilizados, e o consumidor final, consequentemente terá acesso a um produto de menor qualidade. No entanto, as 200 mil propriedades rurais, que

buscam melhorar seus processos e produtos. É com este modelo de produção e com essa visão desses modernos empresários rurais que esses elos se fortalecem e passam a entender o elo final desta cadeia. O consumidor, que deixar de ser um elo passivo na cadeia e passar a ser um elo ativo, exigindo um produto de mais qualidade cadeia de produção.

Nos últimos anos vivemos uma inversão de valores na cadeia de produção da carne. Há décadas o produtor rural produziu o que quis e o que lhe era conveniente. Atualmente essa lógica não é mais sustentável e a fim de buscar eficiência no seu negócio essa produtor passa a ter um olhar no mercado consumidor e busca produzir a necessidade deste mercado. O valor do bife que o consumidor leva para sua casa é resultado de um esforço coletivo e sequencial desta cadeia de valor, que foi impulsionada por este consumidor. Parece que as barreiras psicológicas são as principais responsáveis pela ainda modesta incorporação de novas tecnologias e práticas de gestão na maioria das propriedades de porte médio. Vila pretende compreender melhor porque não existe maior adesão aos novos conceitos e ferramentas que tornariam as fazendas mais produtivas, rentáveis e competitivas.

É esta visão de uma pecuária mais moderna, mais plana, mais eficiente, que vai dinamizar o setor como um todo, trazendo para todos os elos da cadeia de valor da carne, mais maturidade e valor.

O Grupo Pão de Açúcar como indutor de sustentabilidade na cadeia de valor da carne

O Grupo Pão de Açúcar foi fundado em 1948, completou 60 anos em 2008. Atualmente é uma das maiores empresas de varejo do da América Latina com mais de 2000 pontos de venda, entre super e hipermercados, lojas especializadas em eletroeletrônicos, eletrodomésticos e móveis, atacado (cash&carry), além de postos de combustíveis, drogarias e comércio eletrônico. (GRUPO PÃO DE AÇÚCAR, 2013). Em 2008 lançou o Programa de Qualidade desde a Origem com a finalidade de desenvolver sua cadeia produtiva de frutas, legumes e verduras (FLV), e proporcionar ao consumidor maior segurança e informação sobre o produto adquirido em suas lojas.

Seguindo o mesmo padrão do programa de qualidade estabelecido na cadeia de FLV, o GPA, investe também num programa de produção de carne de qualidade, com a premissa de desenvolver um produto que apresentasse menores riscos à saúde pública, maior segurança sanitária aos rebanhos pecuários, maior segurança alimentar aos consumidores e ainda apresentasse maior qualidade, valor nutricional e maciez da carne.

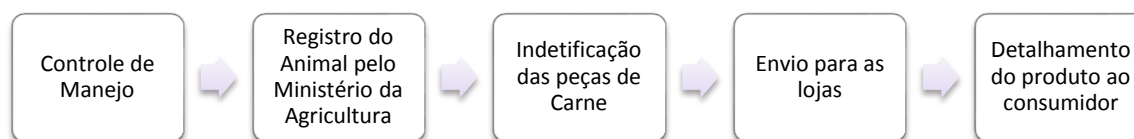
O primeiro passo iniciou-se em 2005, na busca por uma raça paternal de gado europeu que fosse adaptável às condições climáticas brasileiras, que apresentasse alto índice de muscular em idade jovem. O gado jovem apresenta maior maciez na carne, e traria maior eficiência de produção rentabilidade aos produtores devidos seu abate precoce. O resultado deste estudo foi um animal de meio sangue, fruto da inseminação da Raça Nelore (mãe) com o sêmen do Rubia Gallega, raça do noroeste da Espanha que apresenta baixo índice de gordura no animal de idade jovem, conforme tabela 01.

Tabela 1. Comparativo do valor nutricional entre um bovino tradicional e um 1/2 sangue Rubia Gallega

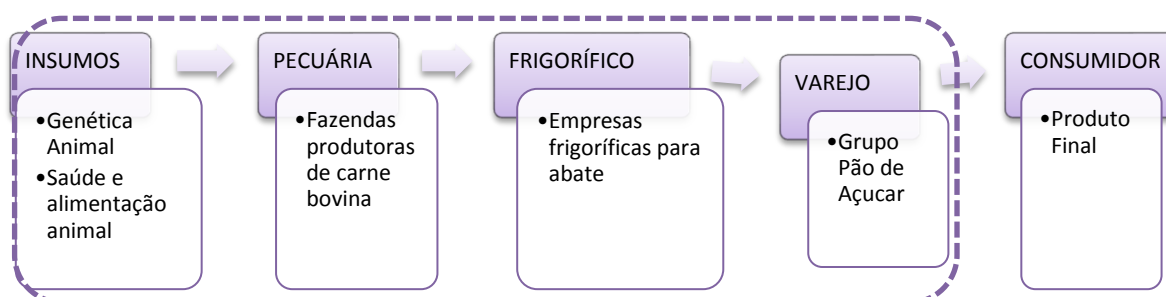
Informação Nutricional Complementar por 100 g de produto			
	Rubia Gallega Taeq	Bovino comum adulto	Redução (%)
Valor energético	114 kcal = 479 kJ	157 kcal = 655 kJ	27
Gorduras totais	1,3 g	6 g	78
Gorduras saturadas	0,6 g	2,7 g	78

Fonte: Adaptado de Grupo Pão de Açúcar (2013)

Os animais frutos de deste processo, são abatidos com 16 meses em média, e apresentam cerca de 180 kg, enquanto que um da raça Nelore leva 30 meses para produzir esta mesma quantidade de massa muscular. São cerca de duas vezes e meia a menos de animais no pasto. Após o desmame, o gado fica de 2 a 12 meses em fase de recria, com alimentos balanceados. Antes da desossa das carcaças identificadas uma a uma, todos os lotes de carnes são identificados e o controle de qualidade é total, e o transporte é fiscalizado (figura 5).

**Figura 2.** Processo de Registro e Rastreabilidade da Carne do Programa de Qualidade GPA

Com esta primeira etapa do programa o GPA objetivou o desenvolvimento de um manejo intensivo de produção de bovinos com alta tecnologia, abate de animais jovens com alto desenvolvimento de massa magra, manejo alimentar, manejo ambiental e índices zootécnicos positivos. No processo foram envolvidos alguns elos da cadeia de valor da pecuária (figura 3). No primeiro elo, insumos, participaram uma empresa especialista em genética animal que desenvolveu estudos sobre a inseminação da raça espanhola no Brasil, e uma empresas de insumos para saúde e alimentação animal.

**Figure 3.** Elos da Cadeia de Valor envolvidos no processo

Na sequência as fazendas produtoras foram selecionadas a partir de critérios socioambientais que assegurasse sua idoneidade e índice e de produtividade:

- ✓ Estar de acordo com a legislação e possuir programa de gestão ambiental com mitigação de seus impactos causados pela produção;
- ✓ Cumprir a legislação trabalhista e que possuir programas de incentivo aos colaboradores para o crescimento pessoal e profissional. Bem como contribuir para que todas as crianças, filhos (as) de seus funcionários frequentem a escola.
- ✓ Adoção de tecnologias para aumentar a eficiência produtiva na fazenda, produzindo mais carne por hectare de terra.

Outro elo envolvido foram empresas frigoríficas, contratada para o carregamento, transporte, abate e desossa dos animais, sendo este trabalho feito separadamente dos demais animais já produzidos por elas, garantido a rastreabilidade e origem do produto que vai para o ponto de venda. O projeto começou com a participação de oito fazendas, hoje conta com 40 fazendas distribuídas nos estados de São Paulo, Mato Grosso e Goiás e representantes da empresa parceira fornecedora da genética animal.

Resultados obtidos com o Programa: A experiência no Grupo Pão de Açúcar

O trabalho que foi iniciado pelo GPA em 2005 se consolidou após oito anos com resultados progressivos em volume de carne comercializados e em resultado financeiro. Esta evolução reflete o amadurecimento da visão do grupo em perguntar e entender o que realmente o que seu cliente busca nas suas gondolas de carne.

O delineamento técnico do programa e o encontro com parceiros certos fez do objetivo do setor de carnes uma realidade. Encomendar para os elos da cadeia que o antecede a carne que nosso cliente deseja: Uma carne com maciez garantida, saudável e sustentável. Não havia outro caminho se não endereçar esse trabalho aos parceiros, frigoríficos e pecuaristas, presentes em sua cadeia de valor. No princípio, alguns dos elos desta cadeia, pareceram indiferentes e incertos pela nova abordagem que propunha transparência e garantias de ganhos para todas as partes.

Outro fator que pode ter um fator importante para o sucesso foi o diálogo aberto diretamente com os produtores rurais, sendo que muitos deles tiveram neste projeto, sua primeira experiência de negociação direta com um varejista. Durante esses anos de trabalho o GPA garantiu e efetuou o pagamento para algumas fazendas em momentos de crise com as indústrias frigoríficas, fortalecendo ainda mais a relação entre o GPA e os produtores rurais.

Em oito anos de trabalho foi iniciado diálogo com a indústria frigorífica que passou de vendedora de carnes a prestadora de serviços diferenciados, e que, com isso, passaram a oferecer produtos e serviços melhores, contribuindo para o desenvolvimento da cadeia de valor como um todo. Além disso, cada pedaço de carne comercializada como a marca Taeq Rubia Galega, recebe uma identificação em código 2D (duas dimensões), que assegura ao consumidor, a sua origem. O GPA reconhece o trabalho desta cadeia tão complexa levando a história deste processo para o consumidor final. O GPA expõe esses produtos e dá a possibilidade para os clientes, através de sua opção de compra, a reconhecer a qualidade deste produto e consequentemente, sustentar através este programa de valor.

A Raça Rubia Gallega:

Para entender a raça Rubia Gallega temos de voltar no início da história, quando um grupo humano celta de ascendência indo-europeia, ocuparam grande parte da Europa Central, e após lutas foram empurrados para o oeste Europeu. O grupo que ocupou o norte da Espanha levou dentro sua marcha a única riqueza móvel na época: o gado, que tinha vários séculos de domesticação, entre os quais estavam os antepassados da Rubia Gallega.

Em tempos celtas, a raça de gado que habitavam Galiza, sem cuidado ou abrigo, ou o uso agrícola e fonte era de carne e gordura entre outros. Em 760, Odoario Bispo de Lugo para preencher o território de uma diocese, deu bois às famílias para arar como base para cumprir sua meta de repovoamento humano. Já entre 1531 e 1541 a conquista do Peru, começou o cultivo de batatas e milho que foram levados para a Espanha. Logo esses alimentos passaram a alimentar os animais.

As terras aráveis, cansadas dos antigos grãos como centeio, nabo, linho, castanhas, começou a produzir como batata e milho, em quantidades cada vez maiores. Consequentemente o gado passou a aumentar consideravelmente pela melhor alimentação. Os lucros com a venda do gado também aumentavam. A Rubia Gallega, raça de capacidade mista se consolidava como motor para o trabalho agrícola, fornecimento de leite para o consumo familiar e carne cuja venda propiciava outras aquisições.

No final do século XVIII, a raça Rubia Gallega encontrou um bom mercado de carne na Inglaterra, mantendo-se quase até o início do nosso século. Em 1906, Lugo realizada no Primeiro Congresso Agrícola e Pecuário, estabelece a conclusão "da seleção cientificamente orientada". A partir de então a Raça Rubia Gallega começa um intenso processo de seleção genética para produção de carne. Atualmente é uma raça de origem Geográfica protegida que garante e expressão das características raciais.



Figura 4. Gado Meio-Sangue Nelore x Rubia Gallega

As carcaças devem ser bem conformadas com musculatura evidente (sub-convexas) preferencialmente com gordura escassa, podendo ser mediana. Não devem apresentar gordura uniforme ou excessiva. Não serão desclassificados cruzados de Rubia Gallega X Nelore por peso, gordura ou conformidade. Distorções e carcaças fora do padrão esperados serão reagendadas entre o GPA e o produtor, conforme demanda do mercado. Os resultados de rendimento de desossa abaixo de 77% serão informados ao produtor a fim de ajustar as dietas para melhores resultados.



Figura 5. Carcaça Meio-sangue Nelore x Rubia Gallega

REFERÊNCIAS

<http://www.beefpoint.com.br/cadeia-produtiva/giro-do-boi/francisco-vila-srb-fechamento-2011-e-perspectivas-para-a-pecuaria-em-2012/>

MANEJO RACIONAL DE BOVINOS PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA REPRODUTIVA E PRODUTIVA EXPERIÊNCIAS E APRENDIZADOS

Paulo Eduardo Fonseca Loureiro

Merck AH - Global Ruminant Business Unit
Summit – NJ – USA
paulo.loureiro@merck.com

Nos últimos 20 anos a evolução na produção pecuária é significativa nos países que se dedicam ao agronegócio moderno, seja qual for a métrica usada. Brasil e Estados Unidos são exemplos dessa mudança. Compare o que era a produção de gado de corte, em quilos de carne produzido por hectare, ou analise a conversão alimentar em confinamento (kg produzido/kg ração consumida) e ficará claro o salto produtivo.

O foco atual não está mais apenas em aumentar a produção, pois a sociedade atual demonstra forte interesse em saber como os animais foram criados e manejados, se foram respeitadas normas éticas desde o nascimento, durante a sua vida e até o produto final. O mercado consumidor europeu e norte americano valorizam muito esse aspecto e tem grande poder de influência. A produção de alimentos está interligada globalmente e os desafios não respeitam barreiras geográficas, tendências locais podem se tornar globais rapidamente.

Pensando na pecuária brasileira vejo, por exemplo, que por décadas ensinou-se que Sanidade, Genética e Nutrição eram os fatores básicos para o seu crescimento. Em meados da década de 1990, quando deixei a Universidade eu já tinha em mim a certeza de que o modo como às pessoas manejavam os bovinos precisava ser melhorado e que a Gestão da Propriedade deveria ter isso como prioridade.

Porque eu cresci em uma fazenda, eu tive a felicidade de conviver e interagir desde muito cedo com os animais. Eu presenciei situações inusitadas, que hoje reanalizando, vejo que a inabilidade e a falta de entendimento sobre como o gado se comporta desencadeavam nessas pessoas estresse e medo. Muitas vezes as pessoas reagem mal para com o gado, para com os cavalos e até mesmo com os colegas de trabalho. O medo e a falta de informação podem ser grandes aliados de acidentes.

O manejo de gado normalmente se aprende por observação. Você observa o que os manejadores mais experientes fazem e repete o que vê. No meu caso, confesso que observar os cavalos e o gado em seu ambiente natural contribuiu de uma forma muito intensa para o meu aprendizado. Essa experiência, somada às minhas reflexões sobre como mudar aquele ambiente de trabalho que eu conheci me ajudaram a construir a minha prática profissional, que tem como foco o conjunto – pessoas, gado e cavalos. Eu vejo esses três componentes como interligados e inseparáveis. O trabalho em fazendas necessita de uma Abordagem Multifocal, termo que usei anteriormente em outras publicações.

Durante a minha carreira eu também conheci bons manejadores, homens que trabalhavam com o gado sem gritos, criando um ambiente com menos estresse, mas eles não sabiam colocar em palavras o que faziam. Eles simplesmente faziam. Eu evolui observando a postura corporal de alguns excepcionais vaqueiros. A calma e a rapidez deles na “leitura do gado” (antecipando o movimento e a reação do rebanho) sempre foram fatores que me chamavam a atenção.

Estudando, observando e praticando eu fui aprimorando o entendimento sobre o assunto. O gado e os cavalos demonstram em sua postura individual, ou de grupo, se estão em conforto ou se estão com medo. Medo pode ser descrito, nesse caso, como uma resposta emocional à percepção de perigo. O entendimento dessa linguagem é a chave para melhorar a interação entre pessoas e gado e para impulsionar a produção pecuária de forma ética e responsável.

O modo como eu manejo gado é a junção de vários fatores como os autores que li, pessoas simples que eu observei trabalhando e a minha própria percepção sobre o gado, os homens e os cavalos. Acredito em evolução contínua e também abordarei conceitos novos que estão me influenciando fortemente. O resultado de anos de observação, estudo e interação estão simplificaradamente descritos abaixo.

✓ **Nada nas mãos:** você não precisa estar carregando um pau, um ferrão, um chocalho ou uma bandeira para mover ou manejar gado. Isso é uma distração e pode atrapalhar, portanto use sua postura corporal, ângulos e posicionamento para influenciar o animal ou o rebanho. Veja um exemplo:



Figura 1. Treinamento no Confinamento Parecis – Mato Grosso 2011: bovinos à minha direita aguardando comando, notem as orelhas apontadas para mim. Faço movimento adiante para demonstrar minha intenção.



Figura 2. Treinamento no Confinamento Parecis – Mato Grosso 2011: na sequência dou um passo atrás me reposicionando ao lado do gado, gerando um movimento adiante e à esquerda. Observe eu olhando para o local que desejo que os animais sigam. Gado se movendo com a cabeça alinhada ao corpo.

- ✓ **Reduza o volume da sua voz:** pessoas, gado e cavalos não gostam de gritos.
- ✓ **Entenda que gado e cavalos têm boa memória.** Eles se lembram de experiências anteriores e reagem influenciados por experiências prévias. Tenha cuidado, pois animais mais velhos que já sofreram com manejadores despreparados podem reagir agressivamente. Contudo eles podem aprender um novo comportamento se forem submetidos a boas práticas de manejo. Gado Nelore geralmente aprende muito fácil e se adapta rapidamente ao bom manejo.
- ✓ Use o conceito **zona de fuga** e **ponto de balanço** para movimentar gado.

The Stockmanship

Esse é um novo horizonte para aprendizado e evolução. É também a tradução refinada de uma linguagem antiga entre homens e gado. O conceito “Stockmanship” possui inúmeras definições, mas a que melhor se aplica a meu ver, é a arte de manejar o gado de maneira natural para o animal e para o manejador. Os princípios da efetiva Stockmanship têm sido adotados nos dos Estados Unidos, Canadá e Austrália de forma gradual e contínua.

Eu fui apresentado à técnica por Tom Noffsinger (Benkelman, Nebraska) e Kevin Sullivan (Bell, Australia), ambos médicos veterinários e membros do *Production Animal Consultation* (PAC), um grupo de veterinários que atua conjuntamente nos Estados Unidos e Australia. Tom Noffsinger é também pecuarista no estado do Nebraska. Ele tem trabalhado com gado por sessenta anos e conviveu com Bud Williams, um influente difusor da técnica de manejo de gado com baixo stress (Low Stress Livestock Handling).

Bud Williams faleceu em 2012, mas seus ensinamentos são respeitados e estão fortemente enraizados em algumas regiões dos Estados Unidos.

Eu tenho aprendido novos conceitos com Tom Noffsinger através de comunicações pessoais e em trabalhos conjuntos em fazendas e em feedlots em Nebraska, Texas e Colorado, EUA, durante o ano de 2014. Esses são os princípios básicos:

1. **Gado precisa nos ver:** para manejar gado é preciso que estejamos em seu campo de visão. Gado precisa ser guiado por humanos a pé ou a cavalo. “Gado anseia por nos ver”, Dr. Tom sempre diz isso. O gado precisa entender o comando para reagir a ele. Se o gado não puder ver o manejador e “entender” o comando corporal ou visual, sua reação natural de defesa poderá ser a apresentação do comportamento de fuga ou o animal parará de se mover. Tom Noffsinger e Kevin Sullivan não usam nada nas mãos para manejar gado. Tenho me dedicado a entender e a praticar a usar os olhos para influenciar o movimento do gado, pois o gado compreende esse tipo sutil de comando.

2. **Gado gosta de passar ao redor do manejador:** portanto devemos nos posicionar em ângulos que permitam ao animal (e ao rebanho), sempre que possível, fazerem esse movimento e seguir para o portão ou para o local em que queremos que ele vá.

3. **Gado quer sempre ver quem está lhe guiando e o seu destino simultaneamente.** Isso é fundamental. Bovinos se movem melhor e com mais confiança se puderem ver o manejador com um olho e o local de destino (portão ou brete) com o outro olho.

4. **Gado gosta de retornar por onde veio:** instintivamente gado gosta de dar meia volta para buscar abrigo em um lugar que lhe é familiar. Este é um recurso de sobrevivência e pode ser usado em design de curral. A Bud Box é um ótimo exemplo. Vou abordar esse assunto mais adiante.

5. **Gado processa uma coisa de cada vez.** Portanto o uso da voz é desnecessário e gera distração. Se o bovino está olhando para o manejador para reagir a um comando corporal ou visual e ao mesmo tempo alguém grita ou emite sons, isso distrai a atenção. O animal pode parar para tentar entender o que está acontecendo.

6. **Gado precisa confiar no manejador:** mantenha a calma e aprimore sua postura corporal: o melhor meio de mover o gado é agindo lentamente, com muita calma. Exercite sua paciência e a capacidade de observação. Pratique incansavelmente. Se o gado está com medo de você é porque você está fazendo algum gesto ou assumindo uma postura que o gado está entendendo como não confiável.

Aplicando os conceitos na prática diária com gado:

✓ **Pressão e alívio:** um bom manejador deve entender claramente como usar os conceitos de pressão e de alívio (pressure and release). Só coloque pressão no gado se você já tem definido claramente para onde você deseja que o gado vá. Não aplique pressão se o gado não tem para onde ir. Aplicar pressão significa entrar na zona de fuga para gerar movimento. O manejador tem que entender como fazer isso e quando deve

parar. Um bovino ou um cavalo rapidamente aprenderá a tolerar pressão e não desenvolverá estresse se perceber que há um meio de aliviá-la.

✓ **Não fique parado ao se aproximar do gado:** mova-se um pouco, pois isso facilita que os animais o localizem. Ao se aproximar de um lote de bovinos faça com que todos vejam você e assim que eles iniciarem o movimento desejado dê um passo atrás, aliviando a pressão. Dr. Tom costuma dizer: “Se eles respondem ao que você pediu, dê um passo atrás para dizer ‘muito obrigado’”.

✓ **Analise a postura do rebanho como um todo:** é importante identificar os animais Sentinela, que serão os primeiros a levantar a cabeça quando nos aproximamos. Quando eles fizerem isso, pare seu movimento e dê um passo atrás para demonstrar que você os viu. Reposicione-se e avance novamente quando os sentinelas estiverem mais confortáveis com sua presença. Esses animais são os que levarão o rebanho para longe de você, portanto preste atenção neles.

✓ **Coloque o foco sempre nos animais que estão na frente do rebanho:** eles são os líderes, os demais vão segui-los – comportamento natural de grupo. O ponto mais importante para influenciar o movimento do gado não é o ponto de balanço (paleta), mas sim os olhos. O ponto de balanço na verdade está relacionado com a posição do manejador em relação aos olhos do gado. Posicione-se pelo lado do animal, evite a todo custo se posicionar atrás do gado, pois isto só fará com que ele se vire para tentar localizar você.

✓ **Gado só se move se estiver com a cabeça alinhada com o corpo:** considere que o gado precisará estar com a cabeça alinhada com o corpo, porque senão ele não vai se mover adiante. Encontre a posição correta para você. Faça com que o gado olhe para onde você deseja que ele siga. Observar as orelhas também é importante. Elas explicam muito a respeito do gado. Orelhas apontadas para frente significam que ele está com atenção total no que está à sua frente. Ele precisa compreender o que está olhando para então se mover. Dê um tempo à ele e lembre-se que a bovinos não têm boa percepção de profundidade. A anatomia da cabeça e a posição dos olhos privilegia a visão periférica.

✓ **Mova-se em sentido contrário ao fluxo do rebanho para iniciar ou para acelerar o movimento e depois volte para frente para poder ser visto e guiar o movimento.** Isso funciona perfeitamente quando se move o gado de um compartimento de curral para outro, ou quando o gado está no tronco (que tem que ser aberto na lateral).

✓ **Mova-se paralelo ao fluxo do rebanho para diminuir a velocidade ou para pará-lo.** Ao se aproximar da região da paleta o bovino parará e olhará para você, procurando novas instruções.

✓ **Mova-se no mesmo sentido do rebanho,** mas em ângulo aberto para encorajar o movimento na direção desejada.

✓ **Gado gosta de lições curtas e de interagir com humanos:** podemos treinar o gado. É importante e recompensador passar de 3 a 7 minutos treinando o gado no pasto (ao redor do cocho de sal ou no malhadouro), ou dentro da remanga do confinamento. Nunca estenda demais a lição e volte durante o mesmo dia se forem animais que estão sendo desmamados ou recém- chegados à propriedade. Gado aprecia contato com humanos e esse treinamento facilitará o manejo em curral quando for época de

vacinações, inseminação ou embarque. Gado precisa se acostumar com você. Invista tempo nisso.

✓ **Gado precisa confiar e respeitar o manejador, esteja ele montado à cavalo ou à pé:** há locais em que o gado não tem familiaridade com gente à pé e isso pode ser um problema. É importante treinar os animais à pasto para se acostumarem com manejadores à pé, pois essa é a melhor forma de manejá-los no curral. Ao dar rodeio no gado a pasto, acostume-se a descer do cavalo e mantenha-o por perto. Deixe o rebanho se aproximar de você.

✓ O principal objetivo de tudo isso é criar **confiança** do gado para com o manejador. O gado precisa seguir os comandos do manejador **voluntariamente**. Os sinais de medo aparecerão se eles se sentirem ameaçados, pois gado é animal presa.

✓ Todos esses conceitos são essenciais no trabalho direto com o gado e dependem da interação homem-gado, mas as instalações também podem desempenhar um papel importante nessa relação. Instalações adequadas são facilitadores no manejo do gado.

Algumas observações sobre Instalações

Por muitos anos tenho indicado o fechamento das cercas laterais de seringas e troncos para tornar o fluxo do gado mais rápido, retirando a possibilidade dos bovinos de fazer uso de sua visão periférica. Esse conceito é propagado pela Dra Temple Grandin.

Para gado Nelore sempre achei que isso facilitava o manejo, já que o gado só tem que prestar atenção no que está adiante. Contudo, da seringa para trás sempre optei por trabalhar no chão, onde os animais podem me ver e responder ao meu movimento. Os sistemas de tubo, ou meia curva, que também chamamos no Brasil de *curral racional* são inspirados nos modelos americanos e têm a intenção de evitar o contato do manejador com o gado e de usar o conceito de foco à frente, retirando distrações ao redor. Todavia, neste sistema se faz necessário o uso de passarelas e isso é pouco natural para o gado, pois quando o gado tem que olhar para cima, para poder entender o que você quer que ele faça, ele não se move. Eu tive esse problema inúmeras vezes.

Isso também ocorre com cavalos. Nenhum cavalo se move se puxarmos as rédeas e levantarmos a sua cabeça. Quando isso ocorre o animal para imediatamente. Bovinos que têm que olhar para cima para ver o que o manejador deseja ficam confusos. Lembre-se que a cabeça do animal tem que estar alinhada com o corpo para que ele se mova na direção desejada. Esses conceitos me fazem repensar o uso de currais com seringas e troncos de paredes fechadas. Particularmente sempre preferi troncos retos a curvos e sempre tive dificuldades com passarelas, mas eu não sabia como usar o tronco aberto nas laterais. Aprendi a solução com Tom Noffsinger e esta foi uma feliz lição. Ele me ensinou que os conceitos de Stockmanship explicam como os troncos e seringas abertas podem facilitar o movimento do animal, pois tudo depende do manejador e do seu posicionamento.

Um bom exemplo disso é A Bud Box, que é uma instalação simples e eficaz para direcionar o fluxo de gado para o tronco reto e consequentemente para o brete. A Bud Box foi criada por Bud Williams e pode ser encontrada em muitas fazendas nos Estados Unidos. Quando utilizadas em conjunto com uma Daniel's Alley (que é o tronco), de preferência com a parte inicial tendo acesso para dois animais, tornam o fluxo de gado fácil e rápido.



Figura 3. Daniel's Alley – foto Paulo Loureiro (www.danielsmfg.com)

Kevin Sullivan tem usado Bud Box na Austrália e na Tasmânia com gado zebu e os resultados são excelentes. Tom Noffsinger desenhou várias Bud Box para embarque de gado ou para uso em currais (processing barns). No Brasil vejo espaço para o uso desse conceito, mas considero elevar a altura da cerca, pois trata-se de gado Nelore. Outra consideração é talvez trabalhar em alguns casos pelo lado de fora da Bud Box, caso o gado tenha grande zona de fuga.

Abaixo, gentilmente cedido por Kevin Sullivan e Tom Noffsinger, um esquema de curral com uma Bud Box:

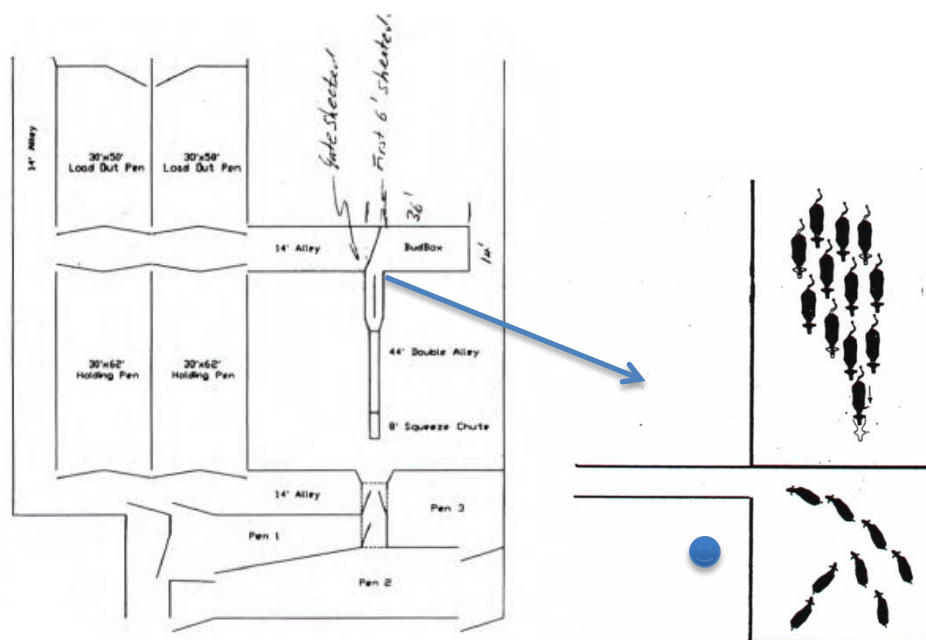


Figura 4. Bud Box design

A Bud Box substitui a seringa ou o sistema de curvas que alimenta o tronco. Ela é aberta nas laterais, pois é construída com tubos, e a única parte sólida é o portão que se fecha após o gado entrar nela. Suas dimensões são 4 a 4,5 m de largura, por 9 a 10m de comprimento. Ela deve receber por vez 4 a 8 animais, dependendo do tamanho e do peso. A entrada de novos animais na Bud Box só deve ser feita quando o tronco estiver quase vazio. É importantíssimo reforçar que o tronco tem como única função conduzir o bovino para o brete, onde o mesmo receberá vacinas, vermífugos e outros cuidados. O manejador não deve aproveitar a presença do animal no tronco para aplicação de medicamentos, marcações ou qualquer outra atividade.

Sobre o design do tronco, ressalto que nada que tire o equilíbrio do bovino quando o mesmo se encontra em movimento, será bem aceito pelo animal. Troncos com paredes em V atrapalham muito o movimento do gado. Quando o bovino se move, naturalmente ele abre as patas. Se o fundo do tronco ou do brete é em V, isso impede que o animal se apoie, gerando desequilíbrio e medo. O tronco e o brete devem permitir sempre que o animal apoie confortavelmente as quatro patas no chão. Isso é básico e fundamental. No que diz respeito aos bretes, a contenção deve ser por pressão lateral e o equipamento deve ser o mais silencioso possível.



Figura 5. À esquerda: tronco em V no Mato Grosso do Sul, BR onde o bezerro Nelore está com as patas totalmente abertas, preenchendo o espaço do tronco. Um bovino de maior tamanho tem que fechar as patas para caminhar nesse tronco. À direita: Daniel's Alley (Nebraska, US) onde as paredes são retas, facilitando o movimento do gado.

Algumas aplicações da Stockmanship no Brasil

As aplicações da técnica são múltiplas e servem para qualquer tipo de bovino em qualquer fase de sua vida, mas gostaria de destacar duas fases onde o manejo pode ser bastante melhorado com o uso da Stockmanship: IATF e desmama.

O Brasil é o país do mundo que mais usa a IATF para gado de corte. Os protocolos requerem três ou quatro manejos para serem concluídos e milhares de vacas e novilhas são inseminadas por estação de monta. A adoção dos conceitos de Stockmanship beneficiará a rotina diária e facilitarão o manejo. Não se pode realizar este trabalho sem mão-de-obra treinada e com animais estressados.

Desmama é um período de muito estresse para o bovino. Rotineiramente os lotes de vacas com bezerros a serem desmamados são trazidos para o curral, onde as crias são separadas e têm três possíveis destinos:

- 1) Ficam presos no curral por um a três dias, muitas vezes sem água;
- 2) São colocados em uma remanga ou piquete com água e algum tipo de alimento. Ali eles podem ficar por alguns dias. Eles ficam andando ao redor, estressados e procurando pelas vacas;
- 3) São embarcados e levados para outra propriedade (venda ou transferência de fazenda). Há muitas fazendas que adotam práticas mais conscientes como a desmama em pastos separados por corredor, onde os bezerros e vacas podem ver-se, mas não é a maioria.

As três opções mais comumente usadas não favorecem os animais jovens e causam perda acentuada de peso, pois os animais pouco se alimentam durante este período. Devido ao estresse o sistema imunológico se deprime e doenças oportunistas podem se

manifestar. Soluções para se minimizar tais problemas obrigatoriamente passam pela adoção de métodos que propiciem aos bezerros aceitar novo comando. Um manejo adequado faz com os bezerros se comportem em grupo contemporâneo, ou seja, sem a liderança de uma vaca.

Na Austrália Kevin Sullivan tem preconizado a adoção do Yard Weaning (desmama em remanga). O método consiste em colocar os recém-desmamados em uma remanga que deve ter cercas de madeira ou cordoalha. Ali há interação diária de um manejador com o lote em lições curtas de 3 a 7 minutos ensinando o lote a se comportar como rebanho e aceitar o humano como líder. A rotina é mantida por cinco a dez dias e depois pode se transportar os animais ou destiná-los para áreas de pastagem ou para o confinamento.

A chave do sucesso está no contato com o gado, na atitude e na habilidade do manejador que trabalhará este lote durante os cinco a dez dias, ensinado os animais a se moverem em grupo, passarem por portões e a se exercitarem. O sucesso também depende da escolha do lugar adequado, que deve ser calmo, sem muito barulho e se possível com sombra, com área mínima de 4m² por cabeça, com água à vontade e feno ou silagem de boa qualidade que devem ser fornecidos diariamente.



Figura 6. Remanga para Yard Weaning na Austrália. (foto Kevin Sullivan)

* note os bezerros e o manejador em uma “lição” diária.

Animais desmamados em Yard Weaning têm melhor desempenho no confinamento do que animais desmamados pelo método tradicional. Eles também têm menor incidência de doenças ao longo da vida.

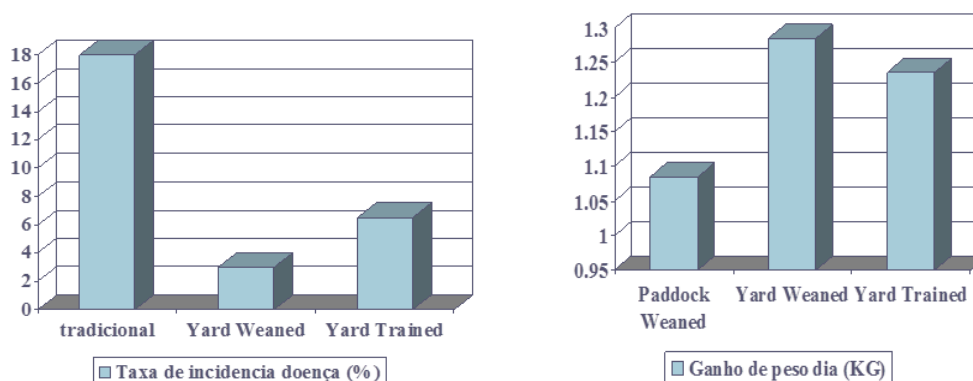


Figura 6. Fonte (Kevin Sullivan, palestra em Oberlin, KS em 24 Junho 2014).

Os resultados apresentados no gráfico acima comprovam a eficiência prática da técnica e o impacto econômico que ela pode resultar. Yard Trained são animais aclimatados com metodologia semelhante à descrita acima dias antes de darem entrada no confinamento, mas que não foram desmamados no método Yard Weaning.

Conclusão

A mudança de paradigma na produção agropecuária é fato. Acompanhar esse processo é ponto primordial e as empresas de saúde animal podem participar ativamente desse novo jeito de enxergar a produção agropecuária. Discutir, difundir e aplicar na prática o bem-estar animal é importante. A meu ver o conceito stockmanship é essencial e efetivo porque influencia no bem-estar do gado, no bem-estar e na segurança dos manejadores e interfere positivamente no desempenho econômico da atividade. Ele também reduz o aparecimento de doenças, contribuindo para a diminuição do uso de antibióticos e maximiza a eficácia das vacinas e dos vermífugos. Além disso, o tratamento gentil para com os bovinos e equinos é eticamente o correto a ser feito.

Ao redor do mundo bem-estar animal é um assunto que cresce em importância a cada ano. Universidades americanas, como Kansas State University, Washington State University e a Texas A&M entre outras estão investindo em estudos nessa área. Stockmanship resgata e reforça a arte de manejar gado e quando aplicada à medicina veterinária, traz consigo o conceito do profissional de saúde animal como **Caregiver**, que é o cuidador responsável pela saúde e bem-estar do bovino, do equino e da integração da equipe de trabalho através do treinamento contínuo.

A MSD Saúde Animal em breve trará para o mercado um canal de comunicação onde estes conceitos poderão ser facilmente acessados. Você pode acompanhar o desenvolvimento desse trabalho pelo site da MSD e da Merck Animal Health.

REFERÊNCIAS

www.merck-animal-health.com

www.msd-saude-animal.com.br/

<http://responsiblebeef.com/>

Low-stress Cattle Handling – understanding & working with Cattle Instinct by Tom Noffsinger - <http://vimeo.com/83256777>

LOUREIRO, P. E. F. Bem Estar Animal aplicado á bovinos de corte – Uma abordagem multifocal. 2007. *Anais do 6º Simpósio sobre Bovinocultura de Corte – Requisitos de Qualidade na Bovinocultura de Corte*, Fealq, Piracicaba 2007.

<http://www.cpt.com.br/cursos-bovinos-gadodecorte/manejo-racional-de-gado-para-vaqueiro>

<http://www.bovilismh.com.au/files/WhyYardWeancattleDrKevApril2010.pdf>

[http://www.beeflambnz.com/Documents/Farm/The%20advantages%20of%20yard%20weaning%](http://www.beeflambnz.com/Documents/Farm/The%20advantages%20of%20yard%20weaning%20)

NOVOS CONHECIMENTOS DA FISIOLOGIA DA REPRODUÇÃO APLICADOS NA BOVINOCULTURA

Gomes RG; Sarapião FD; Lindquist AG; Bufalo I; Costa CB; Bergamo LZ; Seneda MM

Departamento de Reprodução Animal – Universidade Estadual de Londrina

A eficiência na reprodução da bovinocultura deve abranger vários tópicos, incluindo a gestão da fertilidade da fêmea. Isto inclui a compreensão e a manipulação da fisiologia, para atuação nas biotécnicas reprodutivas, incluindo IATF e produção de embriões. Um relevante aspecto da atualidade diz respeito ao número de folículos antrais e sua relação com diversos indicadores de fertilidade, desde produção de embriões até taxas de prenhez após I.A. ou T.E. Este artigo traz uma abordagem aplicada dos principais avanços da fisiologia ovariana e a biotecnologia aplicada da reprodução em bovinos.

No aspecto comercial, a indústria de embriões, notadamente a produção de embriões in vitro (PIVE), tem crescido drasticamente no mundo. O Brasil, desde a última década, é o líder mundial na produção in vitro de embriões. De acordo com a IETS (2012), o Brasil produziu quase 270.000 embriões in vitro, sendo responsável por 80 % da produção mundial. Isto vem proporcionando um incremento do melhoramento genético beneficiando diretamente os produtores de leite e carne das diferentes escalas através do uso destes embriões. Os resultados proporcionados pela PIVE têm aberto novos caminhos à multiplicação de animais de maior interesse econômico, uma vez que têm superado os índices de produção bezerro/vaca/ano da transferência de embriões (TE) por múltiplas ovulações (RUMPF, 2007).

Dos embriões transferidos em 2010, 78,4% eram de raças de corte, no entanto, um avanço expressivo na PIVE tem ocorrido principalmente com raças zebuínas produtoras de leite. O uso desta biotécnica para raças zebuínas de corte, como a Nelore, mostrou um decréscimo de 24% no período 2005-2010, enquanto para a raça zebuína leiteira Gir, houve um acréscimo de 764% no mesmo período (VIANA et al., 2012).

A PIVE proporciona muitas vantagens aos programas de reprodução como: aspiração de oócitos imaturos (RUMPF, 2007), utilização de bezerras pré-puberes, vacas no início de gestação, senis ou com subfertilidade adquirida, e conservação e regeneração de espécies ou raças em perigo de extinção. Tanto para o gado de leite como corte, a PIVE tem se mostrado uma importante ferramenta, principalmente com relação à possibilidade de utilização de sêmen sexado com taxas expressivas de prenhez (PEIPPO et al., 2009; 2010) e, sêmen de alto valor comercial, aliado ao baixo custo na produção de embriões (MARINHO & SENEDA, 2012). Além disso, para o gado de leite, a T.E. ainda permite minimizar os efeitos nocivos do estresse térmico sobre a fertilidade, proporcionando índices mais vantajosos do que a IA (MOORE & THATCHER, 2006; HANSEN, 2007; VASCONCELOS et al., 2011).

No contexto da produção in vitro de embriões, a variabilidade inter-individual na produção de oócitos e a variação à resposta de estímulo exógeno permanecem como os principais fatores limitantes para a produção de embriões em bovinos tanto in vitro como in vivo. Como exemplo, podemos destacar que apenas 30% das vacas superovuladas produzirão 70% dos embriões, e 25% destas vacas submetidas a estes programas de superovulação não produzirão embriões. No mesmo contexto, algumas fêmeas são altamente eficientes no programas de PIVE e outras produzem resultados bastante inferiores. Isto ocorre pela população folicular nas fêmeas bovinas serem altamente

variável entre os indivíduos, raças e subespécies (BURNS et al.; 2005; IRELAND et al., 2007; SANTOS et al., 2012).

Contudo, há repetibilidade na contagem de folículos antrais (CFA) em um mesmo indivíduo, independentemente da idade, raça, fase de lactação ou estação do ano (BURNS et al., 2005). Sendo assim, a avaliação ultrassonográfica de ambos os ovários das fêmeas doadoras previamente a OPU no início da onda, é bastante útil no intuito de identificar doadoras de baixa, intermediária e alta contagem de folículos ovarianos, visto que a contagem de folículos antrais tende a ser constante nas diferentes ondas foliculares de um mesmo animal. De acordo com Pontes et al. (2011), doadoras da raça Nelore, que produzem grande número de oócitos também produzem um número maior de embriões e maiores taxas de prenhez do que as doadoras que produzem poucos oócitos.

Recentemente, o hormônio anti-mülleriano (AMH) tem sido pesquisado quanto à sua relação direta com a população folicular. O AMH, um membro da família do fator- β de crescimento, é produzido pelas células da granulosa de folículos saudáveis, e atualmente é considerado um marcador fidedigno da reserva ovariana, e representa um marcador confiável de resposta ovariana à superovulação (MONNIAUX et al., 2010; RICO et al., 2012). Foi demonstrado que bovinos com alta CFA (> 25 folículos) apresentaram maiores concentrações circulantes de AMH em comparação a bovinos com baixa CFA (< 15 folículos, $P < 0,01$) e que há correlação entre a concentração média de AMH circulante e CFA ($r = 0,88$, $P < 0,001$; IRELAND et al., 2008). E ainda, as concentrações de AMH variam minimamente durante os ciclos estrais de vacas de corte e vacas leiteiras (IRELAND et al., 2008; RICO et al., 2009).

Com relação às raças, fêmeas da raça Nelore, zebuínas e suas cruzas, normalmente apresentam maior número de folículos recrutados por onda em comparação com as raças europeias (SENEDA et al., 2012). Fêmeas *Bos indicus* possuem 3-4 vezes mais folículos antrais e número de oócitos que *Bos taurus* (PONTES et al., 2011). Como o rebanho brasileiro é composto por aproximadamente 80% de animais zebuínos, isto certamente favoreceu o rápido crescimento da PIVE no Brasil. A justificativa para esta maior produção de oócitos pelas fêmeas indicus ainda não está completamente esclarecida, pois, a população folicular pré-antral entre taurus e indicus tem sido reportada como numericamente semelhante (SILVA-SANTOS et al., 2011).

Fatores como idade, peso e as variações fisiológicas de cada animal também sofrem alterações com relação à quantidade de folículos antrais e a consequente produção de oócitos. Sabe-se que a nutrição afeta diretamente a foliculogênese (SCARAMUZZI et al., 2011), bem como, a qualidade dos oócitos, de forma que doadoras que sofreram privação alimentar produzem oócitos com menor capacidade de desenvolvimento até o estágio de blastocisto. O aumento do fornecimento de energia exerce um efeito estimulante no ovário (LETELIER et al., 2008), porém, estas fêmeas podem demorar mais de oito semanas para apresentar oócitos com capacidade satisfatória de desenvolvimento embrionário.

As variações na dieta materna não só podem limitar o crescimento do feto, como também inibir a expressão de genes relacionados com a liberação de gonadotrofinas na hipófise. A diminuição dos níveis de FSH e LH podem, por sua vez, resultar em uma redução do número de folículos no ovário e um desenvolvimento fetal tardio (DA-SILVA et al., 2002). O número de folículos antrais do feto pode ser reduzido em até 60%, se suas mães sofrerem restrição alimentar no primeiro trimestre de gestação, embora o peso ao nascimento não seja alterado (EVANS et al., 2010; IRELAND et al., 2011).

Em fêmeas leiteiras, aspectos fisiológicos relacionados com a produção leiteira e a fase reprodutiva poderão exercer efeito sobre a PIVE. Nas fêmeas não gestantes, frequentemente recupera-se um número maior de oócitos e, conseqüentemente tem-se

melhor produção embrionária do que as gestantes. Já as fêmeas lactantes vazias apresentam resultados inferiores do que as lactantes e gestantes na produção de embriões.

A sanidade das vacas leiteiras também poderá influenciar o desempenho reprodutivo do rebanho em longo prazo. Pesquisas sugerem que fêmeas com processo crônico de alta CCS (contagem de células somáticas) no leite, apresentam níveis reduzidos de AMH. Sendo assim, níveis mais baixos de AMH durante a gestação causaram redução da reserva folicular ovariana de fetos, comprometendo assim a eficiência reprodutiva do rebanho (IRELAND et al., 2010; EVANS et al., 2012).

O desenvolvimento folicular tem sido manipulado na tentativa de se obter o maior número possível de oócitos competentes. Os protocolos pré-aspiração estão sendo estudados e acabam sendo restritos a vacas *B. taurus* e/ou animais com baixa produção de oócitos, pois, as fêmeas zebuínas possuem, naturalmente, maior número de folículos recrutados por onda. Para vacas da raça Holandesa, a combinação do FSH com LH parece ser mais eficiente em aumentar o número de oócitos de boa qualidade recuperados em sessões de OPU (BLONDIN et al., 2012), embora o uso de LH proporcione expansão do cumulus, tornando muito mais difícil o procedimento de busca e seleção dos oócitos após a aspiração folicular. Já a administração de FSH exógeno sozinho, aumenta o percentual de folículos médios e grandes, mas nem sempre os oócitos são competentes (RAMOS, 2006).

Adicionalmente, folículos contendo dois ou mais oócitos têm sido descrito em ovários de fêmeas adultas em diversas espécies de mamíferos. Estas estruturas foram chamadas folículos multi-oócitos e sua contribuição para ovulação e fertilidade em fêmeas adultas ainda é desconhecida. As informações ainda são escassas em estabelecer se estes folículos multi-oócitos são simplesmente estruturas remanescentes da fase fetal ou se poderiam ser ativas e ter uma função no desenvolvimento folicular de fêmeas adultas (SILVA-SANTOS et al., 2011; SILVA-SANTOS & SENEDA, 2011).

Conclusões e perspectivas

A regulação da foliculogênese permanece como um universo a ser explorado. Apesar do vasto progresso do passado recente, há várias lacunas a serem preenchidas, tanto na fase pré-antral quanto antral. A neo-foliculogênese está cada vez mais próxima de ser compreendida. O papel dos folículos multioócitos necessita ser melhor entendido, bem como a taxa de atresia em fêmeas *B. indicus*.

Os mais recentes estudos em biotecnologias da reprodução animal sugerem que vacas podem ser selecionadas pela contagem de folículos antrais através da ultrassonografia. Esta técnica pode ser muito útil no campo, uma vez que é uma ferramenta fácil e rápida de ser aplicada, podendo gerar mais oócitos e embriões por doadora. O mérito genético da doadora assume uma importância cada vez maior, devido ao grande número de descendentes que podem ser produzidos pela PIVE a partir de uma única doadora.

REFERÊNCIAS

- BLONDIM P, BOUSQUET D, TWAGIRAMUNGU H, BARNES F, SIRARD M. Manipulation of follicular development to produce developmentally competent bovine oocytes. *Biology of Reproduction*. 66, 38–43, 2002.

- BORWICK SC, RHIND SM, MCMILLEN SR, RACEY PA. Effect of undernutrition of ewes from the time of mating on fetal ovarian development in mid-gestation. *ReprodFertilDev*, 9:711-715, 1997.
- BOUSQUET, D.; TWAGIRAMUNGU, H.; MORIN, N. ET AL. Vitro embryo production in the cow: an effective alternative to the conventional embryo production approach. *Theriogenology*, v.51, p.59-70, 1999.
- BURNS DS, JIMENEZ-KRASSEL F, IRELAND JLH, KNIGHT PG, IRELAND JJ. Numbers of antral follicles during follicular waves in cattle: Evidence for high variation among animals, very high repeatability in individuals, and an inverse association with serum follicle-stimulating hormone concentrations. *BiolReprod*, 73:53-62, 2005.
- DA SILVA P, AITKEN RP, RHIND SM, RACEY PA, WALLACE JM. Impact of maternal nutrition during pregnancy on pituitary gonadotrophin gene expression and ovarian development in growthrestricted and normally grown late gestation sheep fetuses. *Reproduction*, 123:769-777, 2002.
- EVANS AC, MOSSA F, FAIR T, LONERGAN P, BUTLER ST, ZIELAK-STECIWKO AE, SMITH GW, JIMENEZ-KRASSEL F, FOLGER JK, IRELAND JL, IRELAND JJ. Causes and consequences of the variation in the number of ovarian follicles in cattle. *Soc Reprod Fertil Suppl*. 67, 421-9, 2010.
- EVANS ACO, MOSSA F, WALSH SW, SCHEETZ D, JIMENEZ-KRASSEL F, IRELAND JLH, SMITH GW, IRELAND JJ. Effects of Maternal Environment During Gestation on Ovarian Folliculogenesis and Consequences for Fertility in Bovine Offspring. *Reprod Dom Anim*, 47:31-37, 2012.
- HANSEN, P. J. Exploitation of genetic and physiological determinants of embryonic resistance to elevated temperature to improve embryonic survival in dairy cattle during heat stress. *Theriogenology*, v.68, p.242-249, 2007.
- IRELAND JJ, SCHEETZ D, JIMENEZ-KRASSEL F, FOLGER JK, SMITH GW, MOSSA F, EVANS ACO. Evidence that Mammary Gland Infection/ Injury During Pregnancy in Dairy Cows may have a Negative Impact on Size of the Ovarian Reserve in their Daughters. 43rd Annual Meeting for the Society for Study of Reproduction. Milwaukee, WI, 2010.
- IRELAND JJ, SMITH GW, SCHEETZ D, JIMENEZ-KRASSEL F, FOLGER JK, IRELAND JHL, MOSSA F, LONERGAN P, EVANS ACO. Does size matter in females? An overview of the impact of the high variation in the ovarian reserve on ovarian function and fertility, utility of anti-Mullerian hormone as a diagnostic marker for fertility and causes of variation in the ovarian reserve in cattle. *ReprodFertilDev*, 23:1-14, 2011.
- IRELAND JJ, WARD F, JIMENEZ-KRASSEL F, IRELAND JHL, SMITH GW, LONERGAN P, EVANS ACO. Follicle numbers are highly repeatable within individual animals but are inversely correlated with FSH concentrations and the proportion of good-quality embryos after ovarian stimulation in cattle. *Hum Reprod*, 22:1687-1695, 2007.
- IRELAND JLH, SCHEETZ D, JIMENEZ-KRASSEL F, THEMME APN, WARD F, LONERGAN P, SMITH GW, PEREZ GI, EVANS ACO, IRELAND JJ. Antral follicle count reliably predicts number of morphologically healthy oocytes and follicles in ovaries of young adult cattle. *BiolReprod*, 79:1219-1225, 2008.
- LETELIER C, MALLO F, ENCINAS T, ROS JM, GONZALEZ-BULNES A. Glucogenic supply increases ovulation rate by modifying follicle recruitment and subsequent development of preovulatory follicles without effects on ghrelin secretion. *Reproduction*, 136:65-72, 2008.

- MARINHO, L. S. R.; SENEDA, M. M. Novas aplicações do uso de embriões produzidos in vitro (PIV). Anais - 5º Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada, v.5, Out. 2012.
- MONNIAUX D, BARBEY S, RICO C, FABRE S, GALLARD Y, LARROQUE H. Anti-Müllerian hormone: a predictive marker of embryo production in cattle. *ReprodFertilDev*,22:1083-1091, 2010.
- MOORE, K.; THATCHER, W. W. Major Advances Associated with Reproduction in Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, v.89, p.1254–126, 2006.
- PEIPPO, J., RÄTY, M., KORHONEN, K. et al. Impact of in vitro fertilization of bovine oocytes with sex-sorted frozen-thawed spermatozoa on developmental kinetics, quality and sex ratio of developing embryos. *Zygote*, n.18, p.185-194, 2010.
- PEIPPO, J., VARTIA, K., KANANE-ANTTILA, K. et al. Embryo production from superovulated Holstein-Friesian dairy heifers and cows after insemination with frozen-thawed sex-sorted X spermatozoa or unsorted semen. *Animal Reproduction Science*, n.111, p.80-92, 2009.
- PONTES JHF, MELO STERZA FA, BASSO AC, FERREIRA CR, SANCHES BV, RUBIN KCP, SENEDA MM. Ovum pick up, in vitro embryo production, and pregnancy rates from a large-scale commercial program using Nelore cattle (*Bos indicus*) donors. *Theriogenology* 75, 1640–6, 2011.
- RAMOS, A. A.; FERREIRA, A. M.; SÁ, W. F. et al. Protocolos de produção in vitro de embriões na raça Gir. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.3, p.341-347, 2006.
- RICO C, DROUILHET L, SALVETTI P, DALBIÈS-TRAN R, JARRIER P, TOUZÉ JL, PILLET E, PONSART C, FABRE S, MONNIAUX D. Determination of anti-Müllerian hormone concentrations in blood as a tool to select Holstein donor cows for embryo production: from the laboratory to the farm. *ReprodFertilDev*, 24:932-944, 2012.
- RICO C, FABRE S, MÉDIGUE C, DI CLEMENTE N, CLÉMENT F, BONToux M, TOUZÉ JL, DUPONT M, BRIANT E, RÉMY B, BECKERS JF, MONNIAUX D. Antimüllerian hormone is an endocrine marker of ovarian gonadotropin responsive follicles and can help to predict superovulatory responses in the cow. *BiolReprod*,80:50-59, 2009.
- RUMPF, R. Avanços metodológicos na produção in vitro de embriões. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, suplemento especial, p.229-33, 2007.
- SANTOS GMG, SILVA-SANTOS KC, SILOTO LS, MOROTTI F, MARCANTONIO TN, MARINHO LSR, THASMO RLO, KOETZ JR C, CINTRA DML, SENEDA MM. Dinâmica folicular em fêmeas bovinas de alta, média e baixa contagem de folículos antrais: resultados preliminares. *Acta Sci Vet*, 40:422 (abstract), 2012.
- SCARAMUZZI RJ, BAIRD DT, CAMPBELL BK, DRIANCOURT MA, DUPONT J, FORTUNE JE, GILCHRIST RB, MARTIN GB, MCNATTY KP, MCNEILLY AS, MONGET P, MONNIAUX D, VIÑOLES C, WEBB R. Regulation of folliculogenesis and the determination of ovulation rate in ruminants. *ReprodFertilDev*, 23:444-467, 2011.
- SENEDA MM, ESPER CR, ANDRADE ER, GARCIA JM, OLIVEIRA JA. Shorter interval between FSH administration and follicle aspiration increases efficiency of oocyte recovery. *Theriogenology* 57, 684, 2002 (Abstract).
- SILVA-SANTOS KC, SANTOS GMG, SILOTO LS, HERTEL MF, ANDRADE ER, RUBIN MIB, STURION L, STERZA FAM, SENEDA MM. Estimate of the population of preantral follicles in the ovaries of *Bos taurus indicus* and *Bos taurustaurus* females. *Theriogenology*,76:1051-1057, 2011.

- SILVA-SANTOS KC, SENEDA MM. Multioocyte follicles in adult mammalian ovaries. *Anim Reprod*, 8:58-67, 2011.
- VASCONCELOS, J. L. M.; JARDINA, D. T. G.; SÁ FILHO, O. G. et al. Comparison of progesterone-based protocols with gonadotropin releasing hormone or estradiol benzoate for timed artificial insemination or embryo transfer in lactating dairy cows. *Theriogenology*, v.75, p.1153-1160, 2011.
- VIANA, J. H. M.; SIQUEIRA, L. G. B.; PALHAO, M. P. et al. Features and perspectives of the Brazilian in vitro embryo industry. *Animal Reproduction*, v.9, n.1, p.12-18, 2012.
- ZUCKERMAN S. The number of oocytes in the mature ovary. *Recent ProgHorm Res*, 6:63-108, 1951.

PROTOCOLOS DE IATF PARA VACAS DE CORTE E LEITEIRAS: IMPORTÂNCIA DO CONHECIMENTO DA FISIOLOGIA REPRODUTIVA

Alexandre B. Prata¹, Michele R. Bastos¹, Pedro L. J. Monteiro Jr.¹, Leonardo de F. e Melo¹, Amanda P. Lemes¹, Roberto Sartori¹

¹Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil – CEP 13418-900, robertosartori@usp.br

Resumo

O presente artigo aborda as bases fisiológicas para o entendimento das principais diferenças entre o ciclo estral de fêmeas taurinas e zebuínas, além de mostrar resultados recentes e inéditos de protocolos de inseminação artificial em tempo fixo em *Bos indicus* e *Bos taurus*, abordando como estas subespécies respondem aos diferentes hormônios utilizados.

1. Introdução

Muitos autores discutiram sobre as particularidades reprodutivas inerentes a fêmeas *Bos indicus* e *Bos taurus*. No entanto, a literatura ainda carece de informações consistentes relacionadas a essas duas subespécies. Especialmente, por que muito dos trabalhos com raças taurinas foram desenvolvidos em condições distintas das observadas em um ambiente tropical, como é o caso do Brasil. Ademais, a fisiologia reprodutiva de taurinos e zebuínos também está relacionada às condições nutricionais e metabólicas desses animais.

A presente revisão aborda as bases fisiológicas e metabólicas para o entendimento das principais diferenças entre o ciclo estral de fêmeas taurinas e zebuínas, suas possíveis implicações nos protocolos de IATF e os resultados mais relevantes de estudos realizados nos últimos anos por nosso grupo de trabalho e pelos parceiros colaboradores.

2. Particularidades da fisiologia reprodutiva de *Bos indicus* vs. *Bos taurus*

2.1 Recrutamento e desvio folicular

Muitos trabalhos descreveram que o número de folículos recrutados é maior em raças zebuínas do que taurinas (SEGERSON et al., 1984; CARVALHO et al., 2008). Bastos et al. (2010) compararam efetivamente vacas não lactantes das raças Nelore e Holandês Preto e Branco (HPB) sob as mesmas condições climáticas e nutricionais. Neste estudo, os autores observaram que o número de folículos de 2 a 5 mm presentes nos ovários foi de $42,7 \pm 5,9$ para Nelore (variando de 25 a 100) e $19,7 \pm 3,2$ para HPB (variando de 5 a 40) e esta diferença no número de folículos entre as raças persistiu durante todo o ciclo estral.

Possivelmente, fatores envolvidos diretamente no recrutamento de pequenos folículos antrais estão relacionados às concentrações de FSH e ao sistema insulina/IGF-I (WEBB et al., 2004). Estudos recentes têm demonstrado que fêmeas *Bos indicus* apesar de apresentarem menores concentrações de FSH (ALVAREZ et al., 2000), possuem maiores concentrações plasmáticas de insulina (BASTOS et al., 2010) e IGF-1 (ALVAREZ et al., 2000; BASTOS et al., dados não publicados).

Outra diferença significativa entre taurinos e zebuínos está no diâmetro do maior folículo no momento em que ocorre o desvio folicular. Determina-se o desvio folicular quando se detecta diferença nas taxas de crescimento entre o maior e o segundo maior folículo presentes nos ovários. Observa-se que a taxa de crescimento do maior folículo é mantida e a do segundo maior reduzida, iniciando o processo de atresia. Em fêmeas HPB foi observado que o diâmetro do futuro folículo dominante no momento do desvio foi de 8,5 a 8,9 mm (GINTHER et al., 1996; BASTOS et al., 2010). Em novilhas Nelore, o desvio folicular ocorreu quando o maior folículo atingiu de 5,4 a 6,2 mm de diâmetro (GIMENES et al., 2008; SARTORELLI et al., 2005; CASTILHO et al., 2006) e em vacas Nelore não lactantes foi observado o desvio folicular quando o maior folículo atingiu 7,0 mm de diâmetro (BASTOS et al., 2010). No entanto, o momento do ciclo estral em que ocorre o desvio não difere entre taurinos e zebuínos. Em fêmeas HPB o desvio ocorreu, em média, 2,8 dias após a emergência (GINTHER et al., 1996), em novilhas Nelore de 2,5 a 2,7 dias após a ovulação (GIMENES et al., 2008; SARTORELLI et al., 2005; CASTILHO et al., 2006) e em vacas Nelore e HPB não lactantes ocorreu, em média, 2,3 dias após a ovulação, independente da raça (BASTOS et al., 2010). Entretanto, o diâmetro do maior folículo presente nos ovários neste momento diferiu entre os grupos genéticos.

Como já comentado acima, a raça Nelore possui maiores concentrações circulantes de IGF-I e insulina do que a raça HPB. Acredita-se que o diâmetro folicular no momento do desvio seja menor em Nelore do que em HPB, porque tais hormônios aumentam a responsividade e sensibilidade dos folículos ao FSH. Sendo assim, apesar da taxa de crescimento folicular em Nelore (0,8 a 1,2 mm/dia; GIMENES et al., 2008) ser menor em relação ao HPB (1,2 a 1,6 mm/dia; SARTORI et al., 2001), o desvio folicular ocorre no mesmo momento do ciclo estral.

2.2 Diâmetro do folículo dominante, do corpo lúteo e hormônios reprodutivos

Os tamanhos máximos do folículo dominante e do corpo lúteo (CL) também diferem entre taurinos e zebuínos. A maioria dos estudos na literatura mostra que raças taurinas apresentam diâmetros do folículo dominante e do CL superiores aos das raças zebuínas. No entanto, quando se trata das concentrações circulantes dos hormônios esteroides e metabólicos, as raças zebuínas se sobressaem em relação às taurinas.

Nos trabalhos desenvolvidos com fêmeas *Bos indicus*, os diâmetros do folículo ovulatório relatados foram de 11,3 e 12,3 mm, respectivamente (FIGUEIREDO et al., 1997, SARTORELLI et al., 2005). No entanto, novilhas HPB apresentaram folículos dominantes com diâmetros máximos médios entre 14 e 17 mm (GINTHER et al., 1989; SARTORI et al., 2004). Similarmente, o tamanho dos CLs de zebuínos variam de 17 a 21

mm de diâmetro (SEGERSON et al., 1984, RHODES et al., 1995; FIGUEIREDO et al., 1997), ao passo que em taurinos foram relatados diâmetros entre 20 e 30 mm (GINTHER et al., 1989; SARTORI et al., 2004).

Estudos realizados no Brasil observaram resultados interessantes. Carvalho et al. (2008) realizaram estudo com sincronização de ovulação em novilhas *Bos indicus* (Nelore e Gir), *Bos taurus* (Angus e HPB) e cruzadas *Bos indicus* x *Bos taurus* (Nelore x Angus e Gir x HPB), mantidas contemporaneamente durante o período experimental. Durante o protocolo de sincronização com dispositivo intravaginal de progesterona (P4) e benzoato de estradiol, as concentrações séricas de P4 mensuradas foram superiores e permaneceram mais elevadas em novilhas *Bos indicus*. Similarmente, Bastos et al. (2010) observaram que o diâmetro máximo do folículo ovulatório ($15,8 \pm 1,4$ mm vs $13,4 \pm 1,4$ mm), assim como o volume do CL ($7890,90 \pm 1752,40$ mm³ vs $4916,64 \pm 1733,40$ mm³) foram maiores em taurinos que em zebuínos. Entretanto, as concentrações plasmáticas de P4 no D7 ($2,8 \pm 0,16$ vs $2,0 \pm 0,04$ ng/mL) e no D14 ($4,6 \pm 0,40$ vs $4,1 \pm 0,18$ ng/mL) do ciclo estral e o pico pré-ovulatório de estradiol (E2) ($12,7 \pm 0,98$ vs $7,7 \pm 0,67$ pg/mL) foram maiores em fêmeas zebuínas que em taurinas.

Pontualmente, em relação à P4 circulante, os autores discutem que esse achado pode ser decorrente de um menor metabolismo hepático entre esses grupos genéticos. É sabido que o elevado metabolismo hepático dos hormônios esteroides está diretamente relacionado à alta ingestão de matéria seca (SANGSRITAVONG et al., 2002; VASCONCELOS et al., 2003). No entanto, no estudo de Bastos et al. (2010) todas as fêmeas estavam recebendo uma dieta para manutenção do peso corporal e a ingestão em matéria seca por kg de peso corporal (PC) foi de apenas 1,37% para Nelore e 1,54% para HPB. Mesmo assim, as diferenças nas concentrações circulantes de P4 e E2 se mantiveram. Portanto, com base nestes resultados, é possível especular que a maior metabolização dos esteroides na raça HPB pode ser uma característica inerente à raça e não apenas consequência da elevada ingestão alimentar. Por outro lado, as fêmeas Nelore podem ainda apresentar menor metabolismo hepático e/ou maior produção de esteroides do que as HPB.

2.3 Comportamento estral

Após a luteólise, as concentrações sanguíneas de P4 diminuem e as concentrações de E2 aumentam em consequência do crescimento do folículo pré-ovulatório. A queda nas concentrações de P4 e o aumento em E2 são responsáveis pelo comportamento de estro e pelo pico pré-ovulatório de GnRH/LH (ALLRICH, 1994). Estro é um evento de receptividade sexual que dura entre 30 minutos e 27 horas em vacas leiteiras taurinas (LOPEZ et al., 2004) e entre 1,3 e 20 horas em vacas zebuínas (revisado por BÓ et al., 2003) e é influenciado pela idade, produção de leite, fatores ambientais e hierarquia (revisado por LANDAETA-HERNÁNDEZ et al., 2004). Adicionalmente, diferenças no comportamento estral podem ser notadas entre raças ou entre diferentes grupos genéticos (*Bos indicus* vs *Bos taurus*).

Em um estudo que avaliou a associação entre níveis de produção de leite e comportamento de estro, Lopez et al. (2004) observaram menor duração (6,2 vs. 10,9 h) e intensidade (6,3 vs. 8,8 aceites de monta) de estro nas vacas de maior produção (> 39,5 Kg/d) comparado às de menor produção (< 39,5 Kg/d) de leite. Essas diferenças de comportamento estral entre categorias distintas de animais dentro da mesma raça, parecem estar relacionadas à menor concentração circulante de E2 em vacas lactantes comparado às novilhas (SARTORI et al., 2002; 2004) e menor E2 em vacas de maior produção de leite comparado a vacas de menor produtividade (LOPEZ et al., 2004). Além disso, dados em novilhas Nelore submetidas a alta ingestão alimentar também demonstraram menor intensidade e duração de estro quando comparadas a novilhas com baixa ingestão (MOLLO et al., 2007).

Estudo recente realizado pelo nosso grupo, Bastos et al. (dados não publicados) compararam a duração e intensidade do estro em vacas não lactantes das raças Nelore e HPB, mantidas sob as mesmas condições climáticas e nutricionais. Contrariando os dados da literatura, não houve diferença na intensidade e duração do estro entre vacas *Bos taurus* e *Bos indicus* (Tabela 1). A intensidade do estro foi baseada no número médio de vezes que cada vaca aceitou monta.

Tabela 1. Resultados (porcentagem ou média $\pm$ EP) das observações do estro e da confirmação da ovulação de vacas não lactantes das raças Nelore e HPB.

	<i>Bos indicus</i> (Nelore)	<i>Bos taurus</i> (HPB)	P
Vacas em estro (estro + ovulação); %	76,9 (10/13)	100,0 (11/11)	>0,10
Duração do estro; h	12,4 $\pm$ 0,8 (8,6 a 17,1)	14,7 $\pm$ 1,0 (8,3 a 19,0)	>0,10
Número médio de aceites de montas; n	32,2 $\pm$ 6,1	36,3 $\pm$ 5,3	>0,10

3. Potenciais implicações da fisiologia de zebuínos vs. taurinos nas particularidades dos protocolos de IATF

Através da IA convencional, é possível promover o melhoramento genético. No entanto, o seu desenvolvimento sempre foi dificultado, principalmente, pelos problemas relacionados à detecção de cio, duração do anestro pós-parto e puberdade tardia (BARUSELLI et al., 2006). Dessa forma, nos programas de IA que requerem a observação de cio, os resultados são lentos e o custo é elevado, o que faz com que a técnica se torne ineficiente (MAPLETOFT et al., 2008).

Na atualidade, os métodos de sincronização da ovulação para IATF possibilitam contornar esses problemas e, com o advento desta biotecnologia, tornou-se possível obter melhoramento genético associado à eficiência reprodutiva.

No entanto, o sucesso da IATF depende de um controle preciso do crescimento folicular, o qual envolve induzir a emergência de uma nova onda folicular, controlar a duração do crescimento folicular até o estágio pré-ovulatório, sincronizar a inserção e a retirada da fonte de P4 exógena e endógena e induzir a ovulação sincronizada em todos os animais simultaneamente (BARUSELLI et al., 2006).

Estradiol é um hormônio utilizado com grande sucesso na sincronização da emergência da onda folicular em bovinos (Revisado por BÓ et al., 2002). Bó et al. (1994) concluíram que o E2 foi mais efetivo em suprimir o crescimento folicular quando estava associado à P4. Além disso, levantaram a hipótese de que o efeito supressivo do E2 juntamente com a P4 é devido ao efeito inibitório na liberação de FSH e LH e que tais gonadotrofinas necessitam permanecer suprimidas por, no mínimo, 24 horas para que o crescimento folicular seja efetivamente interrompido.

Uma vez que o E2 é metabolizado, elimina-se o efeito inibitório. Consequentemente, é observado um aumento nas concentrações circulantes de FSH (pico de FSH), seguido pela emergência de uma nova onda folicular (MARTÍNEZ et al., 2005; MARTÍNEZ et al., 2007).

Em trabalhos subsequentes, foi observado que a combinação do E2 com a P4, de fato, que determina a regressão folicular e induz a emergência de uma nova onda folicular dentro de um intervalo consistente após o tratamento (em média $4,3 \pm 0,1$ dias após o tratamento), independente da fase de desenvolvimento folicular (D1, D3, D6 ou D9 do ciclo estral) na qual o protocolo foi iniciado (BÓ et al., 1994b; Revisado por MAPLETOFT et al., 2008).

Entretanto, na literatura, a maioria dos trabalhos utilizou tratamentos com 17β -estradiol ou valerato de estradiol (VE). Poucos trabalhos efetivamente testaram diferentes doses de BE. Além disso, a maioria dos trabalhos foi desenvolvida apenas com animais taurinos. No entanto, vale ressaltar que o rebanho brasileiro é composto em sua grande maioria por animais zebuínos. É sabido que a fisiologia envolvida na resposta ao BE, em zebuínos, é pouco estudada e a comparação dessa raça às raças taurinas também é escassa.

Dessa forma, faz-se necessário avaliar o efeito de diferentes doses de BE associadas à P4 na sincronização da emergência da onda folicular em vacas de raças taurinas versus zebuínas. Nosso grupo desenvolveu dois experimentos para melhor entendimento destas dúvidas, e serão discutidos a seguir.

3.1 Efeito de diferentes doses de benzoato de estradiol em associação à progesterona na sincronização da emergência da onda folicular em vacas Nelore e HPB

Com o objetivo de avaliar diferentes doses de BE (1, 2 ou 4mg) em associação à P4 na sincronização da emergência da onda folicular, foram utilizadas 13 vacas Nelore e

11 HPB, todas não lactantes e recebendo dietas para manutenção do peso corporal. O experimento foi realizado em três repetições em um delineamento de quadrado latino, ou seja, todas as vacas passaram por todos os tratamentos. Os manejos e o delineamento experimental estão descritos na Figura 1.

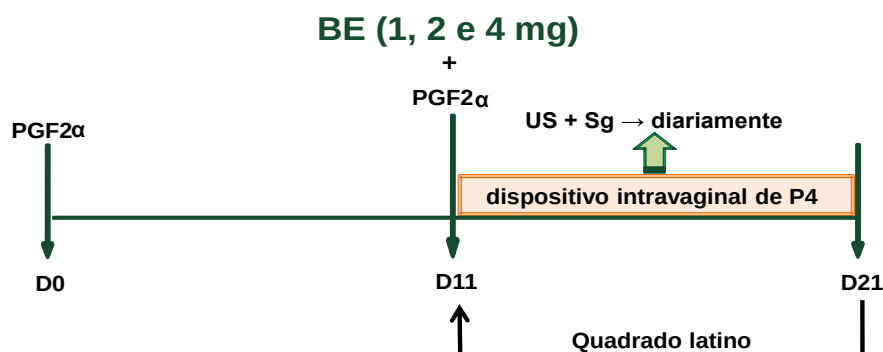


Figura 1. Esquema ilustrativo do delineamento experimental.

Como resposta aos tratamentos, 2,5% (1/39) das vacas Nelore não tiveram emergência da onda folicular sincronizada, tendo sido esta tratada com 1 mg de BE. Quanto às vacas HPB, 15,1% (5/33) não tiveram a emergência da onda sincronizada, sendo que três vacas haviam recebido 1 mg e as outras duas, 2 ou 4 mg de BE.

Observou-se efeito dose-dependente do tratamento com BE, independente da raça, nas seguintes variáveis: dia da emergência da onda folicular após tratamento com BE, diâmetro do folículo dominante 9 d após o tratamento com BE, concentração circulante de E2 24 h após o tratamento com BE, no momento em que o FSH começou a subir (início do pico de FSH) após aplicação de BE e no momento em que ocorreu o pico de FSH (Tabela 2).

Tabela 2. Resultados das variáveis (média dos quadrados mínimos $\pm$ EP) que apresentaram efeito de tratamento, independente da raça em vacas HPB e Nelore não lactantes tratadas com 1, 2 ou 4 mg de benzoato de estradiol.

	Tratamento (mg de BE)			P
	1	2	4	
Emergência da onda folicular após os tratamentos; dias	3,0 $\pm$ 0,1	3,3 $\pm$ 0,2	3,8 $\pm$ 0,2	0,03
Diâmetro do maior folículo 9 dias após os tratamentos; mm	12,5 $\pm$ 0,7	11,3 $\pm$ 0,7	10,4 $\pm$ 0,7	0,09
Concentração plasmática de E2, 24 h após o tratamento com BE; pg/mL	37,3 $\pm$ 8,5	64,7 $\pm$ 4,3	108,9 $\pm$ 7,0	>0,001
Início do pico de FSH após tratamento com BE; horas	54,6 $\pm$ 4,3	60,3 $\pm$ 2,6	68,6 $\pm$ 3,5	0,02
Momento do pico de FSH após o tratamento com BE; horas	83,9 $\pm$ 5,6	89,5 $\pm$ 3,8	104,2 $\pm$ 4,2	0,001

Como era de se esperar segundo a literatura, algumas variáveis apresentaram efeito de raça, independente do tratamento. Dentre elas: número de folículos pequenos (2 a 5 mm) presentes nos ovários no momento da emergência da onda folicular, diâmetro do maior folículo no momento do desvio folicular, taxa de crescimento (mm/d) do folículo dominante, concentração de E2 24 h após os tratamentos com BE e concentração circulante de FSH no momento do pico (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados das variáveis (média dos quadrados mínimos $\pm$ EP) que apresentaram efeito de raça, independente do tratamento em vacas HPB e Nelore não lactantes tratadas com 1, 2 ou 4 mg de benzoato de estradiol.

	HPB (n = 28)	Nelore (n = 38)	P
Folículos de 2 a 5 mm no dia da emergência; n	13,2 $\pm$ 2,7	25,0 $\pm$ 4,4	0,03
Diâmetro do folículo no momento do desvio; mm	9,0 $\pm$ 0,5	7,3 $\pm$ 0,4	0,02
Taxa de crescimento do folículo dominante; mm/d	1,6 $\pm$ 0.1	1,2 $\pm$ 0.1	0,007
Concentração plasmática de E2 24 h após tratamento com BE; pg/mL	48,4 $\pm$ 6,8	92,2 $\pm$ 5,5	0,0001
Pico de FSH após o tratamento com BE; ng/mL	1,3 $\pm$ 0,04	1,0 $\pm$ 0,04	0,002

Além disso, como pode ser observada na Figura 2, a concentração plasmática de E2 24 h após a aplicação de BE foi maior nas vacas Nelore do que nas HPB. No entanto, o dia da emergência da onda folicular não diferiu entre as raças ($P > 0,10$).

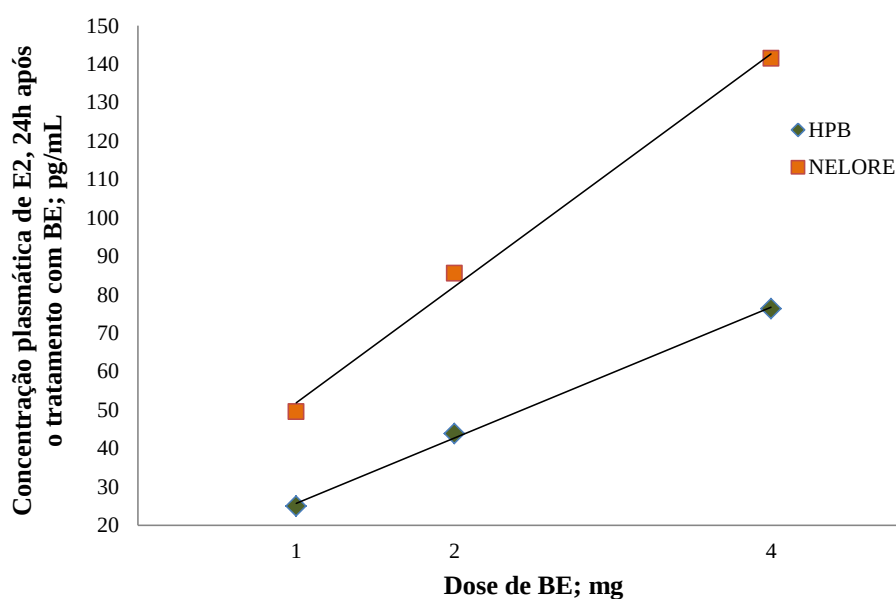


Figura 2. Concentração plasmática de E2, 24 h após tratamento com 1, 2 ou 4 mg de BE em vacas HPB e Nelore não lactantes. Houve efeito de raça e de tratamento ($P < 0,05$).

3.2 Concentração sérica de progesterona em vacas Nelore e Holandês não lactantes com dispositivo intravaginal de progesterona

Baseado na hipótese de que as concentrações circulantes de P4 são inferiores em vacas HPB em relação as Nelore após a colocação de um dispositivo de P4, possivelmente devido à maior metabolização de P4 em *Bos taurus*, objetivou-se comparar as concentrações circulantes de P4 em vacas Nelore versus HPB não lactantes e sem CL recebendo um dispositivo intravaginal de liberação de P4.

Para tanto, foram utilizadas vacas Nelore (n = 9) e vacas HPB (n = 9), recebendo dietas de manutenção do peso corporal. Com o intuito de aumentar o n experimental, o estudo foi realizado duas vezes com os mesmos animais.

As concentrações de P4 foram diferentes entre vacas HPB e Nelore nas horas 1, 12, 24, 48, 72 e 96 após inserção do dispositivo de P4 (Figura 3). Em média, a P4 circulante durante esse período foi de $1,75 \pm 0,08$ ng/mL na raça Nelore e de $1,09 \pm 0,08$ ng/mL na raça HPB, ou seja, em média, as concentrações circulantes de P4 nas vacas HPB foram 40,1% mais baixas do que nas vacas Nelore ($P < 0,01$). Principalmente na primeira hora após a colocação do dispositivo de P4, houve um incremento mais acelerado da P4 circulante em vacas Nelore do que nas HPB (Figura 3). Entretanto, o momento do pico de P4 circulante não diferiu entre as raças ocorrendo entre 24 h e 48 h após colocação do dispositivo (Figura 3).

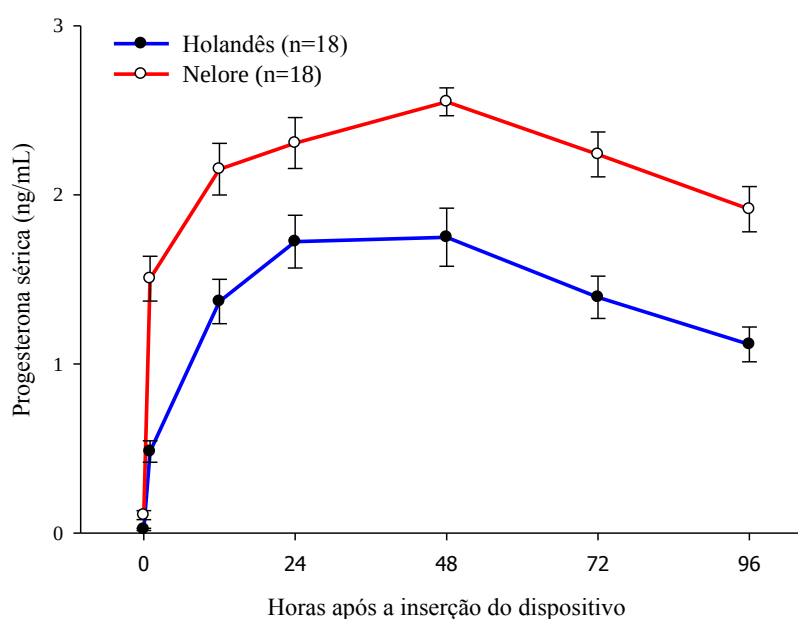


Figura 3. Concentrações séricas de P4 imediatamente antes e 1, 12, 24, 48, 72 e 96 h após a colocação de um dispositivo intravaginal de liberação de P4 (1 g) em vacas HPB e Nelore não lactantes. Houve efeito de raça, tempo, e interação raça x tempo a partir da primeira hora após a inserção do dispositivo ($P < 0,001$).

Nas condições do presente estudo, pode-se concluir que vacas não lactantes Nelore apresentaram concentrações circulantes de P4 superiores às da raça HPB após a

colocação de um dispositivo intravaginal de P4, provavelmente devido ao fato de terem um “clearance” menos acelerado de hormônios esteroides. Os resultados obtidos neste experimento podem contribuir com a definição de protocolos mais adequados de suplementação hormonal, pois, alguns trabalhos com vacas de alta produção de leite demonstram que baixas concentrações de P4 durante o protocolo de IATF podem comprometer a fertilidade, elevar a perda gestacional, devido principalmente a menor qualidade embrionária dos animais com baixa P4 (Rivera et al., 2011; Wiltbank et al., dados não publicados), aumentar a taxa de dupla ovulação e podendo até comprometer a qualidade ovocitária por uma maturação prematura (Wiltbank et al., 2006). No entanto, em animais *Bos indicus* este efeito da P4 parece não ser tão pronunciado, ou seja, vários trabalhos têm demonstrado que a utilização de implantes novos ou usados apresentam resultados satisfatórios e constantes.

4. Protocolos de IATF em estudo

A seguir serão discutidos e demonstrados resultados de alguns protocolos de IATF desenvolvidos pelo nosso grupo e por colaboradores.

4.1 Diferentes doses de benzoato de estradiol no início do protocolo em vacas *Bos taurus* e *Bos indicus*

Em estudo com vacas *Bos taurus*, foram utilizadas 44 vacas HPB [$23,6 \pm 1,5$ kg/d; $242,8 \pm 36,2$ dias em lactação (DEL); ECC $2,8 \pm 0,05$] divididas em dois grupos: 2mg de BE e 3mg de BE no início do protocolo (Figura 4).

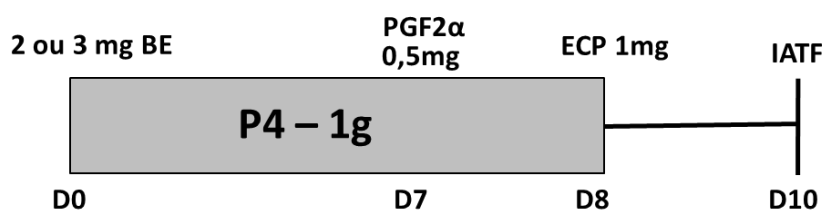


Figura 4. Esquema ilustrativo do protocolo experimental (Adaptado de MONTEIRO JR et al., 2012).

Foi verificado que tanto o tratamento com 2 ou 3 mg de BE apresentou similar momento da emergência folicular ($3,4 \pm 0,15$ vs. $3,6 \pm 0,20$ d; $P = 0,36$), entretanto, 3 mg de BE antecipou o dia da ovulação ($10,5 \pm 0,10$ vs. $11,0 \pm 0,10$; $P < 0,01$) e diminuiu o percentual de vacas com CL no momento da aplicação de PGF2 α ($19,8\%$ vs. $55,3\%$; $P < 0,05$). Outro ponto importante a se destacar é que a dose de 3 mg de BE não aumentou a sincronização de emergência de onda das vacas, ou seja, a taxa de sincronização foi de 71% (15/21) para o grupo 3 mg e 83% (19/23) para o grupo 2 mg ($P = 0,39$; MONTEIRO JR et al., 2012).

Em experimento com vacas *Bos indicus*, foram utilizadas 212 vacas Nelore, com ECC médio de 2,8. No dia 0 do protocolo as vacas foram divididas em dois grupos: 1 ou 2 mg de BE. O restante do protocolo foi igual para todos os animais e foi utilizado 300 UI de eCG na retirada do dispositivo de P4 (D8) e usou-se ECP como indutor de ovulação no mesmo dia. Não houve efeito da dose de BE ao início do protocolo na prenhez por IA (P/IA) [1 mg = 43,4% (46/106) ou 2 mg = 48,1% (51/106); $P > 0,10$; PRATA et al., dados não publicados]. No entanto, são necessários mais estudos, com um número maior de animais e de categorias diferentes para que se possa entender melhor a fisiologia por trás destes diferentes protocolos.

4.2 Efeito de diferentes doses de PGF2 α na luteólise

A maioria dos protocolos de IATF utilizados atualmente, tanto em *Bos indicus* como *Bos taurus* tem indicado apenas uma aplicação de PGF2 α um dia antes da retirada do dispositivo de P4 ou junto do mesmo. No entanto, estudos recentes têm demonstrado que 20 a 30% das vacas leiteiras submetidas ao protocolo Ovsynch não apresentam luteólise completa (MARTINS et al., 2011). Além disso, esta não regressão total do CL tem levado à queda na fertilidade, principalmente pela concentração de P4 no momento da IA estar mais elevada do que nas vacas que tiveram regressão completa (WILTBANK et al., 2014). O mesmo efeito parece ocorrer com vacas Nelore. Em torno de 25% de vacas que receberam dose de bula de PGF2 α no dia 7 do ciclo estral não apresentaram luteólise completa (FERRAZ JUNIOR et al., 2012).

Deste modo, dois métodos têm sido descritos para melhorar a luteólise durante os protocolos de IATF. A primeira seria aumentar a dose de PGF2 α e a segunda, aumentar o número de aplicações. Segundo Brusven et al. (2009), uma maior porcentagem de regressão total do CL ($< 0,4$ ng/mL de P4 56 h após PGF2 α) foi observada quando duas aplicações de PGF2 α foram feitas durante o protocolo Ovsynch (dias 7 e 8; 326/341 = 95,6%) quando comparado com apenas uma aplicação (dia 7; 301/356 = 84,6%). Estudo recente avaliou o aumento da dose (500 μ g vs. 750 μ g) de Cloprostenol e foi observado maior regressão total em multíparas (500 μ g = 79,2% vs 750 μ g = 87,7%), no entanto este efeito não foi observado em primíparas (GIORDANO et al., 2013). Neste mesmo estudo, a fertilidade foi maior para o grupo com dose maior (500 μ g; 221/540 = 40,9% vs. 750 μ g; 247/544 = 45,4%; $P = 0,05$).

Em protocolos à base de BE e P4, os resultados de fertilidade parecem seguir o mesmo caminho. Segundo Pereira et al. (2013), vacas leiteiras com concentrações de P4 acima de 0,1 ng/ml no momento da IATF tiveram a fertilidade reduzida.

4.3 Uso da eCG em vacas *Bos indicus*, *Bos taurus* x *Bos indicus* e *Bos taurus*

Em gado de corte já está bem estabelecido o uso da eCG. Trabalhos realizados pelos grupos do Prof. Pietro Baruselli e Prof. José Vasconcelos têm demonstrado melhoras na P/IA, principalmente em animais com baixo ECC e em anestro pós-parto (PERES et al., 2009; SÁ FILHO et al., 2010). Esta melhora tem sido justificada por aparentemente aumentar o diâmetro do folículo pré-ovulatório e consequentemente do

CL resultante, proporcionando maiores concentrações de P4, podendo melhorar o desenvolvimento embrionário e diminuir as perdas gestacionais (BARUSELLI et al., 2004).

Deste modo, nosso grupo avaliou a taxa de prenhez ao protocolo de IATF com adição ou não de eCG na retirada do dispositivo e/ou 14 dias após a IA (LEMES, 2012). Para tanto, foram utilizadas 901 vacas Nelore que receberam o seguinte protocolo: D0: dispositivo intravaginal de 1 g de P4, 2 mg de BE e meia dose de PGF2 α ; D8: o dispositivo foi removido, 0,8 mg de cipionato de estradiol e mais meia dose de PGF2 α . Neste mesmo dia, metade das vacas receberam 300 UI de eCG. No dia 10 foi feita a IATF. Após 14 dias da IA as vacas foram aleatoriamente distribuídas para receberem ou não 300 UI de eCG. O tratamento com eCG no dia da retirada resultou em maior taxa de ovulação (90,7% vs 79,9%; $P < 0,0001$) e maior taxa de prenhez por inseminação aos 60 dias (39,6% vs 34,1%; $P = 0,09$), porém, não influenciou a taxa de prenhez por inseminação aos 30 dias (41,3% vs 37,1%; $P = 0,21$) em comparação ao grupo controle. Com relação à eCG 14 dias após a IA não foi observado efeito na P/IA (LEMES, 2012).

Estudos recentes utilizando vacas leiteiras de alta produção verificaram aumento no volume do CL e na concentração de P4 no diestro subsequente à IATF nos animais que receberam eCG (400 UI). No entanto, somente os animais com baixo ECC dos que receberam eCG tiveram incremento na P/IA (SOUZA et al., 2009). Já Ferreira et al. (2013) avaliaram o efeito de diferentes doses de eCG (400 UI x 600 UI) no momento da retirada do dispositivo de P4 na dinâmica folicular e luteal e na P/IA em vacas HPB de alta produção. Neste estudo, a administração da eCG falhou em aumentar o diâmetro do folículo dominante, assim como, a taxa de crescimento deste folículo, o volume do CL formado, a concentração de P4 após ovulação e a P/IA. Além disso, não houve interação entre P/IA e ECC e outros parâmetros como paridade.

Devido ao crescimento do rebanho de vacas mestiças produtoras de leite, principalmente da raça Girolando, nosso grupo realizou um recente estudo visando avaliar o efeito da eCG na fertilidade de vacas mestiças lactantes (PRATA et al., 2014). Para tanto, foram utilizadas 265 vacas (100 primíparas e 165 múltiparas), com produção média de 24,3 Kg/d e DEL médio de 127,7 dias. O experimento foi realizado entre outubro e novembro de 2013. Os protocolos experimentais estão demonstrados na Figura 5.

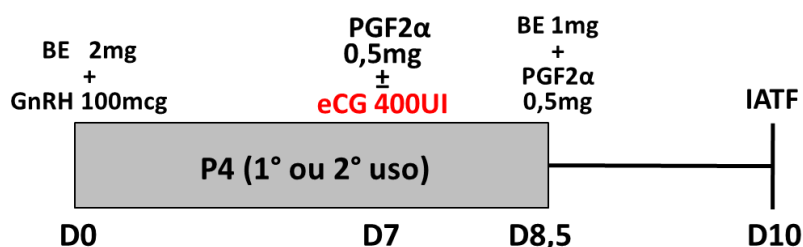


Figura 5. Esquema ilustrativo do protocolo hormonal utilizado.

Como pode ser visto na Figura 6, o uso da eCG melhorou a P/IA tanto aos 30 como aos 60 dias. Porém, não houve efeito com relação a perda gestacional (19,6% vs 21,5%) para o grupo tratado e controle, respectivamente. Além disso, houve tendência (P

= 0,11) de interação entre o uso de eCG e o número de IAs pós-parto. Vacas tratadas com eCG e inseminadas na 1ª IA pós-parto tiveram maior P/IA aos 30 [42,6% (20/44) vs. 18,1% (8/44); $P = 0,02$] e aos 60 dias [32,3% (17/43) vs. 12,0% (6/44); $P = 0,08$]. Ao se separar vacas por produção leiteira: maior (30,0 kg/dia; $n = 134$) ou menor (18,5 kg/dia; $n = 131$), também houve tendência ($P = 0,11$) de interação. Vacas de maior produção que receberam eCG apresentaram maior P/IA aos 30 [36,0% (21/56) vs. 15,0% (14/78); $P < 0,01$] e aos 60 [26,5 % (18/56) vs. 10,2% (12/78); $P < 0,01$] dias. Isso não ocorreu nas vacas de menor produção aos 30 [38,3% (29/76) vs. 32,0% (20/55); $P = 0,48$] ou aos 60 [29,2% (24/74) vs. 24,7% (18/55); $P = 0,48$] dias. Conclui-se que o uso de eCG no D7 do protocolo aumentou a fertilidade de vacas mestiças leiteiras submetidas a IATF e existem fortes evidências que este tratamento pode melhorar a fertilidade na 1ª IA pós-parto e em vacas de maior produção (PRATA et al., 2014).

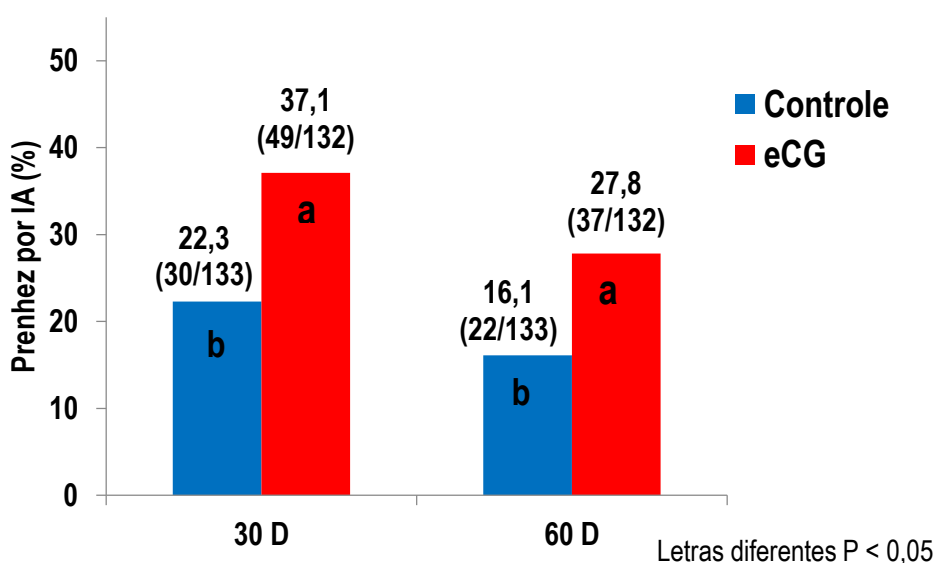


Figura 6. Prenhez por inseminação de vacas mestiças lactantes que receberam ou não eCG.

4.4 Uso de BE ou ECP como indutores de ovulação e prenhez por IA

Em animais *Bos indicus* vários trabalhos têm demonstrado que independentemente de qual indutor de ovulação utilizado (BE ou ECP), a porcentagem de ovulação e o momento desta não diferiu entre os tratamentos, ou seja, de 70 a 80% das vacas ovulam em torno de 72 horas após a retirada do dispositivo (REIS et al., 2004; MARTINS et al., 2005). Segundo Penteado et al. (2005), a P/IA também não diferiu entre os tratamentos mesmo com a utilização de diferentes fontes de progestágeno [ECP = 47,1% (56/119) ou BE = 46,7% (57/122), $P > 0,05$] ou progesterona [ECP = 49,4% (82/166) ou BE = 41,4% (70/169), $P > 0,05$].

Estudo recente realizado por Melo et al. (2014), comparou estes diferentes indutores de ovulação em vacas *Bos taurus*. Foram utilizadas 611 vacas HPB lactantes, 239 primíparas e 372 múltiparas, com ECC 3,1, DEL de 155,6 e produção de 37,1 kg/d.

Em um delineamento experimental inteiramente casualizado e com arranjo fatorial 2x2, os animais foram submetidos a duas fontes hormonais no início do protocolo (GnRH ou BE) e duas fontes hormonais ao final do protocolo (BE ou ECP), o que resultou em quatro tratamentos: GB (n = 149), GE (n = 170), BB (n = 150), BE (n = 142). Não houve interação entre os tratamentos na P/IA aos 30 e 60 d ($P > 0,05$), nem efeito do BE ou GnRH no início do protocolo aos 30 d (35,4% e 38,0%, respectivamente; $P = 0,52$). No entanto, houve efeito de tratamento ao final do protocolo na P/IA (31,7% e 42,0%, para BE e ECP, respectivamente; $P < 0,01$). Aos 60 d pós IATF não houve efeito dos tratamentos no início (31,9% e 31,5%, para BE e GnRH respectivamente; $P = 0,93$) ou ao final do protocolo (28,6% e 35,0%, para BE e ECP, respectivamente; $P = 0,11$). Quanto às perdas embrionárias/fetais entre 30 e 60 d pós IA, não houve efeito de tratamento no início ($P = 0,53$) ou ao final dos protocolos ($P = 0,17$). No entanto, houve tendência ($P = 0,06$) de interação entre os tratamentos no início e ao final dos protocolos (11,3%, 9,0%, 6,5% e 24,7%, para BB, BE, GB e GE, respectivamente). Independente dos tratamentos, a paridade afetou a P/IA aos 30 d (43,1% e 30,7%; $P < 0,01$), 60 d (40,7% e 23,9%; $P < 0,0001$) e influenciou a perda embrionária entre 30 e 60 d (7,4% e 17,4%, para primíparas e múltiparas, respectivamente; $P = 0,03$). Conclui-se que em vacas HPB lactantes e de alta produção, o uso de ECP ao invés de BE ao final do protocolo proporcionou maior P/IA aos 30 d pós IATF, mas não aos 60 d, devido a uma maior perda embrionária/fetal entre os 30 e 60 d do grupo GE. Além disso, independentemente do tipo de tratamento, primíparas apresentaram maior P/IA aos 30 e 60 d e menores perdas embrionárias.

5. Considerações finais

Os resultados apresentados neste artigo trazem uma importante contribuição para elevar o conhecimento da fisiologia reprodutiva em fêmeas bovinas manejadas nos trópicos, assim como demonstram claras diferenças entre *Bos indicus* e *Bos taurus*. Espera-se que, ao agregar esses conhecimentos fisiológicos aos estudos explorados, tenhamos condições de desenvolver estratégias de manejo reprodutivo e protocolos de reprodução assistida mais adequados a cada grupo genético.

No entanto, sabemos que mais estudos devem ser realizados para que se obtenha um melhor entendimento sobre as possíveis ações dos hormônios utilizados nos protocolos de IATF nas diferentes subespécies, visando sempre a maximização dos resultados.

REFERÊNCIAS

- ALLRICH RD. Endocrine and neural control of estrus in dairy cows. J. Dairy Sci.;77:2738-44, 1994.

- ALVAREZ P, SPICER LJ, CHASE JR CC, PAYTON ME, HAMILTON TD, STEWART RE, HAMMOND AC, OLSON TA, WETTEMANN RP. Ovarian and endocrine characteristics during an estrous cycle in Angus, Brahman, and Senepol cows in a subtropical environment. *J. Anim. Sci.*, 78:1291-1302, 2000.
- BARUSELLI OS, AYRES H, SOUZA AH, MARTINS CM, GIMENES LU, TORRES-JÚNIOR JRT. Impacto da IATF na eficiência reprodutiva em bovinos de corte. *Anais do 2^o Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada*. Londrina, PR, 113-132, 2006.
- BARUSELLI PS, REIS EL, MASQUES MO, NASSER LF, BÓ GA. The use of treatments to improve reproductive performance of anestrus beef cattle in tropical climates. *Anim Reprod Sci.*; 82-83:479-486, 2004.
- BASTOS MR, MATTOS MCC, MESCHIATTI MAP, SURJUS RS, GUARDIEIRO MM, FERREIRA JCP, MOURÃO GB, PIRES AV, BIEHL MV, PEDROSO AM, SANTOS FAP, SARTORI R. Ovarian function and circulating hormones in nonlactating Nelore versus Holstein cows. *Acta Sci Vet*, 38 (Supl 2):776, 2010.
- BO GA, ADAMS GP, PIERSON RA, CACCIA M, TRIBULO H, MAPLETOFT RJ. Follicular wave dynamics after estradiol-17p treatment of heifers with or without a progestogen implant. *Theriogenology*, 41:1555-1569, 1994a.
- BO GA, CACCIA M, MARTINEZ M, ADAMS GP, PIERSON RA, MAPLETOFT RJ. The use of estradiol-17P and progestogen treatment for the control of follicular wave dynamics in beef cattle. *Theriogenology*; 40: 165, 1994b.
- BO GA, BARUSELLI PS, MORENO D, CUTAIA L, CACCIA M, TRIBULO R, TRIBULO H, MAPLETOFT RJ. The control of follicular wave development for self-appointed embryo transfer programs in cattle. *Theriogenology*, 57:53-72, 2002.
- CARVALHO JB, CARVALHO NA, REIS EL, NICHI M, SOUZA AH, BARUSELLI PS. Effect of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in *Bos indicus*, *Bos indicus* x *Bos taurus*, and *Bos taurus* heifers. *Theriogenology*, 69:167-175, 2008.
- CASTILHO C, GARCIA JM, RENESTO A, NOGUEIRA GP, BRITO LF. 2007. Follicular dynamics and plasma FSH and progesterone concentrations during follicular deviation in the first post-ovulatory wave in Nelore (*Bos indicus*) heifers. *Anim Reprod Sci*, 98:189-196, 2007.
- FERRAZ JUNIOR MVC, PIRES AV, SARTORI R, BIEHL MV, NEPOMUCENO DD, SUSIN I, FERREIRA EM, ROCHA FM, GONSALVES JR, CRUPPE LH, DAY ML. Different luteolytic doses of PGF₂ α in Nelore cows on days 5 and 7 of the estrous cycle. In: ADSA-AMPA-ASAS-CSAS-WSASAS JOINT ANNUAL MEETING. *Journal of Animal Science*, 90:325-325, 2012.
- FERREIRA RM, AYRES H, SALES JNP, SOUZA AH, RODRIGUES CA, BARUSELLI PS. Effect of different doses of equine chorionic gonadotropin on follicular and luteal dynamics and P/AI of high-producing Holstein cows. *Anim Reprod Sci*, 140:26-33, 2013.
- FIGUEIREDO RA, BARROS CM, PINHEIRO OL, SOLER JMP. Ovarian follicular dynamics in Nelore Breed (*Bos indicus*). *Theriogenology*, 47:1489-1505, 1997.
- GIMENES LU, SÁ FILHO MF, CARVALHO NAT, TORRES-JÚNIOR JRS, SOUZA AH, MADUREIRA EH, TRINCA LA, SARTORELLI ES, BARROS CM, CARVALHO JBP, MAPLETOFT RJ, BARUSELLI PS. Follicle deviation and ovulatory capacity in *Bos indicus* heifers. *Theriogenology*, 69:852-858, 2008.
- GINTHER OJ, KASTELIC JP, KNOFF L. Intraovarian relationships among dominant and subordinate follicles and the corpus luteum in heifers. *Theriogenology*, 32:787-795, 1989.

- GINTHER OJ, WILTBANK MC, FRICKE PM, GIBBONS JR, KOT K. Selection of the dominant follicle in cattle. *Biol Reprod*, 55:1187-1194, 1996.
- GIORDANO JO, WILTBANK MC, FRICKE PM, BAS S, PAWLISCH RA, GUENTHER JN, NASCIMENTO AB. Effect of increasing GnRH and PGF2a dose during Double-ovsynch on ovulatory response, luteal regression, and fertility of lactating dairy cows. *Theriogenology*, 80:773-783, 2013.
- LEMES AP. Taxa de prenhez em vacas Nelore pós-parto, submetidas ou não a aplicação de eCG 2 dias antes e/ou 14 dias após a IATF. Dissertação de Mestrado, ESALQ/USP, 2012.
- LOPEZ H, SATTER LD, WILTBANK MC. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Anim Reprod Sci.*, 81:209-223, 2004.
- MAPLETOFT RJ, BO GA, ADAMS GP. Techniques for synchronization of follicular wave emergence and ovulation: Past, present and future. *Anais do 3^o Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada*. Londrina, PR, 15-25, 2008.
- MARTINS CM, CASTRICINI ESC, SÁ FILHO MF, GIMENES LU, BARUSELLI PS. Dinâmica folicular de vacas nelore tratadas com Cipionato de Estradiol ou Benzoato de Estradiol em protocolos de inseminação artificial em tempo fixo. *Acta Sci Vet.*, 33:285, 2005.
- MARTINS JP, POLICELLI RK, NEUDER LM, RAPHAEL W, PURSLEY JR. Effects of cloprostenol sodium at final prostaglandin F-2 alpha of Ovsynch on complete luteolysis and pregnancy per artificial insemination in lactating dairy cows. *J Dairy Sci.*, 94:2815-2824, 2011.
- MARTÍNEZ MF, KASTELIC JP, BÓ GA, CACCIA M, MAPLETOFT RJ. Effects of oestradiol and some of its esters on gonadotrophin release and ovarian follicular dynamics in CIDR-treated beef cattle. *Anim Reprod Sci.*, 86:37-52, 2005.
- MARTÍNEZ MF, KASTELIC JP, MAPLETOFT RJ. Effects of estradiol on gonadotrophin release, estrus and ovulation in CIDR-treated beef cattle. *Domestic Anim Endocri.*, 33:77-90, 2007.
- MELO LF, DRUM JN, MONTEIRO JR PLJ, WILTBANK MC, SARTORI R. Fertilidade de vacas holandesas submetidas a protocolos de IATF à base de GnRH e/ou estradiol. *Anim Reprod.*, no prelo, 2014.
- MOLLO MR, RUMPF R, MARTINS AC, MATTOS MCC, LOPES JR G, CARRIJO LHD, SARTORI R. Função ovariana em novilhas Nelore submetidas a baixa ou alta ingestão alimentar. *Acta Sci Vet.*, 35:958, 2007.
- MONTEIRO JR PLJ, RODRIGUES TN, SILVA FLM, BORSATO M, SURJUS RS, PRATA AB, SILVA LD, MOURÃO GB, WILTBANK MC, SARTORI R. Evaluation of timed artificial insemination protocols in dairy cattle: presynchronization with GnRH, increasing estradiol benzoate, and limitations to success during the protocol. *Anim Reprod.*, 9:541, 2012.
- PENTEADO L, SÁ FILHO MF, MARTINS CM, GIMENES LU, AYRES H, BARUSELLI PS. Variação na taxa de concepção de vacas nelore lactantes sincronizadas com dispositivo intravaginal de progesterona associado ao Benzoato ou ao Cipionato de estradiol. *Acta Sci Vet.*, 33:260, 2005.
- PEREIRA MHC, RODRIGUES ADP, MARTINS T, OLIVEIRA WVC, SILVEIRA PSA, WILTBANK MC, VASCONCELOS JLM. Timed artificial insemination programs during the summer in lactating dairy cows: comparison of the 5-d Cosynch protocol with an estrogen/progesterone-based protocol. *J Dairy Sci.*, 96:6904-6914, 2013.

- PERES R, CLARO I, SÁ FILHO O, NOGUEIRA G, VASCONCELOS JLM. Strategies to improve fertility in *Bos indicus* postpubertal heifers and nonlactating cows submitted to fixed-time artificial insemination. *Theriogenology*, 78:681-689, 2009.
- PRATA AB, MONTEIRO JR PLJ, PONTES GCS, SARTORI R. Fertilidade de vacas leiteiras mestiças submetidas à IATF com eCG incorporado ao protocolo. *Anim Reprod.*, no prelo, 2014.
- REIS EL, GIMENES LU, MARQUES MO, CARVALHO JBP, MAPLETOFT RJ, BARUSELLI PS. Efeitos do Cipionato de Estradiol na dinâmica folicular e luteínica de vacas nelore. *Acta Sci Vet*, 32:236, 2004.
- RIVERA FA, MENDONÇA LG, LOPES G, SANTOS JEP, PEREZ RV, AMSTALDEN M, CORREA-CALDERÓN A, CHEBEL RC. Reduced progesterone concentration during growth of the first follicular wave affects embryo quality but has no effect on embryo survival post transfer in lactating dairy cows. *Reproduction*, 2011, 141:333-342.
- RHODES FM, DE'ATH G, ENTWISTLE KW. Animal and temporal effects on ovarian follicular dynamics in Brahman heifers. *Anim Reprod Sci*, 1995, 38:265-277.
- SÁ FILHO MF, TORRES-JUNIOR J, PENTEADO L, GIMENES L, FERREIRA R, AYRES H, CASTRO E PAULA L, SALES J, BARUSELLI, P. Equine chorionic gonadotropin improves the efficacy of a progestin-based fixed-time artificial insemination protocol in Nelore (*Bos indicus*) heifers. *Anim Repro Sci*, 2010, 118:182-187.
- SANGSRITAVONG S, COMBS DK, SARTORI R, ARMENTANO LE, WILTBANK MC. High feed intake increases liver blood flow and metabolism of progesterone and estradiol 17 beta in dairy cattle. *J Dairy Sci*, 2002, 85:2831-2842.
- SARTORELLI ES, CARVALHO LM, BERGFELT DR, GINTHER OJ, BARROS CM. Morphological characterization of follicle deviation in Nelore (*Bos indicus*) heifers and cows. *Theriogenology*, 2005, 63:2382-2394.
- SARTORI R, FRICKE PM, FERREIRA JCP, GINTHER OJ, WILTBANK MC. Follicular deviation and acquisition of ovulatory capacity in bovine follicles. *Biol of Reprod*, 2001, 65:1403-1409.
- SARTORI R, HAUGHIAN JM, SHAVER RD, ROSA GJM, WILTBANK MC. Comparison of ovarian function and circulating steroids in estrous cycles of Holstein heifers and lactating cows. *J Dairy Sci*, 2004, 87:905-920.
- SARTORI R, ROSA GJM, WILTBANK MC. Ovarian structures and circulating steroids in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *J Dairy Sci*, 2002, 85:2813-2822.
- SEGERSON EC, HANSEN TR, LIBBY DW, RANDEL RD, GETZ WR. Ovarian and uterine morphology and function in Angus and Brahman cows. *Anim Sci.*, 1984, 59:1026-1046.
- SOUZA AH, VIECHNIESKI S, LIMA FA, SILVA FF, ARAÚJO R, BÓ GA, WILTBANK MC, BARUSELLI PS. Effects of equine chorionic gonadotropin and type of ovulatory stimulus in a timed-AI protocol on reproductive responses in dairy cows. *Theriogenology*, 2009:72:10-21.
- VASCONCELOS JLM, SANGSRITAVONG SJ, TSAI SJ, WILTBANK MC. Acute reduction in serum progesterone concentrations after feed intake in dairy cows. *Theriogenology*, 2003, 60:795-807.
- WEBB R, GARNSWORTHY PC, GONG JG, ARMSTRONG DG. Control of follicular interactions and nutritional influences. *J Anim Sci*, 2004, 82:63-74.
- WILTBANK MC, LOPEZ H, SARTORI R, SANGSRITAVONG S, GUMEN A. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology*, 2006, 65:17-29.

WILTBANK MC, SOUZA AH, CARVALHO PA, CUNHA AP, GIORDANO JO, FRICKE PM, BAEZ GM, DISKIN MG. Physiological and practical effects of progesterone on reproduction in dairy cattle. *Animal*, 2014, 70-81.

IATF EN NOVILLAS: DIFICULTADES Y SOLUCIONES

Gabriel A. Bó

1Instituto de Reproducción Animal Córdoba (IRAC), Zona Rural General Paz, Córdoba, Argentina; 2 Instituto de A.P. de Ciencias Básicas y Aplicadas, Carrera de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional de Villa María, Córdoba, Argentina.

E-mail: gabrielbo@iracbiogen.com.ar

1. Introducción

Durante los últimos años se ha producido un gran avance en el desarrollo de programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF), lo cual incrementó notablemente la cantidad de animales incluidos en estos programas (BÓ Y BARUSELLI, 2013). Datos de análisis de resultados de programas de IATF indican que es posible obtener porcentajes de preñez promedio del 50% a primo inseminación, tanto en vacas con cría al pie como en novillas *Bos taurus* de dos años de edad (CUTAIA et al., 2003). Además, la adición de 300 o 400 UI de Gonadotropina Coriónica Equina (eCG) a los protocolos de IATF que utilizan dispositivos intravaginales con progesterona y benzoato de estradiol (EB) permiten la inseminación de vacas con cría al pie y en pobre condición corporal (CC) con tasas de preñez del 40 al 50% (CUTAIA et al., 2003, BARUSELLI et al., 2003, BÓ et al., 2005). Sin embargo, los resultados de preñez obtenidos en novillas han sido inconsistentes e impredecibles, sobre todo en novillas cebú o cruce cebú y en novillas *Bos taurus* de 15 meses de edad.

Dentro de las posibles causas de estos variables resultados podemos mencionar la alta tasa de inmadurez en las novillas en el momento de se las quiere inseminar (revisado por BARUSELLI et al., 2005). Por el contrario en la novillas cíclicas, otra de las posibles causas de los variables resultados podría deberse a que altos niveles de progesterona circulante durante el tratamiento, suprimen la frecuencia y magnitud de los pulsos de LH que afectan el crecimiento del folículo dominante, la ovulación y la formación de un CL competente (BARUSELLI et al., 2005). Esta situación sería mucho más marcada aún en novillas de menor peso y tamaño metabólico que tienen un CL durante el tratamiento y en novillas cebuínas o cruce cebú que han demostrado tener menor capacidad para metabolizar la progesterona liberada por los dispositivos que las novillas *Bos taurus* (BARUSELLI et al., 2005). En ambos casos, la resultante sería altos niveles de progesterona en sangre. Datos preliminares indican que mediante la aplicación de una dosis de PGF cuatro días antes de la remoción de un dispositivo con progesterona (Moreno et al., 2002) o en el momento de inserción del dispositivo con progesterona (Día 0 del tratamiento; CUTAIA et al., 2004, BÓ et al., 2004) se obtiene una mayor tasa de crecimiento del folículo dominante que cuando se administra PGF en el momento de la remoción del dispositivo. El objetivo de esta revisión es presentar resultados obtenidos en programas de IATF en novillas y discutir sobre posibles alternativas de tratamiento para las mismas.

2. Efecto de la dosis de progesterona contenida en un dispositivo intravaginal y la inducción de luteólisis temprana.

Se diseñaron dos experimentos con el objetivo de: 1) evaluar el efecto de la aplicación de una dosis reducida de PGF (75 µg de D (+) cloprostenol; Ciclase, Syntex SA) en el momento de inicio (Día 0) de un tratamiento utilizando dispositivos intravaginales con progesterona; 2) evaluar el efecto del uso de dispositivos conteniendo 1 g o 0,5 g de progesterona (DIB, Syntex S.A., Argentina); y 3) evaluar los dispositivos de 1 g o 0,5 g reutilizados.

En el Experimento 1 (Pincinato et al., 2007), se utilizaron 482 novillas cruza cebú, de entre 24 y 30 meses de edad con una CC de 3,0 a 3,5 (Escala 1-5). Todas las novillas se encontraban ciclando (presencia de CL determinado por ultrasonografía; Pie Medical, Falco 100-7,5 Mhz) en el Día 0 y fueron divididas al azar para recibir uno de cuatro tratamientos en un diseño 2 x 2 factorial. Las novillas del Grupo PGF Día 0 y 8, recibieron ½ dosis de PGF i.m. (75 µg g de D (+) cloprostenol); en el Día 0 del tratamiento junto con 2 mg de EB i.m. (Syntex SA) y otra dosis de 75 µg de D (+) cloprostenol en el momento de retirado el dispositivo (Día 8). Las novillas del Grupo PGF Día 8, recibieron solo una dosis completa de PGF (150 µg de D (+) cloprostenol) en el Día 8. A su vez, los animales de cada grupo fueron subdivididos para recibir un DIB conteniendo 1 g de progesterona (Grupo DIB 1 g) o un DIB conteniendo 0,5 g de progesterona (Grupo DIB 0,5 g) por 8 días. Todas las novillas recibieron 1 g de EB en el Día 9 y fueron IATF entre las 52 y 56 h después de la remoción de los DIB.

Los resultados se encuentran resumidos en la Tabla 1 y 2. Considerando sólo las novillas tratadas con DIB 1 g, se encontró una diferencia ($P=0,04$) a favor del grupo que recibió PGF en el Día 0 y 8 respecto al grupo que recibió PGF en el Día 8 (Tabla 1). Sin embargo, las diferencias en el porcentaje de preñez obtenido en las novillas tratadas con DIB 0,5 g sólo fueron numéricas a favor de las novillas que recibieron PGF en el Día 0 y 8 respecto a las que recibieron PGF en el Día 8.

Tabla 1. Porcentajes de preñez obtenidos en novillas tratadas con DIB con 1g ó 0,5 g de progesterona y tratadas con PGF en el Día 0 y 8 u 8 del tratamiento.

DIB 1 g	DIB 1 g	DIB 0,5 g	DIB 0,5 g
PGF Día 8	PGF Día 0 y 8	PGF Día 8	PGF Día 0 y 8
60/121	74/118	63/119	70/124
(49,6%) ^a	(62,7%) ^b	(52,9%) ^{ab}	(56,5%) ^{ab}

ab porcentajes en la misma fila con distintos superíndices difieren ($P<0,05$).

Cuando se evaluaron sólo los efectos principales (momento de la PGF y contenido de progesterona del dispositivo; Tabla 2) y no se encontraron diferencias entre los porcentajes de preñez en novillas tratadas con DIB 1 g o DIB 0,5 g ($P>0,05$). Sin embargo los porcentajes de preñez tendieron a ser mayores ($P=0,06$) en las novillas tratadas con PGF en los Días 0 y 8 que las tratadas con PGF sólo en el Día 8.

Tabla 2. Porcentajes de preñez obtenidos en novillas tratadas con DIB con 1 g ó 0,5 g de progesterona y tratadas con PGF en el Día 0 y 8 u 8 del tratamiento. Efectos principales.

Dispositivo	Momento PGF
DIB 1 g de progesterona	134/239 (56,1%)
DIB 0,5 g de progesterona	133/243 (54,7%)
	PGF Día 0 y 8
	144/242 (59,5%) ^a
	PGF Día 8
	123/240 (51,3%) ^b

ab porcentajes en la misma fila con distintos superíndices tienden a diferir (P=0,06).

Se diseñó un segundo experimento (CUTAIA et al., 2007) con el objetivo de evaluar las tasas de preñez en novillas cruza cebú tratadas con dispositivos nuevos o usados impregnados con 0,5 o 1,0 g de progesterona, las cuales a su vez fueron tratadas o no con PGF en el Día de inicio del tratamiento. Se utilizaron 471 novillas cruza cebú de 20 a 26 meses de edad y con una CC de entre 2,5 a 3,5. Las novillas fueron divididas al azar en 8 tratamientos, en un diseño 2 x 2 x 2 factorial. En el Día 0, todas las novillas recibieron 2 mg de EB i.m. y fueron divididas para recibir DIB de 1 ó 0,5 g de progesterona nuevos o previamente utilizados y a su vez para recibir o no una dosis de 75 µg de D (+) cloprostenol. En el Día 8, se retiraron los DIB y se aplicó una dosis de PGF i.m. completa a los animales que no recibieron media dosis en el Día 0 y una media dosis al resto de las novillas. En el Día 9, todas las novillas recibieron 1 mg de EB y fueron IATF entre las 52 y 56 h luego de retirados los DIB. El día de colocación de los DIB se realizó ultrasonografía (US) y todas las novillas estaban cíclicas (con un CL). El diagnóstico de preñez se realizó también por US a los 30 días de la IATF. Nuevamente cuando se usaron dispositivos nuevos (de 1 o 0,5 g) las tasas de preñez fue de 55% para las novillas con PGF en el Día 0 y 8; y de 46% cuando se usó PGF solo el Día 8. Sin embargo, se encontró un menor porcentaje (P<0,003) de preñez en aquellas novillas tratadas con DIB de 0,5 g de progesterona previamente usados (21%).

Concluimos que la reutilización de los dispositivos con 0,5 g no dan tasas de preñez aceptables, debido a la baja cantidad de progesterona residual que queda en estos dispositivos después del primer uso. Datos reportados por Moscoloni y Chesta (comunicación personal) también indican un efecto positivo de la utilización de una media dosis de PGF (75 µg D (+) cloprostenol, Ciclar, Zoovet, Argentina) en novillas Angus de 15 meses de edad que fueron tratadas con un Prociclar (0,75 g de progesterona, Zoovet) por 7 u 8 días, junto con 2 mg de EB en el Día 0. En este caso, las novillas recibieron una dosis completa de PGF (150 µg de cloprostenol) cuando se retiraron los dispositivos, 1 mg de EB 24 h mas tarde y fueron IATF entre las 52 y 56 h del retiro de los dispositivos. En las novillas del Grupo Control se obtuvo un 32,5% (26/80), mientras que en las del Grupo PGF Día 0, se obtuvo un 46,8% (45/96; P<0,05). Estos resultados confirman el efecto positivo de la inducción temprana de la luteólisis en novillas cíclicas, sobre todo en las de menor peso corporal. Por supuesto otra alternativa viable es la utilización de un implante auricular (Crestar, MSD) en lugar de un dispositivo con progesterona que suprime mucho menos la pulsatilidad de la LH. Otra alternativa es el uso de 300 UI de eCG que inducirá el desarrollo folicular y disminuye un poco el efecto negativo de la progesterona (MENCHACA et al., 2013).

3. Tratamientos utilizando eCG en el momento de la remoción del dispositivo y gnrh o ecp como inductor de la ovulación en novillas.

Una alternativa para incrementar el porcentaje de preñez en novillas podría ser la utilización de eCG al momento de retirado el dispositivo con progesterona, con el objetivo de incrementar el crecimiento del folículo pre-ovulatorio. Baruselli et al. (2005) reportaron un incremento en los porcentajes de preñez en novillas Nelore tratadas con CIDR por 8 días a las cuales se le aplicó 400 UI de eCG. En las novillas del grupo eCG se obtuvo un 34.9% (68/195) de preñez, mientras que en las novillas del grupo control (igual tratamiento pero sin eCG) se obtuvo un 15,7% (31/197).

Menchaca et al. (2007) realizaron un experimento utilizando 486 novillas Aberdeen Angus y Hereford de entre 14 y 16 meses de edad con peso ± 240 kg, para evaluar el efecto del tratamiento con eCG en las tasas de preñez. También se evaluó el uso de GnRH en lugar de EB como inductor de la ovulación, con el objetivo de buscar una alternativa al tratamiento de sincronización de la ovulación en novillas Bos taurus pre-púberes.

Efectivamente, todas las novillas eran pre púberes y esto fue determinado por la ausencia de estro 20 días previos al comienzo del experimento y fue confirmado por US (Aloka 500 con transductor de 5 MHz) al momento de iniciado el tratamiento. Todas las novillas recibieron en el Día 0 un DIB de 1 g de progesterona y 2 mg de EB i.m. El DIB fue retirado 7 días más tarde junto con la aplicación de 150 μ g de D (+) cloprostenol y ese momento las novillas fueron divididas en 4 tratamientos, en un diseño 2 x 2 factorial. Las novillas del Grupo control recibieron 1 mg de EB en el Día 8 y fueron IATF 52 a 56 h de retirado el DIB. Las novillas del grupo EB+eCG recibieron una dosis de 300 IU de eCG (Novormón 5000, Syntex) en el Día 7 y 1 mg de EB en el Día 8 y fueron IATF 52 a 56 h de retirado el DIB. Las novillas del Grupo GnRH recibieron una dosis 50 μ g de GnRH (Lecirelina, Gonasyn, Syntex) a las 48 h de retirado el DIB y fueron IATF 6 h mas tarde. Por último, las novillas del Grupo GnRH + eCG recibieron el mismo tratamiento que las del grupo anterior más las adición de 300 UI de eCG en el momento de retirado el DIB. Se realizó el diagnóstico de preñez a los 45 días de la IATF y los datos fueron analizados por regresión logística.

La tasa de preñez fue mayor en las novillas tratadas con GnRH (48,7 %; 119/244) que en las tratadas con EB (40,0%; 98/245; $P < 0.05$) y también en las tratadas con eCG (49,8%; 120/241) que en las no tratadas con eCG (40,3%; 97/241; $P < 0.01$). La asociación entre GnRH+eCG resultó en una preñez del 55.3% (68/123), contra el 36,2% (46/127; $P < 0.05$) obtenido en el Grupo control. La preñez fue intermedia para los grupos GnRH y EB+eCG (42,4%, 50/118 y 44,1%, 52/118; respectivamente). Los resultados sugirieron que la GnRH como inductor de ovulación y la eCG administrada al momento de retirado el progestágeno resultaron en mayores tasas de preñez que las obtenidas con el tratamiento sin eCG. Los resultados positivos de la adición de eCG en novillas pre púberes concuerda con lo reportado por Baruselli et al. (2005). Sin embargo la mayor tasa de preñez en las que recibieron GnRH que en las que recibieron EB fue un resultado inesperado y difícil de interpretar. Sin embargo en un segundo experimento con 313 novillas Brangus cíclicas de entre 18 y 24 meses de edad y con una CC de $3 \pm 0,5$, no se encontraron diferencias entre los porcentajes de preñez de las novillas tratadas con EB (47,4%) o GnRH (47,2%) como inductor de ovulación ($P > 0,1$).

En base a los resultados concluimos que la adición de eCG en el momento de retirado el DIB mejora los porcentajes de preñez en novillas pero que no hay diferencias entre el uso de GnRH en lugar de EB como inductor de la ovulación.

Menchaca et al. (2013) han realizado una serie de estudios en novillas *Bos taurus* para sustituir la dosis de GnRH a las 48 h por ECP al retiro del dispositivo. En un primer trabajo se utilizaron 1.000 novillas Angus de 14 meses con 304,9 $\pm$ 21,5 kg de peso vivo y 5,0 $\pm$ 0,3 de condición corporal (escala 1-8). Al iniciar el experimento se determinó la actividad ovárica por ultrasonografía encontrándose un 62,5% de las novillas con cuerpo lúteo. Las hembras recibieron un dispositivo intravaginal con progesterona (DIB, 1,0 g) durante 7 u 8 días asociado a 2 mg de EB y 250 μ g de cloprostenol por vía im. Al retirar el dispositivo se administró una segunda dosis de 250 μ g de cloprostenol y 300 UI de eCG im. Las novillas con y sin cuerpo lúteo fueron asignadas por a dos grupos experimentales para recibir 0,5 mg de ECP al retiro del dispositivo o 50 μ g de GnRH (Gonadorelina, Gonasyn Gdr., Syntex) 48 h después del retiro. Para el diseño experimental los grupos fueron balanceados por bloques al azar considerando la presencia de cuerpo lúteo, la duración del tratamiento y la condición corporal. La IATF se realizó entre las 52 y 56 h del retiro del dispositivo con semen proveniente de un único toro. El diagnóstico de gestación se realizó por ultrasonografía entre 30 y 35 días más tarde y no se encontraron diferencias significativas en la tasa de preñez entre el tratamiento con ECP (62,7%) y GnRH (56,9%), tanto para novillas con o sin cuerpo lúteo. En un siguiente trabajo se compararon ambos tratamientos con 0,5 mg de ECP al retiro del dispositivo versus GnRH 48 h más tarde en novillas de 2 años y los resultados fueron similares [ECP: 52,8% (181/343) vs GnRH 53,7% (173/322)]

En suma, el uso de ECP al retirar el dispositivo en novillas de 14 meses o de 2 años simplifica el tratamiento, reduce el costo del mismo y se obtiene una tasa de preñez similar que con el uso de GnRH. El tratamiento con eCG y ECP como inductor de la ovulación es hoy el protocolo de elección en nuestras condiciones de trabajo tanto en vacas como en novillas.

4. Influencia del diámetro uterino, tamaño de los ovarios y estructuras ováricas sobre la fertilidad en novillas cruzas cebú inseminadas a tiempo fijo

Para seguir estudiando mas sobre las posibles causas de variabilidad en las tasas de preñez con novillas, se realizó un experimento (CUTAIA et al., 2006b) con el objetivo de evaluar la influencia de diferentes características del tracto reproductivo en novillas de 15 meses de edad en el momento de iniciar un programa de IATF. Las novillas (n=107) utilizadas fueron cruzas cebú con Bonsmara, con una CC de entre 3,0 a 3,5 y con un peso de entre 320 a 360 kg. En el Día 0, todas las novillas fueron examinadas por US (Chison Vet 500, Transductor de 5 Mhz) para determinar el diámetro promedio de los cuernos uterinos (inmediatamente craneal a la bifurcación), la media del tamaño de los ovarios (ancho por alto/2) y la presencia de estructuras ováricas [CL, Folículos > 8 mm de diámetro (Fol.) o solamente folículos pequeños (SE, < 8 mm de diámetro)]. El diámetro de los cuernos fue clasificado como 1 (<1cm); 2 ($\geq$ 1 y < 1,5 cm) y 3 ($\geq$ 1,5 cm). Los ovarios fueron también clasificados como 1 (<1cm); 2 ($\geq$ 1 y < 1,5 cm) y 3 ($\geq$ 1,5 cm). Todas las novillas recibieron 2 mg de EB y un DIB nuevo en el Día 0, 150 μ g de D (+) cloprostenol i.m. en el momento de retirado el DIB (Día 8); 1 mg EB i.m. en el Día 9 y fueron IATF con semen congelado del mismo toro entre las 52 e 56 h de retirado el DIB. Se determinó la tasa de preñez por medio de ultrasonografía a los 30 días de la IATF. De las 107 novillas examinadas, 15 (14,0%) fueron clasificadas como útero Grado 1, 69

(64,4%) como útero Grado 2 y 23 (21,5%) como útero Grado 3. La distribución del tamaño de los ovarios fue: ovario Grado 1: 3 (2,8%); ovario Grado 2: 30 (28,0%) y ovario Grado 3: 74 (69,1%). La distribución por estructuras ováricas fue: CL: 68 (63,5%); Fol.: 31 (28,9%) y SE: 8 (7,4%). Se encontró una tendencia a mayor tasa de preñez ($P=0,08$) en las novillas clasificadas como útero Grado 3 (12/23; 52,2%) que aquellas clasificadas como útero Grado 1 (5/15; 33,3%) o 2 (22/69; 31,9%). No hubo diferencias ($P>0,1$) entre las tasas de preñez en las novillas con ovario Grado 1 (1/3; 33,3%), 2 (11/30; 36,7%) o 3 (27/74; 36,5%). No hubo diferencia ($P>0,1$) entre las novillas que presentaron CL (24/68; 35,3%), Fol. (11/31; 35,5%) o SE (4/8; 50,0%). Considerando solamente las novillas que presentaron un CL, las tasas de preñez fueron mayores ($P<0,01$) en las novillas con útero Grado 3 (11/18; 61,1%) que aquellas con útero Grado 2 (13/45; 28,9%) o 1 (0/5; 0,0 %). Estos datos indicaron que hay que tener en cuenta otros factores aparte de la presencia o ausencia de CL para indicar la madurez de novillas de 15 meses y poder determinar la inclusión de las novillas a un programa de IATF.

Se realizaron luego dos experimentos para confirmar estos resultados utilizando 773 novillas del mismo establecimiento que las anteriores, pero de 20 a 26 meses de edad. Las tasas de preñez fueron mayores ($P<0,01$) en las novillas con un CL (297/484; 61,3%) que las con folículos ≥ 8 mm de diámetro (95/206; 46,1%) y las con folículos <8 mm de diámetro (16/42; 38,1%). A su vez, el tamaño uterino afectó nuevamente las tasas de preñez en las novillas que tenían un CL ($P<0,05$), ya que las que tenían un útero de mayor tamaño (Grado 3) se preñaron mas (223/366; 60,1%) que las que tenían un útero Grado 2 (68/113; 51,2%) o un útero Grado 1 (6/12; 50,0%). Finalmente, en un trabajo presentado por Domínguez et al. (2009) se utilizaron novillas de Angus ($n=123$) y se encontró un mayor ($P<0,05$) porcentaje de preñez en las novillas con útero Grado 3 (26/51; 51%) y 2 (22/46; 47,8%) que en las de útero Grado 1 (7/26; 26,9%). Concluimos que el tamaño del útero afecta los porcentajes de preñez a la IATF en novillas.

5. El protocolo Cosynch de 5 días

El protocolo más utilizado para novillas en Estados Unidos utiliza GnRH y un dispositivo con progesterona por 7 días, con tasas de preñez que rondan el 50%. Sin embargo en los últimos años se han realizado investigaciones tendientes a aumentar esa tasa de preñez. Se ha analizado el efecto de diferentes factores que podrían afectar la fertilidad en novillas. Se ha propuesto que en novillas el tamaño del folículo es determinante a la hora de inducir una ovulación (PERRY et al., 2005). Sin embargo, se han reportado publicaciones recientes que sugieren que la fertilidad a los tratamientos de IATF que utilizan GnRH y progestágenos pueden mejorarse si se disminuye el período de crecimiento del folículo dominante ovulatorio y se prolonga la duración del proestro (BRIDGES et al., 2008, RABAGLINO et al., 2010, COLAZO Y AMBROSE, 2011, LIMA et al., 2013). BRIDGES et al. (2008) compararon un protocolo Cosynch de 7 días con un dispositivo de progesterona con IATF a las 60 horas y un protocolo Cosynch de 5 días con IATF a las 72 horas en vacas de razas para carne. En ese estudio, las tasas de preñez fueron 11% mayores que con el protocolo de 5 días. Santos et al. (2010) informaron resultados similares en vacas lecheras. La hipótesis planteada fue que el protocolo de 5 días permitió un proestro más prolongado con mayores concentraciones de estradiol, debido al crecimiento del folículo dominante que va a estar estimulado por pulsos frecuentes de LH antes de la ovulación. Además del efecto sobre los folículos, se propone también que un proestro prolongado permite una mayor concentración de

estradiol durante el periodo preovulatorio, que a su vez produce una mayor expresión de receptores de progesterona en el epitelio uterino, favoreciendo la función uterina durante el período de pre-implantacional de la preñez (BRIDGES et al., 2012). Sin embargo, debido a un intervalo más corto entre la primera GnRH y la inducción de la luteólisis en el protocolo de 5 días, es aparentemente necesario administrar dos inyecciones de PGF con 6 a 24 horas de intervalo, para inducir la regresión completa del CL inducido por la GnRH.

Más recientemente, Kasimanickam et al. (2012) informaron que las novillas inseminadas a las 56 horas en un protocolo de Cosynch de 5 días tenían, en promedio, una tasa de preñez a la IA 10,3% más elevada que las novillas inseminadas a las 72 horas. Además, Colazo y Ambrose (2011) demostraron que la preñez por IATF no fue distinta con protocolos Cosynch de 5 días y 7 días con una sola administración de PGF en novillas lecheras. En ese estudio, el uso de la primera GnRH en el protocolo Cosynch de 5 días tampoco parecía ser necesaria, ya que las tasas de preñez no fueron distintas cuando no se utiliza. A la inversa, Lima y col. (2011) observaron un aumento de la tasa de preñez en novillas lecheras que recibieron la GnRH final al mismo tiempo que la IA a las 72 horas después de la remoción del dispositivo con progesterona en comparación con la administración de GnRH a las 56 horas e IATF 16 horas después. Además, tanto Lima et al (2011) como Colazo y Ambrose (2011), también mostraron que no hubo diferencias en las tasas de preñez entre novillas que recibieron o no una primera GnRH en el momento de la inserción del dispositivo con progesterona. Finalmente, Lima et al. (2013) realizaron un experimento con un alto número de novillas de leche y encontraron las mejores tasas de preñez cuando se colocó GnRH en el día de la inserción del dispositivo con progesterona y dos inyecciones de PGF, con 24 h de intervalo, en el momento de la remoción del dispositivo con progesterona. Indudablemente, se necesita investigación adicional para evaluar los protocolos Cosynch de 5 días en novillas y confirmar que realmente mejoren las tasas de preñez con respecto a los tratamientos convencionales.

6. Protocolo J Synch

Como se describió anteriormente, los protocolos que alargan el proestro realizados en Estados Unidos, utilizaron dispositivos con progesterona y GnRH. Recientemente reportamos datos preliminares de un tratamiento realizado utilizando un protocolo basado en benzoato de estradiol (EB) y un dispositivo con progesterona (que son las hormonas más usadas en Argentina) pero donde la remoción del dispositivo con progesterona fue realizada 6 días después (en lugar de 7 u 8 días) y se prolongó el proestro administrando GnRH como inductor de la ovulación en el momento de la IATF que fue realizada 72 horas después de la remoción del dispositivo, en lugar de hacerlo a las 48 horas (de la Mata y Bó 2012).

En este trabajo se comparó la eficiencia en la sincronización de celos y consecuente ovulación de dos tratamientos alternativos. Se utilizaron 28 novillas para carne *Bos taurus*, de entre 16 y 17 meses de edad, que fueron divididas al azar en dos grupos. El grupo 1 (BE 6 d; n=14) recibió en el Día 0, 2 mg de benzoato de estradiol (BE) y un dispositivo intravaginal con 0,6 g de progesterona. El grupo 2 (GnRH 5 d; n=14) recibió en el Día 1, 10,5 µg de GnRH y un dispositivo intravaginal con 0,6 g de progesterona. Los dispositivos fueron retirados en ambos grupos en el Día 6 y todas las novillas recibieron 150 µg de D-Cloprostenol (PGF). La IATF se realizó a las 72 horas desde la PGF (Día 9) y en el mismo momento se aplicó 10,5 µg de GnRH en todos los animales. Durante el transcurso de estos tratamientos, todas las novillas fueron examinadas mediante ultrasonografía transrectal para observar el desarrollo folicular y la ovulación.

El día promedio ($\pm$ DS) de inicio de la nueva onda folicular ocurrió antes ($P < 0,05$) en las novillas tratadas con GnRH ($2,1 \pm 1,0$) que en las tratadas con BE ($3,7 \pm 0,9$). Sin embargo, la tasa ovulatoria ($91,6$ vs $92,8$ %), el diámetro del folículo ovulatorio ($11,7 \pm 0,2$ vs $12,0 \pm 0,5$ mm), el intervalo desde la PGF hasta la ovulación ($97,1 \pm 17,4$ vs $95,1 \pm 12,5$ hs) y el porcentaje de concepción ($50,0$ vs $57,1$ %) no difirieron significativamente ($P > 0,05$) entre los grupos. Esto fue repetido en ensayos de campo con un total de 854 novillas inseminadas en rodeos comerciales con este tratamiento alternativo y el promedio de preñez fue del $53,7$ %, resultando en datos aceptables y alentadores.

Se diseñó otro experimento para comparar el protocolo J Synch con el protocolo Co-Synch de 5 días y el protocolo convencional con progesterona y estradiol (Re y Bo, 2013). Se utilizaron novillas Holando Argentino de 17 meses de edad y con una condición corporal de 2,5 a 3,5 (escala del 1 al 5). Se utilizaron 3 protocolos de IATF simultáneamente, haciendo coincidir el momento de retiro del dispositivo: Las novillas en el grupo BE-7 días recibieron un dispositivo con 1 g de progesterona y 2 mg de BE en el Día 0, 500 μ g de cloprostenol, junto con la remoción del dispositivo en el Día 7, 1 mg de EB en el Día 8 y fueron IATF a las 56 h del retiro del dispositivo. Las del grupo BE-6 días recibieron un DIB y 2 mg EB en el Día 1, PGF junto con el retiro del dispositivo en el Día 7 y en este caso se administró 10 μ g de acetato de buserelina y se realizó la IATF a las 72 horas del retiro del dispositivo. Las novillas del grupo Cosynch-5 días recibieron un dispositivo con 1 g de progesterona y GnRH en el Día 2. En el Día 7 se retiró el dispositivo y se aplicaron dos dosis de PGF (al mismo tiempo de la remoción del DIB y 12 horas después). A las 72 horas del retiro del dispositivo se realizó la IATF y se aplicó GnRH. Se realizaron dos experimentos. En el primero se evaluó la dinámica folicular y ovulación por medio de ultrasonografía (20 animales por grupo) y en el segundo se evaluaron los porcentajes de preñez a la IATF realizando ultrasonografía a los 32 días de la IATF. Los resultados están resumidos en la Tabla 3. La hora media de ovulación fue antes para el grupo BE-7 días que para los grupos BE 6 días y Cosynch-5 días ($P = 0,001$). El tamaño del folículo preovulatorio fue menor para el grupo BE-7 días y para el grupo BE-6 días y que para el grupo Cosynch-5 días de $P = 0,014$). En el segundo experimento, a pesar que las tasas de preñez son numéricamente menores en el grupo BE-7 días que para el grupo BE-6 días y para el grupo Cosynch-5 días las diferencias no fueron significativas ($P = 0,401$). Los resultados preliminares indican que los 3 protocolos resultan en aceptables tasas de preñez a la IATF en novillas lecheras.

Tabla 3. Hora media ($\pm$ EE) de ovulación, tamaño del folículo preovulatorio y tasas de preñez en novillas Holando Argentino.

Tratamientos	BE-7 días	BE-6 días	Cosynch-5 días
Experimento 1, N	20	20	20
Hora media Ovulación	$82,7 \pm 3,1^a$	$103,8 \pm 3,3^b$	$96,8 \pm 3,3^b$
Diámetro FO (mm)	$12,8 \pm 0,5^a$	$13,1 \pm 0,6^a$	$14,9 \pm 0,6^b$
Experimento 2, N	188	189	185
Preñadas (%)	110 (58.5%)	122 (64.6%)	120 (64.9%)

ab Las medias difieren significativamente ($P < 0.05$)

7. Conclusiones

En los últimos 20 años se han realizado progresos significativos en la mejor comprensión de los patrones del crecimiento de los folículos ováricos bovinos y las tecnologías que coordinan el crecimiento y ovulación de los folículos (BO et al., 2013). Las tasas de preñez que se obtienen a 1ª IATF en novillas rondan el 40 a 50% pero con mucha variabilidad. Para tener resultados consistentes en novillas con sangre cebu se hacen las siguientes recomendaciones: 1) hacer una buena selección de las novillas en base a peso (>60% del peso adulto), presencia de estructuras ováricas (con CL a la ultrasonografía) y tamaño de útero (desarrollado y con tonicidad a la palpación rectal) 2) utilizar tratamientos con baja progesterona (aplicando PGF en el Día 0 con dispositivos nuevos de 1 o 0.5g, utilizando dispositivos reutilizados (de 1 g) o utilizando implantes auriculares Crestar), 3) administrar 300 IU de eCG para asegurar el desarrollo folicular y la ovulación. Por último, se han reportado recientemente en USA que esas tasas se podrían incrementar si se disminuye el período de crecimiento del folículo dominante ovulatorio y se prolonga la duración del proestro. Con estos protocolos se espera tener una mejoría significativa en las tasas de preñez de novillas. Si bien los resultados hasta ahora son alentadores se necesita mucho más trabajo para confirmar si esta mejora es consistente y repetible, y sobre todo si son superiores a los tratamientos que se utilizan ahora en Argentina y Brasil.

REFERÊNCIAS

- BARUSELLI PS, MARQUES MO, REIS EL, BÓ GA. 2003. Tratamientos hormonales para mejorar la performance reproductiva de vacas de cría en anestro en condiciones tropicales. Resúmenes V Simposio Internacional de Reproducción Animal, Huerta Grande, Córdoba, 27 al 29 de junio de 2003; 103-116.
- BÓ GA, BARUSELLI PS, MAPLETOFT RJ. 2013. Synchronization techniques to increase the utilization of artificial insemination in beef and dairy cattle. Anim. Reprod. 10,137-42.
- BRIDGES GA, HESLER LA, GRUM DE, MUSSARD ML, GASSER CL AND DAY ML. 2008. Decreasing the interval between GnRH and PGF2 α from 7 to 5 days and lengthening proestrus increases timed-AI pregnancy rates in beef cows. Theriogenology 69, 843-51.
- BRIDGES GA, MUSSARD ML, PATE JL, OTT TL, HANSEN TR AND DAY ML. 2012. Impact of preovulatory estradiol concentrations on conceptus development and uterine gene expression. Anim. Reprod. Sci. 133, 16-26
- COLAZO MG Y AMBROSE DJ. 2011. Neither duration of progesterone insert nor initial GnRH treatment affected pregnancy per timed-insemination in dairy heifers subjected to a Co-synch protocol. Theriogenology 76, 578-88.
- De la Mata JJ y Bó GA. 2012. Sincronización de celos y ovulación utilizando protocolos con benzoato de estradiol y GnRH en períodos reducidos de inserción de un dispositivo con progesterona en novillas para carne. Taurus 55, 17-23.
- KASIMANICKAM R, ASAY M, FIRTH P, WHITTIER WD, HALL JB. 2012. Artificial insemination at 56 h after intravaginal progesterone device removal improved AI pregnancy rate in beef heifers synchronized with five-day CO-Synch controlled internal drug release (CIDR) protocol. Theriogenology 77,1624-1631.

- LIMA FS, AYRES H, FAVORETO MG, BISINOTTO RS, GRECO LF, RIBEIRO ES, BARUSELLI PS, RISCO CA, THATCHER WW, SANTOS JEP. 2011. Effects of gonadotropin releasing hormone at initiation of the 5-day timed artificial insemination (AI) program and timing of induction of ovulation relative to AI on ovarian dynamics and fertility of dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 94, 4997-5004.
- LIMA FS, AYRES H, FAVORETO MG, BISINOTTO RS, GRECO LF, RIBEIRO ES, BARUSELLI PS, RISCO CA, THATCHER WW, SANTOS JEP. 2013. Hormonal manipulations in the 5-day timed artificial insemination protocol to optimize estrous cycle synchrony and fertility in dairy heifers. *J Dairy Sci* 96, 7054-65.
- MENCHACA A, NÚÑEZ R, WIJMA R, GARCÍA PINTOS C, FABINI F AND DE CASTRO T 2013. Como mejorar la fertilidad de los tratamientos de iatf en vacas bos taurus. X Simposio Internacional de Reproduccion Animal (IRAC), Cordoba Argentina pp. 103-134.
- PERRY GA, SMITH M, LUCY MC, GREEN JA, PARKS TE, MACNEIL MD, ROBERTS AJ, GEARY TW. 2005. Relationship between follicle size at insemination and pregnancy success. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 102, 5268-73.
- RABAGLINO MB, RISCO C, THATCHER MJ, KIM IH, SANTOS JE, THATCHER WW. 2010. Application of one injection of prostaglandin F2alpha in the five-day Co-Synch+CIDR protocol for estrous synchronization and resynchronization of dairy heifers. *J. Dairy Sci.* 93,1050-58.
- RÉ M Y BÓ GA. 2013. Sincronización de la ovulación en novillas de leche utilizando tratamientos que prolongan el proestro. X Simposio Internacional de Reproduccion Animal, IRAC, Cordoba, Argentina, pp. 324.
- BARUSELLI PS, BÓ GA, REIS EL, MARQUES MO, SÁ FILHO F. 2005. Introducao da IATF no manejo reproductivo de rebanhos bovinos de corte no Brasil. 6° Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina- 24 al 26 de junio de 2005; 151-176.
- BÓ GA, CUTAIA L, BALLA E, MORENO D, AVILES M, BERTERO F. 2004. Follicular wave emergente and ovulation in beef cattle trated with PGF at device insertion and renoval of a new or used progesterone vaginal device. Congreso Internacional de Reproducción Animal (ICAR) Porto Seguro, Bahía, Brasil, Agosto de 2004; 110.
- BÓ GA, CUTAIA L, CHESTA P, BALLA E, PICINATO D, PERES L, MARAÑA D, AVILÉS M., MENCHACA A, VENERANDA G, BARUSELLI PS. 2005 Implementación de Programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Rodeos de Cría de Argentina. 6° Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina, 24 al 26 de junio de 2005; 97-128.
- CALLEJAS S, TOUS F, BENITEZ JP, CLEDOU G. 2007. Efecto de administrar media dosis de un agente luteolítico al colocar y retirar un dispositivo intravaginal con progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF en novillas Braford. 7o Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina; 29 de junio al 1 de julio 2007; 231.
- CUTAIA L, VENERANDA G, TRÍBULO R, BARUSELLI PS, BÓ GA. 2003. Programas de Inseminación Artificial a Tiempo Fijo en Rodeos de Cría: Factores que lo Afectan y Resultados Productivos. 5° Simposio Internacional de Reproducción Animal. Huerta Grande, Córdoba. 27 al 29 de junio de 2003; 119-132.
- CUTAIA L., CHESTA P., MORENO D., AVILES M., BERTERO F., BO GA. 2004. Effect of PGF and estradiol benzoate administration on follicular wave emergence and ovulation in beef cattle treated with progesterone vaginal devices. Congreso Internacional de Reproducción Animal (ICAR) Porto Seguro, Bahía, Brasil, Agosto de 2004; 111.

- CUTAIA L, PERES LC, PINCINATO D, BÓ GA. 2007 Effect of time of prostaglandin F2 α administration on pregnancy rates in Bos indicus cross-bred heifers treated with progesterone vaginal devices and inseminated at a fixed time. En: Reproduction in Domestic Ruminants VI, Juengel JL, Murray JF and Smith MF (editors), Nottingham University Press; 519.
- CUTAIA L., PERES L., PINCINATO D., BO G.A. 2006. Influence of uterine diameter, ovarian size and ovarian structures on fertility in 15 month old cross-bred Bonsmara heifers inseminated at Fixed-Time. 1. Acta Scientiae Veterinariae 34 (Supl 1); 387.
- CUTAIA L, RAMOS M, CHESTA, BO GA. 2009. Efecto del momento de la IATF en novillas de carne cruce cebú tratadas con dispositivos con progesterona y ECP como inductor de la ovulación. 8o Simposio Internacional de Reproducción Animal, Cordoba, Argentina; 26 al 28 de Septiembre 2009; CD.
- DOMINGUEZ G, LUSSENHOFF M. G, CUTAIA L, BROGLIATTI G. 2009. Efecto de tamaño de útero, presencia de estructura ovárica, edad y peso sobre la fertilidad en novillas a. Angus. 8o Simposio Internacional de Reproducción Animal, Cordoba, Argentina; 26 al 28 de Septiembre 2009; CD.
- GONZÁLEZ CHAVES S, CHAYER R, CALLEJAS S. 2007. Efecto de administrar media dosis de un agente luteolítico al momento de colocar y retirar un dispositivo intravaginal con 0,5 g de progesterona sobre el porcentaje de preñez a la IATF en novillas para cría. 7o Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina; 29 de junio al 1 de julio 2007; 230.
- GONZÁLEZ CHAVES S, CHAYER R, CATALANO R, CABODEVILA J, CALLEJAS S. 2007. Efecto de administrar media dosis de un agente luteolítico al momento de colocar y retirar un dispositivo intravaginal con 1 g de progesterona y de la duración del tratamiento sobre el porcentaje de preñez a la IATF en novillas Angus. 7o Simposio Internacional de Reproducción Animal, Córdoba, Argentina; 29 de junio al 1 de julio 2007; 232.
- MENCHACA A., VILARIÑO M., IBARRA D. 2006. GnRH and eCG associated with a progesterone treatment increase pregnancy rate after FTAI in prepubertal heifers. En: Reproduction in Domestic Ruminants VI, Juengel JL, Murray JF and Smith MF (editors), Nottingham University Press: 514.
- MORENO D, CUTAIA L, TRÍBULO H, TRÍBULO R, VILLATA ML, CACCIA M, BÓ G.A. 2002. Effect of the Time of Prostaglandin Administration on Pregnancy Rates in Embryo Recipients Treated With Progesterone Vaginal Devices and Transferred Without Estrus Detection. Theriogenology 57: 552.
- PINCINATO D, CUTAIA L, PERES LC, BÓ GA. 2007. Effect of progesterone content in a vaginal insert on pregnancy rates in Bos indicus cross-bred beef heifers inseminated at a fixed time. En: Reproduction in Domestic Ruminants VI, Juengel JL, Murray JF and

COMO OTIMIZAR A EFICIÊNCIA REPRODUTIVA DE PROGRAMAS DE INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL E DE TRANSFERÊNCIA DE EMBRIÕES EM BOVINOS: REPRODUÇÃO DE PRECISÃO

Pietro S. Baruselli¹; Márcio O. Marques², Mario Ribeiro Júnior², Rubens C. Pinto Silva², Lais M. Vieira¹, Manoel F. Sá Filho¹,

¹VRA, FMVZ/USP, São Paulo, SP, Brasil; ²Geraembryo, Cornélio Procopio, PR, Brasil.

Resumo

A inseminação artificial (IA) e a transferência de embrião (TE) são relevantes tecnologias para aumentar a produtividade bovina através do melhoramento genético tanto em rebanhos especializados na produção de carne quanto de leite. Os programas de sincronização da ovulação para inseminação artificial em tempo fixo (IATF) ou a transferência de embrião em tempo fixo (TETF) são ferramentas que permitem aumentar o número de fêmeas inseminadas ou aptas a receberem um embrião, eliminando a necessidade de detecção de estro, viabilizando a utilização de animais em anestro e, consequentemente, aumentando a eficiência reprodutiva dos rebanhos. Atualmente, os protocolos de sincronização da ovulação estão estabelecidos e apresentam resultados satisfatórios e previsíveis quando aplicados em propriedades com adequado manejo nutricional e sanitário. Vários estudos foram realizados para estabelecer programas reprodutivos aplicados ao manejo das propriedades comerciais com os protocolos de IATF e de TETF existentes. Tais programas visam facilitar e intensificar a aplicação dessas biotecnologias, bem como adequá-los aos objetivos específicos de cada fazenda. Atualmente, dentre as formas de intensificação do uso da IA/IATF e/ou TE/TETF, o estabelecimento de programas de ressincronização das fêmeas não gestantes após o primeiro serviço merecem destaque. Os programas de ressincronização eliminam a necessidade de observação de estro (facilitam o manejo e aumentam a taxa de serviço), reduzem o intervalo entre o parto e a concepção (aumentam a eficiência reprodutiva), diminuem o número de touros na propriedade (redução do custo por prenhes), e aumentam o número de produtos oriundos de IA/TE (incremento do ganho genético), determinando maior lucratividade às propriedades produtoras de leite e de carne. Em resumo, o aprimoramento das técnicas de IATF e TETF associadas aos programas de ressincronização são ferramentas eficientes para o alcance máximo da eficiência reprodutiva dos rebanhos de forma organizada, pré-determinada e previsível, ou seja, com elevada precisão. Portanto, uma vez estabelecido o objetivo da atividade rural, esses programas são incorporados ao sistema de produção e de gestão, aumentando a produtividade e a rentabilidade da propriedade.

1. Introdução

A produtividade em fazendas de corte e leite está diretamente vinculada à eficiência reprodutiva do rebanho. De maneira resumida, a eficiência reprodutiva pode ser definida como a habilidade de fazer a vaca se tornar gestante rapidamente após o parto (para obtenção de intervalo entre partos próximos a 12 meses a vaca deve conceber entre 75 e 85 dias pós-parto) e com o menor número de coberturas possível. A inseminação artificial (IA) é a biotécnica mais utilizada em todo o mundo para difundir material genético superior nos rebanhos bovinos. Apesar do Brasil ainda empregar pouco essa biotecnologia, verifica-se um considerável aumento no percentual de matrizes bovinas inseminadas, passando de cerca de 5% em 2002 para aproximadamente 10% no ano de 2012 (BARUSELLI et al., 2012). Com a intensificação do uso da IA, o país vem apresentando satisfatório avanço no melhoramento genético do rebanho, pelo incremento do número de bezerros nascidos de touros geneticamente superiores. Assim, o uso de biotecnologias da reprodução, tais como a AI, visando o aumento no ganho genético do rebanho pode proporcionar significativo aumento da produtividade e da rentabilidade da agropecuária.

Verifica-se que o crescimento da utilização da IA no país está associada ao maior emprego dos programas reprodutivos que utilizam a técnica da inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Em 2013, segundo dados levantados pelo nosso grupo de pesquisa, estima-se que 8.750.000 sincronizações para IATF foram comercializadas no Brasil (estimativa levando em consideração a venda de produtos para sincronização). A Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA, 2014) reportou a comercialização de 13.024.033 de doses de sêmen no mesmo ano. Dessa forma, estima-se que 67% das inseminações artificiais realizadas no Brasil empregam técnicas de sincronização para inseminação artificial em tempo fixo. Os dados recentes sobre as estimativas da utilização da IATF no rebanho brasileiro estão expostos na Figura 1.

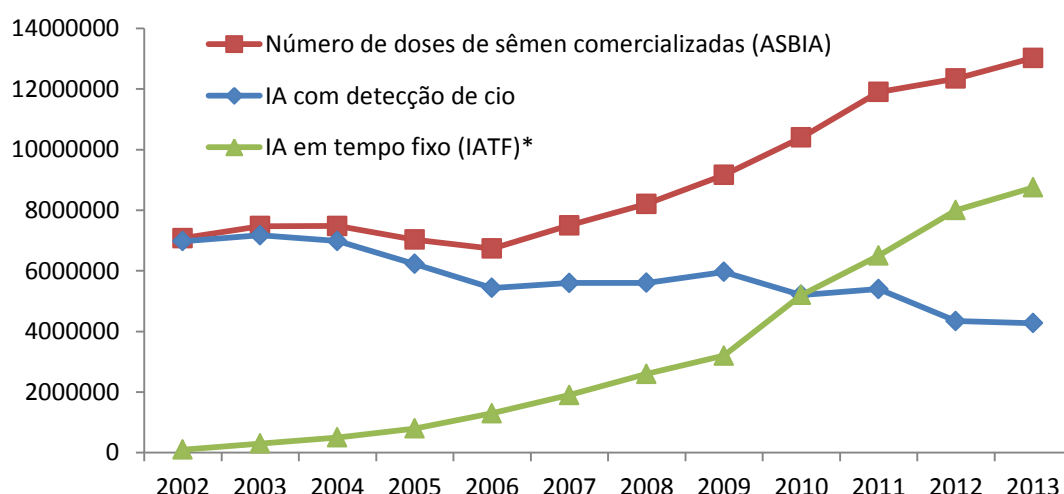


Figura 1. Evolução do emprego de protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) no Brasil. *Estimativa baseada na venda de produtos para sincronização e comercialização de doses de sêmen.

A IATF se baseia na utilização de fármacos comercialmente disponíveis para sincronizar o ciclo estral e a ovulação de vacas e novilhas, viabilizando a IA em momentos pré-determinados, sem a necessidade da prévia detecção do estro, mesmo em animais em anestro (que não estão manifestando comportamento de estro). Atualmente existem diversos protocolos de IATF comercialmente disponíveis em todo o mundo. No entanto, os protocolos comumente utilizados na América do Sul são a base de progesterona (P4) e estradiol (E2) (e.g. Dia 0 = E2 + P4; Dia 8 = remoção P4 + E2 + prostaglandina; Dia 10 = IATF 48h após a remoção da P4; Figura 2). Em animais em anestro utiliza-se gonadotrofina coriônica equina (eCG) no momento da remoção da fonte de progesterona (BARUSELLI et al., 2004). A técnica de IATF já está bem estabelecida e os resultados são satisfatórios e previsíveis. Esta biotecnologia é capaz de contornar, com relativo sucesso, os principais entraves que reduzem a eficiência reprodutiva em fêmeas submetidas a programas de IA. Entre as dificuldades, pode-se citar 1) dificuldades com mão de obra qualificada no campo, 2) as falhas na detecção de estro, 3) elevado número de vacas em anestro pós-parto e de novilhas com atraso na puberdade.

Após vários estudos para ajustar tecnicamente os protocolos de IATF, surgiu a necessidade de adequar a IATF na rotina de manejo das propriedades comerciais brasileiras. Tais ajustes visam, principalmente, facilitar e intensificar a utilização dessa ferramenta, bem como adequar os programas reprodutivos aos objetivos específicos de cada fazenda. Dentre as formas de intensificação do uso da IATF, o estabelecimento de programas de resincronização das fêmeas não gestantes após a primeira IATF merecem destaque. Esse tipo de programa elimina a necessidade de observação de estro, reduz o número de touros necessários para o repasse, e principalmente, aumenta o número de produtos oriundos de IA, que determinam maior aumento de produtividade e maior lucratividade à atividade.

Além do emprego da IA para o melhoramento genético, a utilização da transferência de embrião (TE) tem apresentado expressivo aumento no Brasil, passando de 200.000 embriões produzidos em 2004 para 350.000 em 2011 (VIANA, 2012). Na atualidade, a Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões (SBTE) estima que mais de 400.000 embriões bovinos são produzidos por ano no Brasil. A TE potencializa o ganho genético por multiplicar tanto touros quanto doadoras geneticamente superiores. Os protocolos para TE em tempo fixo (TETF) em receptoras de embriões também foram intensamente pesquisados e atualmente estão estabelecidos para o emprego nas propriedades rurais (BARUSELLI et al., 2010). Semelhantemente à IATF, os protocolos de TETF empregam E2+P4 no Dia 0; remoção da P4+E2+prostaglandina+gonadotrofina coriônica equina (eCG) no Dia 8; TETF no Dia 17 (Figura 2). Entretanto, em receptoras ciclando, recomenda-se a adição de prostaglandina no Dia 0 do protocolo para induzir a lise do CL, reduzir as concentrações de progesterona durante o crescimento do folículo dominante, aumentando o diâmetro do folículo ovulatório, a taxa de ovulação e o tamanho do CL no momento da TE (BARUSELLI et al., 2010). Os requisitos necessários para a utilização da TE em larga escala são semelhantes aos observados para IA. Além disso, devido à dificuldade na criopreservação de embriões produzidos *in vitro* (90,7% do total de embriões produzidos no Brasil), na atualidade os programas de TE estão

limitados a utilização de embriões não criopreservados. Nesse sentido, vários grupos de pesquisa estão trabalhando para estabelecer um protocolo de criopreservação de embriões produzidos *in vitro* para impulsionar a utilização da TE em larga escala. Adicionalmente, visando agregar as vantagens de ambas biotecnologias (IA e TE), pesquisas têm sido desenvolvidas para avaliar a eficiência reprodutiva e o incremento genético quando as mesmas são associadas em fazendas comerciais produtoras de carne e de leite.

Portanto, o presente artigo tem como objetivo avaliar o emprego de diferentes programas reprodutivos que visam à intensificação do emprego da IATF e da TETF, bem como a associação dessas biotecnologias em fazendas comerciais. Serão abordadas, principalmente, as técnicas que apresentam impacto significativo na eficiência reprodutiva de fêmeas de corte e leite.

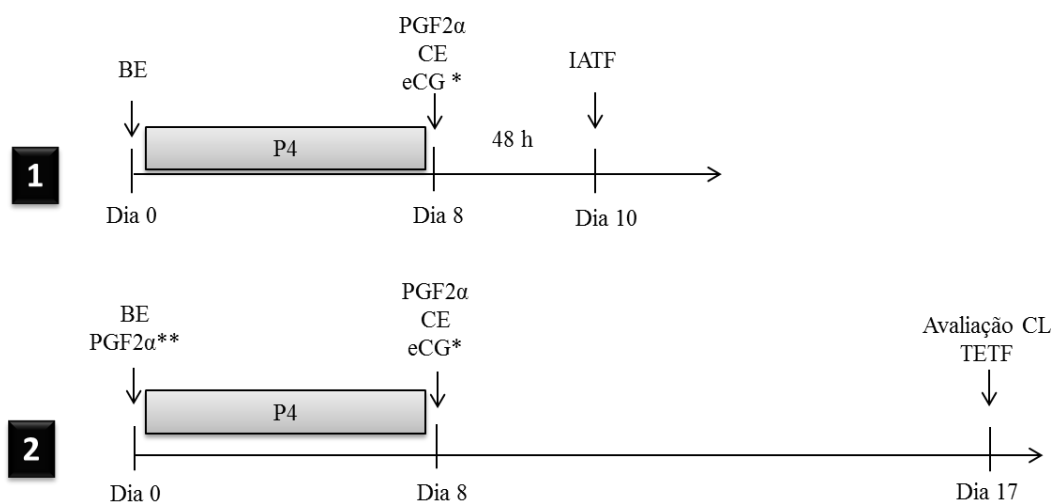


Figura 2. Desenho esquemático exemplificando possíveis protocolos de sincronização da ovulação para IATF (1) e para TETF (2). BE – benzoato de estradiol (2 mg); PGF2α – prostaglandina (uma dose); P4 – implante de progesterona/progestágenos (uma unidade); CE – Cipionato de estradiol (1 mg para vacas e 0,5 mg para novilhas); eCG – gonadotrofina coriônica equina (300 UI em fêmeas de corte ou 400 UI em fêmeas de leite); IATF – inseminação artificial em tempo fixo; Avaliação CL – avaliação da presença do corpo lúteo; TETF – transferência de embrião em tempo fixo. * Administrar eCG em animais em anestro; ** Administrar PGF2α em receptoras ciclando.

2. Programas de res sincronização em fêmeas de CORTE

A res sincronização é uma tecnologia que permite realizar outra IATF de uma fêmea previamente inseminada. Essa estratégia foi inicialmente limitada às fazendas de leite, no entanto, nos últimos anos tem ganhado atenção especial por diversos grupos de pesquisa e produtores que trabalham com fêmeas de corte. O objetivo da técnica é aumentar o número de bezerros nascidos oriundos de IA, eliminar a necessidade de observação de estro, diminuir o número de touros para repasse e, por fim, melhorar a eficiência reprodutiva e produtiva dos rebanhos.

Existem dois momentos que para o início dos protocolos de ressincronização: 1) No momento do diagnóstico de gestação, ao redor de 28 a 32 dias após a primeira IATF (BARTOLOME et al., 2005; GIORDANO et al., 2012b; MARQUES et al., 2012) e 2) Antes do diagnóstico de gestação, entre o 19o e o 23o dia após a primeira IATF (CHEBEL et al., 2004; EL-ZARKOUNY and STEVENSON, 2004; GALVÃO et al., 2007; MEYER et al., 2007; SÁ FILHO et al., 2014; STEVENSON et al., 2003).

No Brasil, vários estudos foram realizados para avaliar o início da ressincronização em fêmeas de corte em dois momentos específicos: (A) 28 a 32 dias após a primeira IATF (no dia do diagnóstico de gestação; e (B) 22 dias após a primeira IATF (antes do diagnóstico de gestação; Figura 3). A escolha do momento para início do protocolo de ressincronização dependente do sistema de produção, do manejo de pastos e lotes na fazenda, dos custos envolvidos e da mão de obra (disponibilidade do veterinário para realização da ultrassonografia e dos funcionários da fazenda para o manejo dos animais).

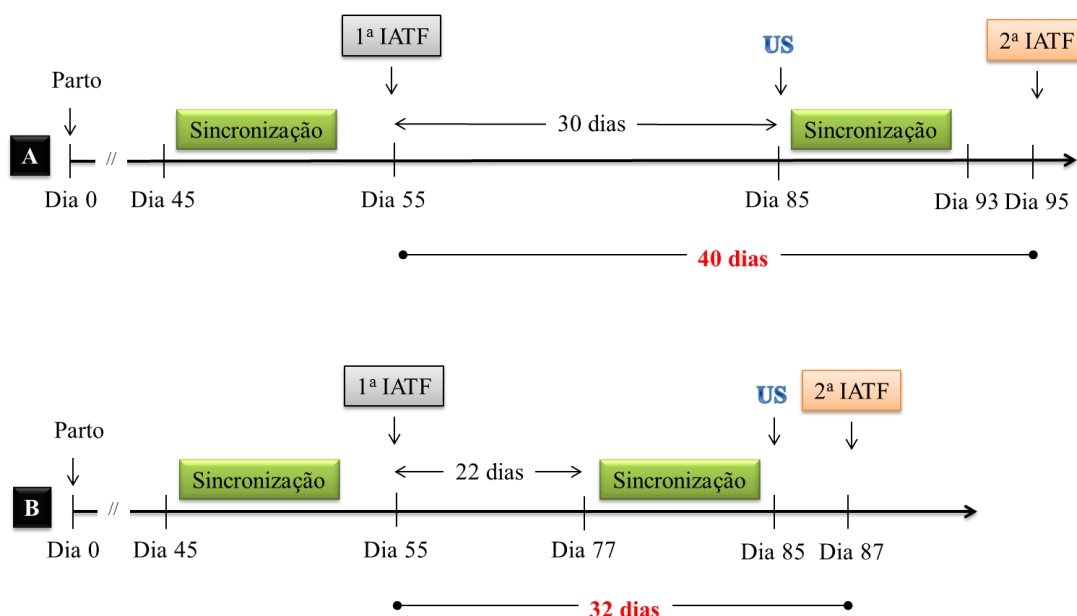


Figura 3. Desenho esquemático dos programas reprodutivos utilizando a ressincronização para IATF de fêmeas de corte: (A) Início da ressincronização no dia do diagnóstico de gestação (28 a 32 dias após a primeira IATF), apenas nos animais não gestantes; e (B) Início da ressincronização, em todos os animais submetidos à primeira IATF, 22 dias após a primeira IATF. Sincronização - protocolo de sincronização da ovulação; IATF – inseminação artificial em tempo fixo; US – diagnóstico de gestação por ultrassonografia.

2.1. Ressincronização no momento do diagnóstico de gestação

A ressincronização no momento do diagnóstico de gestação proporciona maior flexibilidade, podendo variar do dia 28 a 32 após a primeira IATF, de acordo com a

rotina e disponibilidade do veterinário e dos funcionários da propriedade. Entretanto, aumenta o intervalo entre as inseminações (atrasando oito dias em relação a opção B; Figura 3). Com essa metodologia, o tratamento de ressincronização é realizado somente nas fêmeas não gestantes.

Frente aos inúmeros benefícios adquiridos com o uso da ressincronização no momento do diagnóstico de gestação, essa estratégia reprodutiva vem sendo cada vez mais empregada pelos profissionais do setor. Dados da estação de monta de 2009-2010 com significativo número de animais ($n=9.717$) foram analisados pelo nosso grupo de pesquisa (MARQUES et al., 2012). Verificou-se 56,1 % de taxa de prenhez à primeira IATF e 49,3% à segunda IATF (ressincronização 30 dias após IATF prévia), totalizando 77,8% de taxa de prenhez com duas IATFs realizadas com intervalo de 40 dias (Figura 4). Tais taxas variaram conforme a categoria das fêmeas sincronizadas, sendo possível observar queda na taxa de prenhez à ressincronização em vacas primíparas/secundíparas (53,1% e 34,9%; 1ª IATF e ressincronização, respectivamente). No entanto, em vacas pluríparas (56,3% e 52,7%) e em novilhas (58,4% e 52,6%) essa queda não foi evidente (Figura 4). Portanto, os dados de campo são indicativos de que quando a ressincronização é utilizada de maneira adequada e em condições propícias (nutrição, sanidade e manejo adequados), é possível obter aproximadamente 75% de taxa de prenhez nos primeiros 40 dias de EM (incluindo todas as categorias animais), mantendo o intervalo entre partos dos animais que se tornam gestantes próximo a 12 meses.

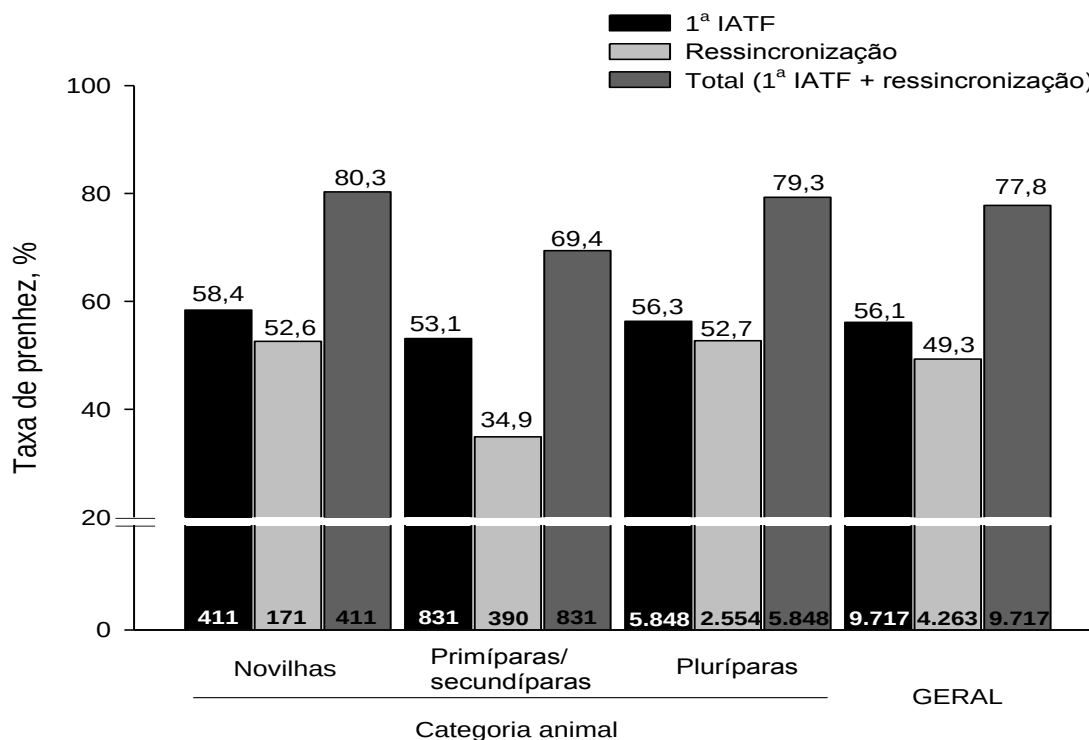


Figura 4. Taxa de prenhez à primeira IATF e à ressincronização (segunda IATF) em vacas de corte (*Bos indicus*) de diferentes categorias (novilhas, primíparas/secundíparas e pluríparas). Para todas as categorias o intervalo entre IAs foi de 40 dias. Dados de 9.717

sincronizações para IATF durante as estações de monta de 2009/2010 e 2011/2012. Adaptado de MARQUES et al. (2012).

Ainda, diante dos resultados positivos do emprego da IATF associada à ressincronização, nosso grupo de pesquisa avaliou a eficácia da introdução da terceira IATF (segunda ressincronização, Figura 5) nos programas reprodutivos, mantendo 40 dias de intervalo entre inseminações. Os resultados obtidos são indicativos de que a associação da terceira IATF em vacas Nelores (intervalo entre IA de 40 dias; ressincronização no momento do diagnóstico de gestação), pode proporcionar elevada eficiência reprodutiva, obtendo taxa de prenhez próxima a 90,0% em 80 dias da estação (Figura 6), com intervalo entre partos próximo a 12 meses. Ressaltam-se os resultados positivos obtidos com essa tecnologia em vacas primíparas (Figura 7), categoria que frequentemente apresenta baixa eficiência reprodutiva.

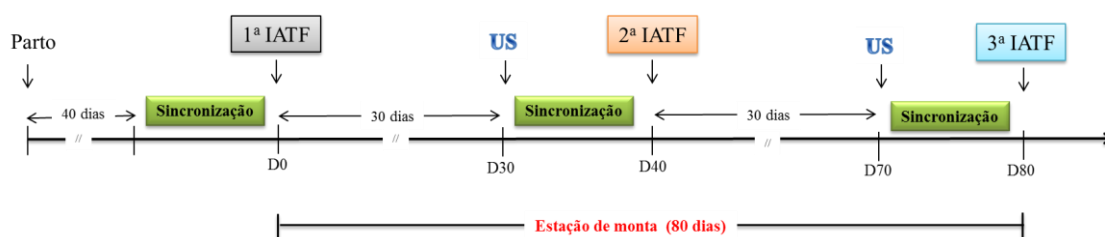


Figura 5. Desenho esquemático do manejo reprodutivo com dois protocolos de ressincronização (3 IATFs com intervalo de 40 dias entre inseminações) em 80 dias de estação de monta (início da ressincronização no momento do diagnóstico de gestação). Sincronização - protocolo de sincronização da ovulação; IATF – inseminação artificial em tempo fixo; US – diagnóstico de gestação por ultrassonografia.

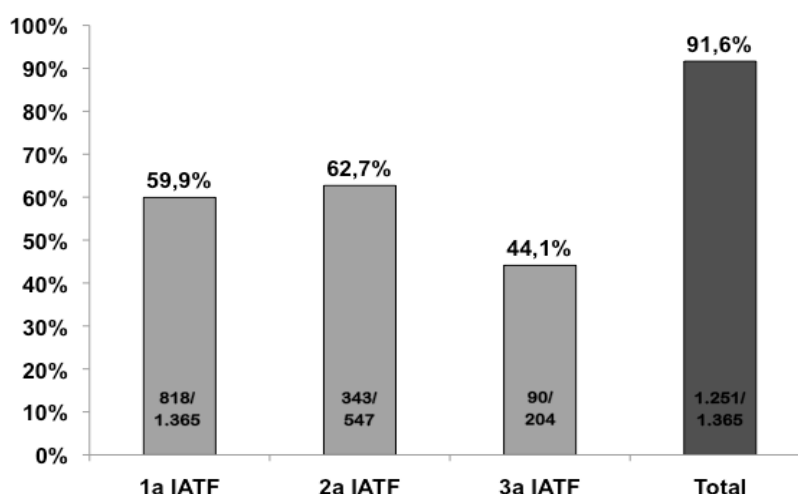


Figura 6. Taxa de prenhez de vacas Nelore pluríparas (n=1.365) submetidas a três IATFs (ressincronização após o diagnóstico de gestação; 40 dias de intervalo entre IATFs),

durante três estações reprodutivas, 2011/2014 (Marques et al., dados não publicados 2014).

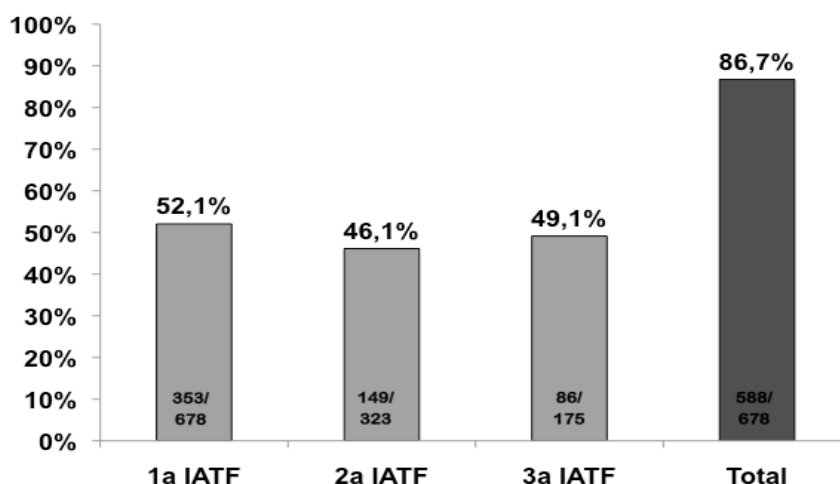


Figura 7. Taxa de prenhez de vacas Nelore primíparas (n=678) submetidas a três IATFs (ressincronização após o diagnóstico de gestação; 40 dias de intervalo entre IATFs), durante a estação reprodutiva 2013/2014 (Marques et al., dados não publicados 2014).

2.2. Ressincronização sem prévio diagnóstico de gestação

A ressincronização iniciada 22 dias após a IATF (sem prévio diagnóstico de gestação, Figura 3B) proporciona antecipação de oito dias na realização da 2a IATF (comparada com a ressincronização com início no momento do diagnóstico de gestação, Figura 3A), aumentando as chances do animal se tornar gestante nos primeiros 32 dias da EM. Essa tecnologia pode ser de grande interesse para fazendas que precificam os bezerros por quilo vivo ou que tenham data fixa para comercialização dos animais oriundos da ressincronização. Por outro lado, o início do protocolo antes do diagnóstico de gestação (com 22 dias) vincula a sincronização de 100% dos animais (gestantes e não gestantes) previamente inseminados em tempo fixo. Ainda, com o estabelecimento dessa tecnologia, a realização da ultrassonografia (juntamente com a retirada dos dispositivos de progesterona), torna-se inflexível, exigindo maior organização e disponibilidade do médico veterinário.

Os produtos utilizados para a ressincronização das fêmeas é semelhante ao utilizado para a realização da primeira IATF (Figura 2). No entanto, como os protocolos comumente utilizados em gado de corte na América do Sul são à base de P4 e estradiol, é importante ressaltar que uma das funções do estradiol é induzir luteólise (ARAUJO et al., 2009; VIEIRA et al., 2014b), podendo comprometer a gestação de animais ressincronizados.

Entretanto, estudos realizados em fêmeas *Bos taurus* tratadas com estradiol (EL-ZARKOUNY and STEVENSON, 2004) ou GnRH (CHEBEL et al., 2003) no início do protocolo de ressincronização não verificaram efeito negativo desses tratamentos no estabelecimento da gestação da IA anteriormente realizada. Porém, é importante ressaltar que existem diferenças em relação ao comportamento e respostas aos tratamentos

hormonais empregados entre *Bos taurus* e *Bos indicus* (BARUSELLI et al., 2011; BÓ et al., 2003; CARVALHO et al., 2008). Sendo assim, estudos foram realizados para avaliar a taxa de prenhez de fêmeas zebuínas ressinclonizadas com estradiol ou GnRH no 22o dia pós IATF prévia (SÁ FILHO et al. (2014). Diferentemente dos experimentos com *Bos taurus* (CHEBEL et al., 2003; EL-ZARKOUNY and STEVENSON, 2004), observou-se maior taxa de prenhez em fêmeas (*Bos indicus*) ressinclonizadas com 1,0 mg de benzoato estradiol [49,2% (n = 140)], quando comparadas com as fêmeas ressinclonizadas com GnRH [37,2% (n = 137)], sem comprometimento da taxa de prenhez referente à primeira IATF [estradiol, 41,9% (n = 241) e GnRH, 41,5% (n = 234)]. Ainda, outro estudo realizado em fêmeas *Bos indicus* verificou semelhante perda gestacional ao primeiro serviço (IATF) entre fêmeas submetidas a ressinclonização com 1,0 mg de benzoato estradiol com intervalo de 32 dias entre as duas inseminações (4,1%, n = 195) ou à monta natural (2,0%, n = 198) para o repasse das fêmeas não gestantes após a primeira IATF (SÁ FILHO et al., 2014).

Dessa forma, assim como o manejo de ressinclonização com início no momento do diagnóstico de gestação, a estratégia ressinclonizar precocemente (antes do diagnóstico de gestação) tem sido cada vez mais empregada pelos profissionais do setor. Dados de 540 fêmeas da raça Nelore (387 novilhas e 153 vacas não lactantes) ressinclonizadas 22 dias após IATF (sem prévio diagnóstico de gestação) foram analisados pelo nosso grupo de pesquisa [Adaptado de SÁ FILHO et al. (2014)]. Verificou-se 51,5 % de taxa de prenhez à primeira IATF e 48,5% à ressinclonização (2ª IATF), totalizando 75,0% de taxa de prenhez com duas IATFs realizadas com intervalo de 32 dias (Figura 8). Tais taxas variaram conforme a categoria das fêmeas sincronizadas, sendo possível observar queda na taxa de prenhez à ressinclonização em vacas não lactantes (66,6% e 45,1%; 1ª IATF e ressinclonização, respectivamente). No entanto, em novilhas as taxas permaneceram semelhantes entre as duas IATFs (45,5% e 49,3%; 1ª IATF e ressinclonização, respectivamente; Figura 8). Portanto, os dados são indicativos de que quando a ressinclonização precoce é utilizada em condições adequadas, é possível obter aproximadamente 75% de taxa de prenhez em apenas 32 dias de EM (incluindo todas as categorias animais), mantendo o intervalo entre partos dos animais que se tornam gestantes próximo a 12 meses.

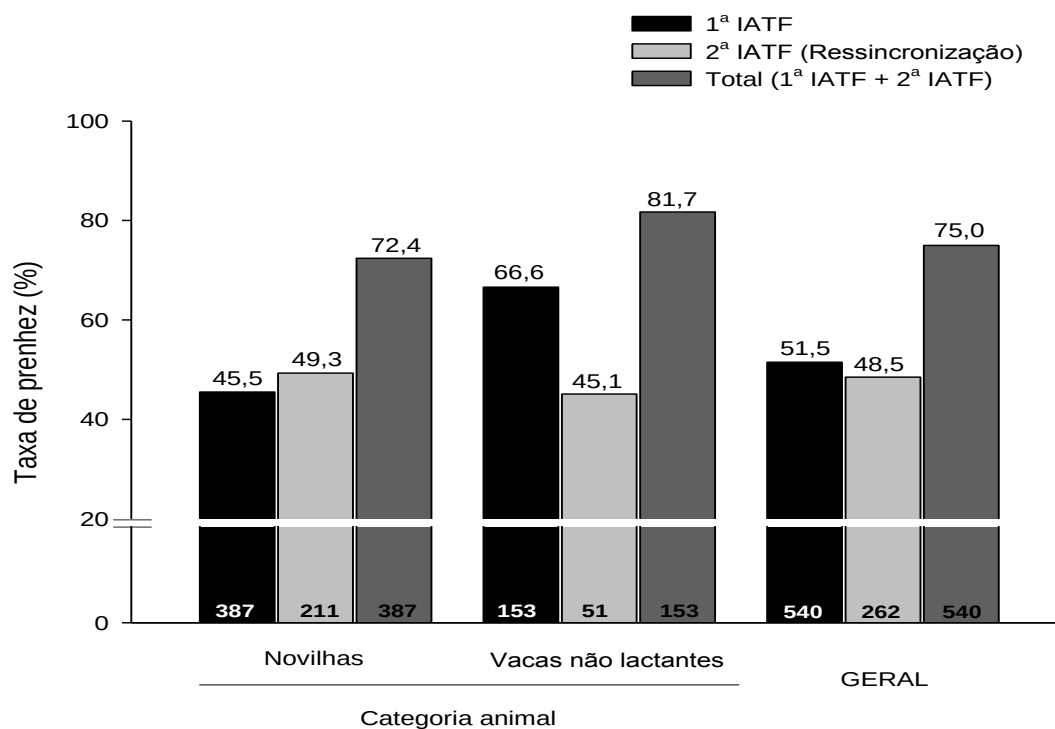


Figura 8. Taxa de prenhez à primeira IATF e à ressincronização (segunda IATF) em vacas de corte (*Bos indicus*) de diferentes categorias (novilhas e vacas não lactantes). Nas diferentes categorias o intervalo entre IAs foi de 32 dias. Dados de 540 sincronizações para IATF. Adaptado de SÁ FILHO et al. (2014).

Diante dos resultados satisfatórios observados após a utilização do manejo de ressincronização sem prévio diagnóstico de gestação, nosso grupo de pesquisa avaliou a utilização de 3 IATFs consecutivas com intervalo de 32 dias entre inseminações (Figura 9) em novilhas, primíparas e pluríparas da raça Nelore [ressincronização 22 dias após a IATF prévia; antes do diagnóstico de gestação (CREPALDI et al., 2014)]. Nesse estudo, observou-se 83,1% de taxa de prenhez em 64 dias de estação de monta [Figura 10; (CREPALDI et al., 2014)]. Vale ressaltar que a primeira IATF apresenta resultado superior em relação às taxas obtidas após a 2ª e 3ª IATF somente em vacas e novilhas ($P < 0,0001$). Em fêmeas primíparas as taxas de concepção foram semelhantes nas três inseminações (Figura 10).

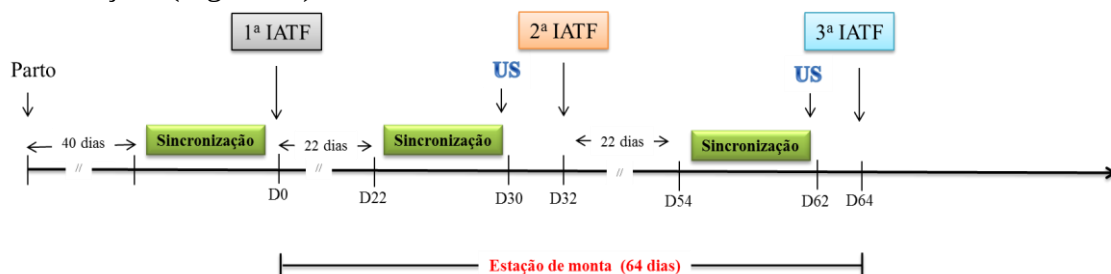


Figura 9. Desenho esquemático do manejo reprodutivo com dois protocolos de ressincronização (3 IATFs com intervalo de 32 dias entre inseminações) em 64 dias de estação de monta (início da ressincronização antes do diagnóstico de gestação).

Sincronização - protocolo de sincronização da ovulação; IATF – inseminação artificial em tempo fixo; US – diagnóstico de gestação por ultrassonografia.

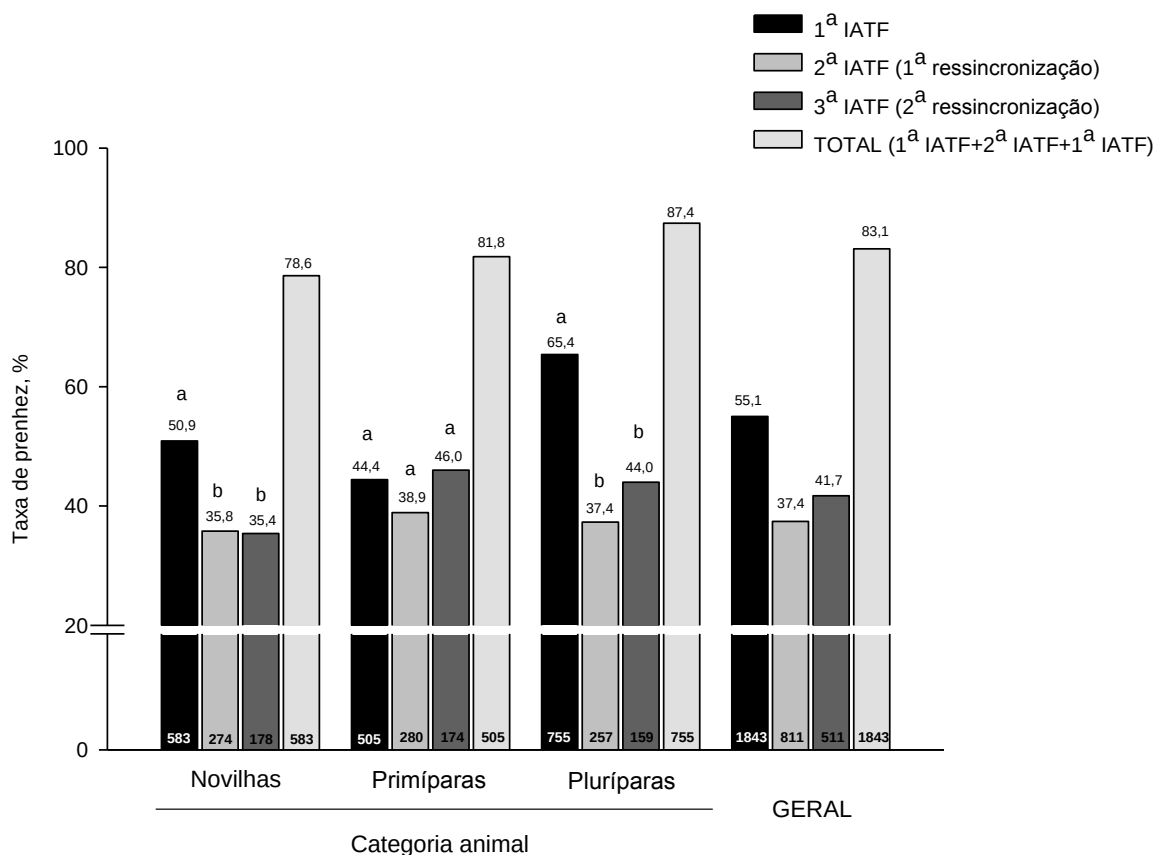


Figura 10. Taxa de prenhez à primeira, segunda (primeira resincronização) e terceira IATF (segunda resincronização) em fêmeas de corte (*Bos indicus*) de diferentes categorias (novilhas, primíparas e pluríparas). Para todas as categorias o intervalo entre IAs foi de 32 dias (ressincronização 22 dias após a IATF prévia; antes do diagnóstico de gestação). Dados de 1.843 sincronizações para IATF durante a estação de monta de 2013/2014. Letras minúsculas diferentes diferem entre os serviços, dentro de cada categoria animal com $P < 0,0001$. Adaptado de CREPALDI et al. (2014).

O intervalo entre o parto e o início do protocolo de sincronização e o intervalo entre as sincronizações são fatores determinantes para a eficiência reprodutiva dos programas de resincronização em fêmeas de corte. Esses intervalos apresentam maior impacto quando se trabalha com fêmeas submetidas à estações reprodutivas curtas ou que pariram nos últimos meses da estação de nascimento. Nessas condições, para que a resincronização dessas fêmeas seja realizada na estação monta, duas alternativas de manejo podem ser sugeridas: 1) Diminuir o intervalo entre as IATFs, realizando a resincronização 22 dias após a primeira IATF (antes do diagnóstico de gestação), conforme exposto anteriormente; ou 2) Antecipar a primeira IATF pós-parto (início do protocolo de sincronização com menos de 30 dias pós-parto). Neste sentido, PENTEADO et al. (2006) e Marques et al. (2011, dados não publicados) demonstraram que a redução

do intervalo parto-primeiro serviço não influenciou a taxa de prenhez à IATF de vacas Nelore inseminadas entre 30 e 90 dias pós-parto.

Com a implementação de programas reprodutivos que utilizam a primeira IATF precocemente (30 a 40 dias pós-parto), seguida de duas ressincronizações, torna-se desnecessária a utilização de touros para repasse, visto que mais de 80% das fêmeas estão gestantes por inseminação artificial, com projeção de intervalo entre partos próximo a 12 meses.

2.3 Ressincronização associando IATF e TETF

Como já mencionado anteriormente, a TETF também pode ser uma alternativa eficiente para multiplicação de animais superiores, apresentando índices reprodutivos que justificam a sua aplicação em rebanhos de corte. Dessa forma, frente aos resultados satisfatórios dos manejos de ressincronização e o interesse em incorporar as vantagens da TETF, estudos foram realizados para avaliar o manejo de ressincronização associando as biotecnologias de IATF e TETF. Nosso grupo de pesquisa (MARTINS et al., 2014) avaliou a eficiência reprodutiva de 634 vacas lactantes da raça Nelore submetidas a um de quatro manejos: duas IATF consecutivas (2IATF; n=160), IATF seguida de TETF (IATF/TETF; n=160), TETF seguida de IATF (TETF/IATF; n=158) e duas TETF consecutivas (2TETF; n=156). Em todos os manejos a ressincronização foi realizada 30 (40 dias de intervalo entre inseminações) e 23 dias após IATF e TETF, respectivamente. Os embriões foram produzidos *in vitro* e transferidos *a fresco*. A taxa de prenhez após o primeiro serviço foi superior nos manejos com 2IATF (59,4 %; 95/160) e IATF+TETF (59,4 %; 95/160), comparadas aos manejos com TETF+IATF (31,7 %; 50/158) e 2TETF (32,7 %; 51/156, Figura 11). Ainda, a taxa de prenhez acumulada (1^o+2^o serviço) também diferiu ($P < 0,0001$), conforme representação gráfica abaixo (Figura 11). Inúmeros estudos estão sendo realizados em todo o mundo para reduzir a diferença na eficiência reprodutiva de programas que empregam IA ou TE.

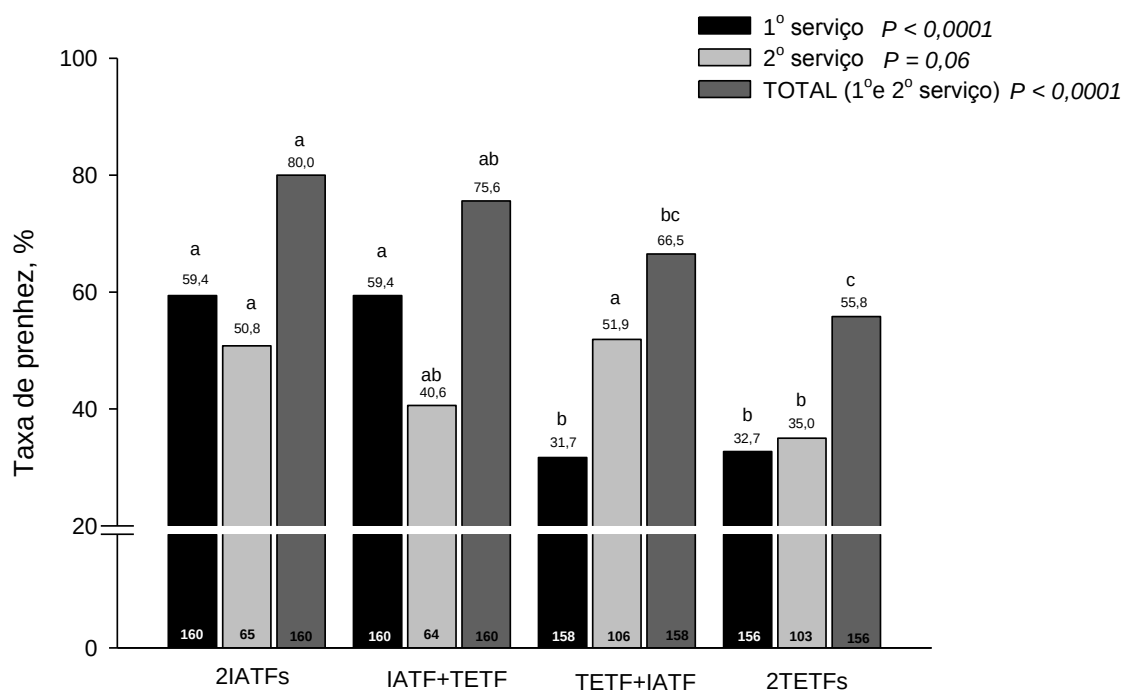


Figura 11. Taxa de prenhez ao primeiro e segundo serviço (ressincronização no momento do diagnóstico de gestação) em vacas de corte (*Bos indicus*) submetidas a quatro manejos reprodutivos: 2IATFs (n=160), IATF seguida de TETF (IATF/TETF; n=160), TETF seguida de IATF (TETF/IATF; n=158) e 2TETFs (n=156). Adaptado de MARTINS et al. (2014).

Por fim, vale ressaltar que os benefícios relacionados à utilização da ressincronização, seja com IATF, TETF ou com a associação das 2 biotecnologias, dependem de um adequado sistema de controle do rebanho, desde a identificação dos animais até o controle preciso do status reprodutivo, sanitário e nutricional.

3. Programas reprodutivos em fêmeas de LEITE

Durante as últimas décadas, a seleção de fêmeas bovinas geneticamente superiores para a produção de leite tem sido correlacionada com a reduzida fertilidade dos rebanhos leiteiros. Além dos factores relacionados à alta produção de leite e o estresse térmico também tem sido relatado como contribuinte das alterações fisiológicas responsáveis pela menor fertilidade de vacas de leite (LOPEZ et al., 2004; WILTBANK et al., 2006). No entanto, reconhecidamente, a redução do desempenho reprodutivo de vacas de leite americanas de alta produção foi interrompida e iniciou-se tendência de melhora nos últimos anos (NORMAN et al., 2009). Alguns pesquisadores correlacionam a melhor eficiência reprodutiva com o emprego estratégico da IATF em larga escala nos rebanhos americanos (NORMAN et al., 2009).

Essa técnica é uma importante ferramenta para minimizar falhas reprodutivas (e.g. baixa taxa de detecção de estro) observadas no sistema de produção de leite, seja devido às falhas na detecção do estro ou ao anestro pós parto. Dados da literatura relatam

semelhante taxa de concepção (CERRI et al., 2004) e menor intervalo parto-concepção [$87,4 \pm 1,8$ vs. $94,6 \pm 1,8$ dias, $P = 0,005$; (TEIXEIRA, 2010)] quando as vacas de leite são submetidas à IATF comparado ao manejo de IA após detecção de estro. Em resumo, o uso de IATF pode melhorar os resultados reprodutivos e consequentemente, a viabilidade da propriedade leiteira, especialmente quando a taxa de detecção de estro é baixa (BISINOTTO et al., 2013; GALVÃO et al., 2013; GIORDANO et al., 2011; GIORDANO et al., 2012a; RIBEIRO et al., 2012).

Visando a intensificação do uso da IATF, novas abordagens têm sido feitas em relação à ressincronização da ovulação para as demais IATFs nos animais que não se tornaram gestantes nas inseminações anteriores (CAVALIERI et al., 2007). Como relatado em fêmeas de corte, os programas de ressincronização em fêmeas de leite também têm dois possíveis momentos para serem iniciados: (1) antes do diagnóstico de gestação (ressincronizar as fêmeas gestantes ou não gestantes à IATF prévia) e (2) no momento do diagnóstico de gestação (ressincronizar somente as vacas não gestantes). Estudo realizado em vacas de leite demonstrou semelhante taxa de prenhez após ressincronização 25 (antes do diagnóstico de gestação) ou 32 dias (no momento do diagnóstico de gestação) após IATF prévia (THOMPSON et al., 2010)]. Apesar da similar taxa de prenhez, quando a ressincronização foi realizada antes do diagnóstico de gestação (25 dias após IATF prévia) o intervalo parto-concepção reduziu 3.2 dias comparado com a ressincronização realizada no momento do diagnóstico de gestação (THOMPSON et al., 2010).

Estudos foram realizados no Brasil na tentativa de ressincronizar vacas de leite logo após a inseminação artificial, na tentativa de reduzir o intervalo entre inseminações. VIEIRA et al. (2014b) avaliaram a eficiência reprodutiva de vacas em lactação submetidas a ressincronização 13 dias (Dia 13) após IATF (Experimento 1) e verificaram o efeito do tratamento com benzoato de estradiol (1,5 mg) na sincronização da emergência da nova onda folicular e na atividade do CL (Experimento 2). No Experimento 1, um total de 183 vacas em lactação ($25,2 \pm 8,8$ L leite/dia) foi distribuído em dois grupos: Controle (CON, $n=93$) e Ressincronização (RES, $n=90$). Posteriormente a primeira IATF as fêmeas do grupo CON foram inseminadas após a detecção de estro entre os Dias 18 e 25 pós IATF. As fêmeas do grupo RES foram ressincronizadas com a inserção de um dispositivo P4 e 1,5 mg de BE no Dia 13. No Dia 21 os dispositivos de P4 foram removidos. As fêmeas do grupo RES classificadas como não gestantes baseado na vascularização do CL (ultrassom modo doppler) ou ausência de CL receberam 1mg de CE, 0,150mg de PGF 2α e foram inseminadas 48 h após. Nesse estudo, as taxas de CL com vascularização no Dia 21 ($P=0,003$) e de prenhez (TP) aos 30 dias após a 1ª IATF ($P=0,02$) foram menores nas fêmeas do grupo RES (40,0%, 36/90 e 14,9%, 13/87) em relação às do grupo CON (62,4%, 58/93 e 32,6%, 28/86; respectivamente, Figura 12). No entanto, não houve diferença ($P=0,98$) na TP obtida após a 2ª IA entre o grupo CON (25,0%; 3/12) e RES (22,6%, 12/53). Ainda, VIEIRA et al. (2014b) verificaram em outro experimento que apesar do grupo RES apresentar a emergência da nova onda folicular $3,2 \pm 1,4$ d após tratamento com BE e apresentar semelhante taxa de vascularização do CL nos Dias 13 (CON: 87,8% e RES; 84,4%) e 15 (CON: 90,6% e RES: 86,9%), a

vascularização do CL do grupo RES foi reduzida a partir do Dia 17 (Dia 17: 71,9%, Dia 19: 51,9% e Dia 21: 40,6%) em relação ao grupo CON (Dia 17: 89,4%; Dia 19: 88,9% e Dia 21: 76,1%; Figura 13). Esses dados são indicativos de que o tratamento com 1,5 mg de benzoato de estradiol 13 dias após IATF prévia induziu a regressão do CL e diminuiu a taxa de concepção à IATF realizada previamente, inviabilizando o emprego dessa metodologia de ressincronização.

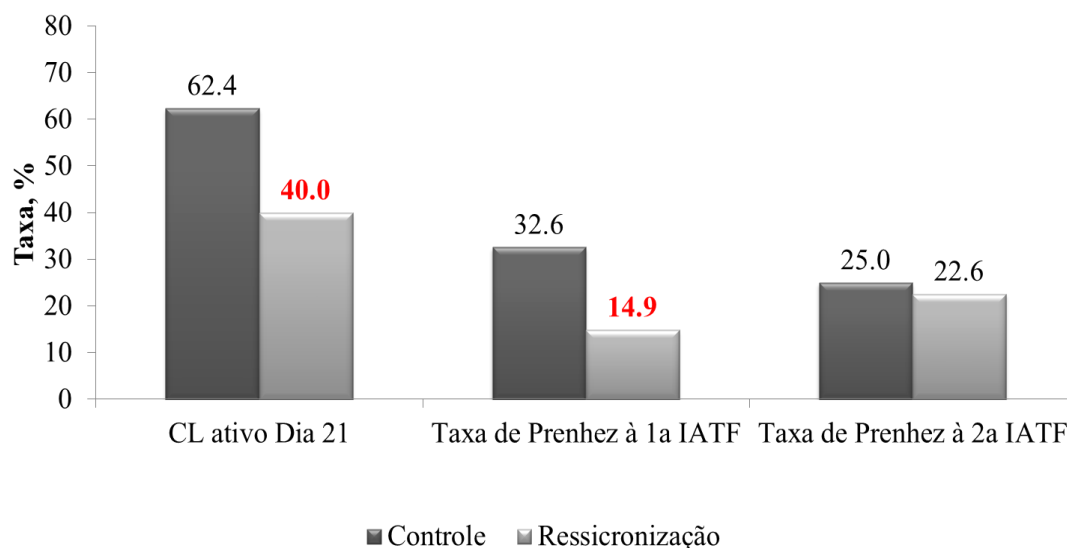


Figura 12. Taxa de corpos lúteos (CL) vascularizados no Dia 21 (pós IATF prévia) e taxa de prenhez a primeira e segunda IATF em animais ressincronizados no Dia 13 com 1,5 mg de benzoato de estradiol e dispositivo de progesterona ou sem tratamento após primeira IATF (Controle). Adaptado de VIEIRA et al. (2014b).

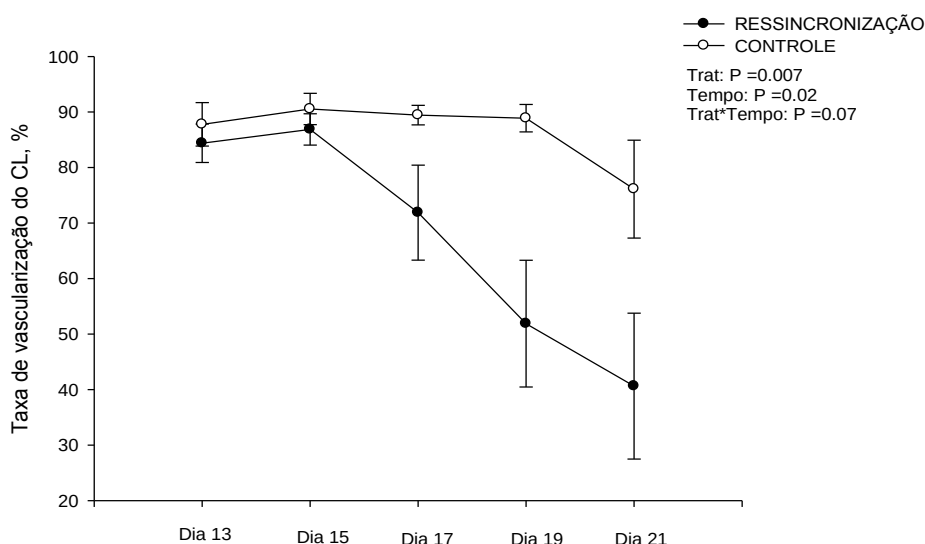


Figura 13. Taxa de vascularização do CL após IATF (Dia 0) em animais ressincronizados no Dia 13 com 1,5 mg de benzoato de estradiol e dispositivo de progesterona ou sem posterior tratamento (controle). Adaptado de VIEIRA et al. (2014b).

Dessa forma, para melhor compreensão da eficiência de diferentes manejos de ressincronização, três programas reprodutivos [IA 12 h após observação de estro (Estro) com taxa de serviço de 50% para cada 21 dias de estação de monta, IATF com ressincronização a cada 25 (Ressinc 25d) ou 32 dias (Ressinc 32d)] foram simulados com o objetivo de estimar o intervalo parto-concepção, intervalo entre partos e taxa de fêmeas gestantes aos 250 dias pós-parto. Para os diferentes manejos foi estabelecido taxa de concepção até o terceiro serviço semelhante a 30,0%, após o terceiro serviço 20,0% e perda gestacional entre 30 e 60 dias de 15,0%. Diferentemente da ressincronização em bovinos de corte que tem início 22 dias após a IATF prévia, em bovinos de leite sugere-se intervalo de 25 dias para o início da ressincronização para que o diagnóstico de gestação, os tratamentos de sincronização e a IATF sejam realizados sempre nos mesmos dias da semana (considerando visita semanal do veterinário no mesmo dia da semana).

O manejo reprodutivo com IATF associada à consecutivas ressincronizações (25 ou 32 dias após IATF prévia) reduziu o intervalo parto-concepção (Ressinc 25d: 146,3, Ressinc 32d: 151 e Estro: 155,4 dias), intervalo entre partos (Ressinc 25d: 14,1, Ressinc 32d: 14,3 e Estro: 14,4 meses) e o percentual de fêmeas gestantes 250 dias pós-parto (Ressinc 25d: 75,8, Ressinc 32d: 73,9 e Estro: 69,3% dias; Figura 14). Portanto, com o estabelecimento do manejo reprodutivo conforme a disponibilidade do médico veterinário e principalmente, de acordo com o objetivo da propriedade é possível a obtenção de índices zootécnicos que favoreçam a produtividade e a rentabilidade da propriedade de leite.

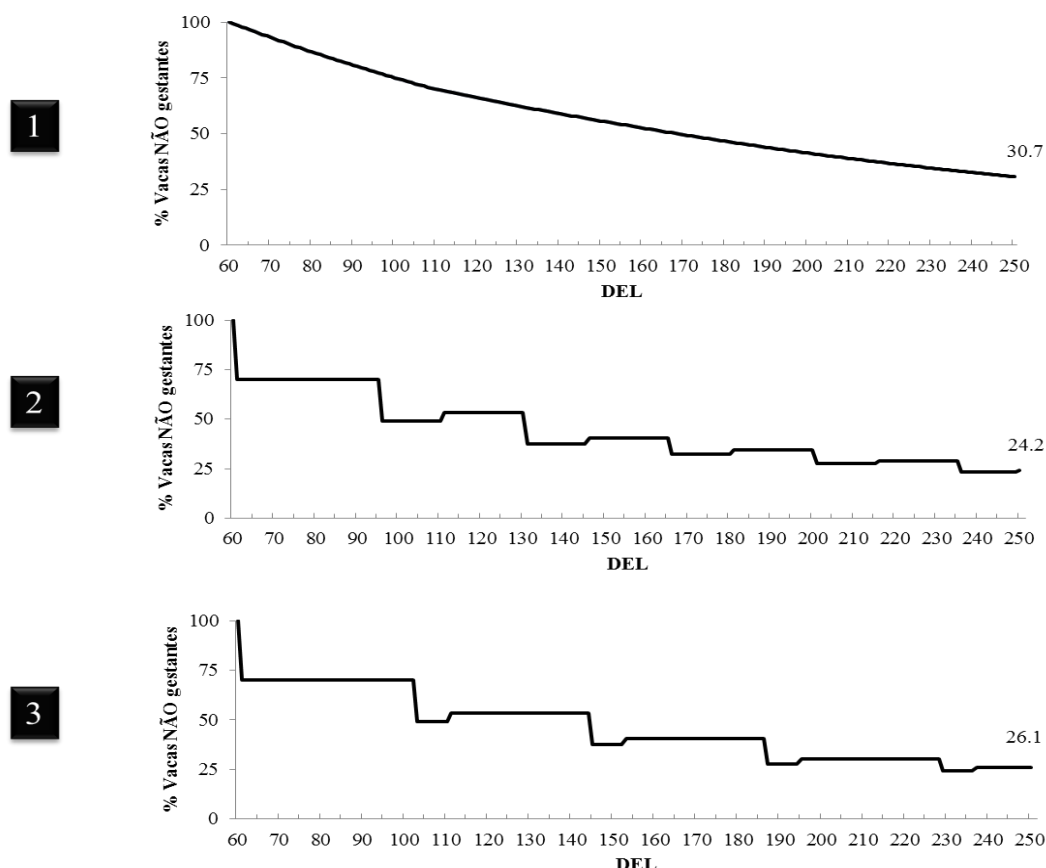


Figura 14. Simulação da progressão da taxa de fêmeas não gestantes após período voluntário de espera conforme o manejo reprodutivo (1) IA 12 h após observação do estro; (2) IATF com consecutivas ressincronizações 25 dias após IATF prévia; e (3) (2) IATF com consecutivas ressincronizações 32 dias após IATF prévia. Para os cálculos, considerou-se: 50% de taxa de detecção de estro a cada 21 dias, 30% de taxa de concepção até o terceiro serviço, 20% de concepção após o terceiro serviço e 15% de perda gestacional entre 30 e 50 dias de gestação. DEL – dias em lactação.

Diferentemente do mencionado para fêmeas de corte, a utilização da TE em vacas de leite não é apenas uma ferramenta que acelera o ganho genético, mas também uma biotecnologia que melhora a eficiência reprodutiva dos rebanhos. Com o emprego da TE é possível minimizar os efeitos deletérios do estresse térmico (RODRIGUES et al., 2007b) e aumentar os índices reprodutivos de vacas repetidoras de serviço [fêmeas que não possuem comprometimento do trato reprodutivo, porém recebem três ou mais inseminações e não se tornam gestantes; (RODRIGUES et al., 2007a)]. Ainda, visto que com o manejo da TE é possível ressincronizar as fêmeas que não apresentam corpo lúteo (CL) no momento da TE, existe a possibilidade de diminuir o intervalo entre serviços e aumentar a probabilidade da fêmea se tornar gestante antecipadamente no período pós-parto.

O efeito prejudicial do estresse térmico na fertilidade de vacas da raça Holandesa já está bastante estabelecido. É um fator extrínseco que compromete negativamente a eficiência reprodutiva (HANSEN et al., 2001) e provoca consideráveis perdas econômicas nos rebanhos leiteiros (RENSIS and SCARAMUZZI, 2003). Pesquisas

relatam que vacas em lactação apresentam menor capacidade de termorregulação durante o período quente do ano comparado às novilhas (FERREIRA et al., 2011; SARTORI et al., 2002). No entanto, em ambas as categorias tanto os oócitos (FERREIRA et al., 2011), quanto em embriões em estágios iniciais de desenvolvimento (AL-KATANANI and HANSEN, 2002; EALY et al., 1993; HANSEN and ARÉCHIGA, 1999; HANSEN et al., 2001) são comprometidos pelo estresse térmico. Em temperaturas elevadas, o processo de maturação do oócito é interrompido e, conseqüentemente, a capacidade de fecundação é prejudicada (HANSEN, 2009). Além disso, embriões sobre estresse térmico apresentam comprometimento no desenvolvimento inicial, apresentando bloqueio em 8 a 16 células por incapacidade de realizar a ativação de seu genoma durante o desenvolvimento inicial (HANSEN, 2009). Desta forma, visto que os embriões bovinos são transferidos para o útero da receptora entre o estágio de mórula e blastocisto (>32 células) e os principais efeitos deletérios do estresse térmico ocorre no início do desenvolvimento embrionário, a TE tem sido utilizada como estratégia reprodutiva para atenuar os efeitos prejudiciais do estresse térmico na fertilidade (AL-KATANANI and HANSEN, 2002; DROST et al., 1999; HANSEN and ARÉCHIGA, 1999; PUTNEY et al., 1989; RODRIGUES et al., 2004).

Na tentativa de avaliar o desempenho reprodutivo de vacas leiteiras brasileiras após IA ou TE ao longo do ano, dados retrospectivos com considerável número de animais foram analisados pelo nosso grupo de pesquisa (FREITAS et al., 2010; RODRIGUES et al., 2007a, b). Na primeira análise, 12.875 IA e 4.822 TE foram avaliadas no período de 2001 a 2006 na Fazenda Agrindus em Descalvado - SP (RODRIGUES et al., 2007b). Os dados foram indicativos de que durante os meses mais quentes do ano a taxa de concepção reduziu quando a IA foi utilizada. No entanto, quando a TE foi empregada nesse mesmo período, não houve redução na taxa de concepção conforme a época do ano, sendo superior em fêmeas submetidas a TE (41,9%) comparada às vacas inseminadas artificialmente (28,5%; Figura 15).

Uma segunda análise foi realizada com os dados da mesma fazenda, porém, utilizando vacas da raça Holandesa repetidoras de serviço (> 4 serviços). Assim como no estudo anterior, foi observado que a TE apresentou taxas de gestação constantes ao longo do ano, sendo sempre superior à TE [41,7% (1.609/3.858)] comparado com a IA [17,9% (1.019/5.693)]. Esses estudos são indicativos de que o manejo com TE pode ser uma alternativa eficaz para alcançar índices reprodutivos satisfatórios em fêmeas durante os períodos de estresse térmico e em fêmeas repetidoras de serviço (RODRIGUES et al., 2007a).

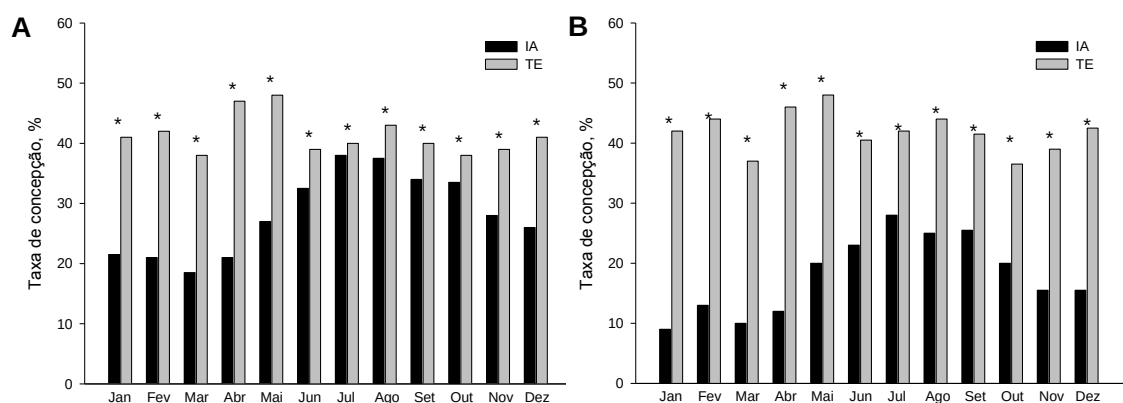


Figura 15. Taxa de concepção em vacas da raça Holandesa de alta produção submetidas à inseminação artificial (IA) ou transferência de embrião (TE): (A) fêmeas não repetidoras de serviço (IA = 12.875 e TE = 4.822) e (B) fêmeas repetidoras de serviço (≥ 4 serviços; IA = 5.693 e TE = 3.858). Adaptado de RODRIGUES et al. (2007a, b).

Assim como para os programas de IA, a utilização da TE em larga escala constatou o estabelecimento de protocolos para transferência de embriões em tempo fixo (TETF), que eliminou a necessidade de detecção de estro e aumentou a eficiência reprodutiva das receptoras de embrião (BARUSELLI et al., 2010; BARUSELLI et al., 2011; BÓ et al., 2002). Estudos realizados pelo nosso grupo de pesquisa nas condições brasileiras de manejo (RODRIGUES et al. (2010) demonstraram que a utilização da TETF resultou em maior taxa de aproveitamento ($P < 0,0001$) e superior taxa de prenhez ($P = 0,001$) comparado aos animais submetidos ao tratamento com prostaglandina (i.e., apenas receptoras com CL) e observação de estro seguida de TE (Figura 16). Diferentemente da TE após a observação do estro, o emprego da TETF aumentou o número de receptoras (vacas da raça Holandesa em lactação) aptas à transferência de embrião. No grupo de animais que receberam TETF, receptoras sem CL apresentaram a mesma taxa de prenhez a TETF que receptoras com CL.

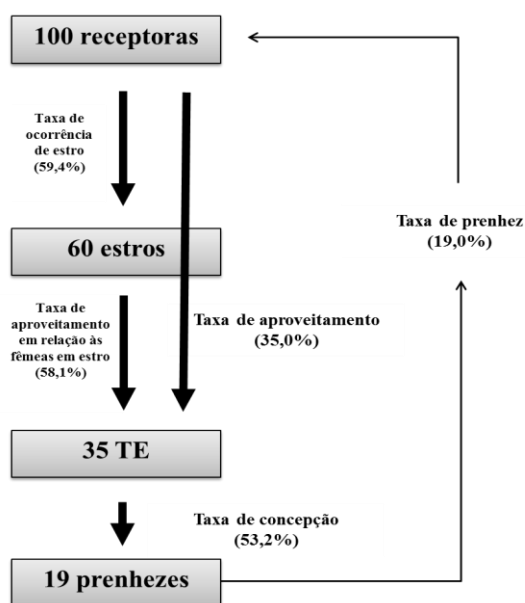
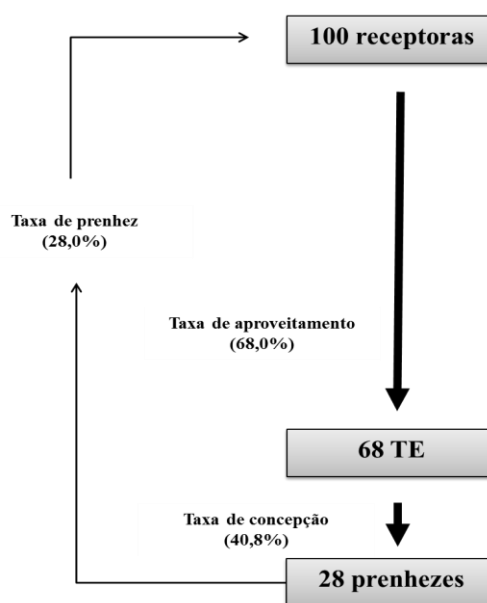
1. PGF2 α + TE após observação de estro**2. TE em tempo fixo**

Figura 16. Desenho esquemático da eficiência reprodutiva de vacas da raça Holandesa repetidoras de serviço submetidas a dois programas de transferência de embrião (TE): (1) Administração de prostaglandina (PGF2 α) em receptoras com corpo lúteo (CL), observação visual de estro 1 a 5 dias após tratamentos e TE 6 a 8 dias após observação de estro e (2) TE em tempo fixo [TETF; implante auricular de norgestomet + 2 mg de benzoato de estradiol (Dia 0), remoção do implante + 400 UI de eCG + 1.0 mg de Cipionato de estradiol + PGF2 α (Dia 8), transferência de embrião em tempo fixo (Dia 17)]. Taxa de ocorrência de estro – número de animais observados em estro em relação ao número de animais tratados com PGF2 α ; Taxa de aproveitamento em relação às fêmeas em estro – número de animais aptos a receber um embrião em relação ao número de animais observados em estro; Taxa de aproveitamento – número de animais aptos a receber um embrião em relação ao número de animais tratados (PGF2 α ou protocolos de TETF); Taxa de concepção – número de animais gestantes em relação ao número de animais que receberam a TE; Taxa de prenhez – número de animais gestantes em relação ao número de animais tratados. Adaptado de RODRIGUES et al. (2010).

Vale ressaltar que a obtenção de resultados satisfatórios em manejos que envolvem a TE é dependente de diversos fatores, dentre eles, o congelamento do embrião. Em um estudo retrospectivo com vacas da raça Holandesa criadas em regiões tropicais, nosso grupo de pesquisa avaliou a influência do congelamento do embrião produzido in vivo no estabelecimento da gestação (RODRIGUES et al., 2007c). Nessa análise, verificaram-se taxas superiores em receptoras que receberam um embrião fresco (43,9%, n = 2.634) comparado com as que receberam um embrião previamente congelado (39,5%, n = 2.237). Resultados semelhantes (27,2% para embriões fresco vs. 24,1% para embriões congelados) foram obtidos recentemente por VIEIRA et al. (2014a), sugerindo que o uso de embriões produzidos in vivo frescos aumentar os índices reprodutivos de receptoras da raça Holandesa em programas de TE.

A produção in vitro de embriões está crescendo em todo o mundo. Estudos recentes compararam a eficiência da taxa de concepção de embriões produzidos in vivo com embriões produzidos in vitro em receptoras da raça Holandesa em lactação (RODRIGUES et al., 2014). Verificou-se menor taxa de concepção para os embriões produzidos in vitro tanto aos 30 (43,8%, 273/624 vs. 26,5%, 82/309; $P < 0,0001$), como aos 60 dias de gestação (34,4%, 213/620 vs. 20,4%, 63/309; $P < 0,0001$). Entretanto, a taxa de perda gestacional entre 30 dias e 60 dias foi semelhante entre os grupos (in vivo: 20,8%, 56/269 vs. in vitro: 23,2%, 19/82; $P = 0,79$). Vários estudos estão sendo realizados em todo o mundo para melhorar a qualidade dos embriões produzidos in vitro para aumentar a eficiência reprodutiva dos programas que utilizam essa biotecnologia.

Dessa forma, a adequada associação das técnicas de IA/IATF e TE/TETF em propriedades de leite aumenta a eficiência reprodutiva, bem como acelera o melhoramento genético do rebanho. Portanto, visando à expansão dessas técnicas, estudos estão sendo desenvolvidos para avaliar diferentes manejos de ressincronização de forma a intensificar o uso da IATF e TETF na rotina das fazendas de leite.

4. Conclusão

O emprego das técnicas de reprodução (IA e TE) para multiplicar indivíduos superiores resulta em significativo avanço genético dos rebanhos. No entanto, a aplicação da IA e TE nas propriedades rurais ainda apresenta limitações, principalmente, devido às dificuldades de execução do manejo e da disponibilidade de mão de obra qualificada. Dessa forma, o desenvolvimento e aprimoramento das técnicas de sincronização para IATF e TETF associadas aos programas de ressincronização são ferramentas eficientes para alcançar elevada eficiência reprodutiva de forma organizada, pré-determinada, e com alta precisão. Portanto, uma vez estabelecido o objetivo da atividade rural, esses programas são incorporados ao sistema de produção e de gestão, aumentando a produtividade e a rentabilidade da propriedade.

REFERÊNCIAS

- AL-KATANANI, Y. M., and P. J. HANSEN. 2002. Induced thermotolerance in bovine two-cell embryos and the role of heat shock protein 70 in embryonic development. *Molecular Reproduction and Development* 62: 174-180.
- ARAUJO, R. R. et al. 2009. Role of Follicular Estradiol-17 β in Timing of Luteolysis in Heifers. *Biology of Reproduction* 81: 426-437.
- BARTOLOME, J. A. et al. 2005. Resynchronization of ovulation and timed insemination in lactating dairy cows. *Theriogenology* 63: 1617-1627.

- BARUSELLI, P. et al. 2004. Efeito do tratamento com ecg na taxa de concepção de vacas nelore com diferentes escores de condição corporal inseminadas em tempo fixo (análise retrospectiva). In: XVIII Reunião anual da sociedade brasileira de transferência de embriões, Barra Bonita. p 228.
- BARUSELLI, P. S. et al. 2010. Bovine embryo transfer recipient synchronisation and management in tropical environments. *Reproduction, Fertility and Development* 22: 67-74.
- BARUSELLI, P. S. et al. 2011. Timed embryo transfer programs for management of donor and recipient cattle. *Theriogenology* 76: 1583-1593.
- BARUSELLI, P. S., J. N. S. SALES, R. V. SALA, L. M. VIEIRA, and M. F. SÁ FILHO. 2012. History, evolution and perspectives of timed artificial insemination programs in Brazil. *Animal Reproduction* 9: 139-152.
- BISINOTTO, R. S. et al. 2013. Influences of nutrition and metabolism on fertility of dairy cows. *Animal Reproduction* 9: 260-272.
- BÓ, G. A., P. S. BARUSELLI, and M. F. MARTINEZ. 2003. Pattern and manipulation of follicular development in *Bos indicus* cattle. *Anim. Reprod. Sci.* 78: 307-326.
- BÓ, G. A. et al. 2002. The control of follicular wave development for self-appointed embryo transfer programs in cattle. *Theriogenology* 57: 53-72.
- CARVALHO, J. B. P. et al. 2008. Effect of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in *Bos indicus*, *Bos indicus*×*Bos taurus*, and *Bos taurus* heifers. *Theriogenology* 69: 167-175.
- CAVALIERI, J., G. HEPWORTH, V. M. SMART, M. RYAN, and K. L. MACMILLAN. 2007. Reproductive performance of lactating dairy cows and heifers resynchronized for a second insemination with an intravaginal progesterone-releasing device for 7 or 8d with estradiol benzoate injected at the time of device insertion and 24h after removal. *Theriogenology* 67: 824-834.
- CERRI, R. L. A., J. E. P. SANTOS, S. O. JUCHEM, K. N. GALVÃO, and R. C. CHEBEL. 2004. Timed Artificial Insemination with Estradiol Cypionate or Insemination at Estrus in High-Producing Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 87: 3704-3715.
- CHEBEL, R. C. et al. 2003. Effect of resynchronization with GnRH on day 21 after artificial insemination on pregnancy rate and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Theriogenology* 60: 1389-1399.
- CHEBEL, R. C. et al. 2004. Factors affecting conception rate after artificial insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 84: 239-255.
- CREPALDI, G. A. et al. 2014. Reproductive efficiency of Nelore females submitted to three consecutive FTAI programs with 32 days of interval between inseminations *Animal Reproduction Accepted*.
- DROST, M. et al. 1999. Conception rates after artificial insemination or embryo transfer in lactating dairy cows during summer in florida. *Theriogenology* 52: 1161-1167.
- EALY, A., M. DROST, and P. HANSEN. 1993. Developmental changes in embryonic resistance to adverse effects of maternal heat stress in cows. *J Dairy Sci* 76: 2899 - 2905.

- EL-ZARKOUNY, S. Z., and J. S. STEVENSON. 2004. Resynchronizing estrus with progesterone or progesterone plus estrogen in cows of unknown pregnancy status. *Journal of Dairy Science* 87: 3306-3321.
- FERREIRA, R. M. et al. 2011. The low fertility of repeat-breeder cows during summer heat stress is related to a low oocyte competence to develop into blastocysts. *J. Dairy Sci.* 94: 2383-2392.
- FREITAS, B. G. et al. 2010. Perda embrionária (entre 30 e 60 dias) à inseminação artificial e à transferência de embrião de vacas holandesas de alta produção. In: XXIV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões (SBTE), Porto de Galinhas
- GALVÃO, K. N., P. FEDERICO, A. DE VRIES, and G. M. SCHUENEMANN. 2013. Economic comparison of reproductive programs for dairy herds using estrus detection, timed artificial insemination, or a combination. *Journal of Dairy Science* 96: 2681-2693.
- GALVÃO, K. N. et al. 2007. Evaluation of Methods of Resynchronization for Insemination in Cows of Unknown Pregnancy Status. *J. Dairy Sci.* 90: 4240-4252.
- GIORDANO, J. O., P. M. FRICKE, M. C. WILTBANK, and V. E. CABRERA. 2011. An economic decision-making support system for selection of reproductive management programs on dairy farms. *Journal of Dairy Science* 94: 6216-6232.
- GIORDANO, J. O., A. S. KALANTARI, P. M. FRICKE, M. C. WILTBANK, and V. E. CABRERA. 2012a. A daily herd Markov-chain model to study the reproductive and economic impact of reproductive programs combining timed artificial insemination and estrus detection. *Journal of Dairy Science* 95: 5442-5460.
- GIORDANO, J. O. et al. 2012b. Increased fertility in lactating dairy cows resynchronized with Double-Ovsynch compared with Ovsynch initiated 32 d after timed artificial insemination. *Journal of Dairy Science* 95: 639-953.
- HANSEN, P. J. 2009. Effects of heat stress on mammalian reproduction. *Philosophical Transaction of the Royal Society of London B Biology Society* 364: 3341-3350.
- HANSEN, P. J., and C. F. ARÉCHIGA. 1999. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. *Journal of Animal Science* 77: 36-50.
- HANSEN, P. J. et al. 2001. Adverse impact of heat stress on embryo production: causes and strategies for mitigation. *Theriogenology* 55: 91-103.
- LOPEZ, H., L. D. SATTER, and M. C. WILTBANK. 2004. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Anim. Reprod. Sci.* 81: 209-223.
- MARQUES, M. O. et al. 2012. Ressincronização em bovinos de corte. In: 5º Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada. p 82-92.
- MARTINS, C. M. et al. 2014. The association of FTET and TAI in reproductive programs of Nelore females. *Animal Reproduction* Accepted.
- MEYER, J. P. et al. 2007. Timed artificial insemination of two consecutive services in dairy cows using prostaglandin F2alpha and gonadotropin-releasing hormone. *Journal of Dairy Science* 90: 691-698.

- NORMAN, H. D., J. R. WRIGHT, S. M. HUBBARD, R. H. MILLER, and J. L. HUTCHISON. 2009. Reproductive status of Holstein and Jersey cows in the United States. *Journal of Dairy Science* 92: 3517-3528.
- PENTEADO, L. et al. 2006. Taxa de prenhez em vacas nelore inseminadas em tempo fixo em diferentes períodos pós parto. p 402.
- PUTNEY, D. G., M. DROST, and W. W. THATCHER. 1989. Influence of summer heat stress on pregnancy rates of lactating dairy cattle following embryo transfer or artificial insemination. *Theriogenology* 31: 765-778.
- RENSIS, F. D., and R. J. SCARAMUZZI. 2003. Heat stress and seasonal effects on reproduction in the dairy cow—a review. *Theriogenology* 60: 1139-1151.
- RIBEIRO, E. S. et al. 2012. Fertility in dairy cows following presynchronization and administering twice the luteolytic dose of prostaglandin F2 α as one or two injections in the 5-day timed artificial insemination protocol. *Theriogenology* 78: 273-284.
- RODRIGUES, C. A. et al. 2007a. Comparison of pregnancy rates after artificial insemination or embryo transfer in high producing repeat breeder holstein cows. *Acta Scientiae Veterinariae* 35: 1255.
- RODRIGUES, C. A. et al. 2007b. Conception rate after artificial insemination and embryo transfer in high Producing holstein cows. *Acta Scientiae Veterinariae* 35: 1254.
- RODRIGUES, C. A. et al. 2007c. Efeito da sincronia entre a doadora e a receptora na taxa de concepção após transferência de embriões frescos e criopreservados em vacas holandesas de alta produção. *Acta Scientiae Veterinariae* 35: 1257.
- RODRIGUES, C. A. et al. 2004. Artificial insemination and embryo transfer pregnancy rates In high production holstein (repeat breeder) breedings. *Acta Scientiae Veterinariae* 32: 219.
- RODRIGUES, C. A. et al. 2014. Pregnancy establishment in Holstein cows after transferring in vivo or in vitro produced embryo. *Animal Reproduction*.
- RODRIGUES, C. A. et al. 2010. Effect of fixed-time embryo transfer on reproductive efficiency in high-producing repeat-breeder Holstein cows. *Animal Reproduction Science* 118: 110-117.
- SÁ FILHO, M. F. et al. 2014. Resynchronization with unknown pregnancy status using progestin-based timed artificial insemination protocol in beef cattle. *Theriogenology* 81: 284-290.
- SARTORI, R. et al. 2002. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *Journal of Dairy Science* 85: 2803-2812.
- STEVENSON, J. S., J. A. CARTMILL, B. A. HENSLEY, and S. Z. EL-ZARKOUNY. 2003. Conception rates of dairy cows following early not-pregnant diagnosis by ultrasonography and subsequent treatments with shortened Ovsynch protocol. *Theriogenology* 60: 475-483.
- TEIXEIRA, A. A. 2010. Impacto da inseminação artificial em tempo fixo na eficiência reprodutiva de vacas de leite de alta produção, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo.

- THOMPSON, I. M. et al. 2010. Effects of resynchronization programs on pregnancy per artificial insemination, progesterone, and pregnancy-associated glycoproteins in plasma of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93: 4006-4018.
- VIANA, J. H. M. 2012. Levantamento estatístico da produção de embriões bovinos no Brasil em 2011: mudanças e tendências futuras O embrião. p 32.
- VIEIRA, L. M. et al. 2014a. Donor category and seasonal climate associated with embryo production and survival in multiple ovulation and embryo transfer programs in Holstein cattle. *Theriogenology* 82: 204-212.
- VIEIRA, L. M. et al. 2014b. Resynchronization in dairy cows 13 days after tai followed by pregnancy diagnosis based on corpus luteum vascularization by color doppler. *Animal Reproduction* Accepted.
- WILTBANK, M., H. LOPEZ, R. SARTORI, S. SANGSRITAVONG, and A. GÜMEN. 2006. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology* 65: 17-29.

NOVAS BIOTECNOLOGIAS DA REPRODUÇÃO PARA VACAS LEITEIRAS**Milo C. Wiltbank¹, Pedro L.J. Monteiro Jr², Roberto Sartori²**¹Department of Dairy Science, University of Wisconsin-Madison, WI, USA.²ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, Brasil.

wiltbank@wisc.edu

Resumo

Nos últimos anos, diversas alterações têm sido observadas na fisiologia reprodutiva de vacas leiteiras, comprometendo os índices de fertilidade. Estas alterações estão aparentemente relacionadas à alta produção de leite por vaca, resultado de intenso incremento nutricional, seleção genética e técnicas de manejo voltadas para a produção de leite. A percepção da relação inversa entre produção de leite e fertilidade obrigou, grupos de pesquisa em todo o mundo, a buscar alternativas para incrementar os índices reprodutivos. Uma das principais alternativas é o uso de protocolos de inseminação artificial em tempo fixo (IATF). A utilização deste tipo de estratégia, associada ao uso de outras ferramentas e a intensificação do manejo reprodutivo, tem sinalizado que é o caminho para se alcançar índices reprodutivos aceitáveis. Além disso, é importante ressaltar que, embora a associação entre produção de leite e fertilidade seja negativa, o inverso não é verdadeiro. Pois sabe-se que existe uma forte associação positiva entre fertilidade do rebanho e média diária de produção de leite durante a vida produtiva de uma vaca. Com isso, esta revisão discorre sobre algumas particularidades da fisiologia reprodutiva da vaca leiteira, além de propor estratégias de manejo para elevar a eficiência reprodutiva, destacando-se o uso de protocolos modernos de IATF e outras ferramentas auxiliares.

1. Introdução

Devido a problemas cada vez mais frequentes de detecção de cio e queda nas taxas de concepção (TC) em vacas leiteiras, o intervalo de partos (IP) tem sido cada vez mais prolongado. Sendo assim, após o período de espera voluntário (PEV) deve-se intensificar o manejo na tentativa de alcançar uma alta taxa de serviço (TS), que na maioria das vezes obriga a lançar mão de uma intensa observação de estro ou/e de inseminação artificial em tempo fixo (IATF). O PEV do rebanho deve ser determinado levando em conta principalmente à persistência da lactação e a taxa de prenhez (TP). Desta forma, tendo em que a TP é o produto da TC pela TS, se aumentar ambas ou qualquer uma das duas se consegue aumentar a TP, e conseqüentemente ocorrerá uma redução do IP.

Nota-se, ao longo dos anos, que vacas, especialmente as de elevada produção leiteira, apresentam um aumento gradativo em problemas reprodutivos, aparentemente devido a causas multifatoriais (LUCY, 2001). Uma dessas causas, e talvez a mais

relevante seja o próprio aumento na produção de leite, associado ao maior consumo de alimentos, e subsequente elevação do fluxo sanguíneo hepático (SANGSRISTAVONG et al., 2002). Tal fato resulta em baixas concentrações circulantes de hormônios esteróides e subsequente alteração no comportamento de estro, qualidade ovocitária/embrionária e fertilidade (LOPEZ et al., 2004; WILTBANK et al., 2006a). A seleção genética para produção de leite aparentemente não alterou a fertilidade, pois a TC das novilhas permaneceu constante e acima dos 60% ao longo dos anos.

Diversos trabalhos têm demonstrado uma correlação negativa entre o aumento da produção de leite e a eficiência reprodutiva em vacas leiteiras (ROYAL et al., 2000; LUCY, 2001; WASHBURN et al., 2002). Por exemplo, as TC em vacas lactantes apresentavam-se acima de 50% nos anos 40 e 50. Atualmente, a TC relatada tem sido abaixo de 40%. Associado à baixa TC em vacas com maior produção leiteira observou-se um aumento nos problemas reprodutivos, tais como, cistos ovarianos e anovulação (JORDAN & FOURDRAINE, 1993; GARVERICK, 1997; LÓPEZ-GATIUS et al., 2002; Wiltbank et al., 2002), retardo na ovulação pós-parto (NAKAO et al., 1992; LAMMING & DARWASH, 1998; ROYAL et al., 2000), duração e/ou intensidade de estro reduzidos (NEBEL et al., 1997; DRANSFIELD et al., 1998; LOPEZ et al., 2004), aumento nas taxas de ovulações múltiplas (NIELEN et al., 1989; KINSEL et al., 1998), luteólise prematura resultando em ciclos estrais curtos (LUCY, 2001) e perda gestacional (SANTOS et al., 2004a).

Esta revisão discorre sobre algumas particularidades da fisiologia reprodutiva da vaca leiteira, além de propor estratégias de manejo para elevar a eficiência reprodutiva, destacando-se o uso de protocolos modernos de IATF e outras ferramentas auxiliares.

2. Fisiologia reprodutiva da vaca lactante

Após o parto, na primeira semana, ocorre um pico de FSH circulante (GINTHER et al., 1996), provavelmente resultante da redução nos níveis de estradiol (E2). Em seguida, ocorre a primeira onda folicular entre quatro e 12 dias pós-parto (GINTHER et al., 1996; HAUGHIAN et al., 2002). A primeira ovulação pós-parto, geralmente ocorre na ausência (cio silencioso) ou com uma discreta manifestação de estro. De maneira geral, o tempo decorrido até a primeira ovulação é em média de 33 dias, em vacas holandesas nos EUA (compilação de 10 estudos; relatada por Ferguson, 1996). Considerando vacas holandesas mantidas a pasto, estas ovulam, em média, aos 43 dias pós-parto (MCDUGALL et al., 1995). Contudo, vacas mestiças (*Bos taurus* x *Bos indicus*) retornam à ciclicidade em média 70 dias pós-parto (RUAS et al., 2002). Outro estudo realizado no Brasil, concluiu que 25% das vacas da raça Girolando não ciclaram até os 120 dias pós-parto (RUAS et al., 2004).

Agrupando resultados de diversos trabalhos científicos que avaliaram função ovariana em novilhas holandesas (SIROIS & FORTUNE, 1988; GINTHER et al., 1989; KNOPF et al., 1989; KO et al., 1991; LUCY et al., 1994; WILSON et al., 1998; RONCHI et al., 2001), e vacas holandesas lactantes (SAVIO et al., 1990; SCHEMM et

al., 1990; TAYLOR & RAJAMAHENDRAN, 1991; PURSLEY et al., 1993; KIRBY et al., 1997; TROUT et al., 1998; ROTH et al., 2000; TOWNSON et al., 2002), um total de 230 ciclos de 224 vacas e 104 ciclos de 97 novilhas foi estudado, sendo observado que a duração média nas vacas lactantes foi de 23 dias e nas novilhas de 21 dias. A duração do ciclo estral nas vacas lactantes tem se mostrado mais longa do que os conceituados 21 dias. Nos estudos citados acima, em ciclos estrais típicos, a luteólise ocorreu entre os dias 14 e 19 em novilhas e entre os dias 16 e 24 nas vacas.

Em estudos realizados em Wisconsin (Sartori et al., 2002a, 2002b, 2004), comparou-se vacas lactantes (n = 31; >40 kg de leite/dia) a novilhas púberes (n = 29; 12 a 16 meses de idade), durante o verão, e vacas lactantes (n = 27; >45 kg de leite/dia) a vacas não lactantes não gestantes (n = 26), durante o inverno. Durante o verão, as vacas lactantes ovularam folículos maiores do que as novilhas, mas apesar disso, o pico pré-ovulatório de E2 foi menor nas vacas. Na comparação entre vacas lactantes e não lactantes durante o inverno, o pico de E2 antes da ovulação foi similar (7,6 vs. 8,5 pg/ml), apesar das vacas lactantes terem ovulado folículos maiores (18,6 vs. 16,2 mm). Seis dias após a ovulação, as vacas lactantes tiveram corpos lúteos (CLs) maiores do que as vacas não lactantes (7600 vs. 5100 mm³) e concentrações séricas de progesterona (P4) similares (2,2 e 1,9 ng/ml).

As razões para menores concentrações de E2 circulantes em vacas lactantes quando comparadas a nulíparas (AHMAD et al., 1996; WOLFENSON et al., 2004; SARTORI et al., 2004) e múltiparas não lactantes (DE LA SOTA et al., 1993) estão provavelmente relacionadas à maior metabolização deste hormônio. Sangsritavong et al. (2002) demonstraram que vacas lactantes têm um metabolismo de E2 muito maior do que não lactantes. Portanto, os folículos das vacas lactantes tem que crescer mais, para produzirem E2 suficiente para induzir comportamento de cio e o pico pré-ovulatório de GnRH/LH. Se as vacas lactantes ovulam folículos maiores, é esperado que também tenham CLs maiores, uma vez que há uma correlação positiva entre tamanho do folículo ovulatório e volume de tecido luteal (VASCONCELOS et al., 2001; SARTORI ET al., 2002a). Apesar disso, vacas lactantes possuem concentrações séricas de P4 reduzidas (WOLFENSON et al., 2004, DE LA SOTA et al., 1993). Estes efeitos da metabolização hepática na fisiologia de vacas lactantes comprometem a qualidade embrionária (SARTORI et al., 2004) e concepção (PURSLEY et al., 1995) comparado a novilhas.

A relação entre produção de leite e incidência de taxa de ovulação múltipla é alta em vacas lactantes (10 a 39%, SANTOS et al., 2000; VASCONCELOS et al., 2001; SARTORI et al., 2002a, 2004, FRICKE & WILTBANK, 1999; LOPEZ et al., 2005) comparada à novilhas nulíparas (2%, SARTORI et al., 2004). Além disso, a taxa de dupla ovulação em vacas que apresentavam produção acima da média do rebanho foi mais alta do que de vacas abaixo da média (20,2% vs. 6,9%; FRICKE & WILTBANK, 1999, e 50% vs. 2,5%; LOPEZ et al., 2005).

3. Alterações na expressão de estro em vacas leiteiras

A duração e intensidade de estro em bovinos leiteiros estão diretamente relacionadas à categoria dos animais (novilha ou vaca lactante) e ao nível de produção leiteira. Estudos com grande acurácia, utilizando-se o sistema de radiotelemetria HeatWatch® que possibilita a observação contínua durante 24 horas por dia de detecção de estro (NEBEL et al., 1997) compararam novilhas nulíparas e vacas lactantes das raças Holandesa e Jersey. Os autores observaram que as novilhas aceitaram mais montas por estro comparadas às vacas (Holandesa: 17 vs. 7 aceites de monta; Jersey: 30 vs. 10 aceites de monta, respectivamente) e tiveram maior duração de estro (Holandesa: 11 vs. 7 horas; Jersey: 14 vs. 8 horas). No mesmo estudo, foi observado que vacas múltíparas, tanto da raça Holandesa como Jersey, aceitaram mais montas por estro no inverno do que no verão (Holandesa: 9 vs. 4,5; Jersey: 12 versus 5, respectivamente).

Avaliando a associação entre níveis de produção de leite e comportamento de estro, Lopez et al. (2004) verificaram menor duração e intensidade (6,3 vs. 8,8 aceites de monta) de estro nas vacas de maior produção de leite (>39,5 kg/dia) comparado às de menor (<39,5 kg/dia). Da mesma forma, Aungier et al. (2012) mostraram que, para cada 10 kg de leite a mais produzidos, a taxa de movimentação dos animais diminuiu em torno de 35%. Tal fato parece estar relacionado às menores concentrações circulantes de E2 em vacas lactantes comparadas às novilhas (SARTORI et al., 2004) e vacas de maior produção de leite comparadas às vacas de menor produtividade.

No intuito de auxiliar a observação de estro, métodos baseados no controle de atividades físicas foram desenvolvidos (pedômetro ou colar). No entanto, em um estudo realizado na Grã-Bretanha utilizando colares, demonstraram-se grandes falhas de detecção utilizando apenas este método, onde 28% das vacas detectadas em cio apresentavam P4 circulante alta. Outras ferramentas auxiliares de detecção de cio têm sido utilizadas com relativo sucesso, tais como bastões de cera ou adesivos aplicados na base da cauda das vacas.

4. Manejo reprodutivo de vacas em lactação

Vacas leiteiras geralmente têm baixa eficiência reprodutiva, o que praticamente impossibilita a obtenção de um IP ideal (13,5 meses para vacas de alta produção; NEBEL, 2003). Um menor IP aumenta a produção de leite por dia de vida útil da vaca e resulta em maior número de bezerros nascidos. Principalmente em vacas mestiças, a diminuição do IP é uma necessidade, considerando-se que estas vacas têm uma persistência de lactação mais curta (275 dias; Vaz de Oliveira et al., 2004) quando comparadas a vacas taurinas (≥ 305 dias). FREITAS et al. (2001) avaliaram a duração da lactação de vacas com diferentes graus de sangue do cruzamento de Holandês com Gir (1/2, 3/4, 7/8, 15/16 e 31/32) e mostraram que quanto maior o grau de Holandês maior a persistência da lactação.

Dentre as principais razões para IP prolongados encontram-se a baixa taxa de detecção de cio, como descrito acima, e conseqüentemente baixas TS e TP. Vacas mestiças têm TC aceitáveis, entretanto apresentam baixa TS devido a limitações na

expressão e detecção de cio, assim como retorno à ciclicidade longo no pós-parto (70 dias em média; RUAS et al. [2002], ou mais de 100 dias; RUAS et al. [2004]). No manejo de vacas no pré e pós-parto, deve-se ter atenção especial com a nutrição desses animais, para que estejam com condição corporal adequada ao parto e percam pouca condição durante o pós-parto.

Outra estratégia de manejo durante o período peri-parto deve focar na redução do estresse dos animais. Aumento do estresse nessa fase está correlacionado positivamente com aumento de incidência de doenças no pós-parto, principalmente retenção de placenta. Suplementação com níveis adequados de Vitamina E e Selênio também pode reduzir a incidência de retenção de placenta (revisado por WILTBANK., 2006a). Além da retenção de placenta, atraso na involução uterina e infecções uterinas pós-parto estão relacionadas ao aumento no IP em vacas (SHELDON et al., 2000).

Em situações de baixa eficiência na detecção de cios, a IATF é uma ferramenta que tem demonstrado resultados satisfatórios. Atualmente, existem diversos protocolos de sincronização de ovulação para IATF. Uns baseiam-se no princípio do protocolo Ovsynch (GnRH – 7 dias – PGF2 α – 2 dias – GnRH – 16 horas – IA) e outros na associação de P4 e benzoato de estradiol (BE). Para vacas de alta produção leiteira ciclando, o Ovsynch clássico tem apresentado resultados satisfatórios, entretanto há algumas modificações que potencialmente melhoram sua eficiência (como por exemplo, o Ovsynch Duplo, descrito por SOUZA et al., 2008) e/ou facilitam o manejo.

No Brasil, atualmente, o protocolo de IATF mais utilizado é à base de P4 e E2, tendo em vista que associação de um progestágeno com E2 causa um feedback negativo no hipotálamo/hipófise, provocando uma redução na secreção de FSH e LH, promovendo a atresia folicular com a regressão fisiológica do folículo dominante, cerca de 36 h após o tratamento (BURKE et al., 2003) e a emergência de uma nova onda de crescimento folicular em aproximadamente 3 a 4 dias (BÓ et al., 1995).

O uso de protocolos baseados em P4 e E2, em vacas leiteiras, foi descrito pela primeira vez por Souza et al. (2009), que consistiu na inserção de um dispositivo de P4 e aplicação de 2 mg de BE (D0), com retirada do dispositivo de P4 no D8, juntamente com a aplicação de PGF2 α e 1 mg de Cipionato de Estradiol (CE), e a IA no D10. A eficiência de sincronização do protocolo varia de 60% (MONTEIRO Jr et al., 2012) a 70% (SOUZA et al., 2009) em vacas de alta produção. Este tratamento resultou na emergência de uma nova onda em 3,8 dias (MONTEIRO et al., 2012). Para a sincronização da ovulação, o CE é eficiente em vacas em lactação (SOUZA et al., 2009).

Vacas mestiças têm atraso no retorno à ciclicidade, como citado anteriormente, e portanto, são recomendados protocolos de IATF que se utilizam de dispositivos de liberação de P4 ou progestágenos, e se possível, associado ao uso de gonadotrofina coriônica equina (PRATA et al., 2014, dados não publicados). Com isso, aumenta-se a taxa de sincronização, previne-se a ocorrência de ciclos curtos após a IATF e induz-se ciclicidade nas vacas anovulares.

Após a IA, é importante que as vacas sejam observadas para retorno ao cio e que seja realizado diagnóstico de gestação o mais precoce possível com o propósito de se detectar as vacas não gestantes e ressincronizá-las o quanto antes, para com isso, elevar a TP do rebanho.

Em um experimento do nosso grupo, vacas holandesas em lactação (33,8 kg de leite por dia), criadas em regime intensivo, foram submetidas a protocolo de P4 e E2, sendo que as vacas que tiveram a onda sincronizada efetivamente e ovularam ao final do protocolo (60%) apresentaram TC de 56% (42/75). No entanto, analisando 40% dos animais que não apresentaram uma sincronização eficiente, foi constatado que 22% não ovularam ao fim do protocolo e que 18% ovularam folículos persistentes. A TC dos animais que ovularam folículos persistentes foi de apenas 26% (6/23; MONTEIRO et al., 2012). Esta falha pode ser devido a diversos fatores, ainda não completamente esclarecidos, tais como dose inadequada de E2 (BE), concentração sanguínea de P4 insuficiente ao início do protocolo, ausência de uma luteólise completa no D10, assim como a fase do ciclo estral que se encontra o animal ao início do protocolo (também relatado por Vasconcelos et al. [1999] utilizando o protocolo Ovsynch). Esta última hipótese foi reforçada por Vasconcelos et al. (2012) que encontraram maiores TC quando o protocolo baseado em P4 e BE foi iniciado entre o dia 5 e 9 do ciclo estral.

Um incremento na TC de 18% (30/168) para 32% (76/238) foi observado quando se aumentou o proestro de vacas holandesas, passando de 2 para 3 dias (PEREIRA et al., 2012), considerando a PGF2 α administrada no D8 ou no D7, respectivamente. Observou-se uma maior porcentagem dos animais que tiveram proestro mais longo, com concentrações séricas de P4 abaixo de 0,1 ng/mL no dia da IA. Vacas com concentração de P4 abaixo de 0,1 ng/mL tiveram maior taxa de ovulação (MONTEIRO et al., 2012) e maiores taxas de concepção aos 31 e 59 dias após a IA (MONTEIRO et al., 2012; PEREIRA et al., 2012).

Tendo em vista a rápida metabolização dos hormônios esteroides em vacas leiteiras, já mencionada nessa revisão, alguns pesquisadores (BISINOTTO et al., 2013; MONTEIRO et al., 2013; MONTEIRO et al., 2014) tem utilizados diferentes estratégias de suplementação hormonal com P4, tanto no período que antecede a IA como no período posterior. A suplementação com P4, por meio de inserção de dois dispositivos intravaginais de P4 nos dias que iniciam o protocolo de IATF em vacas anovulares, aumentou a fertilidade das vacas anovulares igualando a TC dessas vacas, às que ovularam folículos oriundo da segunda onda de crescimento folicular (BISINOTTO et al., 2013). Suplementação de P4, com o uso de um dispositivo intravaginal, 4 dias após a IA, aumentou a TC das vacas quando inseminadas em tempo fixo em protocolos a base de GnRH, mas não quando inseminadas em cio (MONTEIRO et al., 2014). Contudo, a suplementação de P4, 3 dias após a IATF, em protocolo a base de BE/P4, ou 4 dias antes da TE, de embriões produzidos in vitro, não apresentou melhora na fertilidade de vacas leiteiras (MONTEIRO et al., 2013).

5. Estratégia de manejo e impacto nos índices zootécnicos

Um grupo de pesquisa da Universidade da Flórida (RIBEIRO et al., 2012), nos EUA, estudou as perdas de produção causadas pelo baixo desempenho reprodutivo, e concluiu que em rebanhos com produção média de leite diária de 30 kg, ao diminuir a média de dias em aberto de 161 para 98 dias observou-se um incremento de 1,11 Kg de leite/dia/vaca, resultando em aumento mensal de 366 Kg/vaca. Essa diferença é relevante, e de fato, foi consequência do manejo reprodutivo adotada pela fazenda.

Em parte, esse problema de baixo desempenho reprodutivo pode ser contornado com adoção de práticas de manejo, tais como: uso intensivo de protocolo de IATF e utilização de técnicas para observação de estro e para identificar as vacas não gestantes o quanto antes (diagnóstico de gestação precoce). Além disso, devem-se adotar práticas rotineiras de confirmação de prenhez, tendo em vista que entre 30 e 90 dias de gestação, as perdas gestacionais são em torno de 20% (SANTOS et al., 2004b).

Do ponto de vista da produção, as vacas que causam maior prejuízo ao rebanho, são as vacas que apresentam perda embrionária/fetal, pois as vacas identificadas como não gestantes à primeira palpação após IA, permitem tomada de decisão de acordo com o manejo reprodutivo da fazenda, imediatamente após o resultado, como por exemplo, se iniciar um protocolo de IATF. No entanto, as vacas diagnosticadas gestantes, e que posteriormente perdem a gestação, atrasam essa ação, e por isso, do ponto de vista reprodutivo, podem ficar impossibilitadas de serem reinseminadas devido aos dias em lactação avançados. Então, visando minimizar os prejuízos, é importante se identificar, o quanto antes, a perda gestacional.

Baseado nesses prejuízos, o diagnóstico de gestação precoce e as confirmações após o primeiro diagnóstico devem fazer parte da rotina da fazenda. Com o advento de equipamentos de ultrassonografia, hoje com custos acessíveis, consegue-se fazer o diagnóstico a partir de 28 dias, e assim, imediatamente, pode-se redirecionar as fêmeas para outra estratégia de reinseminação. Adicionalmente, há técnicas laboratoriais que permitem o diagnóstico de gestação, sem necessidade de palpação retal ou exame ultrassonográfico. Nesse cenário, diferentes grupos de pesquisa tem trabalhado para identificar, no sangue ou no leite, marcadores moleculares de prenhez. O resultado desses esforços foi a descoberta da chamada glicoproteína associada à prenhez (GAP). Estudos analisando a presença da GAP na corrente sanguínea, mostraram uma sensibilidade de 98,7% e uma especificidade de 88,1% para diagnóstico de gestação, a partir de 31 dias após a IA (SINEDINO et al., 2013) com o uso desta técnica. Essa técnica de diagnóstico de gestação já está disponível em todo o mundo, tendo em vista que alguns laboratórios tem oferecido o serviço através da análise do leite. Diversos países tem lançado mão desta técnica, principalmente para confirmação de gestação.

Com o objetivo de comparar o impacto da frequência de visita técnica do Médico Veterinário na fazenda sobre a eficiência reprodutiva, foram simuladas duas situações: visitas técnicas com intervalo de 14 (Vis14d) ou de 28 (Vis28d) dias. Para a simulação, foi considerado um PEV de 50 dias, 3,1 serviços/concepção, TC média de 32,8% e no dia da visita técnica, todas as vacas após o PEV e as diagnosticadas não gestantes são submetidas à IATF. Nessa comparação, as vacas tiveram até cinco inseminações, sendo

estas por meio de observação de estro ou de protocolo de IATF. Após os cinco serviços, 15,7% das vacas continuaram vazias.

Na situação descrita, a única coisa que mudou entre as simulações foi a frequência de visita, ocasionando uma mudança na taxa de serviço e, conseqüentemente, na de prenhez. É válido salientar que para tais cálculos não foram considerados vacas anovulares e perda embrionária, diminuindo assim a diferença, já existente entre as comparações (Tabela 1). A tabela 1 apresenta os resultados das duas situações descritas acima. Se o IP for calculado nas duas situações, observa-se um IP, em meses, de 12,8 vs. 13,3 para Vis14d e Vis28d, respectivamente.

Tabela 1. Resultados dos índices zootécnicos de duas situações em que a visita técnica veterinária foi realizada a cada 14 (Vis14d) ou 28 (Vis28d) dias

Índice zootécnico	Vis14d	Vis28d	Valor de P
Taxa de observação de estro, %	26,9	32,4	0,017
Taxa de serviço, %	77,6	68,0	< 0,001
Taxa de prenhez, %	25,4	22,3	-
Intervalo parto-concepção, d	106,8	119,7	0,008

A figura 1 apresenta a proporção de vacas vazias em relação aos dias em lactação quando aconteceram visitas com uma frequência de 14 ou 28 dias. Pode-se observar que quando a visita ocorre a cada 14 dias as vacas emprenham mais cedo ($P = 0,001$) em relação à visita a cada 28 dias.

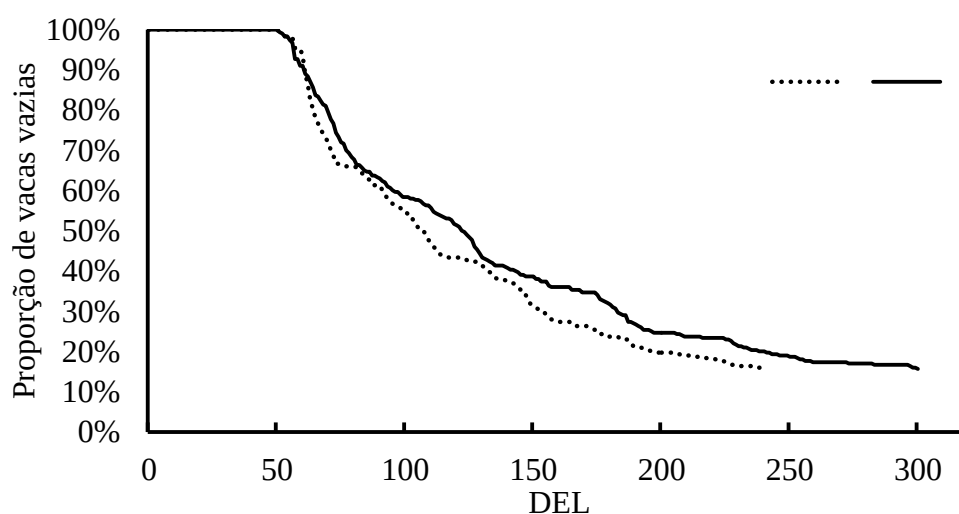


Figura 1. Curva de sobrevivência apresentando a proporção de vacas não prenhes em função dos dias em lactação (DEL) quando submetidas a visitas técnicas a cada 14 (Vis14d) ou 28 (Vis28d) dias, e respeitando 50 dias de período de espera voluntário.

6. Considerações finais

Boa parte das alterações observadas na fisiologia das vacas leiteiras, como tempo em estro, sinais de estro e fertilidade, foram causadas pela rápida metabolização dos hormônios esteroides como consequência do aumento da produção de leite. Isso tem impactado negativamente o desempenho reprodutivo dos rebanhos leiteiros. Para contornar esse problema, novas estratégias/ferramentas de manejo reprodutivo tem sido utilizadas. Para tanto, a escolha do manejo reprodutivo a ser empregado depende, principalmente, da TS, da TC e da persistência de lactação do rebanho. Em virtude das alterações na fisiologia das vacas leiteiras, a associação do uso de protocolos de IATF com IA baseada na observação de cio, assim como diagnóstico de gestação precoce com confirmações aos 60 e 90 dias de gestação são estratégias que devem ser adotadas para aumentar a eficiência reprodutiva. Além disso, intensificação do manejo reprodutivo, com visitas mais frequentes do Médico Veterinário, deve proporcionar incremento nas taxas de prenhez, principalmente por aumentar a taxa de serviço no rebanho.

REFERÊNCIAS

- AHMAD N, BEAM SW, BUTLER WR, DEEVER DR, DUBY RT, ELDER DR, FORTUNE JE, GRIEL LC, JONES LS, MILVAE RA, PATE JL, REVAH I, SCHREIBER DT, TOWNSON DH, TSANG PCW, INSKEEP EK. Relationship of fertility to patterns of ovarian follicular development and associated hormonal profiles in dairy cows and heifers. *J Anim Sci* 1996;74:1943-52.
- AUNGIER SPM, ROCHE JF, SHEEHY M, CROWE MA. Effect of management and health on the use of activity monitoring for estrus detection in dairy cows. *J Dairy Sci* 2012;95:2452-66.
- BISINOTTO RS, RIBEIRO ES, LIMA FS, MARTINEZ N, GRECO LF, BARBOSA LFSP, BUENO PP, SCAGION LFS, THATCHER WW, SANTOS JEP. Targeted progesterone supplementation improves fertility in lactating dairy cows without a corpus luteum at the initiation of the timed artificial insemination protocol. *J Dairy Sci* 2013;96:2214-25.
- BÓ GA, ADAMS GP; CACCIA M; MARTINEZ M; PIERSON RA; MAPLETOFT RJ. Ovarian follicular wave emergence after treatment with progestogen and estradiol in cattle. *Anim Rep Sci* 1995;39:193-204.

- BURKE CR; MUSSARD ML; GASSER CL; GRUM DE; DAY ML. Estradiol benzoate delays new follicular wave emergence in a dose-dependent manner after ablation of the dominant ovarian follicle in cattle. *Theriogenology* 2003;60:647-58.
- DE LA SOTA RL, LUCY MC, STAPLES CR, THATCHER WW. Effects of recombinant bovine somatotropin (Sometribove) on ovarian function in lactating and nonlactating dairy cows. *J Dairy Sci* 1993;76:1002-13.
- DRANSFIELD MB, NEBEL RL, PEARSON RE, WARNICK LD. Timing of insemination for dairy cows identified in estrus by a radiotelemetric estrus detection system. *J Dairy Sci* 1998;81:1874-82.
- FERGUSON JD. Diet, production and reproduction in dairy cows. *Anim Feed Sci Tech* 1996;5:173-84.
- FREITAS MS, DURÃES MC; FREITAS AF; BARRA RB. Comparação da produção de leite e de gordura e da duração da lactação entre cinco “graus de sangue” originados de cruzamentos entre Holandês e Gir em Minas Gerais. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2001;53:708-13.
- FRICKE PM, WILTBANK MC. Effect of milk production on the incidence of double ovulation in dairy cows. *Theriogenology* 1999;52:1133-43.
- GARVERICK HA. Ovarian follicular cysts in dairy cows. *J Dairy Sci* 1997;80:995-1004.
- GINTHER OJ, KNOPF L, KASTELIC JP. Temporal associations among ovarian events in cattle during oestrous cycles with two and three follicular waves. *J Reprod Fertil* 1989;87:223-30.
- GINTHER OJ, KOT K, KULICK LJ, MARTIN S, WILTBANK MC. Relationships between FSH and ovarian follicular waves during the last six months of pregnancy in cattle. *J Reprod Fertil* 1996;108:271-79.
- HAUGHIAN JM, SARTORI R, GUENTHER JN, GÜMEN A, WILTBANK MC. Extending the postpartum anovulatory period in dairy cattle with estradiol cypionate. *J Dairy Sci* 2002;85:3238-49.
- JORDAN ER, FOURDRAINE RH. Characteristics of the management practices of the top milk producing herds in the country. *J Dairy Sci* 1993;76:3247-56.
- KINSEL ML, MARSH WE, RUEGG PL, ETHERINGTON WG. Risk factors for twinning in dairy cows. *J Dairy Sci* 1998;81:989-93.
- KIRBY CJ, SMITH MF, KEISLER DH, LUCY MC. Follicular function in lactating dairy cows treated with sustained-release bovine somatotropin. *J Dairy Sci* 1997;80:273-85.
- KNOPF L, KASTELIC JP, SCHALLENBERGER E, GINTHER OJ. Ovarian follicular dynamics in heifers: test of two-wave hypothesis by ultrasonically monitoring individual follicles. *Domest. Anim Endocrinol* 1989;6:111-9.
- KO JCH, KASTELIC JP, DEL CAMPO MR, GINTHER OJ. Effects of a dominant follicle on ovarian follicular dynamics during the oestrous cycle in heifers. *J Reprod Fert* 1991;91:511-9.
- LAMMING GE, DARWASH AO. The use of milk progesterone profiles to characterize components of subfertility in milked dairy cows. *Anim Reprod Sci* 1998;52:175-90.

- Lopez H, Caraviello DZ, Satter LD, Fricke PM, Wiltbank MC. Relationship between level of milk production and multiple ovulations in lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 2005;88:2783-93.
- LOPEZ H, SATTER LD, WILTBANK MC. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Anim Reprod Sci* 2004;81:209-23.
- LÓPEZ-GATIUS F, SANTOLARIA P, YANIZ J, RUTLLANT J, LÓPEZ-BEJAR M. Factors affecting pregnancy loss from gestation Day 38 to 90 in lactating dairy cows from a single herd. *Theriogenology* 2002;57:1251-61.
- LUCY MC, BYATT JC, CURRAN TL, CURRAN DF, COLLIER RJ. Placental lactogen and somatotropin: hormone binding to the corpus luteum and effects on the growth and functions of the ovary in heifers. *Biol Reprod* 1994;50:1136-44.
- LUCY MC. Reproductive loss in high-producing dairy cattle: where will it end? *J Dairy Sci* 2001;84:1277-93.
- MCDUGALL S, BURKE CR, MACMILLAN KL, WILLIAMSON NB. Patterns of follicular development during periods of anovulation in pasture-fed dairy cows after calving. *Res Vet Sci* 1995;58:212-6.
- MONTEIRO JR PLJ, RIBEIRO ES, MACIEL RP, DIAS ALG, SOLÉ JR E, LIMA FS, BISINOTTO RS, THATCHER WW, SARTORI R, SANTOS JEP. Effects of supplemental progesterone after AI on expression. Of Interferon-stimulated genes and fertility in dairy cows. *J Dairy Sci* 2014: XXXXXXXX.
- MONTEIRO JR PLJ, NASCIMENTO AB, PRATA AB, PONTES GCS, FERNANDES GO, MELO LFE, SILVA FLM, OLIVEIRA LH, WILTBANK MC, SARTORI R. Effect of supplementation of progesterone after AI in corpus luteum formation and conception rate in dairy cows. *Anim Reprod* 2013;10:480-480.
- MONTEIRO JR PLJ; RODRIGUES TN; SILVA FLM; BORSATO M; SURJUS RS; PRATA AB; SILVA LD; MOURÃO GB; WILTBANK MC; SARTORI R. Evaluation of timed artificial insemination protocols in dairy cattle: presynchronization with GnRH, increasing estradiol benzoate, and limitations to success during the protocol. *Anim Reprod* 2012;9:541.
- NAKAO T, MORIYOSHI M, KAWATA K. The effect of postpartum ovarian dysfunction and endometritis on subsequent reproductive-performance in high and medium producing dairy-cows. *Theriogenology* 1992; 37: 341-349.
- NEBEL RL, JOBST SM, DRANSFIELD MBG, PANDOLFI SM, BAILEY TL. Use of a radiofrequency data communication system, Heat Watch, to describe behavioral estrus in dairy cattle. *J Dairy Sci* 1997;80:151.
- NEBEL RL. The key to a successful reproductive management program. *Advances in Dairy Technology* 2003;15:1-16.
- NIELEN M, SCHUKKEN YH, SCHOLL DT, WILBRINK HJ, BRAND A. Twinning in dairy cattle: A study of risk factors and effects. *Theriogenology* 1989;32:845-62.
- PEREIRA MHC; Rodrigues ADP; Carvalho ER Sanches CP; Guzella TG; Veras MB; Lima FA; Borges PT; Wiltbank MC; Vasconcelos JLM. Effect of proestrus length on fertility in dairy cows submitted to ovulation synchronization. *Anim Reprod* 2012; 9:517.

- PURSLEY JR, STEVENSON JS, MINTON JE. Ovarian follicular waves in dairy cows after administration of gonadotropin-releasing hormone at estrus. *J Dairy Sci* 1993;76:2548-60.
- PURSLEY JR, MEE MO, WILTBANK MC. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF2a and GnRH. *Theriogenology* 1995;44:915-23.
- RIBEIRO, E. S., K. N. GALVÃO, W. W. THATCHER, AND J. E. P. SANTOS. 2012. Economics aspects of applying reproductive technologies to dairy herds. *Animal Reproduction* 9:370-387.
- RONCHI B, STRADAIOLI G, VERINI SUPPLIZI A, BERNABUCCI U, LACETERA N, ACCORSI PA, NARDONE A, SEREN E. Influence of heat stress or feed restriction on plasma progesterone, oestradiol-17 β , LH, FSH, prolactin and cortisol in Holstein heifers. *Livest Prod Sci* 2001;68:231-41.
- ROTH Z, MEIDAN R, BRAW-TAL R, WOLFENSON D. Immediate and delayed effects of heat stress on follicular development and its association with plasma FSH and inhibin concentration in cows. *J Reprod Fert* 2000;120:83-90.
- ROYAL MD, DARWASH AO, FLINT APF, WEBB R, WOOLLIAMS JA, LAMMING GE. Declining fertility in dairy cattle: changes in traditional and endocrine parameters of fertility. *Anim Sci* 2000;70:487-501.
- RUAS JRM, BORGES LE, MARCATTI NETO A, AMARAL R. Cria e recia de fêmeas F1: Holandês x Zebu para produção de leite. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 2004;25:40-6.
- RUAS JRM, MARCATTI NETO A, AMARAL R, BORGES LE. Programa de bovinos da EPAMIG – pesquisa com animais F1: projetos e resultados preliminares. In: Encontro de produtores de gado leiteiro F1, 4., 2002, Belo Horizonte, Anais... Belo Horizonte: UFMG – Escola de Veterinária, 2002, p.60-8.
- SANGSRITAVONG S, COMBS DK, SARTORI R, WILTBANK MC. High feed intake increases blood flow and metabolism of progesterone and estradiol-17 β in dairy cattle. *J Dairy Sci* 2002;85:2831-42.
- SANTOS JEP, CERRI RLA, BALLOU MA, HIGGINBOTHAM GE, KIRK JH. Effect of timing of first clinical mastitis occurrence on lactational and reproductive performance of Holstein dairy cows. *Anim Reprod Sci* 2004;80:31-45a.
- SANTOS JEP, THATCHER WW, CHEBEL RC; CERRI RLA, GALVÃO KN. The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. *Anim Redrod Sci* 2004;82:513-535b.
- SANTOS JE, HUBER JT, THEURER CB, NUSSIO CB, NUSSIO LG, TARAZON M, FISH D. Effects of grain processing and bovine somatotropin on metabolism and ovarian activity of dairy cows during early lactation. *J Dairy Sci* 2000;83:1004-15.
- SARTORI R, HAUGHIAN JM, SHAVER RD, ROSA GJ, WILTBANK MC. Comparison of ovarian function and circulating steroids in estrous cycles of Holstein heifers and lactating cows. *J Dairy Sci* 2004;87:905-20.
- SARTORI R, ROSA GJM, WILTBANK MC. Ovarian structures and circulating steroids in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *J Dairy Sci* 2002a;85:2813-22.

- SARTORI R, SARTOR-BERGFELT R, MERTENS SA, GUENTHER JN, PARRISH JJ, WILTBANK MC. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *J Dairy Sci* 2002b;85:03-2812.
- SAVIO JD, BOLAND MP, ROCHE JF. Development of dominant follicles and length of ovarian cycles in post-partum dairy cows. *J Reprod Fertil* 1990;88:581-91.
- SCHEMM SR, DEEVER DR, GRIEL JR. LC, MULLER LD. Effects of recombinant bovine somatotropin on luteinizing hormone and ovarian function in lactating dairy cows. *Biol Reprod* 1990;42:815-21.
- SHELDON IM, NOAKES DE, DOBSON H. The influence of ovarian activity and uterine involution determined by ultrasonography on subsequent reproductive performance of dairy cows. *Theriogenology* 2000;54:409-19.
- SINEDINO, L. D., F. S. LIMA, R. L. A. CERRI, R. S. BISINOTTO, G. C. GOMES, L. F. GRECO, N. MARTINEZ, W. W. Thatcher, and J. E. P. Santos. 2013. Effect of early or late resynchronization on reproductive performance of dairy cows observed for estrus. *Animal Reproduction* 10:465-465.
- SIROIS J, FORTUNE JE. Ovarian follicular dynamics during the estrous cycle in heifers monitored by real-time ultrasonography. *Biol Reprod* 1988;39:308-17.
- SOUZA AH, AYRES H, FERREIRA RM & WILTBANK MC. A new presynchronization system (Double-Ovsynch) increases fertility at first postpartum timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology* 2008;70:208-215.
- SOUZA AH, VIECHNIESKI S, LIMA FA, SILVA FF, ARAÚJO R, BÓ GA, WILTBANK MC, BARUSELLI PS. Effects of equine chorionic gonadotropin and type of ovulatory stimulus in a timed-AI protocol on reproductive responses in dairy cows. *Theriogenology* 2009;72:10-21.
- TAYLOR C, RAJAMAHENDRAN R. Follicular dynamics, corpus luteum growth and regression in lactating dairy cattle. *Can J Anim Sci* 1991;71:61-8.
- TOWNSON DH, TSANG PCW, BUTLER WR, FRAJBLAT M, GRIEL JR. LC, JOHNSON CJ, MILVAE RA, NIKSIC GM, PATE JL. Relationship of fertility to ovarian follicular waves before breeding in dairy cows. *J Anim Sci* 2002;80:1053-8.
- TROUT JP, MCDOWELL LR, HANSEN PJ. Characteristics of the estrous cycle and antioxidant status of lactating Holstein cows exposed to heat stress. *J Dairy Sci* 1998;81:1244-50.
- VASCONCELOS JLM, PEREIRA MHC, RODRIGUES ADP, CARVALHO ER, OLIVEIRA WVC, ALBUQUERQUE JP, MARTINS T. Effect of phase of the estrous cycle on fertility in dairy cows inseminated with E2/P4 protocol. *Anim Reprod* 2012;9:503-503.
- VASCONCELOS JLM, SARTORI R, OLIVEIRA HN, GUENTHER JG, WILTBANK MC. Reduction in size of the ovulatory follicle reduces subsequent luteal size and pregnancy rate. *Theriogenology* 2001;56:307-14.
- VASCONCELOS JL, SILCOX RW, ROSA GJ, PURSLEY JR, WILTBANK MC. Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology* 1999;52:1067-1078.

- VAZ DE OLIVEIRA HT, REIS RB, RIBEIRO DA GLÓRIA J. Comportamento da lactação de vacas mestiças F1 Holandês x Zebu. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 2004;25:73-9.
- WASHBURN SP, SILVIA WJ, BROWN CH, MCDANIEL BT, MCALLISTER AJ. Trends in reproductive performance in southeastern Holstein and Jersey DHI herds. J Dairy Sci 2002;85:244-51.
- WILSON SJ, KIRBY CJ, KOENIGSFELD AT, KEISLER DH, LUCY MC. Effects of controlled heat stress on ovarian function of dairy cattle. 2. heifers. J Dairy Sci 1998;81:2132-2138.
- WILTBANK MC, GÜMEN A, SARTORI R. Physiological classification of anovulatory conditions in cattle. Theriogenology 2002;57:21-52.
- WILTBANK MC. Prevenção e tratamento da retenção de placenta. In: Novos enfoques na produção e reprodução de bovinos. 10, 2006a, Uberlândia, Anais... Uberlândia, p.61-70.
- WOLFENSON D, INBAR G, ROTH Z, KAIM M, BLOCH A, BRAW-TAL R. Follicular dynamics and concentrations of steroids and gonadotropins in lactating cows and nulliparous heifers. Theriogenology 2004;62:1042-55.

SÊMEN SEXADO: VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA SUA APLICAÇÃO

Sá Filho, M.F.¹; Crepaldi, G.A.²; Soares, J.G.¹; Vieira, L.M.¹; Sales, J.N.³; Campos Filho, E.P.⁴; Baruselli, P.S.¹

¹Departamento de Reprodução Animal, FMVZ, Universidade de São Paulo, Brasil.

²CRV-Lagoa da Serra, Sertãozinho-SP, Brasil.

³Universidade Federal da Paraíba, Areias-PB

⁴Sexing Technologies, Brasil.

e-mail: manoelsa@usp.br, barusell@usp.br

Resumo

O uso de sêmen sexado em bovinos de corte e de leite possibilita aumentar a produção de bezerros de gêneros específicos, aumentando a velocidade do ganho genético e a produção de carne ou leite. O sêmen sexado tem sido utilizado em diversas biotecnologias de aplicação comercial: inseminação artificial (IA) após a detecção de estro, IA em tempo fixo (IATF) e produção de embriões *in vivo* e *in vitro*. Atualmente, é possível obter taxas de prenhez/IA (P/AI) aceitáveis (ao redor de 80% das obtidas com o sêmen convencional) após IA com sêmen sexado em novilhas observadas em cio. Ainda, com a adequação do momento da inseminação em relação ao início do estro e/ou a ovulação é possível aumentar a P/AI com sêmen sexado. Melhores resultados são obtidos quando as inseminações são realizadas entre 16 a 24 horas após o início do estro (ou seja, 6 a 14 horas antes da ovulação). Em programas de IATF, a P/AI após o uso de sêmen sexado tem sido relativamente satisfatória, desde que o momento da IATF seja ajustado para 10 horas antes da ovulação. Entretanto, é importante salientar que, para o emprego de todas essas biotecnologias, existe grande variação individual na fertilidade de touros submetidos ao processo de sexagem. Essas diferenças devem ser levadas em consideração no momento da escolha do reprodutor para programas de IA e de produção de embriões. Ainda, a gestão da informação é um fator importante dentro da metodologia de tomada de decisão no processo de alocação eficiente de recursos dentro de um sistema de produção. Portanto, torna-se fundamental avaliar indicadores de viabilidade econômica do uso de sêmen sexado em rebanhos bovinos.

1. Introdução

O processo de sexagem de células espermáticas por citometria de fluxo é um método estabelecido, que tem sido comercialmente usado em bovinos (LONERGAN et al., 1994a; LONERGAN et al., 1994b; RATH et al., 2013). Esta tecnologia é uma ferramenta importante para a indústria leiteira e de produção de carne bovina, levando a uma maior oferta de novilhas de reposição e consequente aceleração no ganho genético (CHEBEL et al., 2010; DE VRIES et al., 2008).

Especificamente em fazendas de corte, o uso de sêmen sexado pode aumentar o nascimento de bezerros machos, produto de maior interesse devido ao maior potencial de produção de carne. Considerando essas particularidades, muitas pesquisas têm sido desenvolvidas para prever e/ou manipular o sexo da prole. A separação dos

espermatozoides que contém o cromossomo X ou Y é possível devido às diferenças no conteúdo de DNA dessas células espermáticas (espermatozoide contendo cromossomo X tem cerca de 4% mais material genético que o espermatozoide contendo o cromossomo Y) identificadas por citometria de fluxo (KHATIR et al., 1998).

Atualmente, o processo de sexagem por citometria de fluxo é o método mais eficiente para a separação dos espermatozoides X dos Y, em escala comercial (LONERGAN et al., 1994b; RATH et al., 2013; SEIDEL, 2014). No entanto, apesar dos avanços significativos no processo de sexagem espermática utilizando a técnica de citometria de fluxo em bovinos, o uso de sêmen sexado resulta em menor taxa de prenhez por IA (P/IA) e reduzida produção de embriões *in vivo* quando comparado com os índices obtidos com sêmen convencional, ou seja, não submetidos à técnica de sexagem (LARSON et al., 2010; SÁ FILHO et al., 2011a; SALES et al., 2011; SCHENK et al., 2009; SCHENK et al., 2006; SEIDEL, 2014; SOARES et al., 2011).

O grande interesse na tecnologia de sexagem no mundo inteiro fornece várias oportunidades de pesquisa e os desafios associados ao uso deste produto nas propriedades. O objetivo desta revisão é colocar em foco um resumo de nossa compreensão atual sobre o uso de sêmen sexado em programas de IA, sua viabilidade econômica, bem como estratégias para melhorar a eficiência dessas tecnologias combinadas.

2. Viabilidade técnica do uso do sêmen sexado

Apesar dos avanços no processo de sexagem dos espermatozoides utilizando citometria de fluxo, observa-se ainda menor taxa de P/IA quando comparado ao sêmen convencional (DEJARNETTE et al., 2011; DEJARNETTE et al., 2010; DEJARNETTE et al., 2009; SÁ FILHO et al., 2011a; SALES et al., 2011). A P/IA utilizando sêmen sexado pode ser alterada por diversos fatores (DEJARNETTE et al., 2009; FRIJTERS et al., 2009; SÁ FILHO et al., 2010a; SCHENK et al., 2009; SEIDEL and SCHENK, 2008). O menor tempo de vida da célula espermática no trato reprodutivo decorrente a modificações nas mitocôndrias e fragmentação do DNA, diminuição do número de espermatozoides por palheta e o efeito de fertilidade relacionado ao touro são, provavelmente, os principais fatores predisponentes a redução da P/AI usando sêmen sexado (DEJARNETTE et al., 2011; DEJARNETTE et al., 2010; FRIJTERS et al., 2009; GOSÁLVEZ et al., 2011; MAXWELL et al., 2004; UNDERWOOD et al., 2010, 2009).

NEMCOVA et al. (2006) observaram que a P/AI de novilhas variou de 40% para 68% e de 67% para 82% nas fêmeas inseminadas com sêmen sexado e convencional, respectivamente. SEIDEL and SCHENK (2008) observaram menor taxa de P/AI quando se utilizou sêmen sexado (31% a 42%) comparado ao convencional (43% a 62%). Além disso, em fêmeas zebu (433 novilhas e 230 vacas não lactantes) inseminadas com sêmen sexado-macho após detecção de estro (DOMINGUEZ et al., 2011), foi verificada menor taxa de P/IA quando a inseminação foi realizada com sêmen sexado (38,8%; 131/338) comparada ao convencional (57,9%; 188/325). Apesar dos menores resultados de P/IA descritos na literatura em bovinos inseminados com sêmen sexado, existe um consenso de que a P/AI usando sêmen sexado é cerca de 70 a 80% da P/IA obtida com o uso de sêmen convencional (Tabela 1).

Em vacas leiteiras em lactação, um estudo retrospectivo demonstrou que o uso de sêmen sexado para IA em fêmeas da raça Holandesa (10,8 milhões de inseminações nos EUA) determinou P/AI média de 25% (NORMAN et al., 2010). Anderson et al. (2006) verificaram P/AI de 21% com sêmen sexado e 46% com sêmen convencional em vacas

leiteiras. Schenk et al.(2009) verificaram 25% de P/AI usando sêmen sexado e 37% com sêmen convencional. Outro estudo (DEJARNETTE et al., 2010), avaliaram o uso de diferentes doses de sêmen sexado e convencional em vacas leiteiras e verificaram que a P/IA foi de 23, 25 e 32% utilizando as doses de 2,1 e $3,5 \times 10^6$ de sêmen sexado e 5×10^6 de sêmen convencional, respectivamente. Em estudo recente (SÁ FILHO et al., 2013), avaliou-se a utilização de sêmen sexado em vacas da raça Girolanda em lactação. Neste estudo obteve-se P/IA menor nas vacas que foram inseminadas em tempo fixo (21.4%) em relação as vacas inseminadas após a detecção de cio (31.7%). Além deste efeito da técnica de inseminação, é importante notar que neste último estudo foi observado grande variação na P/AI entre os touros utilizados (11,6 a 46,1%), semelhantes a outros relatos da literatura (DEJARNETTE et al., 2011; DEJARNETTE et al., 2009; SALES et al., 2011). Portanto, a pré determinação da fertilidade dos touros ainda é uma grande preocupação quando o sêmen sexado é empregado em programas de IA comerciais, especialmente para vacas em lactação.

Portanto, a P/IA alcançada com uso de sêmen sexado é rotineiramente correlacionada com a P/IA normalmente obtida após o uso de sêmen convencional. Tal relação está associada à fertilidade individual entre touros, mas também dependente das categorias de animais (vacas em lactação ou novilhas cíclicas), bem como o manejo específico de cada uma das fazendas. No caso específico de vacas leiteiras em lactação a proporção do sêmen sexado é menor daquela obtida em novilhas ou mesmo em vacas de corte lactantes (Gráfico 1). Por conseguinte, a principal recomendação comercial para a utilização de sêmen sexado ainda está relacionado à fertilidade da fazenda com sêmen convencional e, principalmente, direcionado a novilhas após a detecção do estro, nas quais tradicionalmente apresentam elevada P/IA.

2.1 Ajuste do momento da IA após detecção de cio e da IATF

O tempo ótimo na qual a AI deve ser realizada em relação à ovulação depende primeiramente do tempo de vida dos espermatozoides e da viabilidade do oócito no trato genital feminino (HUNTER and WILMUT, 1984). Neste sentido, DRANSFIELD et al. (1998) e ROELOFS et al. (2006) demonstraram que a probabilidade de P/AI diminuiu quando a IA utilizando sêmen convencional é realizada próxima do momento da ovulação. De acordo com ROELOFS et al. (2006), a taxa de fertilização diminui drasticamente quando a IA com sêmen convencional é realizada após a ovulação.

Com o objetivo de avaliar o impacto do intervalo entre o início do estro e a IA usando sêmen sexado, nosso grupo de pesquisa realizou um estudo no qual 638 novilhas Jersey foram inseminadas após a detecção de estro utilizando radiotelemetria (Heat Watch®) em diferentes intervalos do início do estro à inseminação (12 a 16h; 16 a 20h; 20 a 24h e 24 a 30h). A P/IA das novilhas inseminadas de 12 a 16h após o início do estro (37,7%; 40/106) foi menor ($P = 0,03$) do que aquelas inseminadas de 16,1 a 20 h (51,8%; 85/164) e 20,1 a 24 h (55,6%; 130/234). Não foram verificadas diferenças na P/IA das novilhas inseminadas de 24,1 a 30 h (45,5%; 61/134) quando comparadas a todos os outros grupos de intervalos. Portanto, aumentar o intervalo entre o início do estro e a IA pode aumentar a P/AI com sêmen sexado. Isto pode ser obtido por meio do aumento da frequência de detecção de estro ou utilizando métodos que permitem a monitorização contínua da atividade sexual da fêmea, como por exemplo, sistemas de monitoramento de atividade de locomoção ou aceitação de monta. Além disso, é importante notar que o efeito do momento da inseminação na P/IA e prenhez pode ser mais pronunciado quando se utiliza sêmen sexado de touros menos tolerantes ao processo de sexagem.

Como previamente sugerido, a principal recomendação comercial para o uso de sêmen sexado é em fêmeas de elevada fertilidade, especialmente em novilhas submetidas após a detecção de estro (DEJARNETTE et al., 2009; HEALY et al., 2013; NORMAN et al., 2010). No entanto, embora essas estratégias produzam resultados aceitáveis em termos de P/IA, existe certa incompatibilidade com as tendências no manejo reprodutivo atual, como por exemplo, o uso intensivo de programas de sincronização da ovulação para IATF (BISINOTTO et al., 2013; CARAVIELLO et al., 2006). Atualmente, a incorporação sistemática dos programas de IATF nos manejos reprodutivos em fazendas comerciais tem acelerado a substituição da tradicional reprodução baseada na detecção de estro. Portanto, nosso grupo de pesquisa avaliou algumas estratégias para melhorar o desempenho reprodutivo de vacas e novilhas inseminadas com sêmen sexado após a sincronização da ovulação para programas de IATF.

Os protocolos de sincronização da ovulação para IATF utilizados no Brasil e na América do Sul, são principalmente aqueles que utilizam como base o uso de P4/progestágeno mais estradiol (BISINOTTO et al., 2013). Um aspecto comum entre tais protocolos de sincronização da ovulação para IATF é a inserção de um dispositivo intravaginal contendo P4 ou um implante auricular contendo norgestomet mais administração de benzoato de estradiol (BE; 2mg im) no dia 0; administração de prostaglandina (PGF2 α) no dia 8 ou 9, no momento da retirada do dispositivo, mais de 300 a 400 UI de gonadotropina coriônica equina (eCG). Diferentes indutores de ovulação com eficiência semelhante podem ser usados, tais como cipionato de estradiol (ECP, 0,5 mg im) no momento ou BE (1 mg im) 24 h após a retirada do implante P4/progestágeno. A IATF geralmente é realizada cerca de 48 a 54 horas após a remoção da fonte de P4/progestágeno (BISINOTTO et al., 2013).

Uma possibilidade para melhorar o sucesso da P/IA com a utilização de sêmen sexado consiste em controlar a variação do momento da ovulação por meio das técnicas de sincronização da ovulação. Por exemplo, em rebanhos de corte e leiteiros, protocolos de sincronização baseados na utilização de P4 e E2 induzem a ovulação em torno de 70-72h após a retirada do dispositivo de P4 (BISINOTTO et al., 2013; SALES et al., 2011; SOUZA et al., 2009).

Uma vez que o sêmen sexado apresenta menor viabilidade no trato reprodutivo do que o sêmen convencional (MAXWELL et al., 2004), nosso grupo de pesquisa avaliou o atraso na IA com sêmen sexado em novilhas. Em um primeiro estudo, SALES et al. (2011) inseminaram 420 novilhas Jersey cíclicas às 54 ou 60h após a retirada do dispositivo de P4, utilizando sêmen sexado (2,1 milhões de espermatozoides) ou convencional (20 milhões de espermatozoides) de três touros. Foi observada uma interação ($P = 0,06$) entre o momento da IA e o tipo de sêmen na P/IA. A inseminação mais atrasada melhorou a P/IA somente quando sêmen sexado foi utilizado (IATF 54 h = 16,2%; 17/105 vs. IATF 60 h = 31,4%; 32/102). Em contraste, a alteração do momento da IA não afetou a P/IA quando se utilizou sêmen convencional (IATF 54 h = 50,5%; 51/101 vs. IATF 60 h = 51,8%; 58/112). Com base neste resultado, SALES et al. (2011) aplicaram o mesmo delineamento experimental em vacas *Bos indicus* em lactação; no entanto, não foram encontradas diferenças no que se refere ao atraso no momento da IATF usando sêmen sexado [IATF Convencional 54 h = 48,4% (n=95) vs. IATF Convencional 60 h = 55,1% (n=98) e IATF Sexado 54 h = 37,4% (n=99) vs. IATF Sexado 60 h = 46,4% (n=97)]. Finalmente, em um último estudo, os mesmos autores avaliaram o momento da inseminação usando sêmen sexado em relação ao momento da ovulação em vacas *Bos indicus* lactantes (n = 339). Neste estudo, as vacas foram aleatoriamente divididas para receber IATF com sêmen sexado às 36, 48 ou 60 h após a remoção do dispositivo de P4. As avaliações ultrassonográficas foram realizadas duas

vezes ao dia em todas as vacas para verificar o momento da ovulação. A ovulação ocorreu, em média, de $71,8 \pm 7,8$ horas após a remoção da P4, e maior P/IA foi verificada quando a inseminação foi realizada mais próxima da ovulação. Ainda, maior P/IA (37,9%; 36/95) foi observada para IATF realizada entre 0 e 12h antes da ovulação, enquanto a P/IA foi significativamente menor para IATF realizada entre 12,1 e 24h (19,4%; 21/108) ou > 24 h (5,8%; 5/87) antes da ovulação.

Portanto, o uso de sêmen sexado em programas de sincronização da ovulação para IATF resulta em menor P/IA quando comparado ao sêmen convencional. No entanto, é possível obter melhora na P/IA com o atraso do momento da IA, quando a inseminação é realizada 60 horas após a remoção do implante progesterona em comparação com o padrão de 48/54 h normalmente utilizado em protocolos de IATF.

2.2 Uso direcionado do sêmen sexado em fêmeas de maior fertilidade

O tamanho do folículo ao final do tratamento e a ocorrência de estro entre a remoção fonte de P4 até a IATF têm sido relatados como fatores que influenciam a P/IA em programas de IATF em vacas de corte (PERRY et al., 2005; PERRY et al., 2007; SÁ FILHO et al., 2010b; SÁ FILHO et al., 2011a; SÁ FILHO et al., 2011b) e de leite (CERRI et al., 2004; GALVÃO et al., 2004; HILLEGASS et al., 2008; PEREIRA et al., 2014; PEREIRA et al., 2013). Desta forma, a identificação do diâmetro do maior folículo na IATF e a ocorrência de estro podem ser ferramentas importantes para identificar fêmeas com maior probabilidade de prenhez, otimizando o uso de sêmen sexado em programas de sincronização da ovulação para IATF.

Para avaliar o efeito do diâmetro do maior folículo na IATF e a ocorrência de estro em programas de IATF utilizando sêmen sexado, SÁ FILHO et al. (2011a) realizaram dois estudos utilizando vacas *Bos indicus* lactantes. No primeiro experimento, os autores demonstraram interação entre o tipo de sêmen e diâmetro do maior folículo na IATF (convencional ≥ 9 mm = 58,9%^a; 126/214; convencional <9 mm = 49,5%^b; 106/214; sexado ≥ 9 mm = 56,8%^{ab}; 134/236 e sexado <9 milímetros = 31,2%^c; 59/189). No segundo experimento, vacas zebuínas lactantes inseminadas com sêmen sexado (45,9%; 113/246) apresentaram menor P/IA do que aquelas que recebem sêmen convencional (54,7%; 134/245). Porém, as vacas que apresentaram estro entre o momento da remoção do dispositivo de P4 e a inseminação, apresentaram maior P/IA (54,2%; 199/367) do que as vacas que não haviam demonstrado cio (38,7%, 48/124), após a remoção da P4, independente do tipo de sêmen utilizado.

Em gado de corte *Bos taurus*, resultados semelhantes foram relatados (THOMAS et al., 2013). No estudo citado, os autores mostraram aumento na fertilidade com o uso de sêmen sexado em vacas submetidas a um programa de identificação de estro onde a IA foi atrasada em 20 horas. No entanto, diferente do observado em bovinos de corte, a estratégia para selecionar vacas leiteiras de maior risco de gestação não apresentou resultado satisfatório. Estudo recente de KARAKAYA et al. (2014), trabalhando com vacas leiteiras sincronizadas com o protocolo Ovsynch, os autores compararam a P/IA após a IATF com sêmen sexado (n = 148) ou convencional (n = 154) apenas quando vacas com um folículo de tamanho entre 12 e 18 mm e secreção vaginal límpida e translúcida no momento da IA. Diferente do descrito previamente para vacas de corte lactantes, a P/IA foi menor para vacas inseminadas com sêmen sexado (25,7%) em comparação ao convencional (39,0%), independente do critério de seleção para vacas de maior fertilidade.

Portanto, pelo menos para bovinos de corte, o diâmetro do maior folículo na IATF e a ocorrência do estro podem ser utilizados como critérios de seleção para identificar animais com maior probabilidade de prenhez, para receber sêmen sexado em programas de IATF. No entanto, estudos adicionais são necessários para avaliar com precisão a aplicação desses procedimentos em vacas leiteiras.

2.3 Avaliação do grau de pureza do sêmen sexado

A redução da acurácia do processo de sexagem pode ser uma alternativa para aumentar a velocidade do processo e permitir o aumento do número de espermatozoides por palheta e possivelmente a fertilidade dos espermatozoides sexados após a inseminação. Portanto, nosso grupo de pesquisa desenvolveu um estudo que teve como objetivo avaliar o uso de sêmen sexado com 75% de pureza para os programas de IATF em vacas *Bos indicus* lactantes (SÁ FILHO et al., 2012). Um total de 376 vacas *Bos indicus* lactantes foram inseminadas em tempo fixo com três diferentes tipos de sêmen: convencional (20 milhões de espermatozoides), sexado com 75% de pureza ou com 90% de pureza, ambos contendo 2,1 milhões de espermatozoides por palheta. Frustrantemente, foi encontrada semelhante P/IA utilizando sêmen convencional (45,1%), sexado com 75% (40,3%) e 90% de pureza (40,8%).

Além disso, resultados semelhantes relacionados ao uso de sêmen sexado de baixa pureza (75%) publicado recentemente (LUCENA et al., 2014), no qual novilhas Jersey (n=516) e vacas lactantes (n=495) foram inseminadas tanto com sêmen sexado padrão contendo 2,1 milhões de espermatozoides com 90% de pureza (n=494) ou sêmen contendo 10 milhões de espermatozoides sexados com 75% de pureza (n=517). As inseminações com sêmen com elevada dose e baixa pureza resultaram P/IA semelhante (novilhas = 43% e vacas = 47%) aquelas encontradas com uso de sêmen sexado padrão com 2,1 milhões de espermatozoides com 90% de pureza (novilhas = 38% e vacas = 43%). A proporção de nascimentos de bezerras/fêmeas foi de 76% vs. 87% de nascimentos de bezerros/machos provenientes de sêmen com 75% vs. 90% de pureza, respectivamente.

2.4 Uso de sêmen sexado refrigerado

Outra estratégia interessante para melhorar a P/IA utilizando sêmen sexado pode ser uso de sêmen refrigerado. Esta alternativa eliminaria a necessidade da criopreservação, processo este que induz efeitos deletérios para o já danificado espermatozóide. No entanto, NEMCOVA et al. (2006) forneceram a primeira evidência de que os resultados com sêmen sexado refrigerado foram semelhantes aos encontrados com sêmen convencional. Ainda, os mesmos autores não observaram diferença na taxa de prenhez entre a utilização de sêmen sexado armazenado a 5°C contra 18°C. Em vacas Angus lactantes (n=212), DOYLE et al. (1999) compararam o uso de: 1) sêmen convencional congelado (40 milhões de espermatozoides) depositado no corpo do útero; 2) sêmen convencional congelado em baixa concentração (1 milhão de espermatozoides/dose); 3) sêmen sexado congelado (1 milhão de espermatozoides/dose); 4) Sêmen sexado refrigerado (5 milhões de espermatozoides/dose). O sêmen dos grupos 2, 3 e 4 foram divididos em duas alíquotas, que foram depositadas cada uma em cada corno uterino. A P/IA não foi afetada pelo congelamento (congelada = 23% e Refrigerada

= 25%); no entanto, ambos foram inferiores ao alcançado com sêmen convencional (40 milhões de espermatozoides = 67% e 1 milhão de espermatozoides = 49%).

Apesar destes dados preliminares decepcionantes, a utilização de sêmen refrigerado ainda poderia ser uma possibilidade interessante, especialmente quando usado em combinação com a IATF. Com o objetivo de investigar essa metodologia, nosso grupo de pesquisa realizou dois estudos para avaliar o uso de sêmen sexado refrigerado na IATF de vacas de corte lactantes. No primeiro estudo (Sá Filho, dados não publicados), um total de 1.046 vacas *Bos indicus* lactantes apresentando 30-60 d pós-parto foram alocadas em um dos quatro grupos experimentais: sêmen convencional congelado (convencional-CONG; 20,0 milhões de espermatozoides); sêmen convencional refrigerado (convencional-REF; 2,1 milhões de espermatozoides); sêmen sexado congelado (sexado-CONG; 2,1 milhões de espermatozoides) sêmen sexado refrigerado (sexado-REF; 2,1 milhões de espermatozoides). O sêmen de três touros Nelore diferentes foi processado na central de IA (CRV Lagoa, Sertãozinho-SP) e transportado (com uma temperatura entre 5 a 12,1°C) para a fazenda (Pará, ~2.000km de distância) dentro de um intervalo de 24h. Inesperadamente, não houve diferença na P/IA das inseminações utilizando sexado-CONG (26,4%) e sexado-REF (30,3%). Além disso, o sêmen sexado determinou menor P/IA do que o sêmen convencional utilizando a mesma dose inseminante (39,3%). O uso de sêmen não-sexado com 20 milhões de espermatozoides por dose (sêmen convencional) promoveu maior P/IA quando comparado à todos os outros grupos experimentais (49,2%). No segundo estudo, os mesmos autores avaliaram dois diferentes diluidores para o armazenamento de sêmen sexado no estado líquido. Para este propósito, 1.000 vacas Nelore lactantes foram aleatoriamente divididas em um de quatro grupos de tratamento: 1) sêmen convencional congelado (20,0 milhões de espermatozoides); 2) sêmen sexado congelado (2,1 milhões de espermatozoides); 3) sêmen sexado refrigerado com diluente A (2,1 milhões de espermatozoides); e 4) sêmen sexado refrigerado com diluente B (2,1 milhões de espermatozoides). O sêmen de dois diferentes touros Angus foi processado pela mesma central de IA descrito previamente e transportado para duas fazendas diferentes no estado do Mato Grosso do Sul, dentro de um intervalo de 24 horas. Frustrantemente, de forma similar ao obtido no primeiro estudo, o sêmen sexado refrigerado, independente do diluente utilizado (A = 22,7% e B = 29,3%), resultou em P/IA semelhante ao sêmen sexado congelado (26,0%). Além disso, o uso de sêmen convencional com 20 milhões de espermatozoides por dose resultou em maior P/IA quando comparado a todos os outros grupos (51,0%).

Coletivamente, os resultados com a utilização de sêmen sexado refrigerado sugerem que os diluidores usados rotineiramente para o sêmen convencional refrigerado podem não ser os ideais para o sêmen sexado. Além disso, são necessários estudos adicionais objetivando adequar os meios para os requerimentos específicos do sêmen sexado.

3. Viabilidade econômica do uso de sêmen sexado

A utilização do sêmen sexado é recomendada em rebanhos com elevada fertilidade após o uso da IA com sêmen convencional. Ainda, considerando as categorias animais disponíveis para reprodução em um rebanho, as novilhas são as fêmeas que apresentam maior fertilidade quando comparadas às vacas em lactação, por exemplo. Desta forma, para a abordagem dos fatores que interferem na viabilidade econômica do uso de sêmen sexado, serão abordados sistemas de produção que aplicam o sêmen sexado, principalmente, em novilhas.

Em rebanhos de leite, o sêmen sexado pode viabilizar a expansão do rebanho de forma mais rápida e rentável, aumentando o número de novilhas de reposição disponível. Um aspecto pouco abordado, mas de grande importância no cenário nacional, é a questão da biossegurança em fazendas com rebanho “aberto” (i.e.: fazenda que compram de animais de outras propriedades) ou “fechado” (i.e.: fazenda que utiliza apenas animais nascidos na propriedade). Neste sentido a utilização de sêmen sexado favorece a manutenção de um rebanho fechado durante o período de expansão. Entretanto, mesmo em um cenário de não expansão, o sêmen sexado pode ser utilizado para acelerar o ganho genético, devido a maior pressão de seleção e, conseqüentemente, maior disponibilidade de fêmeas para reposição.

Em rebanhos de corte, o uso de sêmen sexado vem de encontro com as atuais necessidades dos produtores, o melhoramento genético do seu rebanho. Atualmente, mais de 50% do sêmen comercializado no Brasil é proveniente de touros de origem europeia, principalmente da raça Aberdeen Angus. Dessa forma, fica evidente a incorporação do cruzamento industrial nos diferentes sistemas de produção de bovinos de corte. No entanto, na maior parte das fazendas, a estratégia do uso massivo de sêmen de touros europeus tem como consequência a obtenção de fêmeas de reposição, na sua maioria, filhas de touros de repasse. Portanto, visto que, estes touros normalmente apresentam qualidade zootécnica inferior aos touros provados em programas de melhoramento e disponíveis em centrais de inseminação, essa estratégia pode retardar o avanço genético do rebanho.

Ainda, uma alternativa utilizada para expansão de rebanhos é a realização da compra de parte das fêmeas para reposição. Esta estratégia, apesar de interessante e muitas vezes rentável, pode comprometer a biossegurança do rebanho com a introdução de doenças presentes em outros rebanhos. Portanto, no cenário atual, com intensa utilização do cruzamento industrial em rebanhos de corte estáveis ou em expansão, o uso do sêmen sexado nas novilhas de reposição pode ser uma opção para aumentar o número de fêmeas nascidas filhas de touros provados, aumentando o ganho genético do rebanho. Além disso, além de facilitar a expansão do rebanho é uma estratégia que não aumenta os riscos de introdução de doenças no rebanho.

Outro mercado no qual o sêmen sexado merece destaque é a comercialização de genética por meio da produção de tourinhos jovens em rebanhos de corte. Nestes rebanhos, como o tourinho possui alto valor agregado, a viabilidade econômica do uso de sêmen sexado se torna mais evidente. Ainda, o produtor pode aplicar maior pressão de seleção e selecionar os animais de maior destaque dentro do lote avaliado, visto que o emprego do sêmen sexado aumenta o número de animais disponíveis para a venda.

Estudo realizado pela Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), DOMINGUEZ et al. (2012) comparou a utilização de sêmen sexado ou sêmen convencional em fazendas produtoras de tourinhos destinados a venda de genética. Neste estudo os autores realizaram diversas simulações para avaliar o emprego da técnica em sistemas de produção de touros. Desta forma, os autores avaliaram a taxa de concepção (número de prenhez pelo número de animais inseminados) após o uso de sêmen sexado ou convencional, o valor da arroba (@) do boi gordo, bem como a pressão de seleção aplicada nos tourinhos destinados à venda como reprodutores. Como resultado, o sêmen sexado determinou maior retorno econômico ao produtor dentro dos diferentes cenários avaliados (diferentes valores de arroba de boi gordo e diferentes pressões de seleção). Vale ressaltar que o valor comercial dos touros foi um dos fatores determinantes para viabilizar economicamente o emprego do sêmen sexado; e por outro lado, a variação no custo do sêmen sexado representou baixo impacto no lucro econômico da atividade.

De maneira geral, como demonstrado acima, há uma série de aplicações e benefícios quanto ao uso de sêmen sexado em sistemas de produção de leite e de corte. Dois fatores primários devem ser contabilizadas quando se considera o uso de sêmen sexado, são eles: (i) o diferencial do preço de sêmen sexado comparado ao convencional; e (ii) a redução na taxa de prenhez do sêmen sexado comparado ao convencional. É importante mencionar que devido ao maior custo do sêmen, bem como a menor taxa de concepção obtida com sêmen sexado em relação ao convencional, os custos com reprodução serão maiores quando se utiliza sêmen sexado. No entanto, o menor custo total não é sinônimo de lucro e viabilidade econômica para o sistema produtivo. Desta forma, o preço da novilha de reposição ou mesmo o valor agregado do produto macho, seja para a produção de carne diferenciada ou para comercialização de genética são, provavelmente, fatores chave para os produtores utilizarem ou não sêmen sexado. Ainda, ETTEMA et al. (2011) demonstraram que ignorar o progresso genético quando se elabora estratégias reprodutivas em um rebanho, leva à subestimação da rentabilidade do uso do sêmen sexado. Desta forma, a escolha de aumentar os investimentos e consequentemente os custos de produção deve ser baseada, principalmente, no progresso genético e no valor agregado do produto final.

Em termos científicos, é vasta a literatura científica internacional que avaliou os resultados econômicos do uso de sêmen sexado, principalmente em rebanhos de leite (CHEBEL et al., 2010; HUTCHINSON et al., 2013; MCCULLOCK et al., 2013; OLYNK and WOLF, 2007). MCCULLOCK et al. (2013) descreveram a vantagem econômica da utilização do sêmen sexado, sendo os resultados dependentes da eficiência reprodutiva e do mercado. As práticas de manejo reprodutivo empregadas em um rebanho desempenharão papel fundamental na determinação da rentabilidade do uso de sêmen sexado. Ainda, assim como ocorre com o uso do sêmen convencional, as novilhas devem ser saudáveis e bem nutridas para alcançarem o desempenho reprodutivo ideal com sêmen sexado. Portanto, rebanhos com desempenho de fertilidade abaixo do ideal, com problemas de fertilidade pré-existent ou deficiência nutricional e sanitária, não são susceptíveis de alcançar índices zootécnicos necessários para maximizar o retorno econômico do investimento do uso do sêmen sexado.

Outro aspecto fundamental e determinante para viabilizar o uso do sêmen sexado é a variação individual da fertilidade entre os touros. Diversos estudos descrevem que a redução na fertilidade devido ao processo de sexagem não é consistente entre os touros (DEJARNETTE et al., 2011; DEJARNETTE et al., 2010; FRIJTERS et al., 2009; GOSÁLVEZ et al., 2011; MAXWELL et al., 2004; UNDERWOOD et al., 2010, 2009). Desta forma, a identificação de reprodutores com melhores resultados com sêmen sexado é fundamental para a determinação da viabilidade econômica da aplicação desta tecnologia. A falta de registros anteriores da fertilidade a campo dos touros aumenta o risco de prejuízo pelo uso de touros com baixa fertilidade. Portanto, infelizmente, nenhum teste de diagnóstico (ou conjunto de testes) tem sido desenvolvido com sucesso para prever com precisão a fertilidade dos touros após o processo de sexagem. Com esse teste seria possível a identificação e remoção de touros com baixa fertilidade, garantindo a utilização apenas de touros resistentes ao processo de sexagem e, consequentemente, com superior desempenho quando empregado em diferentes manejos reprodutivos.

Estudos realizados na Nova Zelândia descreveram cenários peculiares do uso de sêmen sexado. HUTCHINSON et al. (2013), na Nova Zelândia, identificaram problemas de fluxo de caixa críticos e grandes reduções de rentabilidade na fazenda leiteiras durante os períodos de baixo preço do leite em um rebanho simulado utilizando de maneira generalizada sêmen sexado, com o objetivo de acelerar a expansão do rebanho. Nestes países, o sêmen sexado pode ter papel limitado na geração de novilhas de reposição e no

aumento do ganho genético, principalmente quando exista suprimento adequado de novilhas de reposição de excelente qualidade. Ainda, nos Estados Unidos existe a preocupação de que o uso generalizado de sêmen sexado possa aumentar demasiadamente a oferta de novilhas de qualidade para reposição, levando a reduções subsequentes no preço das novilhas (DE VRIES et al., 2008). Desta forma estes últimos autores consideram que o preço da novilha de reposição é provavelmente um dos fatores chave para o uso de sêmen sexado (DE VRIES et al., 2008). No entanto, vale a pena ressaltar que o cenário da pecuária leiteira brasileira difere de maneira substancial do cenário observado pelos neozelandeses ou pelos americanos. No Brasil, a oferta de novilhas leiteiras de qualidade é relativamente restrita e os produtores que ofertam tais novilhas no mercado deparam com boa liquidez destas novilhas. Ainda, a balança comercial negativa de produtos lácteos no Brasil e a constante evolução dos preços pagos pelo leite dos últimos anos, sugere que a utilização de sêmen sexado no Brasil pode ser uma alternativa interessante, principalmente, em rebanhos em expansão e naqueles que comercializam novilhas de leite.

Portanto, a decisão de utilizar o sêmen sexado pode ser impulsionada pelo desejo de aumentar a produção de novilhas de leite visando à expansão do rebanho ou a produção de novilhas de leite para venda. No caso dos rebanhos de corte, o emprego desse tipo de sêmen favorece a produção de maior número de produtos com valor agregado de mercado, seja pela produção de carne para abastecer nichos de mercado específicos ou para a produção de touros jovens para servirem como futuros reprodutores. Em cada um desses cenários, as condições de mercado prevalecentes terão um efeito significativo sobre a rentabilidade de uma estratégia reprodutiva que incorpora a utilização do sêmen sexado.

4. Conclusões

É possível obter taxas P/IA aceitáveis (~70-80% daquelas obtidas após o uso de sêmen convencional) após IA com sêmen sexado, principalmente em novilhas cíclicas após a detecção de cio. O ajuste no momento de realizar a AI usando sêmen sexado, realizando mais próxima do momento esperado da ovulação, melhora o resultado reprodutivo em termos de P/IA. No entanto, apesar das melhorias alcançadas na última década, uma das maiores preocupações do uso do sêmen sexado ainda esta relacionada à menor taxa de fertilidade e principalmente a variação individual na fertilidade entre os diferentes touros submetidos a processo de sexagem. Desta forma a viabilidade técnica depende do estabelecimento de estratégias que utilizam o sêmen sexado em categorias adequadas, ajustam o momento da inseminação e realizam a triagem adequada para a escolha de touros de maior fertilidade.

A respeito da viabilidade econômica, esta será cada vez maior de acordo com o maior progresso técnico e científico dos processos de sexagem. Inevitavelmente, novas melhorias irão surgir e a diferença na fertilidade entre sêmen convencional e sexado irá diminuir. As melhorias no processo de sexagem e a maior fertilidade das fêmeas inseminadas com sêmen sexado, sem dúvida, tornarão a tecnologia cada vez mais atraente para um maior número de produtores. Atualmente, a decisão de utilizar o sêmen sexado esta baseada no anseio de aumentar a velocidade do ganho genético ou da expansão dos rebanhos leiteiro, ou, em rebanhos de corte, a produção de maior número de produtos com valor agregado de mercado. Desta forma, em cada um desses cenários, as condições de mercado e o valor agregado ao produto final terão efeito determinante sobre a rentabilidade e viabilidade econômica da utilização do sêmen sexado.

Agradecimentos

Ao Dr. Evanil Pires de Campos Filho da Sexing Brasil por todo o apoio às pesquisas realizadas em colaboração desde 2006.

REFERÊNCIAS

- ANDERSSON, M., J. TAPONEN, M. KOMMERI, and M. DAHLBOM. 2006. Pregnancy rates in lactating Holstein-Friesian cows after artificial insemination with sexed sperm. *Reprod. Domest. Anim.* 41: 95-97.
- BISINOTTO, R. S. et al. 2013. Targeted progesterone supplementation improves fertility in lactating dairy cows without a corpus luteum at the initiation of the timed artificial insemination protocol. *J. Dairy Sci.* 96: 2214-2225.
- CARAVIELLO, D. Z. et al. 2006. Survey of management practices on reproductive performance of dairy cattle on large US commercial farms. *J. Dairy Sci.* 89: 4723-4735.
- CERRI, R. L. A., J. E. P. SANTOS, S. O. JUCHEM, K. N. GALVÃO, and R. C. CHEBEL. 2004. Timed Artificial Insemination with Estradiol Cypionate or Insemination at Estrus in High-Producing Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 87: 3704-3715.
- CHEBEL, R. C., F. S. GUAGNINI, J. E. P. SANTOS, J. P. FETROW, and J. R. LIMA. 2010. Sex-sorted semen for dairy heifers: Effects on reproductive and lactational performances. *J. Dairy Sci.* 93: 2496-2507.
- DE VRIES, A. et al. 2008. Exploring the Impact of Sexed Semen on the Structure of the Dairy Industry. *J. Dairy Sci.* 91: 847-856.
- DEJARNETTE, J. M. et al. 2011. Effects of sex-sorting and sperm dosage on conception rates of Holstein heifers: Is comparable fertility of sex-sorted and conventional semen plausible? *J. Dairy Sci.* 94: 3477-3483.
- DEJARNETTE, J. M. et al. 2010. Effects of 2.1 and 3.5×10⁶ sex-sorted sperm dosages on conception rates of Holstein cows and heifers. *J. Dairy Sci.* 93: 4079-4085.
- DEJARNETTE, J. M., R. L. NEBEL, and C. E. MARSHALL. 2009. Evaluating the success of sex-sorted semen in US dairy herds from on farm records. *Theriogenology* 71: 49-58.
- DOMINGUEZ, J. H. E., D. S. COSTA, V. J. CENTURION, and R. C. BRUMATTI. 2012. Marginal costs analysis of male-sexed semen used from Nelore bulls production. *Archives Zootec.* 61: 111-118.
- DOMINGUEZ, J. H. E., D. S. COSTA, V. JOJOT CENTURION, and F. J. C. FARIA. 2011. Pregnancy rate of Nelore females inseminated with male-sexed semen. *Anim. Reprod. Sci.* 129: 127-131.
- DOYLE, S. P. et al. 1999. Artificial insemination of lactating Angus cows with sexed semen. In: Western Session American Society of Animal Science. p 203-205.
- DRANSFIELD, M. B. G., R. L. NEBEL, R. E. PEARSON, and L. D. WARNICK. 1998. Timing of Insemination for Dairy Cows Identified in Estrus by a Radiotelemetric Estrus Detection System. *J. Dairy Sci.* 81: 1874-1882.
- ETTEMA, J. F., S. ØSTERGAARD, and M. K. SØRENSEN. 2011. Effect of including genetic progress in milk yield on evaluating the use of sexed semen and other reproduction strategies in a dairy herd. *animal* 5: 1887-1897.

- FRIJTERS, A. C. J. et al. 2009. What affects fertility of sexed bull semen more, low sperm dosage or the sorting process? *Theriogenology* 71: 64-67.
- GALVÃO, K. N. et al. 2004. Effect of addition of a progesterone intravaginal insert to a timed insemination protocol using estradiol cypionate on ovulation rate, pregnancy rate, and late embryonic loss in lactating dairy cows. *J. Anim. Sci.* 82: 3508-3517.
- GOSÁLVEZ, J. et al. 2011. Sex-sorted bovine spermatozoa and DNA damage: II. Dynamic features. *Theriogenology* 75: 206-211.
- HEALY, A. A., J. K. HOUSE, and P. C. THOMSON. 2013. Artificial insemination field data on the use of sexed and conventional semen in nulliparous Holstein heifers. *J. Dairy Sci.* 96: 1905-1914.
- HILLEGASS, J., F. S. LIMA, M. F. SÁ FILHO, and J. E. P. SANTOS. 2008. Effect of time of artificial insemination and supplemental estradiol on reproduction of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 91: 4226-4237.
- HUNTER, R. H., and I. WILMUT. 1984. Sperm transport in the cow: peri-ovulatory redistribution of viable cells within the oviduct. *Reproduction Nutrition Development* 24: 597-608.
- HUTCHINSON, I. A., L. SHALLOO, and S. T. BUTLER. 2013. Expanding the dairy herd in pasture-based systems: The role of sexed semen use in virgin heifers and lactating cows. *J. Dairy Sci.* 96: 6742-6752.
- KARAKAYA, E. et al. 2014. Fertility in Dairy Cows After Artificial Insemination Using Sex-Sorted Sperm or Conventional Semen. *Reprod. Domest. Anim.* 49: 333-337.
- KHATIR, H., P. LONERGAN, and P. MERMILLOD. 1998. Kinetics of nuclear maturation and protein profiles of oocytes from prepubertal and adult cattle during in vitro maturation. *Theriogenology* 50: 917-929.
- LARSON, J. E. et al. 2010. Embryo production in superovulated Angus cows inseminated four times with sexed-sorted or conventional, frozen-thawed semen. *Theriogenology* 73: 698-703.
- LONERGAN, P., P. MONAGHAN, D. RIZOS, M. P. BOLAND, and I. GORDON. 1994a. Effect of follicle size on bovine oocyte quality and developmental competence following maturation, fertilization, and culture in vitro. *Molecular Reproduction and Development* 37: 48-53.
- LONERGAN, P., P. MONAGHAN, D. RIZOS, M. P. BOLAND, and I. GORDON. 1994b. Effect of follicle size on bovine oocyte quality and developmental competence following maturation, fertilization, and culture in vitro. *Molecular Reproduction and Development* 37: 48-53.
- LUCENA, J. A. et al. 2014. Comparison between low-dose, high-sort and high-dose, low-sort semen on conception and calf sex ratio in Jersey heifers and cows. *J. Dairy Sci.* 97: 1782-1789.
- MAXWELL, W. M. C. et al. 2004. Integration of sperm sexing technology into the ART toolbox. *Anim. Reprod. Sci.* 82-83: 79-95.
- MCCULLOCK, K. et al. 2013. Factors affecting economics of using sexed semen in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 96: 6366-6377.
- NEMCOVA, L., M. MACHATKOVA, K. HANZALOVA, J. HORAKOVAB, and J. KANKAA. 2006. Gene expression in bovine embryos derived from oocytes with different developmental competence collected at the defined follicular developmental stage. *Theriogenology* 65: 1254 - 1264.
- NORMAN, H. D., J. L. HUTCHISON, and R. H. MILLER. 2010. Use of sexed semen and its effect on conception rate, calf sex, dystocia, and stillbirth of Holsteins in the United States. *J. Dairy Sci.* 93: 3880-3890.

- OLYNK, N. J., and C. A. WOLF. 2007. Expected Net Present Value of Pure and Mixed Sexed Semen Artificial Insemination Strategies in Dairy Heifers. *J. Dairy Sci.* 90: 2569-2576.
- PEREIRA, M. H. C., A. D. P. RODRIGUES, R. J. DE CARVALHO, M. C. WILTBANK, and J. L. M. VASCONCELOS. 2014. Increasing length of an estradiol and progesterone timed artificial insemination protocol decreases pregnancy losses in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97: 1454-1464.
- PEREIRA, M. H. C. et al. 2013. Timed artificial insemination programs during the summer in lactating dairy cows: Comparison of the 5-d Cosynch protocol with an estrogen/progesterone-based protocol. *J. Dairy Sci.* 96: 6904-6914.
- PERRY, G. A. et al. 2005. Relationship between follicle size at insemination and pregnancy success. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102: 5268-5273.
- PERRY, G. A., M. F. SMITH, A. J. ROBERTS, M. D. MACNEIL, and T. W. GEARY. 2007. Relationship between size of the ovulatory follicle and pregnancy success in beef heifers. *J. Anim. Sci.* 85: 684-689.
- RATH, D. et al. 2013. Sex selection of sperm in farm animals: status report and developmental prospects. *Reproduction* 145: R15-R30.
- ROELOFS, J. B. et al. 2006. Effects of insemination–ovulation interval on fertilization rates and embryo characteristics in dairy cattle. *Theriogenology* 66: 2173-2181.
- SÁ FILHO, M. F. et al. 2010a. Strategies to improve pregnancy per insemination using sex-sorted semen in dairy heifers detected in estrus. *Theriogenology* 74: 1636-1642.
- SÁ FILHO, M. F., A. M. CRESPILO, J. E. P. SANTOS, G. A. PERRY, and P. S. BARUSELLI. 2010b. Ovarian follicle diameter at timed insemination and estrous response influence likelihood of ovulation and pregnancy after estrous synchronization with progesterone or progestin-based protocols in suckled *Bos indicus* cows. *Anim. Reprod. Sci.* 120: 23-30.
- SÁ FILHO, M. F. et al. 2011a. Optimizing the use of sex-sorted sperm in timed artificial insemination programs for suckled beef cows¹. *J. Anim. Sci.*
- SÁ FILHO, M. F. et al. 2013. Use of sex-sorted sperm in lactating dairy cows upon estrus detection or following timed artificial insemination. *Anim. Reprod. Sci.* 143: 19-23.
- SÁ FILHO, M. F., B. M. MONTEIRO, E. P. CAMPOS FILHO, and P. S. BARUSELLI. 2012. Use of sex-sorted sperm with 75% of purity in TAI programs of suckled Nelore cows In: XXVI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões, Foz do Iguaçu-PR, Brasil. p 515.
- SÁ FILHO, M. F., J. E. P. SANTOS, R. M. FERREIRA, J. N. S. SALES, and P. S. BARUSELLI. 2011b. Importance of estrus on pregnancy per insemination in suckled *Bos indicus* cows submitted to estradiol/progesterone-based timed insemination protocols. *Theriogenology* 76: 455-463.
- SALES, J. N. S. et al. 2011. Timing of insemination and fertility in dairy and beef cattle receiving timed artificial insemination using sex-sorted sperm. *Theriogenology* 76: 427-435.
- SCHENK, J. L., D. G. CRAN, R. W. EVERETT, and G. E. SEIDEL. 2009. Pregnancy rates in heifers and cows with cryopreserved sexed sperm: Effects of sperm numbers per inseminate, sorting pressure and sperm storage before sorting. *Theriogenology* 71: 717-728.

- SCHENK, J. L., T. K. SUH, and G. E. SEIDEL. 2006. Embryo production from superovulated cattle following insemination of sexed sperm. *Theriogenology* 65: 299-307.
- SEIDEL, G. E., and J. L. SCHENK. 2008. Pregnancy rates in cattle with cryopreserved sexed sperm: Effects of sperm numbers per inseminate and site of sperm deposition. *Anim. Reprod. Sci.* 105: 129-138.
- SEIDEL, G. E. J. 2014. Update on sexed semen technology in cattle. *animal FirstView*: 1-5.
- SOARES, J. G. et al. 2011. Timing of insemination using sex-sorted sperm in embryo production with *Bos indicus* and *Bos taurus* superovulated donors. *Anim. Reprod. Sci.* 127: 148-153.
- SOUZA, A. H. et al. 2009. Effects of equine chorionic gonadotropin and type of ovulatory stimulus in a timed-AI protocol on reproductive responses in dairy cows. *Theriogenology* 72: 10-21.
- THOMAS, J. M. et al. 2013. Delayed insemination of non-estrous cows improves pregnancy rates when using sex-sorted semen in timed artificial insemination of suckled beef cows. In: *Proceedings of the National Association of Animal Breeders Symposium at the Beef Improvement Federation Meeting*, Oklahoma City, Oklahoma, USA. p 1-8.
- UNDERWOOD, S. L., R. BATHGATE, W. M. C. MAXWELL, and G. EVANS. 2009. Development of Procedures for Sex-sorting Frozen-Thawed Bovine Spermatozoa. *Reprod. Domest. Anim.* 44: 460-466.
- UNDERWOOD, S. L., R. BATHGATE, W. M. C. MAXWELL, and G. EVANS. 2010. Birth of offspring after artificial insemination of heifers with frozen-thawed, sex-sorted, re-frozen-thawed bull sperm. *Anim. Reprod. Sci.* 118: 171-175.

Tabela 1. Taxa de prenhez de fêmeas inseminadas com sêmen convencional ou sexado e a proporção de prenhez obtida com sêmen sexado com base no convencional (sexado/convencional).

Raça	Categoria	P/IA Convencional	N prenhez	N total	P/IA Sexado	N prenhez	N total	Proporção	Referência
Corte	Novilhas	67.5%	85	126	52.7%	129	245	78.1%	Seidel and Schenk (2008) (Exp.2)
Corte	Novilhas	67.6%	96	142	53.7%	130	242	79.5%	Seidel and Schenk (2008) (Exp.1)
Corte	Novilhas	57.8%	188	325	38.8%	131	338	67.0%	Dominguez et al. (2011)*
Corte	Vacas lactante	54.7%	134	245	45.9%	113	246	84.0%	Sá Filho et al. (2012) (Exp 2)
Corte	Vacas lactante	51.8%	100	193	41.8%	82	196	80.7%	Sales et al. (2011) (Exp. 2)
Corte	Vacas lactante	54.2%	232	428	45.4%	193	425	83.8%	Sá Filho et al. (2012) (Exp 1)
Corte	Vacas lactante	49.2%	124	252	26.4%	64	242	53.7%	Sá Filho et al. (2012) dados não publicados
Corte	Vacas lactante	51.0%	129	253	26.0%	65	250	51.0%	Sá Filho et al. (2013) dados não publicados
Leite	Novilhas	56.0%	30082	53718	45.0%	17893	39763	80.4%	DeJarnette et al. (2009)
Leite	Novilhas	51.8%	58	112	31.4%	32	102	60.6%	Sales et al. (2011) (Exp. 1)
Leite	Novilhas	51.9%	534	1028	39.9%	137	343	76.9%	Chebel et al. (2010)
Leite	Novilhas	59.3%	16	27	29.6%	8	27	50.0%	Bodmer et al. (2005)
Leite	Novilhas	59.7%	74	124	46.7%	114	244	78.3%	Seidel and Schenk (2008) (Exp.4)
Leite	Novilhas	60.0%	1375	2292	38.0%	881	2319	63.3%	DeJarnette et al. (2011)
Leite	Novilhas	62.0%	163	263	42.1%	225	534	68.0%	Seidel and Schenk (2008) (Exp.5)
Leite	Vacas lactante	26.6%	17	64	22.9%	24	105	86.1%	Bodmer et al. (2005)
Leite	Vacas lactante	39.0%	60	154	25.7%	38	148	65.9%	Karakaya et al. (2014)
Leite	Vacas lactante	27.2%	44	162	13.0%	21	161	48.0%	Souza et al. (2006) dados não publicados
Leite	Vacas lactante	37.6%	160	426	22.9%	51	223	60.9%	Mellado et al. (2010)
Leite	Vacas lactante	46.3%	69	149	21.0%	33	157	45.4%	Andersson et al. (2006)
GERAL		55.8%	33740	60483	44.0%	20364	46310	78.8%	

*Dominguez et al., (2011) trabalharam com 433 novilhas 230 vacas não lactantes.

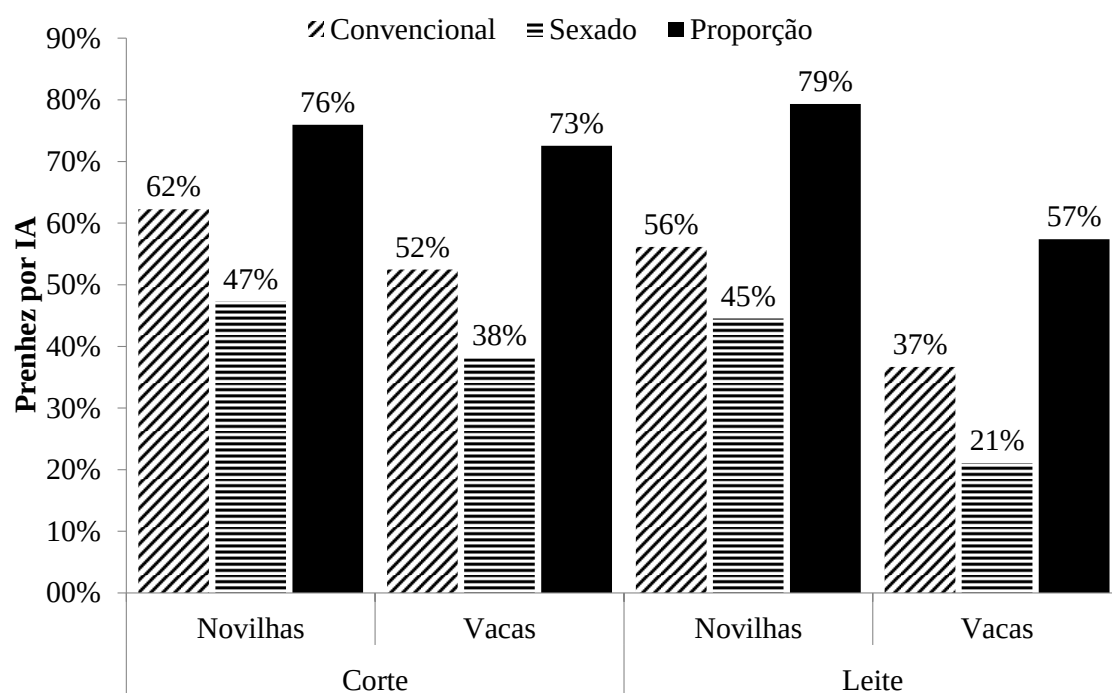


Gráfico 1. Prenhez por IA de fêmeas de corte [vacas (sexado n=1359 e convencional n=1371) e novilhas (sexado n=825 e convencional n=593)] e de leite [vacas (sexado n=794 e convencional n=955) e novilhas (sexado n=43.332 e convencional n=32.302)] inseminadas com sêmen convencional ou sexado e a proporção de prenhez obtida com sêmen sexado com base no convencional (sexado/convencional). Análise retrospectiva de experimentos que compararam o uso de sêmen sexado e convencional e descritos na Tabela 1.

IMPACTO DA SELEÇÃO GENÔMICA NO MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVO DE REBANHOS DE CORTE E LEITE

Prof. Dr. José Bento Sterman Ferraz¹; Profa. Dra. Fernanda Marcondes de Rezende²

¹Núcleo de Apoio à Pesquisa em Melhoramento Animal, Biotecnologia e Transgenia, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, Campus de Pirassununga, SP, ²Instituto de Bioquímica e Genética da Universidade Federal de Uberlândia, Campus de Patos de Minas, MG.

1. Introdução

O melhoramento animal vem sendo realizado desde os primórdios da humanidade, quando o homem começou a domesticar os animais e percebeu que poderia modificar a aptidão dos mesmos, ao longo das gerações. A seleção de reprodutores nada mais é do que a escolha dos animais que devem ser os pais das próximas gerações e seu acasalamento de forma mais privilegiada que os demais indivíduos da população. Esse processo permite que esses animais escolhidos deixem mais descendentes do que outros e, conseqüentemente, contribuam de forma diferenciada com o patrimônio genético da próxima geração, deixando mais cópias de seus genes e alterando a frequência gênica.

A seleção genômica ampla é uma metodologia que, de forma pioneira, integra as tecnologias genômicas e as ferramentas da genética quantitativa e do melhoramento, propiciando um grande salto qualitativo nos sistemas de avaliação genética. Esta nova abordagem experimental vem rapidamente mudando os paradigmas do melhoramento genético de animais domésticos e plantas, causando uma verdadeira revolução na nossa capacidade de prever fenótipos e, com isso, aumentar a acurácia seletiva em idade precoce, maximizando o ganho genético por unidade de tempo (RESENDE et al., 2010)

Para se entender como funciona o processo de seleção e como o melhoramento genético animal pode ser aplicado para melhorar a produtividade e rentabilidade, é necessário o conhecimento de alguns conceitos.

O que é melhoramento genético animal?

O melhoramento genético animal é a ciência que estuda as ações da genética dos indivíduos e do ambiente na determinação de suas características de interesse econômico. Essa ciência se divide, basicamente, em duas ações: a seleção e os sistemas de acasalamento.

A seleção consiste em escolher os animais que, pela união de seus gametas, formarão a próxima geração. A seleção, por permitir taxas reprodutivas diferenciadas, é uma das mais poderosas forças de alteração da frequência dos genes nas populações.

Mas como escolher reprodutores e matrizes de maneira adequada a determinados objetivos, com o menor risco de erro possível? Essa é a pergunta que está sempre intrigando os criadores. Para se responder a essa pergunta, é necessário responder a uma outra pergunta crítica para o agronegócio da pecuária: para que servem reprodutores e matrizes?

Os animais de reprodução de um rebanho, reprodutores e matrizes, são verdadeiras “máquinas” e valem pelo número de produtos, bezerras e bezerras, que elas produzem. Se as máquinas valem pelos seus produtos e, para produzir esses descendentes, machos e fêmeas contribuem com partes iguais na genética nuclear, genética essa transmitida pelos seus gametas (espermatozoides e óvulos), reprodutores e matrizes valem exatamente o

valor médio desses gametas. Essa resposta é essencial para que se saiba dar o valor correto ao material genético que é adquirido nas propriedades rurais. Mas como conhecer esse valor?

Infelizmente não é possível conhecer com precisão o valor genético dos animais. O problema é muito simples: o desempenho dos animais, também denominado de fenótipo é resultado do patrimônio genético que o animal possui, o chamado genótipo e, ainda, dos efeitos de meio ambiente, existindo ainda uma interação entre os efeitos de genótipo e de meio ambiente, já que alguns animais são superiores a outros em alguns ambientes, mas podem se tornar inferiores àqueles em outros ambientes.

A Figura 1, apresentada a seguir, simboliza os fatores que condicionam o desempenho de um animal, desempenho esse que pode se expressar em características de crescimento, reprodutivas, de qualidade de carcaça e de carne.

O que condiciona o desempenho dos animais?

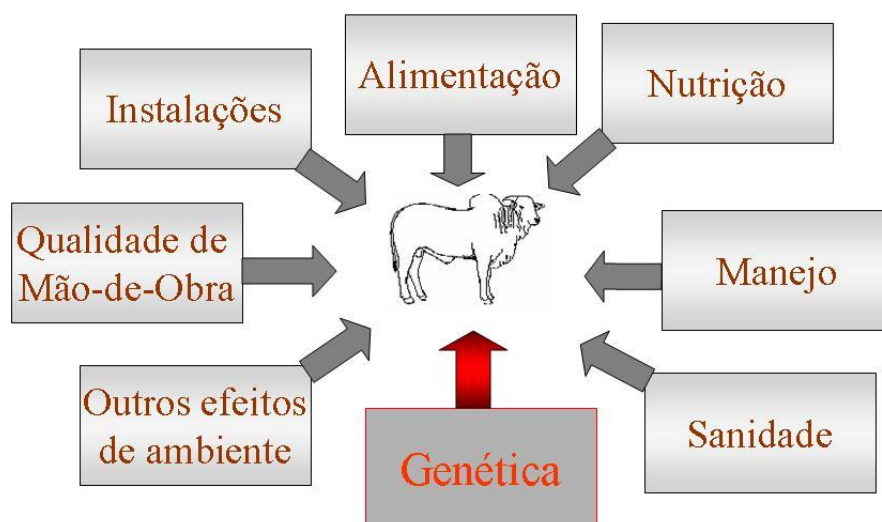


Figura 1. Esquema dos fatores que influenciam a produtividade dos animais.

Para facilitar o entendimento, é possível colocar esse diagrama da Figura 1, na forma de um modelo ou equação simples e simbolizar o fenótipo com a letra F, o genótipo com a letra G, o meio ambiente com a letra E e a interação entre o genótipo e o ambiente com as letras GE. O desempenho dos nossos animais, seja qual for a característica estudada (peso à desmama, peso ao ano, produção de leite, circunferência escrotal, etc.) poderá ser colocado numa equação muito simples:

$$F = G + E + GE$$

Esta equação nos mostra que, infelizmente, o fenótipo que medimos nos animais não demonstra diretamente sua qualidade ou potencialidade genética. Essa produção ou medida F estará sempre influenciada pelo meio ambiente E e pela interação genótipo-ambiente GE.

Para complicar mais um pouco, a fração G pode ser dividida em três componentes: o valor aditivo dos genes (A), que todo gene tem, o desvio da ação individual dos genes, o desvio devido aos efeitos de dominância (D), que dependem do efeito conjunto dos genes contidos nos gametas que vêm do pai e de mãe, e dos efeitos de interação entre genes de loci diferentes (I).

Assim, nossa equação, ficaria:

$$F = (A + D + I) + E + GE$$

No entanto, o único termo previsível dessa equação é o A. A enorme evolução das metodologias de análise de dados visando estimar esse valor de A, ocorrido no século XX, exige o uso de modelos estatísticos bastante complexos para, dado um conjunto de observações e informações de pedigree dos animais, podermos fazer essa estimativa.

Quando estimamos esse valor de A, e o utilizamos para a escolha dos animais que deixarão descendentes, estaremos perto de obter o ganho máximo que a seleção pode oferecer.

2. As avaliações genéticas

O processo pelo qual são estimados os valores genéticos aditivos dos animais, o A da equação acima, é conhecido como avaliação genética. Avaliar a qualidade genética de um animal nada mais é do que estimar o seu valor genético aditivo, ou seja, o A de nossa equação. Jamais conheceremos com precisão o valor que um animal tem como reprodutor, mas, através de metodologias diversas, é possível estimar esse valor. É, entretanto, necessário que a estimativa seja livre dos efeitos de meio ambiente e da interação genótipo-ambiente.

O valor genético dos animais depende da ação dos genes envolvidos na determinação das características, do número de informações a respeito dos animais avaliados (quanto maior este número, melhor a estimativa do valor genético), do parentesco entre os animais avaliados e as fontes de informação (quanto mais próximo o parentesco, maior a ênfase que a informação deve ter), além dos chamados efeitos permanentes de ambiente e da precisão com que os efeitos de ambiente são identificados.

Por definição, o valor genético aditivo esperado (Expected Breeding Value ou EBV) de um animal é o valor que ele teria como reprodutor. Em última análise o valor genético aditivo (lembra-se do A de nossa equação?) é o que os rebanhos selecionadores vendem, pois expressa o potencial genético dos animais vendidos. Este valor mostra o quanto a média dos filhos de um animal seria desviada em relação à média de todos os filhos dos reprodutores em utilização, ou seja, produziram "a mais" ou "a menos" que a média dos filhos dos outros reprodutores, que tenham sido utilizados na mesma população de animais onde estivemos estimando os valores genéticos.

As DEPs (Diferenças Esperadas de Progenie) são, por definição, a fração de uma superioridade de progênie devidas aos efeitos dos genes do reprodutor e correspondem é a metade de seu valor genético aditivo. Este conceito de DEP é usado em geral pelos criadores de gado de corte. Os criadores de gado leiteiro utilizam-se dos termos PTA (Predicted Transmitting Ability ou habilidade prevista de transmissão), TA (Transmitting Ability, ou Habilidade de Transmissão), ou ainda PD (Predicted Difference) ou SC (Sire Comparison ou Comparação entre Reprodutores). Em essência, todos estes termos estimam a metade do valor genético de um reprodutor.

As DEPs são uma potente ferramenta para auxiliar nas decisões de seleção por parte dos pecuaristas. Utilizar-se dessa ferramenta no momento de decidir qual touro, ou sêmen, será adquirido, deve aumentar de maneira acentuada o progresso genético dos rebanhos.

As estimativas de parâmetros genéticos e o estudo das correlações genéticas entre características de carcaça e desempenho ponderal são parte importante de um estudo amplo que visa à determinação dos critérios de seleção. Permitindo predizer os efeitos da seleção para uma característica sobre outras de interesse econômico. Neste contexto, o coeficiente de herdabilidade é um parâmetro indispensável na predição do mérito genético dos animais e na predição da resposta à seleção. O coeficiente de herdabilidade é um parâmetro característico de determinada população e pode sofrer alterações ao longo do tempo, em consequência da seleção e das decisões de manejo. O coeficiente de correlação também é um parâmetro genético importante, pois estabelece a força do relacionamento de uma característica em relação à outra, informando se determinada característica pode ou não ser influenciada pelas decisões de seleção em outra.

Além da predição do valor genético dos animais, é importante também a acurácia associada a este valor, que é dependente da qualidade e da quantidade de informação disponível. Em geral, quanto maior o número de informações de desempenho dos animais e mais próximo o parentesco entre os animais com informação disponível e o animal avaliado, maior a acurácia de predição do valor genético deste animal.

Os pecuaristas brasileiros têm feito intenso uso das avaliações genéticas nas suas decisões de aquisição de reprodutores, com grandes ganhos de produtividade. Uma maneira de checar o status de um rebanho são os ganhos genéticos por geração, ou, melhor ainda, os ganhos genéticos por ano, que refletem a média do patrimônio genético, expresso em valor genético aditivo (A), dos animais nascidos, ano a ano.

Essas metodologias foram aplicadas a todos os vegetais e animais envolvidos na alimentação, companhia, trabalho e bem estar do homem. As espécies que mais se beneficiaram do avanço tecnológico foram o milho, a partir das décadas de 1930 e 1940, as aves de postura, a partir da década de 1940, os frangos de corte, já na década de 1950 em diante, os suínos e bovinos leiteiros, com enormes avanços a partir dos anos 60 do século XX e, bem mais tarde, os bovinos de corte, com início de aplicação de tecnologias mais eficazes a partir das décadas de 1980 e 1990. No caso dos ovinos, metodologias mais modernas têm sido aplicadas no início da primeira década do século XXI.

Em todas essas espécies de interesse zootécnico, o homem deixou de escolher animais para reprodução, através, apenas, de avaliações visuais e passou a utilizar-se de informações para estimar qual seria o valor dos indivíduos como reprodutores. O avanço da produtividade nessas espécies foi enorme. No caso dos bovinos de corte, no entanto, muitos criadores compram tourinhos e novilhas de reposição apenas através da avaliação visual ou das informações do pedigree dos animais.

A enorme valorização de reprodutores e matrizes campeões de exposições pecuárias de gado de corte, com preços de venda incompatíveis com a pecuária comercial, muitas vezes se baseia em seleção por avaliação visual, associada a seleção pelo pedigree, métodos pouco acurados de avaliação do valor que os animais têm como transmissores de material genético, que é a função real dessas matrizes e reprodutores. A transferência de embriões, muitas vezes realizada em fêmeas que tiveram problemas reprodutivos ou até mesmo nunca pariram, e que não têm avaliações genéticas de qualquer tipo, têm sido realizadas como forma de obter embriões de alto preço, mas que não têm, novamente, nenhum tipo de avaliação genética. Esses dois mecanismos de supervalorização desses animais e embriões têm como consequências não o melhoramento da raça, mas resultados imprevisíveis, na maioria das vezes representam

um trabalho de seleção contrária aos reais objetivos da pecuária de corte. Os processos de seleção devem ser orientados pelos valores genéticos dos indivíduos e, dependendo do nível de risco que se pode assumir, pela acurácia das avaliações.

2.1 A acurácia das avaliações

A acurácia (do inglês *accuracy*), também conhecida como repetibilidade da avaliação) de uma estimativa é uma medida da correlação entre o valor estimado e os valores das fontes de informação, ou seja mede o quanto a estimativa que obtivemos é relacionada com o "valor real" do parâmetro. Ela nos informa o quanto o valor estimado é "bom", ou seja o quanto o valor estimado é "próximo" do valor real e nos dá a "confiabilidade" daquela estimativa ou valor. Se o valor genético é estimado apenas pelo desempenho do próprio animal (em peso ao sobreano, por exemplo), o valor da acurácia será de 0,50 (para herdabilidade de 0,25), mas se a estimativa for baseada em 18 filhos (progênie) de um touro com uma amostra aleatória (tirada ao acaso) de vacas, a acurácia subirá para 0,74. Quanto mais informações a respeito de um reprodutor estiverem disponíveis, mais acurada, mais "confiável" a estimativa. A acurácia, no entanto, não depende somente do número de filhos de um reprodutor que foram medidos, mas, também do número de parentes medidos que esse reprodutor teve. Assim, é comum touros com menor número de filhos do que outros terem acurácias maiores, devido à contribuição de maior número de parentes na estimação de seu valor genético.

Este conceito de acurácia é muito importante para as decisões de um criador, pois indica o "risco" da decisão. Se o criador tiver um pequeno rebanho de alto valor genético, fica muito difícil utilizar-se um reprodutor cujo valor genético aditivo (DEP) tenha baixa acurácia, pois o valor estimado não é muito "confiável" e quando aumentarem as informações a respeito daquele reprodutor, por exemplo, na próxima avaliação ou no próximo ano, aquele valor genético previsto poderá diminuir e o pequeno criador terá à venda então filhos de um reprodutor inferior ao que ele imagina que iria ter. Mas aquele valor poderá também subir e então o criador terá filhos de um bom touro. A acurácia nos informa em última análise a "segurança" que temos de que aquele valor estimado vá mudar ou não.

Mas se o criador tem um porte maior e gosta de correr riscos (e talvez ter maiores lucros), ele poderá investir adquirindo tourinhos (ou sêmen) com altos valores genéticos estimados e baixa acurácia, que em geral são mais baratos, e usar este material genético em uma parte de seu rebanho. Se o tourinho confirmar seu alto potencial e tiver maior acurácia na próxima avaliação, esse criador terá feito um bom negócio, mas se tiver um pior desempenho, só parte dos seus produtos será originária de reprodutores "inferiores".

Mas, altas acurácias só são conseguidas a partir de muitas informações a respeito do animal que está sendo testado, em geral obtidas a partir de muitos filhos e filhas do touro e isto significa mais tempo entre o nascimento desse reprodutor e seu uso no rebanho. Isso, no entanto, aumenta o intervalo entre gerações e diminui o ganho genético por ano. Assim, usarem-se animais jovens, com baixa acurácia, pode aumentar o risco, mas se a avaliação estiver sendo bem feita, o mérito genético do rebanho como um todo cresce mais rapidamente do que se utilizar touros "provados", com altas acurácias. A decisão é estritamente técnica e deve ser tomada caso a caso. A Tabela 1, apresentado a seguir, nos dá uma ideia aproximada desse risco:

Tabela 1. Relação entre acurácia de uma estimativa de valor genético de um animal e o risco de utilizar-se ou não tal animal como reprodutor na propriedade.

Acurácia	Razão	Risco
0,10 a 0,30 (baixa)	poucas informações a respeito do animal, animal em geral muito jovem → acurácia baixa, diminui o intervalo entre gerações	alto
0,31 a 0,70 (média)	número razoável de informações, reprodutor jovem, com de 10 a 20 filhos já testados (em gado de leite, 10 a 20 filhas com lactação) → acurácia média, intervalo entre gerações médio	médio
acima de 0,7 (alta)	número suficiente de informações, animal com mais de 20 filhos ou filhas testados → acurácia alta, aumenta muito o intervalo entre gerações	baixo

Porque utilizar marcadores moleculares?

O uso de marcadores moleculares serve para ajudar o criador a identificar reprodutores e matrizes, ainda na idade jovem, que têm potencial para transmitir genes favoráveis para o melhoramento dos rebanhos. Com seu uso, serão alteradas as frequências desses genes em detrimento de outros menos favoráveis ou até mesmo desfavoráveis, que existem na população. Os marcadores são poderosas ferramentas auxiliares dos processos de seleção (FERRAZ et al., 2008). Juntamente com as DEP, os marcadores genéticos ou moleculares serão de grande valia para:

- Aquisição de touros, matrizes, animais de reposição e mesmo de lotes para engorda;
- Escolha de animais que deverão ser utilizados com maior intensidade, como doadores de sêmen ou oócitos (escolha de doadoras);
- Escolha de touros com habilidades especiais e sexo-específicas, para servirem como doadores de sêmen sexado, como, por exemplo, touros com altas PTA para produção de leite, proteína, gordura ou baixas para CCS;
- Escolha de matrizes que produzam maior sobrevivência embrionária e tenham maior produção de prenhez nas transferências de embrião;
- Orientar acasalamentos de maneira mais objetiva;
- Classificação de animais em grupos de melhor desempenho, com alimentação, medicação ou vacinação diferenciada, nas novas ciências que estão nascendo, a nutrigenômica, farmacogenômica, a vacinogenômica, etc.;
- Identificação de reprodutores a serem utilizados em maior escala, para produzir carne de alta qualidade, mais macia e com cobertura adequada de gordura para mercados mais exigentes, características de mensuração cara e/ou difícil;
- Orientar a compra de novilhas de reposição e material genético, como sêmen e embriões;
- Antecipar, em muito tempo, a tomada de decisões, descartando-se, antecipadamente, animais não interessantes;
- Escolha de animais segundo a presença ou ausência de chifres em seus descendentes;
- Escolha da cor dos descendentes;
- Aceleração do progresso genético, pela escolha de animais com DEPs interessantes, mas de maior acurácia.

Mas, é necessário frisar, o uso de painéis e marcadores desenvolvidos em *Bos taurus*, em sistemas de produção diferentes dos brasileiros pode gerar resultados desastrosos, pois uma parte significativa desses marcadores pode não mostrar associação alguma com a produção de nossos zebuínos, tão diferentes e geneticamente distantes dos bovinos taurinos.

No entanto, é preciso ressaltar que o fato de um reprodutor ter altos escores não garante que seus filhos terão desempenhos superiores naquelas características. Todos os demais cuidados com o ambiente oferecido aos animais devem ser observados, dentre os quais devemos destacar o adequado estado sanitário, alimentação e nutrição, manejo e instalações, como mostrado na Figura 1. A otimização desses fatores de ambiente é necessária para garantir o aumento de produtividade que o potencial genético, identificado pelas avaliações genéticas e pelos marcadores moleculares, oferece.

2.2 GWAS e GS

A possibilidade de se prever de maneira acurada o mérito dos indivíduos baseado em seus genótipos analisados por painéis densos de polimorfismos de base única (SNP), num processo conhecido por seleção genômica, foi proposta por Nejati-Javaremi et al. (1997) e por Meuwissen et al. (2001). Essa inovadora metodologia foi sugerida como uma forma de aumentar a eficiência e acelerar o melhoramento genético. A GWAS, estudos de associação de genoma amplo (genome wide association studies) enfatiza a predição simultânea (sem o uso de testes de significância para marcas individuais) dos efeitos genéticos de milhares de marcadores genéticos de DNA (SNP, DArT, microssatélites) dispersos em todo o genoma de um organismo, de forma a capturar os efeitos de todos os locos (tanto de pequenos quanto de grandes efeitos) e explicar toda a variação genética de um caráter quantitativo. A condição fundamental para isso é que haja desequilíbrio de ligação, em nível populacional, entre alelos dos marcadores e alelos dos genes que controlam o caráter. A predição dos efeitos genéticos é realizada com base em dados genotípicos e fenotípicos de indivíduos pertencentes a uma amostra da população de seleção (RESENDE et al., 2010). O uso dessas modernas técnicas, incorporando informações moleculares às informações fenotípicas tem causado enorme impacto nas avaliações genéticas e o que realmente mudou com a evolução dos métodos de avaliação de animais foi a acurácia das estimativas. Com o aumento da acurácia das estimativas de valor genético aditivo, os criadores podem errar muito menos na escolha dos reprodutores e, conseqüentemente, a aumentar velocidade dos processos de ganho genético.

O raciocínio que dá suporte à seleção genômica na produção animal é que, dada uma densidade de marcadores suficientemente alta para cobrir o genoma inteiro de um organismo, a maioria dos QTL (*Quantitative Trait Loci*), ou seja, das regiões do genoma que codificam características importantes, serão cobertas e ligadas a alguns desses marcadores, num fenômeno conhecido como desequilíbrio de ligação (linkage disequilibrium). Assim, a soma dos efeitos de todos os marcadores do tipo SNP seria um bom preditor do mérito genético para seleção dos candidatos a reprodutores e permitiriam decisões de seleção tão logo as informações genômicas estivessem disponíveis (HAYES et al, 2009; NEVES et al., 2014). O uso dessas metodologias para selecionar os animais que serão utilizados como matrizes e/ou reprodutores é conhecido como seleção genômica, ou Genomic Selection (GS).

2.2.1 O avanço das tecnologias e as principais empresas do mercado

Os avanços têm sido muito rápidos nessa área, com empresas mundiais utilizando-se de tecnologias geradas ao redor do planeta, numa autêntica corrida aos novos avanços, utilizando-se dos conhecimentos e novos marcadores, desenvolvidos ou descobertos em instituições de pesquisa em qualquer lugar do mundo. Com a publicação do sequenciamento completo do genoma bovino, por Elvik et al. (2009), da vaca da raça Hereford chamada Dominette (<http://www.hereford.com/dam-0112.htm>) os pesquisadores passaram a ter um mapa referência desse genoma e isso acelerou o desenvolvimento de novas tecnologias de genotipagem de bovinos.

Nos últimos anos várias empresas têm lançado tecnologias diferentes para genotipagem de bovinos, que vão desde algumas centenas de marcadores até cerca de 780.000 marcadores do tipo SNP, cobrindo a maior parte do genoma bovino.

A empresa Affymetrix (<http://www.affymetrix.com>) disponibiliza a tecnologia Axiom® Genome-Wide BOS 1 Bovine Array (com 640.000 marcadores) e possibilita o desenvolvimento de chips personalizados, de baixa e média densidade de marcadores.

A empresa brasileira Deoxi Biotecnologia (<http://www.deoxi.com.br>) oferece serviços de genotipagem em bovinos de corte e leite, utilizando várias plataformas e tecnologias.

O laboratório GeneSeek, da empresa Neogen (<http://www.neogen.com>), apresenta inúmeras tecnologias de baixa, média e alta densidade de marcadores para bovinos de corte e de leite. Essa empresa desenvolveu tecnologias específicas para gado zebuino, como o GeneSeek Indicus HD (cerca de 78.000 marcadores) e o GeneSeek Indicus LD (cerca de 20.000 marcadores), além de várias outras tecnologias para diagnóstico veterinário e outras diversas aplicações.

A empresa Illumina (<http://www.illumina.com/>) disponibiliza em sua linha de produtos, os bead chips BovineSNP50 v2 DNA (54.609 marcadores), o BovineHD BeadChip (mais de 777.000 marcadores) e BovineLD Genotyping BeadChip (com 6.912 marcadores). Chips de cerca de 3.000 marcadores também já fizeram parte da linha de seus produtos. Essa empresa possibilita, através de tecnologia conhecida como Adds on que sejam produzidos chips personalizados, a partir do BovineLD Genotyping BeadChip, acrescentando-se marcadores selecionados.

A Zoetis (<http://www.zoetis.com.br>) tem disponível no Brasil, sua linha Clarifide, específica para as raças Nelore, Holandês, Jersey, Pardo-Suíço e Angus.

Inúmeras outras empresas trabalham na área de análises genômicas, como a Eureka Genomics, a Eurogentec, dentre outras. Muitas outras empresas emergentes virão e a tecnologia irá avançar ainda mais, diminuindo os custos de genotipagem.

3. Impacto da incorporação do uso de marcadores de DNA na seleção

Os grandes impactos do uso de marcadores moleculares nos processos de seleção de gado de leite e corte são tratados nos subtópicos que se seguem, além de serem discutidos por FERRAZ et al., 2008; MONTALDO et al., 2012 e RESENDE et al., 2010.

Identificação de paternidade

Uma das mais importantes contribuições das tecnologias de marcadores de DNA para a pecuária, particularmente em gado de corte, é, sem dúvida, o reconhecimento de paternidade dos animais filhos de reprodutores múltiplos, uma vez que os bons programas de seleção existentes no país, utilizando-se desse sistema, usando seus melhores touros de

cada safra, como pais da próxima geração. Quando a paternidade de um candidato a reprodutor ou matriz é reconhecida, as ligações desse animal com o pedigree verdadeiro proporcionam uma avaliação genética mais próxima da realidade, aumentando de maneira considerável a acurácia dessas predições de valor genético aditivo. Vários laboratórios brasileiros prestam esse serviço de reconhecimento de paternidade, utilizando várias metodologias, desde as ultrapassadas tipagens sanguíneas (metodologia dos anos 1960 e 1970), passando pelos microssatélites de DNA (metodologias dos anos 1980 e 1990, que ainda permanece em uso) as mais modernas metodologias, que se usam dos marcadores do tipo SNP, já reconhecidas por organismos internacionais, como ISAG (International Society of Animal Genetics). Importante revisão sobre o assunto pode ser encontrada em Silva et al. (2014).

3.1 Identificação precoce dos animais que têm potencial de transmissão de genes favoráveis, tão logo sua genotipagem seja conhecida e o impacto na acurácia

Com o avanço das tecnologias e com a maior cobertura do genoma com marcadores do tipo SNP, tornou-se possível identificar precocemente, tão logo as genotipagens estejam disponíveis, animais com maior potencial de passarem seus genes para a próxima geração, como afirmado por HAYES et al., 2009 e NEVES et al., 2014). Isso causa uma enorme economia de recursos financeiros e tempo, especialmente no gado leiteiro, pois animais potencialmente de alto valor genético podem ser identificados já ao nascimento e serem pré-selecionados para os testes de progênie.

Importante revisão sobre, inicialmente teórica sobre o potencial impacto do uso das relações entre os alelos e a acurácia e o progresso genético, confirmada por um sem número de trabalhos, quando as técnicas ficaram mais acessíveis, nos 17 anos que se seguiram, foi feita por Nejati-Javaremi et al. (1997).

Gado de leite

Um excelente exemplo dessa utilização é dado pela empresa CRV, Holand Genetics, (<https://global.crv4all.com/aboutus/breedingprogram/>). A empresa realiza a genotipagem de 1050 bezerros de alto PTA, oriundos de criadores da Holanda e das transferências de embrião de seu Delta Nucleus e mais 1050 bezerros, também de altas PTA, oriundos de países europeus parceiros (Alemanha, Espanha, França, República Checa, dentre outros), e, desses 2100 potenciais tourinhos, escolhe 6,7% (um em cada 15), para serem submetidos a teste de progênie, e das lactações de suas filhas, serão obtidas as informações que confirmarão que o potencial de transmitir genes foi, efetivamente, confirmado. Isso fez com que os custos de teste de progênie fossem reduzidos de acentuada.

Na Holanda, são genotipados, como operação de rotina, semanalmente, 150 animais, machos e fêmeas, num trabalho conjunto com a Universidade de Liege, Bélgica, retornando as decisões de seleção, aos criadores, semanalmente. A cada três semanas, as equações de predição são reestimadas. Isso garante equações cada vez mais próximas da realidade.

A Figura 2 mostra, com clareza, a acurácia adicional obtida com o uso de informações genômicas, em gado de leite, no programa da CRV. Em interessante publicação da CRV Lagoa, a série Seleção Genômica, com 6 artigos publicados, inúmeros aspectos sobre seleção genômica em gado leiteiro são abordados, de forma muito clara. No primeiro artigo dessa série, é apresentada a Figura 3, que mostra que em 82% de 505 touros selecionados por seleção genômica tiveram seus valores ou

confirmados ou aumentados, quando calculados com base no desempenho de suas filhas, quando o critério foi o índice de seleção holandês (NVI) e apenas 18% tiveram índices inferiores aos preditos pelas informações genômicas. O mesmo artigo informa que a acurácia obtida com uso das informações genômicas aumentos 23,1%.

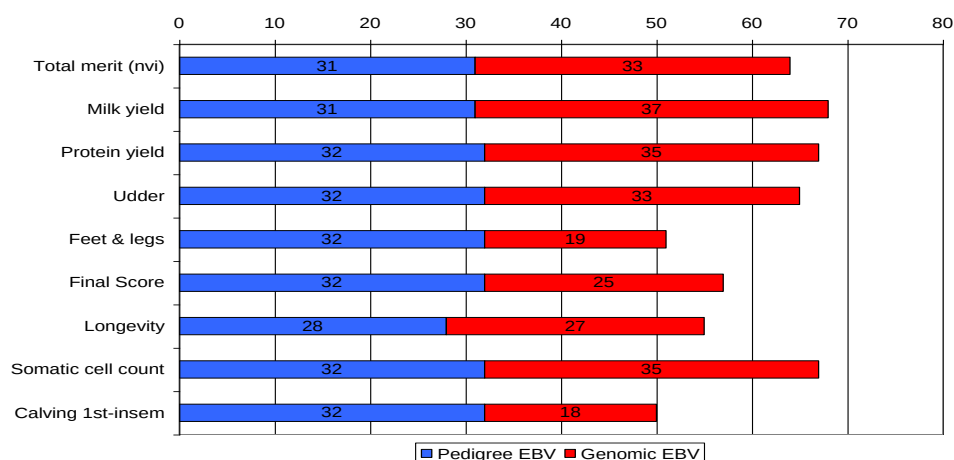


Figura 2. Incrementos em acurácia obtidos com o uso de informações genômicas. Adaptado de Erik Mullaart, Meeting GS Brazil, March 12, 2013.

O uso da genômica aplicado a gado de leite foi extensamente discutido em artigo Silva et al. (2014), que ressalta o intenso e bem sucedido uso da seleção genômica nos Estados Unidos, Canadá, Nova Zelândia, Austrália e outros países. Nesse artigo, uma ótima revisão sobre as metodologias é apresentada, bem como uma interessante comparação entre a tradicional seleção assistida por marcadores e a seleção genômica é apresentada. Nesse trabalho, os resultados obtidos com o uso da seleção genômica em vários países são apresentados, sendo ressaltados os impressionantes acréscimos de até 50% no ganho genético, como o obtido pelo Livestock Improvement Corporation, da Nova Zelândia e os relatos de pesquisadores da Holanda, que observaram aumentos na acurácia variando de 15 a 43%. Importante revisão sobre os impactos do uso da genômica na seleção de gado de leite pode ser encontrada em Hayes et al. (2009).

As pesquisas com genômica aplicada a gado de leite no Brasil se concentram especialmente na Embrapa Gado de Leite, com alguns trabalhos se desenvolvendo na Unesp de Jaboticabal, especialmente com bubalinos.

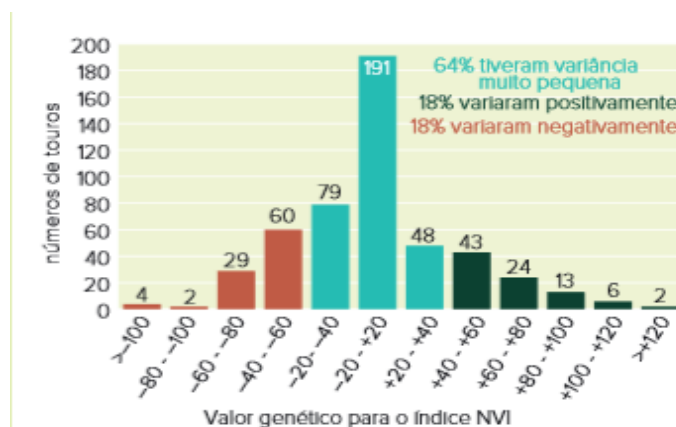


Figura 3. Mudanças observadas no índice NVI para os primeiros 505 reprodutores selecionados com uso da genômica a terem suas provas estimadas com base no desempenho de filhas em lactação. (http://www.crvlagoa.com.br/upload/img3/SERIE%20GENOMICA_1_abril_2013.pdf).

Gado de corte

Em gado de corte, muito se tem feito, tanto no Brasil quanto no exterior. Informações relevantes sobre o assunto podem ser encontradas em Rolf et al. (2014), Lund et al. (2014), além de importante discussão sobre o futuro do uso da genômica, segundo Kadarmideen (2014).

No Brasil, os grupos da Unesp (Araçatuba e Jaboticabal, principalmente, mas também Botucatu), Embrapa Pecuária Sul, Pecuária Sudeste e Gado de Corte, USP (FMVZ, São Paulo e FZEA, Pirassununga). Muitos são os trabalhos que se dedicaram a poucos marcadores ou ao uso de painéis de baixa densidade de marcadores do tipo SNP, analisando características ligadas à qualidade de carne e eficiência alimentar, além de características reprodutivas e de crescimento (MARSON et al., 2005; MARSON et al., 2008; FERRAZ et al., 2009; REZENDE, 2009; Pinto et al., 2010; PINTO et al., 2011; REZENDE, 2012; REZENDE et al., 2012; GOMES et al., 2013). Alguns artigos têm se concentrado na análise mais aprofundada de genes candidatos (ALEXANDRE et al., 2014; CARVALHO et al., 2014).

Mais recentemente, muitos trabalhos têm sido desenvolvidos com painéis de média e alta densidade de marcadores, com características morfológicas, de crescimento e eficiência alimentar, além de qualidade de carne em bovinos, especialmente da raça Nelore (ESPIGOLAN et al., 2013; SANTANA, 2013; MOKRY et al., 2013; UTSUNOMIYA et al., 2013; SANTANA et al., 2014a,b; NEVES et al., 2014; UTSUNOMIYA et al., 2014). No 10th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production, que ocorrerá em Vancouver, em agosto de 2014, dezenas de trabalhos serão apresentados, mostrando estudos sobre vários aspectos do uso da genômica na produção animal, em especial de gado de leite e corte. Muitos desses trabalhos sugerem ganhos de acurácia de até 89% na acurácia, em características de difícil mensuração, como a qualidade de carne, quando informações moleculares são utilizadas, ainda que oriundas de painéis com poucas centenas de marcadores do tipo SNP (REZENDE, 2012; REZENDE et al., 2013). A acurácia da seleção genômica ampla em gado Nelore é apresentada por Neves et al. (2014), que se utilizou de várias metodologias de estimação.

Um dos aspectos muito importantes que deve ser ressaltado é a compreensão da fórmula de ganho genético/ano, que se segue:

$$\Delta G/\text{ano} = \frac{i * r_{\hat{A}A} * \sqrt{h^2} * \sigma_P}{L}, \text{ onde:}$$

$\Delta G/\text{ano}$ = ganho genético anual

i = intensidade de seleção

$r_{\hat{A}A}$ = acurácia da predição

h^2 = coeficiente de herdabilidade da característica

σ_P = desvio padrão fenotípico

L = Intervalo de gerações

Fica claro que, se o uso das informações genômicas consegue aumentar a acurácia (numerador da fração do ganho genético anual), ao mesmo tempo em que, ao identificar precocemente os animais com maior potencial de transmissão de genes favoráveis aos critérios de seleção, diminuir o intervalo de gerações (denominador dessa fração), o ganho genético/ano aumenta de maneira considerável. Essa é a base teórica dos aumentos em acurácia, verificados.

O assunto da seleção genômica é tão atual, que o periódico *Livestock Science* (Elsevier, Holanda), lançará no 10th World Congress of Genetics Applied to Livestock Production, que ocorrerá em Vancouver, em agosto de 2014, um Special Issue, com 25 artigos sobre Genômica aplicada à produção animal, número que será distribuído aos congressistas e mantido sob open access por seis meses. Nesses artigos, os leitores encontrarão assuntos desde a história do uso da genômica, passando por desenvolvimento dos métodos desses estudos, aplicações em diversas espécies e o futuro dessa utilização, com enorme potencial para continuar causando importantes impactos na produção animal (FERRAZ et al., 2014).

4. Conclusões

Os processos seletivos são essenciais para o melhoramento genético animal. A correta definição dos objetivos e dos critérios de seleção, bem como a utilização adequada dos métodos mais modernos de estimação de valores genéticos aditivos e uso desses valores genéticos como critérios de seleção são essenciais para maximizar ou otimizar a velocidade de ganho genético e aumentar a produtividade dos rebanhos, sempre levando-se em conta a adequação dos mesmos aos sistemas de produção. Os criadores devem conhecer e acreditar nos programas de avaliação genética, aprender a definir seus critérios de seleção e acasalar seus animais da forma mais adequada possível, para obter resultados de produção e de retorno econômicos mais rápidos.

O uso de marcadores moleculares aumenta a acurácia das estimações de valores genéticos e, desde que usados precocemente, causam importantes reduções no intervalo de gerações e custo de testes de progênie, oferecendo a oportunidade de um maior, e mais seguro, uso de touros jovens e aumento do ganho genético anual. Eles formam um conjunto de ferramentas de enorme valor para o criador aumentar a velocidade de ganho, pois, com seu uso, o responsável pela seleção dos animais conseguirá escolher com maior precisão os animais que servirão como reprodutores, ou seja, transmitirão os genes mais interessantes para as próximas gerações.

Os marcadores moleculares poderão, ainda, tornar-se importante fonte de apoio ao manejo, quer pela identificação de paternidade, quer pela identificação de animais mais adequados aos diferentes tipos de manejo, ajudando a uniformizar os lotes.

As avaliações genéticas, expressas em DEP, em conjunto com os marcadores moleculares ou genéticos poderão ser utilizados num sem número de novas aplicações, que agreguem valor ao produto e poderão causar um grande impacto na pecuária brasileira, colocando-a em nível de produtividade e qualidade semelhante ao dos principais países concorrentes no mercado mundial da carne bovina, facilitando a conquista e manutenção de mercados.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, P.A., GOMES, R.C., SANTANA, M.H.A., SILVA, S.L., LEME, P.R., MUDADU, M.A., REGITANO, L.C.A., MEIRELLES, F.V., FERRAZ, J.B.S., FUKUMASU, H. Bovine NR1I3 gene polymorphisms and its association with feed efficiency traits in Nellore cattle. *Meta Gene.* , v.2, p.206 - 217, 2014.
- CAMARGO, G. M. F.; COSTA, R. B.; ALBUQUERQUE, L. G.; REGITANO, L. C. A.; BALDI, F.; TONHATI, HUMBERTO. Association between JY-1 gene polymorphisms and reproductive traits in beef cattle. *Gene (Amsterdam)*, v. 533, p. 477-480, 2014.
- CARVALHO, M.E.; GASPARIN, G. ; POLETI, M.D. ; ROSA, A.F.; BALIEIRO, J.C.C.; LABATE, C.A.; NASSU, R.T.; TULLIO, R.R.; REGITANO, L.C.A. ; MOURÃO, G.B.; COUTINHO, L.L. Heat shock and structural proteins associated with meat tenderness in Nellore beef cattle, a *Bos indicus* breed. *Meat Science*,. 96: 1318-1324, 2014.
- CESAR, S.M. ; REGITANO, L.C.A. ; TULLIO, R.R. ; LANNA, D.P.D. ; NASSU, R.T. ; MUDADO, M.A.; OLIVEIRA, P.S.N. ; NASCIMENTO, M.L.; CHAVES, A.S. ; ALENCAR, M.M.; SONSTEGARD, T.S. ; GARRICK, D.J. ; REECY, J.M. ; COUTINHO, L.L. Genome-wide association study for intramuscular fat deposition and composition in Nellore cattle. *BMC Genetics (Online)*, 15:39, 2014.
- ELSIK, C.G., TELLAM, R.L.; WORLEY, K.C. The Genome Sequence of Taurine Cattle: A Window to Ruminant Biology and Evolution. *Science*, v. 324 (5926), p. 522-528. DOI: 10.1126/science.1169588, 2009.
- SPIGOLAN, R.; BALDI, F; BOLIGON, A.A.; SOUZA, F.R.P. ; GORDO, D.G.M; TONUSSI, R.L.; CARDOSO, D.F.; OLIVEIRA, H.N.; TONHATI, H.; SARGOLZAEI, M.; SCHENKEL, F.S.; CARVALHEIRO, R.; FERRO, J.A.; ALBUQUERQUE, L.G. Study of whole genome linkage disequilibrium in Nellore cattle. *BMC Genomics*, v. 14, p. 305, 2013.
- FERRAZ, J. B. S., ELER, J.P., MEIRELLES, F.V., BALIEIRO, J.C.C. Aplicações práticas dos marcadores moleculares em zebuínos de corte e leite no Brasil. *Acta Scient. Veterinariae*, v.36, p.299 - 310, 2008.
- FERRAZ, J.B.S., PINTO, L.F.B., MEIRELLES, F.V., ELER, J.P., REZENDE, FERNANDA MARCONDES DE, OLIVEIRA, E.C.M., ALMEIDA, H.B., WOODWARD, B., NKRUMAH, D. Association of single nucleotide polymorphisms with carcass traits in Nellore cattle. *Genetics and Molecular Research.* , v.8, p.1360 - 1366, 2009.
- FERRAZ, J.B.S.; WOMACK, J., HERMANSEN, J.E. Genomics applied to livestock production: speeding up genetic progress. *Livestock Science*, 165. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2014.06.012>, 2014

- GOMES, R.C., SILVA, S.L., CARVALHO, M.E., REZENDE, F. M., PINTO, L.F.B., SANTANA, M.H.A., STELLA, T.R., MEIRELLES, F.V., ROSSI JR., P., LEME, PAULO ROBERTO, FERRAZ, J.B.S. Protein synthesis and degradation gene SNPs related to feed intake, feed efficiency, growth, and ultrasound carcass traits in Nellore cattle. *Genetics and Molecular Research*. , v.12, p.2923 - 2936, 2013.
- HAYES B.J., BOWMAN P.J., CHAMBERLAIN A.J., GODDARD M.E.: Invited review: genomic selection in dairy cattle: progress and challenges. *J Dairy Sci* 2009, 92:433–443.
- KADARMIDEEN, H.N. Genomics to Systems Biology in Animal and Veterinary Sciences: Progress, Lessons and Opportunities. *Livestock Science*, 165. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2014.04.028>, 2014.
- LUND, M.S.; SU, G.; JANSS, L.; GULDBRANDTSEN, B.; BRONDUM, R.F. Invited review: Genomic evaluation of cattle in a multi-breed context. *Livestock Science*, 165. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2014.05.008>, 2014.
- MARSON, E.P., FERRAZ, J. B. S., MEIRELLES, F.V., BALIEIRO, JÚLIO CÉSAR DE CARVALHO, ELER, J.P., FIGUEIREDO, L.G.G., MOURÃO, G.B. Genetic characterization of European-Zebu composite bovine using RFLP markers . *Genetics and Molecular Research*. , v.4, p.496 - 505, 2005.
- MARSON, E.P., FERRAZ, J.B.S., MEIRELLES, F.V., BALIEIRO, J.C.C., ELER, J.P. Effects of polymorphisms of LHR and FSHR genes on sexual precocity in a *Bos taurus* x *Bos indicus* beef composite population. *Genetics and Molecular Research (Online)*. , v.7, p.243 - 251, 2008.
- MEUWISSEN T.H.E., HAYES B.J., GODDARD M.E.: Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics* 2001, 157:1819–1829.
- MOKRY, F.B.; HIGA, R.H.; MUDADU, M.A.; LIMA, A. ; MEIRELLES, S.L.; SILVA, M.V.G.B.; CARDOSO, F.F.; OLIVEIRA, M.M.; URBINATI, I.; MÉO NICIURA, S.C.; TULLIO, R.R. ; ALENCAR, M.M.; REGITANO, L.C . Genome-wide association study for backfat thickness in Canchim beef cattle using Random Forest approach. *BMC Genetics (Online)*, v. 14, p. 47, 2013.
- MONTALDO, H. H., CASAS, E., FERRAZ, J. B. S., VEGA-MURILLO, V. E., ROMAN-PONCE, S. I. Opportunities and challenges from the use of genomic selection for beef cattle breeding in Latin America. *Animal Frontiers: the review magazine of animal agriculture*, v.2, p.23 - 29, 2012.
- NEJATI-JAVAREMI A, SMITH C, GIBSON J.P.: Effect of total allelic relationship on accuracy of evaluation and response to selection. *J Anim Sci*, v.75, p.1738–1745, 1997.
- NEVES, H.R., CARVALHEIRO, R., O'BRIEN, A.M., YUTSONOMIYA, Y.T., CARMO, A.S., SCHENKEL, F.S., SÖLKNER, J., MCEWAN, J.C., VAN TASSEL, C.P., COLE, J.B., SILVA, M.V.G.B., QUEIROZ, S.A., SONSTEGARD, T., GARCIA, J.F. Accuracy of genomic predictions in *Bos indicus* (Nellore) cattle. *Gen. Sel. Evol.*, 46:17-44, 2014.
- PINTO, L.F.B., FERRAZ, J.B.S., MEIRELLES, F.V., ELER, J.P., REZENDE, F.M., CARVALHO, M.E., ALMEIDA, H.B., SILVA, R.C.G. Association of SNPs on CAPN1 and CAST genes with tenderness in Nellore cattle. *Genetics and Molecular Research*. , v.9, p.1431 - 1442, 2010.
- PINTO, L.F.B., FERRAZ, J.B.S., PEDROSA, V.B., ELER, J.P., MEIRELLES, F.V., BONIN, M.N., REZENDE, F.M., CARVALHO, M.E., CUCCO, D.C., SILVA, R.C.G. Single nucleotide polymorphisms in CAPN and leptin genes associated with meat color and tenderness in Nellore cattle. *Genetics and Molecular Research*. , v.10, p.2057 - 2064, 2011.

- RESENDE, M.D.V.; RESENDE JR., M.F.R., AGUIAR, A.M.; ABAD, J.I.M.; MISSIAGGIA, A.A.; SANSALONI, C.; PETROLI, C.; GRATTAPAGLIA, D. Computação da seleção genômica ampla (GWAS). Colombo: Embrapa Florestas, 2010. 79 p.
- REZENDE, F. M., FERRAZ, J.B.S., ELER, J.P., SILVA, Roulber Carvalho Gomes da, MATTOS, Elisângela Chicaroni de, Ibañez-Escriche, N. Study of using marker assisted selection on a beef cattle breeding program by model comparison. *Livestock Science (Print)*. , v.147, p.40 - 48, 2012.
- REZENDE, F.M. Marcadores moleculares associados à composição da gordura da carne de bovinos da raça Nelore. 2011. Tese (Zootecnia Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
- REZENDE, F.M. Prospecção da influência de marcadores genéticos sobre características de crescimento, carcaça e qualidade de carne em bovinos da raça Nelore. 2009. Dissertação (Zootecnia - Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
- REZENDE, F.M.; FERRAZ, J.B.S.; BONIN, M.N.; SILVA, R.C.G.; IBAÑEZ-ESCRICHE, N. Marker assisted selection for meat quality traits. In: *Internacional Congress on Meat Science and Technology*, Izmir, Turkey, 2013. *Proceedings*, paperS5-11. 2013.
- ROLF, M.M.; DECKER, J.E.; MCKAY, S.D. TIZIOTO, P.; KIMBERLY, A.B.; WHITACRE, L.K. HOFF, J.L.; REGITANO, L.A.C.; TAYLOR, J.F. Genomics in the United States beef industry. *Livestock Science*, 165. <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2014.06.005>, 2014.
- SANTANA, M.H.A. Estudo genético e genômico da ingestão e eficiência alimentar em bovinos da raça Nelore. 2013. Tese (Zootecnia Qualidade e Produtividade Animal) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
- SANTANA, M.H.A., Utsunomiya, Y. T., Neves, H. H. R., Gomes, R.C.O, Garcia, J. F., Fukumasu, H., SILVA, S.L. e Leme, P.R., Coutinho, L. L., Eler, J. P., Ferraz, J.B.S. Genome-wide association study for feedlot average daily gain in Nellore cattle (*Bos indicus*). *Journal of Animal Breeding and Genetics* (1986). , v.131, p.210 - 216, 2014a.
- SANTANA, M.H.A., Utsunomiya, Y. T., Neves, H. H. R., Gomes, Rodrigo da Costa, Garcia, J. F., Fukumasu, H., Silva, S.L., Oliveira Jr., G.A., Alexandre, P.A., Leme, P.R., Brassaloti, R. A., Coutinho, L. L., Lopes, T. G., Meirelles, F.V., Eler, J.P., Ferraz, J.B.S. Genome-wide association analysis of feed intake and residual feed intake in Nellore cattle. *BMC Genetics (Online)*. , v.15, p.21 - , 2014b.
- SILVA, M.V.G.B.; SANTOS, D.J.A.; BOISON, S.A. et al. The development of genomics applied to dairy breeding. *Livestock Science*, 165. DOI: 10.1016/j.livsci.2014.05.017, 2014
- SILVA, R.C.G., FERRAZ, J.B.S., MEIRELLES, F.V., ELER, J.P., BALIEIRO, J.C.C., CUCCO, D.C., MATTOS, E.C., REZENDE, F.M., SILVA, S.L. Association of single nucleotide polymorphisms in the bovine leptin and leptin receptor genes with growth and ultrasound carcass traits in Nellore cattle. *Genetics and Molecular Research*. , v.11, p.3721 - 3728, 2012.
- UTSUNOMIYA, Y.T.; CARMO, A.S. ; CARVALHEIRO, R.; NEVES, H.R. ; MATOS, M.C. ; ZAVAREZ, L.B.; PÉREZ O'BRIEN, A.M. ; SÖLKNER, J.; MCEWAN, J.C. ; COLE, J.B. ; VAN TASSELL, C.P.; SCHENKEL, F.S.; SILVA, M.V.G.B. ; PORTO NETO, L.R.; SONSTEGARD, T.S.; GARCIA, J.F. Genome-wide association study for birth weight in Nellore cattle points to previously described

orthologous genes affecting human and bovine height. *BMC Genetics* (Online), v. 14, p. 52, 2013.

UTSUNOMIYA, Y.T.; CARMO, A.S. ; NEVES, H.R.; CARVALHEIRO, R.; MATOS, M.C. ; ZAVAREZ, L.B.; ITO, P.K.R.K. ; PÉREZ O'BRIEN, A.M. ; SÖLKNER, J.; PORTO-NETO, L.R.; SCHENKEL, F.S. S. ; MCEWAN, J.; COLE, J. B. ; SILVA, M.V.G.B. ; PORTO NETO, L.R.; VAN TASSELL, C.P.; SONSTEGARD, T.S.; GARCIA, J.F. Genome-Wide Mapping of Loci Explaining Variance in Scrotal Circumference in Nellore

Synchronisation of ovulation for management of reproduction in dairy cows

R. S. Bisinotto, E. S. Ribeiro and J. E. P. Santos[†]

Department of Animal Sciences, University of Florida, 2250 Shealy Drive, Gainesville, FL 32611 USA

(Received 6 March 2014; Accepted 14 March 2014; First published online 8 April 2014)

Important developments have occurred in the last two decades, since the advent of the Ovsynch protocol, on the understanding and use of synchronisation programmes for management of reproduction in dairy herds. This better understanding of oestrus cycle control associated with suboptimal reproductive performance in dairy herds has led dairy producers to quickly adopt timed artificial insemination (AI) protocols. Recent surveys have documented that fixed-time AI has become an important component of management of reproduction in high-producing herds. Furthermore, timed AI protocols have also demonstrated benefits in pasture-based milk production systems because of the ability to increase insemination rate. In general, successful use of the Ovsynch protocol requires some fundamental physiological principles to be respected, including: induction of ovulation to synchronise follicle growth in the first 2 days of the programme such that a young antral follicle is recruited; maintenance of high concentrations of progesterone during the development of the ovulatory follicle, but also effectively lyse the corpus luteum to result in very low concentration of progesterone at AI; and having a healthy pre-ovulatory follicle of moderate diameter that is highly oestrogenic and responsive to gonadotropins to synchronously ovulate 12 to 18 h after insemination. Current methods oestrous and ovulation synchronisation are still not optimal and future improvements will likely require new technologies for hormone formulation and delivery such that additional interventions are minimised to maintain acceptance by producers.

Keywords: dairy cow, reproduction, synchronisation, timed AI

Implications

Consolidation of the dairy industry with constant increase in herd size has generated the need for systematic programmes to manage reproduction. The advent of synchronisation of ovulation protocols that secure artificial insemination at a pre-established time with adequate fertility has become an integral component of breeding management in multiple production systems. The better understanding of ovarian biology of dairy cows with improved control of follicle growth and luteal lifespan has resulted in refinement of these programmes in the last two decades, providing unique opportunities to manipulate follicle development, improve oocyte quality and enhance embryo survival.

Introduction

Reproductive management in dairy farms has markedly evolved in the past 20 years to a great extent because of the development of synchronisation programmes that allow for

fixed-time artificial insemination (AI). Early research on control of follicle development and corpus luteum (CL) lifespan aimed to develop systems that synchronise follicle growth, luteolysis and finally ovulation at a predictable time such that timed AI could be performed to optimise fertility in cattle (Thatcher *et al.*, 1996). Initial work studying the control of follicular wave with gonadotropin-releasing hormone (GnRH) by Macmillan and Thatcher (1991) paved the way for the development of the Ovsynch protocol by Pursley *et al.* (1995). Today, the Ovsynch and variations of its original development are the most common timed AI programme used for reproductive management of dairy cattle in the United States and in many other countries. An excellent review of the development of timed AI has recently been published by Wiltbank and Pursley (2014) and the authors indicated that access to engine searches lead to thousands of results involving the Ovsynch protocol, indicating the importance the programme has had on the study of pharmacological control of the oestrus cycle of cattle.

The Ovsynch programme was originally designed to improve insemination rate because of the challenges with oestrus detection in dairy farms (Pursley *et al.*, 1997;

[†] E-mail: Jepsantos@ufl.edu

Lopez *et al.*, 2004); however, new knowledge of reproductive biology of dairy cows and the ability to manipulate follicle growth and luteal lifespan has created opportunities to optimise fertility at the same time that insemination is assured (Moreira *et al.*, 2001; Souza *et al.*, 2008). Because of the combined increased insemination rate and acceptable pregnancy per AI (P/AI), it is no surprise that adoption of timed AI programmes for routine management of reproduction in dairy herds has been widespread (Caraviello *et al.*, 2006), and benefits to reproductive efficiency have also translated into economic advantages to the producer. The average value of a pregnancy has been estimated at \$278.00 for farms in the United States (De Vries, 2006). Under intensive systems, implementation of timed AI has been considered economically advantageous, particularly when detection of oestrus is low (Ribeiro *et al.*, 2012c). When compared with a well-managed natural service breeding programme, timed AI resulted in similar reproductive performance (Lima *et al.*, 2009a) but increased economic return (Lima *et al.*, 2010). More recently, work from New Zealand in a grazing system clearly demonstrated the economic benefit of timed AI programmes at the beginning of the breeding season in cyclic and anovular dairy cows (McDougall, 2010a).

Detection of oestrus is suboptimal in dairy cows

After the end of the voluntary waiting period, the rate of pregnancy in dairy herds is determined by the rate of submission to insemination and P/AI. One of the limitations for efficient reproduction in many dairy farms is the low rate of oestrus detection and consequently reduced submission to insemination observed in lactating dairy cows. Typically, cows become eligible for insemination once they pass the voluntary waiting period and they are not pregnant. Because the length of the oestrus cycle of dairy cows is assumed to be 21 days, it is expected that eligible cows should show oestrus and be candidates for insemination every 3 weeks. Therefore, detection of oestrus is usually calculated as the percentage of eligible cows that are inseminated for each 21-day period out of the total eligible cows in the same period.

When detection of oestrus is the sole method to inseminate cows, then pregnancy rates usually suffer compared with management programmes that allow for a systematic control of AI (Pursley *et al.*, 1997; Tenhagen *et al.*, 2004). The decline in pregnancy rate is caused by the delayed first *postpartum* insemination and extended interval between reinsemination in non-pregnant cows. Tenhagen *et al.* (2004) evaluated insemination rates in two farms in which a portion of the cows were subjected to either AI following detected oestrus or after timed AI. When cows were inseminated only after detected oestrus, then insemination rates averaged 28.6% and 55.6%; whereas when timed AI was incorporated into the breeding programme, insemination rates increased to 65.4% and 69.6%. Pursley *et al.* (1997) showed that even when cows were subjected only to timed AI, with no insemination between pregnancy diagnoses, time to pregnancy was reduced by 19 days compared with insemination following detected oestrus only.

High-producing cows have shorter and less-intense oestrus events, which has been associated with increased milk production (Lopez *et al.*, 2004; Yáñez *et al.*, 2006). Lopez *et al.* (2004) fitted early lactation Holstein cows with mounting pressure sensors to continuously record standing activity in freestalls, and performed frequent ovarian ultrasonography to detect ovulation. After classifying cows as high or low producers, based on production in the 10 days preceding the day of oestrus, the authors observed that the duration of oestrus (6.2 v. 10.9 h), number of standing events (6.3 v. 8.8) and total time standing (21.7 v. 28.2 s) were all less for oestrus events of cows considered to be high (46.4 kg/day) compared with those considered to be low producers (33.5 kg/day). The authors suggested that increased intake of dry matter in cows of high milk production alters splanchnic tissue metabolism and increases catabolism of ovarian steroids, including oestradiol (Lopez *et al.*, 2004; Wiltbank *et al.*, 2006). In fact, the cows categorised as high producing in a study by Lopez *et al.* (2004) had smaller concentrations of oestradiol in the periovulatory period, despite having larger pre-ovulatory follicles. Others have also shown that signs of oestrus activity using pedometry were suppressed as production increased (Yáñez *et al.*, 2006).

Allrich (1994) described oestrus as an all or none response that is determined by threshold concentrations of oestradiol that reach the hypothalamus of the cow; however, many environmental factors seem to influence how cows respond during the proestrus period. For instance, treatment of dairy cows with bovine somatotropin, a technology commonly used in dairy cows in many countries to stimulate milk synthesis, suppressed oestrus behaviour, despite the fact that treated cows had increased concentrations of oestradiol (Rivera *et al.*, 2010). Other factors such as floor surface (Vailes and Britt, 1990), lameness, crowding, rain, mud and heat stress are all known to negatively affect expression of oestrus in dairy cows (Allrich, 1994), which might not be related to concentrations of oestradiol reaching the hypothalamic centres that control oestrus behaviour.

An important component limiting insemination of cows based on oestrus behaviour is the prevalence of anovulation at the end of the voluntary waiting period. In the United States and Canada, 5% to 41.2% of the *postpartum* dairy cows are anovular by the end of the voluntary waiting period at ~60 days *postpartum* (Walsh *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2009), and these cows have delayed insemination (Chebel and Santos, 2010), reduced P/AI (Santos *et al.*, 2009) and increased pregnancy loss (Santos *et al.*, 2004; McDougall *et al.*, 2005). If left untreated, anovular cows will have extended interval to first insemination, thereby delaying pregnancy and increasing the risk of culling. When herds rely primarily on the detection of oestrus for insemination, little is done to handle anovular cows, unless routine diagnosis is implemented to identify problem cows that might have extended interval to first oestrus and insemination.

A recent survey of hundreds of large dairy herds in the United States indicated that the insemination rate during the entire year averaged 60.1% for lactating Holsteins and

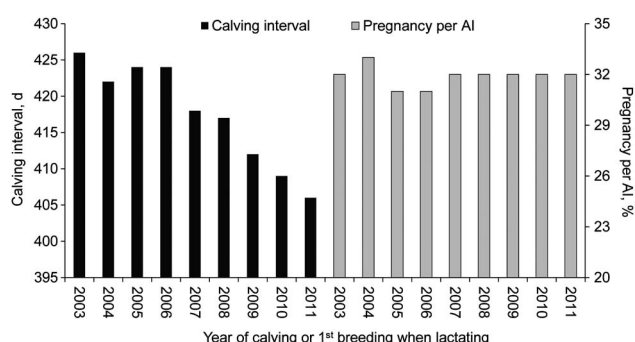


Figure 1 Calving interval and pregnancy per AI in US lactating Holstein cows in the last decade. Data summarised from the Animal Improvement Programs Laboratory of the United States Department of Agriculture (<http://aipl.arsusda.gov/publish/dhi/current/reproall.html>).

66.7% for lactating Jersey cows (Souza *et al.*, 2014). In many of these herds, combinations of insemination on oestrus and timed AI were incorporated to manage reproduction to achieve insemination rates above 60%. For instance, the average calving interval has been reduced by 21 days over the last decade, whereas P/AI remained at 32% (Figure 1). Such improvements in reproductive performance have been achieved because, among other factors, the incorporation of timed AI programmes to manage reproduction in dairy farms (Caraviello *et al.*, 2006). In fact, phenotypic trends in daughter fertility have improved substantially in the past 10 years, with increased calculated daughter pregnancy rate from 21% to 27%, whereas the genetic trend has remained mostly unchanged.

The Ovsynch protocol

Numerous programmes are available to synchronise ovulation for timed AI in dairy cows; however, restrictions in drug use for food animals have limited the options to manipulate the oestrus cycle in many countries (Lane *et al.*, 2008). Since the initial publication of the Ovsynch protocol (day 0 GnRH, day 7 prostaglandin (PG)F_{2α}, day 9 GnRH, day 10 timed AI; Pursley *et al.*, 1995), programmes based on GnRH and PGF_{2α} have been refined to improve the control of follicular development, luteal lifespan and synchrony of ovulation around the time of AI. Ovulation to the first injection of GnRH improves synchronisation of the oestrus cycle and reduces the period of follicular dominance, both associated with greater P/AI (Vasconcelos *et al.*, 1999; Bleach *et al.*, 2004; Santos *et al.*, 2010a). Complete CL demise following treatment with PGF_{2α} and the timing of the final GnRH are also critical to expose cows to an adequate period of proestrus (Ribeiro *et al.*, 2012b), which controls priming of the uterus for the establishment of pregnancy and the final stages of follicle maturation. Finally, fertility is modulated by the interval between induction of ovulation with the second GnRH and AI (Pursley *et al.*, 1997), as it determines the window during which oocyte and sperm cells are viable for fertilisation (Saacke, 2008).

Unfortunately, the Ovsynch programme has limitations on its ability to synchronise follicle growth because ovulation to

the initial GnRH administered at random stages of the oestrus cycle is usually 50% to 60%, or up to 70% when presynchronisation precedes the Ovsynch (Bisinotto and Santos, 2012; Ribeiro *et al.*, 2012a). Even when cows were presynchronised with two sequential Ovsynch protocols (Double Ovsynch), ovulation to the first GnRH of the breeding Ovsynch was < 72% (Souza *et al.*, 2008; Giordano *et al.*, 2013). A second limitation of these programmes is the inability of a single dose of PGF_{2α} to induce complete CL regression. To achieve high P/AI, the concentration of progesterone on the day of timed insemination has to be very low, ideally below 0.3 ng/mL (Santos *et al.*, 2010a); however, PGF_{2α} administered as a single dose on day 7 or as two doses on days 5 and 6 after GnRH usually results in only 70% to 84% of cows with progesterone < 0.3 ng/mL on the day of the timed AI (Santos *et al.*, 2010a; Giordano *et al.*, 2013). Finally, although ovulation is synchronised between 24 and 32 h after the final GnRH injection (Pursley *et al.*, 1995), not all cows have a synchronised ovulation, which typically averages 85% (Santos *et al.*, 2010a), and this number seems to decline when cows are exposed to heat stress because of the supposed deleterious effects of hyperthermia on ovulation (López-Gatius *et al.*, 2005). Furthermore, herds with increased prevalence of *peripartum* diseases have reduced response to synchronisation programmes because of increased prevalence of anovular cows, reduced fertilisation and impaired embryo development, which ultimately leads to smaller P/AI and increased pregnancy loss (Santos *et al.*, 2010b; Ribeiro *et al.*, 2013).

Optimising timed AI programmes

Presynchronisation programmes for first AI postpartum

Response to the Ovsynch protocol improves when cows receive the first injection of GnRH during early dioestrus (Vasconcelos *et al.*, 1999; Bello *et al.*, 2006). Cows treated between days 5 and 9 of the oestrus cycle have increased ovulatory response, and they are more likely to bear a CL when PGF_{2α} is administered and to have a synchronous ovulation in response to the final GnRH (Vasconcelos *et al.*, 1999). Nevertheless, ovulation in response to the initial GnRH depends on the presence of a follicle responsive to LH. Because ~70% of the lactating dairy cows have oestrus cycles with two follicular waves (Townson *et al.*, 2002), treatment with GnRH at random stages of the oestrus cycle only induce ovulation in 50% to 60% of the cows (Bisinotto and Santos, 2012; Ribeiro *et al.*, 2012a). Therefore, pre-synchronisation of the oestrus cycle has been developed to manage first *postpartum* AI such that synchronisation responses and P/AI to the Ovsynch protocol are optimised (Moreira *et al.*, 2001).

The most common method to presynchronise the oestrus cycle of cows before timed AI is the sequential use of two doses of PGF_{2α} administered 14 days apart, and then start the Ovsynch protocol 12 days later (Moreira *et al.*, 2001; El-Zarkouny *et al.*, 2004). This method has become very popular because it improves P/AI in the Ovsynch protocol,

but also offers flexibility to allowing insemination on oestrus on farms that decide not to time-inseminate every cow (Chebel and Santos, 2010). Incorporation of intravaginal controlled internal drug release (CIDR) containing progesterone during presynchronisation did not result in significant changes in fertility (Chebel *et al.*, 2006, Rutigliano *et al.*, 2008). Overall, lactating dairy cows subjected to PGF_{2α}-based presynchronisation programmes had 42% greater odds of becoming pregnant compared with cows that did not receive any presynchronisation before the timed AI protocol (odds ratio (OR) = 1.42, 95% CI = 1.23 to 1.64; Bisinotto and Santos, 2012).

The Presynch programme was originally designed for a 12-day interval between the presynchronisation and the first GnRH of the Ovsynch protocol (Moreira *et al.*, 2001). However, in many farms, convenience prevails and a 14-day interval is used because the PGF_{2α} injections fall on the same day of the week as those of the Ovsynch. However, ovulation in response to GnRH is optimum when cows are in early dioestrus, between days 5 and 9 of the oestrus cycle (Bisinotto and Santos, 2012). Because of that, an interval of 11 days has been suggested as ideal (Galvão *et al.*, 2007), and the Presynch 11 days resulted in increased ovulation to the first GnRH of the timed protocol and improved P/AI compared with the Presynch 14 days (Galvão *et al.*, 2007).

The major limitation of PGF_{2α}-based presynchronisation programmes is the inability to improve fertility in anovular cows, which represent up to 41% of dairy cows at the end of the voluntary waiting period (Walsh *et al.*, 2007; Santos *et al.*, 2009). A potentially more promising system to improve fertility in this subgroup of cows is the incorporation of GnRH during presynchronisation. Accordingly, the use of GnRH in association with PGF_{2α} showed a large benefit increasing P/AI of dairy cows (OR = 1.65, 95% CI = 1.42 to 1.93; Bisinotto and Santos, 2012). In fact, presynchronising the oestrus cycle with a combination of PGF_{2α} and GnRH, a protocol labelled G6G (Bello *et al.*, 2006), improved fertility compared with cows subjected to the timed AI protocol including supplemental progesterone through CIDR insert (Ribeiro *et al.*, 2012a).

A more precise method to presynchronise the oestrus cycle of dairy cows and to induce cyclicity in anovular cows is to use the double Ovsynch programme (Ayres *et al.*, 2013). Three experiments have compared the double Ovsynch with the Presynch–Ovsynch for the management of the first *postpartum* insemination of dairy cows, with two of them showing benefits from using the double Ovsynch in high-producing cows, and one showing no difference between the two programmes in grazing cows. In the first study, synchronising ovulation with the double Ovsynch improved P/AI of primiparous, but not multiparous cows when compared with the Presynch–Ovsynch (Souza *et al.*, 2008). A second and larger study in three high-producing herds demonstrated that the double Ovsynch increased P/AI from 38.2% to 46.3% compared with the Presynch–Ovsynch (Herlihy *et al.*, 2012). Finally, a large study involving three seasonally pasture-based milk production herds resulted in similar

fertility responses when cows were subjected to the double Ovsynch compared with the Presynch–Ovsynch (Ribeiro *et al.*, 2012b). Therefore, if the choice is to subject all cows to timed AI, or if herds have a high prevalence of anovular cows, the programme of choice should be the double Ovsynch protocol for the first *postpartum* insemination. However, in herds in which the prevalence of anovulation is low and producers want flexibility to also inseminate cows in oestrus, then the Presynch–Ovsynch should be considered.

Supplemental progesterone during the timed AI protocol

Exposure to luteal concentrations of progesterone during growth of the dominant follicle influences subsequent establishment of pregnancy. Although the concentration of progesterone that maximises fertility remains to be defined, most high-producing dairy cows are expected to benefit from progesterone supplementation during synchronisation programmes (Bisinotto and Santos, 2012). Cows that lack a CL at the first GnRH of the timed AI programme, which encompasses anovular and cyclic cows treated during proestrus, oestrus or metoestrus, have smaller progesterone concentrations compared with those that bear a CL when the synchronisation protocol is initiated (0.5 v. 3.4 ng/mL; Bisinotto *et al.*, 2013). This cohort represents nearly 30% of all cows subjected to timed AI in dairy farms. Absence of a CL when the timed AI is initiated is a major limitation to high P/AI regardless whether the cow is anovular or not (Bisinotto *et al.*, 2010a). It seems that a minimum of 2.5 to 3.0 ng/mL of progesterone during the Ovsynch protocol is needed for adequate fertility (Denicol *et al.*, 2012; Bisinotto *et al.*, 2013). Even when a CL is present, concentration of plasma progesterone in lactating cows is ~1.5 ng/mL less than that of heifers (Sartori *et al.*, 2004). The reduced concentration of progesterone is thought to be caused by increased splanchnic tissue catabolism of steroids (Wiltbank *et al.*, 2006), and it has been associated with compromised embryo quality (Sartori *et al.*, 2002), which is thought to be one of the reasons for reduced P/AI in lactating dairy cows (Wiltbank *et al.*, 2006).

A systematic review of the literature depicted that the use of a single CIDR containing progesterone administered from the first GnRH to the PGF_{2α} of the timed AI protocol increased P/AI on day 60 after insemination by 17.9% compared with the untreated controls (34.2% v. 29.6%), and the benefit from progesterone supplementation was similar for cows with and those without a CL (Bisinotto *et al.*, 2014). Nevertheless, P/AI for cows without CL treated with a single insert was 10.5% smaller than that of untreated cows that had a CL at the initiation of the timed AI programme (29.0% v. 32.0%). The fact that the incorporation of a single progesterone insert to timed AI programmes improved P/AI in cows that lack a CL at the first GnRH injection, but not to reestablish fertility to the same level as those in dioestrus is likely related to the amount of progesterone released. The CIDR releases ~90 mg of progesterone/day, which increases plasma concentrations in high-producing lactating dairy cows by ~0.8 to 1 ng/mL (Cerri *et al.*, 2009b; Lima *et al.*, 2009b). Bisinotto *et al.* (2013) observed that incorporating

two CIDR inserts during the timed AI protocol for cows without CL increased concentrations in plasma to 2.65 ng/mL and restored fertility similar to that of cows in dioestrus when the timed AI was initiated. Similar findings had been observed by Lima *et al.* (2009b) and Denicol *et al.* (2012). Therefore, when supplemental progesterone has to be used in high-producing cows, it is suggested that benefits to P/AI will be greater when the resulting concentrations of progesterone in blood resemble those of cows in dioestrus and, in some cases, two intravaginal devices are needed to achieve such concentrations.

Altering the period of follicle dominance and optimising ovulatory follicle diameter

Lactating dairy cows presenting oestrus cycles with three waves of follicle growth have better fertility than cows with two-wave cycles (Townson *et al.*, 2002). The ovulatory follicle of cows with three-wave cycles has a shorter period of dominance, and cows with extended follicle dominance usually have reduced fertility (Mihm *et al.*, 1994; Austin *et al.*, 1999; Santos *et al.* 2004). This is likely caused by premature resumption of meiosis by the oocyte originated from follicles having an extended period of dominance (Mihm *et al.*, 1999). In cows inseminated on oestrus, as the interval from emergence of the ovulatory follicle to ovulation increased, P/AI decreased (Bleach *et al.*, 2004). In fact, when we reviewed data from a study by Cerri *et al.* (2009a) for only cows inseminated after detected oestrus, as the interval between induced luteolysis with PGF_{2α} to oestrus increased, the embryo quality decreased (Figure 2).

One method to limit the period of follicle dominance is to reduce the interval between the first GnRH and induced luteolysis from 7 to 5 days (Santos *et al.*, 2010a). In dairy and beef cattle, reducing the interval between the first GnRH to induction of luteolysis with PGF_{2α} from 7 to 5 days decreased the period of development of the antral follicle by 2 days, resulting in increased P/AI (Bridges *et al.*, 2008; Santos *et al.*, 2010a). In addition to reducing follicle dominance, the 5-day protocol resulted in the ovulation of follicles that were ~1.5 mm smaller in diameter (17.1 v. 18.5 mm; Santos *et al.*, 2010a). It has been suggested that P/AI in the Ovsynch

protocol is optimised in high-producing Holstein cows when the ovulatory follicle diameter is neither too small nor too large (Wiltbank *et al.*, 2011). Small follicle diameter does not seem to affect fertility of cows inseminated to oestrus, but excessively large follicles usually decrease P/AI because of extended dominance (Wiltbank *et al.*, 2011). However, for cows inseminated following timed AI, follicle diameter between 15 and 19 mm seems to be ideal (Souza *et al.*, 2007). Unfortunately, the current manipulations of the oestrus cycle still result in large variability in diameter of the ovulatory follicle, partly because of the low ovulation to the initial GnRH and the variable concentrations of progesterone during growth of the pre-ovulatory follicle. Therefore, until new developments occur such that more than 70% of the cows have emergence of a new follicular wave in the first 2 days after the initiation of the timed AI protocol and that high concentrations of progesterone are present until induced luteolysis, it is unlikely to expect consistency in size of the pre-ovulatory follicle of cows subjected to the Ovsynch protocol.

Manipulating the proestrus period and timing of insemination

The success of timed AI programmes is dependent on adequate length of proestrus and proper timing of insemination relative to ovulation. For the standard Ovsynch programme, with 7 days between the initial GnRH and PGF_{2α} administering the final GnRH 56 h after PGF_{2α} and performing AI 16 h later optimised P/AI in dairy cows (Pursley *et al.*, 1998; Brusveen *et al.*, 2008). Conversely, extending the proestrus longer than 56 h and inseminating cows concurrently with the final GnRH is not ideal for P/AI in dairy cows (Serry *et al.*, 2006; Brusveen *et al.*, 2008). Allowing 56 h of proestrus helps in additional growth of the ovulatory follicle and increased exposure to oestradiol (Peters and Pursley, 2003), which is thought to be needed to avoid short oestrus cycles after induced ovulation. On the other hand, for cows subjected to the 5-day timed AI programme, which results in smaller ovulatory follicles and reduced concentrations of oestradiol in the plasma around the time of AI compared with the Ovsynch protocol (Santos *et al.*, 2010a), the length of proestrus should be extended to 72 h (Bisinotto *et al.*, 2010b; Ribeiro *et al.*, 2012b). Therefore, a careful balance involving follicle/oocyte maturation and timing between sperm and oocyte availability must be considered so that optimal fertility can be achieved. Extending the duration of the proestrus during the 5-day timed AI programme compensated for a less optimal interval between induced ovulation and insemination, which allowed for the administration of the final GnRH concurrently with AI at 72 h after PGF_{2α} without rendering P/AI (Bisinotto *et al.*, 2010b).

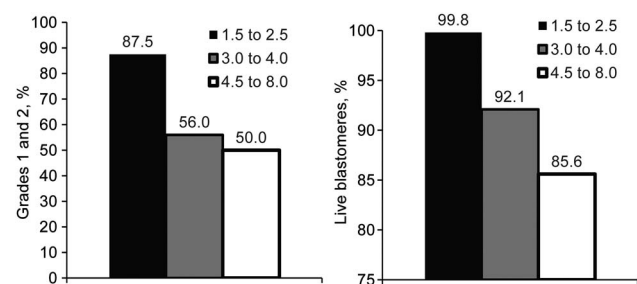


Figure 2 Effect of interval between induced luteolysis with prostaglandin (PG)F_{2α} and oestrus on the embryo quality of dairy cows inseminated following detected oestrus. Intervals represent 1.5 to 2.5, 3.0 to 4.0 and 4.5 to 8.0 days. Embryos were classified according to the International Embryo Transfer Society as percentage of all the embryos as grades 1 (excellent and good) and 2 (fair). Data analysed from Cerri *et al.* (2009b).

Use of timed AI protocols in grazing dairy farms

For many years, the use of timed AI programmes for systematic management of reproduction in dairy farms was focused primarily in confinement herds, usually involving high-producing Holstein cows, and most of the research on

Table 1 Pregnancy per artificial insemination (AI) and pregnancy loss in grazing dairy cows subjected to timed AI for the first postpartum insemination of the breeding season

References	Timed AI protocol ¹	Number of cows	Pregnancy/AI (%) ²	Pregnancy loss (%) ³
Herlihy <i>et al.</i> (2011)	Ovsynch	370	47.0	NR
Herlihy <i>et al.</i> (2011)	Ovsynch with progesterone	383	54.0	NR
McDougall <i>et al.</i> (2010b)	Ovsynch	553	33.9	NR
McDougall <i>et al.</i> (2010b)	Ovsynch with progesterone	551	45.7	NR
McDougall <i>et al.</i> (2010b)	Cosynch	560	39.0	NR
Ribeiro <i>et al.</i> (2011)	Presynch-5-day timed AI	632	49.1	8.1
Ribeiro <i>et al.</i> (2011)	G6G-5-day timed AI	625	49.9	12.9
Ribeiro <i>et al.</i> (2012a)	5-day timed AI with progesterone	178	34.3	14.8
Ribeiro <i>et al.</i> (2012a)	G6G-5-day timed AI	185	45.4	11.9
Ribeiro <i>et al.</i> (2012b)	Presynch-5-day timed AI	872	59.1	11.3
Ribeiro <i>et al.</i> (2012b)	Double Ovsynch-5-day timed AI	882	56.8	7.6
Overall ⁴		5791	48.7	10.1

NR = not reported in the study.

¹Detailed description of the synchronisation protocols used is provided by the respective references.

²Pregnancy per AI based on the first diagnosis of pregnancy reported after the timed insemination.

³Pregnancy loss between the first and the second pregnancy diagnoses reported in three of the five references listed in the table. For those references, the initial pregnancy diagnosis was performed 35 days after timed AI and the second between 65 and 66 days after timed AI.

⁴Results reflect the weighted average based on the number of cows in each experiment.

Ovsynch was generated in the United States. More recently, perhaps because of the acceptance that timed AI results in similar (Chebel *et al.*, 2004) or even better fertility to that observed in cows inseminated after detected oestrus, particularly at the first *postpartum* AI (Gümen *et al.*, 2012), timed AI programmes have also been used to improve insemination rates in pasture-based herds. In fact, implementing timed AI protocols for the first AI in the breeding season improved P/AI compared with insemination following detected oestrus (McDougall, 2010b; Herlihy *et al.*, 2011), and the benefits were observed in cyclic and anovular cows (McDougall, 2010b).

Ribeiro *et al.* (2011, 2012a and 2012b) conducted a series of experiments evaluating different methods of timed AI in grazing cows supplemented with concentrates and producing ~6500 kg of milk/lactation. In those studies, it was clear that presynchronising the oestrus cycle before subjecting cows to timed AI improved P/AI (Ribeiro *et al.*, 2012a; Table 1). The benefits of presynchronisation compared with using an intravaginal insert during the protocol was attributed to an increased proportion of cows with a CL on the 1st day of the timed AI programme and increased ovulatory response to the initial GnRH treatment. In all studies reported by Ribeiro *et al.* (2011, 2012a and 2012b), the 5-day timed AI protocol was utilised in an attempt to reduce the period of follicle dominance and the diameter of the pre-ovulatory follicle.

A summary of fertility responses of grazing cows subjected to timed AI protocols based on GnRH and PGF_{2α} with or without supplemental progesterone, from recently published studies is presented in Table 1. P/AI varied with experiment, and it was less when cows had not been presynchronised or when the study focused on the subpopulations of cows with high prevalence of anovulation (McDougall, 2010b). Nevertheless, an overall 48.7% of the cows became pregnant to the first insemination performed on day 1 of the breeding season.

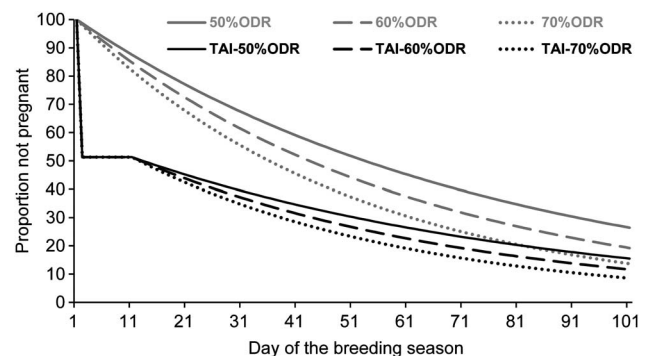


Figure 3 Survival curves for interval from the beginning of the breeding season to pregnancy when cows are inseminated only after detected oestrus or using timed artificial insemination (TAI) for first artificial insemination (AI), and then followed by the detection of oestrus. In both the breeding programmes, pregnancy per AI was assumed to be 48.7% for all inseminations. Three oestrus detection rates (ODR) were used to result in 50%, 60% and 70% of the eligible cows inseminated at each 21-day period in the breeding season. A total of 100 days of breeding was used. For TAI, no cow was assumed to return to oestrus until day 11 after the first insemination. The median days to pregnancy and respective proportion pregnant at the end of the season were: 50%ODR = 52 days and 73.6%; 60%ODR = 42 days and 80.8%; 70%ODR = 35 days and 86.3%; TAI-50%ODR = 12 days and 84.5%; TAI-60%ODR = 12 days and 88.4%; TAI-70%ODR = 12 days and 91.5%.

This is important as having half of the cows pregnant on the 1st day of mating facilitates management and assures economic sustainability of the farm (McDougall and Compton, 2006).

We modelled the interval to pregnancy for 100-day breeding season, assuming 50%, 60% or 70% oestrus detection rate (i.e. 50%, 60% or 70% of eligible cows are inseminated at each 21-day interval of the breeding season), and incorporating timed AI for the first insemination on day 1 of breeding (Figure 3). It was assumed that P/AI would be the same for all breeding programmes and all inseminations, the same 48.7% observed in Table 1. It was also assumed that

for programmes using timed AI for first insemination, no cow would return to oestrus until day 11 after the initial breeding. Clearly, improving oestrus detection rate is important to increase the proportion of cows pregnant early in the breeding period. As detection of oestrus increased from 50% to 70%, the median days to pregnancy decreased from 52 to 35. Nevertheless, implementing timed AI for first insemination was superior in all scenarios evaluated, even when for timed AI the follow-up oestrus detection rate was only 50% (median days to pregnancy = 12) compared with 70% oestrus detection for cows inseminated only on oestrus (median days to pregnancy = 35).

In pasture-based milk production herds, particularly those using seasonal grazing with a pre-established breeding season, it is critical for cows to be inseminated early in the breeding period because of the subsequent impacts on cow survival and fertility in the subsequent mating seasons. Cows that become pregnant early in the breeding season and to AI, as opposed to natural service, as commonly used in many grazing systems at the end of the season, are more profitable (McDougall and Compton, 2006). In New Zealand, becoming pregnant early in the mating season assures a longer lactation that has marked effects on production and profitability (McDougall and Compton, 2006). In fact, the advantages of using timed AI for management of first insemination of grazing cows are similar to those observed with high-producing cows under confinement systems (Ribeiro *et al.*, 2012c). The latter are known to benefit from timed AI because of issues with the detection of oestrus.

Conclusion

Manipulation of the oestrus cycle to improve insemination rates continues to be an area of major interest and of active research. Timed AI has become an integral component of reproductive management in many dairy herds because of challenges with the detection of oestrus either because of poor expression of oestrus by cows or the inability of systems in place to identify these animals in oestrus. Despite decades of research and numerous studies, timed AI protocols based on GnRH and PGF_{2α} have limitations on the ability to synchronise the emergence of follicle growth, to induce complete CL regression and to have an ovulation at a predictable time to optimise fertility. In most cases, <60% of the cows experience all these pre-requisites for high fertility. Advantage should be taken to optimise pregnancy at the first *postpartum* insemination because of the ability to presynchronise the oestrus cycle and improve cow fertility with timed AI programmes. Unfortunately, until new technologies for hormone formulation and delivery become available, improvements in synchrony of follicle growth, luteal regression and ovulation will require additional interventions that might make these programmes less practical or acceptable by producers. It is clear that current and future research need to focus on target groups of cows, such as anovular cows and cows with less than optimal follicle competence and steroid concentrations to maximise response to treatments. Nevertheless, additional

gains in fertility after insemination are unlikely to occur with only hormonal manipulation of the oestrous cycle and will require a more holistic approach to reproduction, integrating improvements in *peripartum* cow health and nutrition.

Acknowledgement

Research conducted by the authors was partially supported by grants from the Southeast Milk Check-Off Dairy Research and Education Projects, Merck Animal Health (Summit, NJ), and Zoetis (Madison, NJ).

References

- Allrich RD 1994. Endocrine and neural control of estrus in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 77, 2738–2744.
- Austin EJ, Mihm M, Ryan MP, Williams DH and Roche JF 1999. Effect of duration of dominance of the ovulatory follicle on onset of estrus and fertility in heifers. *Journal of Animal Sciences* 77, 2219–2226.
- Ayres H, Ferreira RM, Cunha AP, Araújo RR and Wiltbank MC 2013. Double-Ovsynch in high-producing dairy cows: effects on progesterone concentrations and ovulation to GnRH treatments. *Theriogenology* 79, 159–164.
- Bello NM, Steibel JP and Pursley JR 2006. Optimizing ovulation to first GnRH improved outcomes to each hormonal injection of Ovsynch in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89, 3413–3424.
- Bisinotto RS and Santos JEP 2012. The use of endocrine treatments to improve pregnancy rates in cattle. *Reproduction Fertility and Development* 24, 258–266.
- Bisinotto RS, Chebel RC and Santos JEP 2010a. Follicular wave of the ovulatory follicle and not cyclic status influences fertility of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93, 3578–3587.
- Bisinotto RS, Martinez N, Sinedino LDP, Gomes GC, Greco LF, Thatcher WW and Santos JEP 2014. Effects of progesterone supplementation on reproductive responses in dairy cows subjected to timed AI programs: a meta-analysis. *Journal of Dairy Science* 97 (suppl. 1), (in press (abstract)).
- Bisinotto RS, Ribeiro ES, Martins LT, Marsola RS, Greco LF, Favoreto MG, Risco CA, Thatcher WW and Santos JEP 2010b. Effect of interval between induction of ovulation and artificial insemination (AI) and supplemental progesterone for resynchronization on fertility of dairy cows subjected to a 5-d timed AI program. *Journal of Dairy Science* 93, 5798–5808.
- Bisinotto RS, Ribeiro ES, Lima FS, Martinez N, Greco LF, Barbosa LF, Bueno PP, Scagion LF, Thatcher WW and Santos JEP 2013. Targeted progesterone supplementation improves fertility in lactating dairy cows without a corpus luteum at the initiation of the timed artificial insemination protocol. *Journal of Dairy Science* 96, 2214–2225.
- Bleach ECL, Glencross RG and Knight PG 2004. Association between ovarian follicle development and pregnancy rates in dairy cows undergoing spontaneous oestrous cycle. *Reproduction* 127, 621–629.
- Bridges GA, Helser LA, Grum DE, Mussard ML, Gasser CL and Day ML 2008. Decreasing the interval between GnRH and PGF_{2α} from 7 to 5 days and lengthening proestrus increases timed-AI pregnancy rates in beef cows. *Theriogenology* 69, 843–851.
- Brusveen DJ, Cunha AP, Silva CD, Cunha PM, Sterry RA, Silva EPB, Guenther JN and Wiltbank MC 2008. Altering the time of the second gonadotropin-releasing hormone injection and artificial insemination (AI) during Ovsynch affects pregnancies per AI in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91, 1044–1052.
- Caraviello DZ, Weigel KA, Fricke PM, Wiltbank MC, Florent MJ, Cook NB, Nordlund KV, Zwald NR and Rawson CL 2006. Survey of management practices on reproductive performance of dairy cattle on large US commercial farms. *Journal of Dairy Science* 89, 4723–4735.
- Cerri RL, Rutigliano HM, Chebel RC and Santos JEP 2009a. Period of dominance of the ovulatory follicle influences embryo quality in lactating dairy cows. *Reproduction* 137, 813–823.
- Cerri RLA, Rutigliano HM, Bruno RGS and Santos JEP 2009b. Progesterone concentration, follicular development and induction of cyclicity in dairy cows receiving intravaginal progesterone inserts. *Animal Reproduction Science* 110, 56–70.
- Chebel RC and Santos JEP 2010. Effect of inseminating cows in estrus following a presynchronization protocol on reproductive and lactation performances. *Journal of Dairy Science* 93, 4632–4643.

- Chebel RC, Santos JEP, Cerri RLA, Rutigliano HM and Bruno RGS 2006. Reproduction in dairy cows following progesterone insert presynchronization and resynchronization protocols. *Journal of Dairy Science* 89, 4205–4219.
- Chebel RC, Santos JEP, Reynolds JP, Cerri RLA, Juchem SO and Overton M 2004. Factors affecting conception rate after insemination and pregnancy loss in lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science* 84, 239–255.
- Denicol AC, Lopes G Jr, Mendonça LG, Rivera FA, Guagnini F, Perez RV, Lima JR, Bruno RG, Santos JEP and Chebel RC 2012. Low progesterone concentration during the development of the first follicular wave reduces pregnancy per insemination of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95, 1794–1806.
- De Vries A 2006. Economic value of pregnancy in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 89, 3876–3885.
- El-Zarkouny SZ, Cartmill JA, Hensley BA and Stevenson JS 2004. Pregnancy in dairy cows after synchronized ovulation regimens with or without presynchronization and progesterone. *Journal of Dairy Science* 87, 1024–1037.
- Galvão KN, Sá Filho MF and Santos JEP 2007. Reducing the interval from presynchronization to initiation of timed artificial insemination improves fertility in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90, 4212–4218.
- Giordano JO, Wiltbank MC, Fricke PM, Bas S, Pawlisch R, Guenther JN and Nascimento AB 2013. Effect of increasing GnRH and PGF_{2α} dose during double-Ovsynch on ovulatory response, luteal regression, and fertility of lactating dairy cows. *Theriogenology* 80, 773–783.
- Gümen A, Keskin A, Yilmazbas-Mecitoglu G, Karakaya E, Alkan A, Okut H and Wiltbank MC 2012. Effect of presynchronization strategy before Ovsynch on fertility at first service in lactating dairy cows. *Theriogenology* 78, 1830–1838.
- Herlihy MM, Berry DP, Crowe MA, Diskin MG and Butler ST 2011. Evaluation of protocols to synchronize estrus and ovulation in seasonal calving pasture-based dairy production systems. *Journal of Dairy Science* 94, 4488–4501.
- Herlihy MM, Giordano JO, Souza AH, Ayres H, Ferreira RM, Keskin A, Nascimento AB, Guenther JN, Gaska JM, Kacuba SJ, Crowe MA, Butler ST and Wiltbank MC 2012. Presynchronization with double-Ovsynch improves fertility at first postpartum artificial insemination in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95, 7003–7014.
- Lane EA, Austin EJ and Crowe MA 2008. Oestrous synchronisation in cattle – current options following the EU regulations restricting use of oestrogenic compounds in food producing animals: a review. *Animal Reproduction Science* 109, 1–16.
- Lima FS, De Vries A, Risco CA, Santos JEP and Thatcher WW 2010. Economic comparison of natural service and timed artificial insemination breeding programs in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 93, 4404–4413.
- Lima FS, Risco CA, Thatcher MJ, Benzaquen ME, Archbald LF, Santos JEP and Thatcher WW 2009a. Comparison of reproductive performance in lactating dairy cows bred by natural service or timed artificial insemination. *Journal of Dairy Science* 92, 5456–5466.
- Lima JR, Rivera FA, Narciso CD, Oliveira R, Chebel RC and Santos JEP 2009b. Effect of increasing amounts of supplemental progesterone in a timed artificial insemination protocol on fertility of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 92, 5436–5446.
- López-Gatiús F, Lopez Bejar M, Fenech M and Hunter RHF 2005. Ovulation failure and double ovulation in dairy cattle: risk factors and effects. *Theriogenology* 63, 1298–1307.
- Lopez H, Satter LE and Wiltbank MC 2004. Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science* 81, 209–223.
- Macmillan KL and Thatcher WW 1991. Effects of an agonist of gonadotropin-releasing hormone on ovarian follicles in cattle. *Biology of Reproduction* 45, 883–889.
- McDougall S 2010a. Comparison of diagnostic approaches and a cost benefit analysis of different diagnostic approaches and treatments of anoestrous dairy cows. *New Zealand Veterinary Journal* 58, 81–89.
- McDougall S 2010b. Effects of treatment of anoestrous dairy cows with gonadotropin-releasing hormone, prostaglandin, and progesterone. *Journal of Dairy Science* 93, 1944–1959.
- McDougall S and Compton C 2006. Reproductive performance in the subsequent lactation of dairy cows previously treated for failure to be detected in oestrus. *New Zealand Veterinary Journal* 54, 132–140.
- McDougall S, Rhodes FM and Verkerk G 2005. Pregnancy loss in dairy cattle in the Waikato region of New Zealand. *New Zealand Veterinary Journal* 53, 279–287.
- Mihm M, Baguisi A, Boland MP and Roche JF 1994. Association between the duration of dominance of the ovulatory follicle and pregnancy rate in beef heifers. *Journal of Reproduction and Fertility* 102, 123–130.
- Mihm M, Curran N, Hyttel P, Knight PG, Boland MP and Roche JF 1999. Effect of dominant follicle persistence on follicular fluid oestradiol and inhibin and on oocyte maturation in heifers. *Journal of Reproduction and Fertility* 116, 293–304.
- Moreira F, Orlandi C, Risco CA, Mattos R, Lopes F and Thatcher WW 2001. Effects of presynchronization and bovine somatotropin on pregnancy rates to a timed artificial insemination protocol in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 84, 1646–1659.
- Peters MW and Pursley JR 2003. Timing of final GnRH of the Ovsynch protocol affects ovulatory follicle size, subsequent luteal function, and fertility in dairy cows. *Theriogenology* 60, 1197–1204.
- Pursley JR, Mee MO and Wiltbank MC 1995. Synchronization of ovulation in dairy cows using PGF_{2α} and GnRH. *Theriogenology* 44, 915–923.
- Pursley JR, Kosorok MR and Wiltbank MC 1997. Reproductive management of lactating dairy cows using synchronization of ovulation. *Journal of Dairy Science* 80, 301–306.
- Pursley JR, Silcox RW and Wiltbank MC 1998. Effect of time of artificial insemination on pregnancy rates, calving rates, pregnancy loss, and gender ratio after synchronization of ovulation in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 81, 2139–2144.
- Ribeiro ES, Cerri RL, Bisinotto RS, Lima FS, Silvestre FT, Greco LF, Thatcher WW and Santos JEP 2011. Reproductive performance of grazing dairy cows following presynchronization and resynchronization protocols. *Journal of Dairy Science* 94, 4984–4996.
- Ribeiro ES, Galvão KN, Thatcher WW and Santos JEP 2012c. Economic aspects of applying reproductive technologies to dairy herds. *Animal Reproduction* 9, 370–387.
- Ribeiro ES, Bisinotto RS, Favoreto MG, Martins LT, Cerri RLA, Silvestre FT, Greco LF, Thatcher WW and Santos JEP 2012a. Fertility in dairy cows following pre-synchronization and administering twice the luteolytic dose of prostaglandin F_{2α} as one or two injections in the 5-day timed artificial insemination protocol. *Theriogenology* 78, 273–284.
- Ribeiro ES, Monteiro AP, Lima FS, Ayres H, Bisinotto RS, Favoreto M, Greco LF, Marsola RS, Thatcher WW and Santos JEP 2012b. Effects of presynchronization and length of proestrus on fertility of grazing dairy cows subjected to a 5-day timed artificial insemination protocol. *Journal of Dairy Science* 95, 2513–2522.
- Ribeiro ES, Lima FS, Greco LF, Bisinotto RS, Monteiro APA, Favoreto M, Ayres H, Marsola RS, Martinez N, Thatcher WW and Santos JEP 2013. Prevalence of periparturient diseases and effects on fertility of seasonally calving grazing dairy cows supplemented with concentrates. *Journal of Dairy Science* 96, 5682–5697.
- Rivera F, Narciso C, Oliveira R, Cerri RLA, Correa-Calderón A, Chebel RC and Santos JEP 2010. Effect of bovine somatotropin (500 mg) administered at ten-day intervals on ovulatory responses, expression of estrus, and fertility in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93, 1500–1510.
- Rutigliano HM, Lima FS, Cerri RL, Greco LF, Vilela JM, Magalhães V, Silvestre FT, Thatcher WW and Santos JEP 2008. Effects of method of presynchronization and source of selenium on uterine health and reproduction in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 91, 3323–3336.
- Saacke RG 2008. Insemination factors related to timed AI in cattle. *Theriogenology* 70, 479–484.
- Santos JEP, Rutigliano HM and Sá Filho MF 2009. Risk factors for resumption of postpartum estrous cycles and embryonic survival in lactating dairy cows. *Animal Reproduction Science* 110, 207–221.
- Santos JE, Thatcher WW, Chebel RC, Cerri RL and Galvão KN 2004. The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. *Animal Reproduction Science* 82–83, 513–535.
- Santos JEP, Narciso CD, Rivera F, Thatcher WW and Chebel RC 2010a. Effect of reducing the period of follicle dominance in a timed AI protocol on reproduction of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 93, 2976–2988.
- Santos JEP, Bisinotto RS, Ribeiro ES, Lima FS, Greco LF, Staples CR and Thatcher WW 2010b. Applying nutrition and physiology to improve reproduction in dairy cattle. *Society of Reproduction and Fertility Supplement* 67, 387–403.
- Sartori R, Haughian JM, Shaver RD, Rosa GJ and Wiltbank MC 2004. Comparison of ovarian function and circulating steroids in estrous cycles of Holstein heifers and lactating cows. *Journal of Dairy Science* 87, 905–920.
- Sartori R, Sartor-Bergfelt R, Mertens SA, Guenther JN, Parrish JJ and Wiltbank MC 2002. Fertilization and early embryonic development in heifers and lactating cows in summer and lactating and dry cows in winter. *Journal of Dairy Science* 85, 2803–2812.

- Souza AH, Ayres H, Ferreira RM and Wiltbank MC 2008. A new pre-synchronization system (double-Ovsynch) increases fertility at first postpartum timed AI in lactating dairy cows. *Theriogenology* 70, 208–215.
- Souza AH, Silva-Del-Rio N, Batista EOS, VerBoort B, Baruselli PS and Ross PJ 2014. Benchmarking reproductive efficiency in commercial dairy herds in California. *Journal of Dairy Science* 97 (suppl. 1), (in press (abstract)).
- Souza AH, Gumen A, Silva EPB, Cunha AP, Guenther JN, Peto CM, Caraviello DZ and Wiltbank MC 2007. Supplementation with estradiol-17 β before the last gonadotropin-releasing hormone injection of the Ovsynch protocol in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90, 4623–4634.
- Sterry RA, Welle ML and Fricke PM 2006. Effect of interval from timed artificial insemination to initiation of resynchronization of ovulation on fertility of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89, 2099–2109.
- Tenhagen BA, Drillich M, Surholt R and Heuwieser W 2004. Comparison of timed AI after synchronized ovulation to AI at estrus: reproductive and economic considerations. *Journal of Dairy Science* 87, 85–94.
- Thatcher WW, de la Sota RL, Schmitt EJ, Diaz TC, Badinga L, Simmen FA, Staples CR and Drost M 1996. Control and management of ovarian follicles in cattle to optimize fertility. *Reproduction Fertility and Development* 8, 203–217.
- Townson DH, Tsang PC, Butler WR, Frajblat M, Griel LC Jr, Johnson CJ, Milvae RA, Niksic GM and Pate JL 2002. Relationship of fertility to ovarian follicular waves before breeding in dairy cows. *Journal of Animal Sciences* 80, 1053–1058.
- Vailes LD and Britt JH 1990. Influence of footing surface on mounting and other sexual behaviors of estrual Holstein cows. *Journal of Animal Sciences* 68, 2333–2339.
- Vasconcelos JLM, Silcox RW, Rosa GJ, Pursley JR and Wiltbank MC 1999. Synchronization rate, size of the ovulatory follicle, and pregnancy rate after synchronization of ovulation beginning on different days of the estrous cycle in lactating dairy cows. *Theriogenology* 52, 1067–1078.
- Walsh RB, Kelton DF, Duffield TF, Leslie KE, Walton JS and LeBlanc SJ 2007. Prevalence and risk factors for postpartum anovulatory condition in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90, 315–324.
- Wiltbank MC and Pursley JR 2014. The cow as an induced ovulator: timed AI after synchronization of ovulation. *Theriogenology* 81, 170–185.
- Wiltbank MC, Lopez H, Sartori R, Sangsritavong S and Gümen A 2006. Changes in reproductive physiology of lactating dairy cows due to elevated steroid metabolism. *Theriogenology* 65, 17–29.
- Wiltbank MC, Sartori R, Herlihy MM, Vasconcelos JL, Nascimento AB, Souza AH, Ayres H, Cunha AP, Keskin A, Guenther JN and Gumen A 2011. Managing the dominant follicle in lactating dairy cows. *Theriogenology* 76, 1568–1582.
- Yániz JL, Santolaria P, Giribet A and López-Gatius F 2006. Factors affecting walking activity at estrus during postpartum period and subsequent fertility in dairy cows. *Theriogenology* 66, 1943–1950.

Rentabilidade da pecuária: somos competitivos?



 **agro.consult**
consultoria e projetos

 **MSD**
Saúde Animal

MAURÍCIO PALMA NOGUEIRA
engenheiro agrônomo

07/08/2014
Londrina - PR

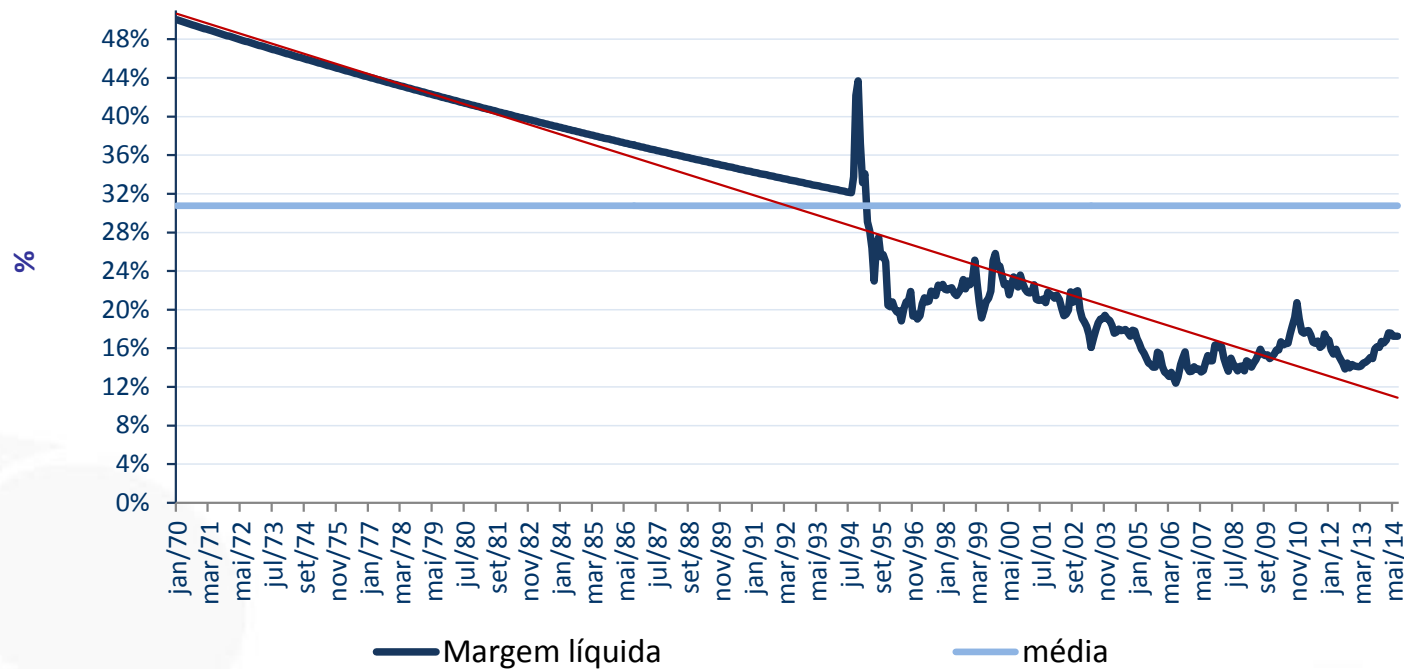


Área para a agricultura – Por que a pecuária perde?

- Dependendo da região, e da possibilidade de realizar a segunda safra, rentabilidade de R\$700,00 a R\$1.200,00/ha/ano com soja e milho
- Em média de média de anos bons e ruins fica entre R\$500,00 a R\$600,00/ha/ano
- Na média, de anos iniciais e até a maturação do projeto, os arrendamentos para produtores de grãos rendem cerca de R\$500,00 a R\$700,00 /ha/ano.
- Arrendamento para cana-de-açúcar e reflorestamento também atingem rentabilidade média de R\$600,00 – R\$800,00/ha/ano.
- **Média nacional de lucro na pecuária de corte (Ciclo Completo) em 2014 será de R\$60 a 90/ha/ano**

Rentabilidade – Empobrecimento do pecuarista

Evolução das margens líquidas por arroba negociada na pecuária

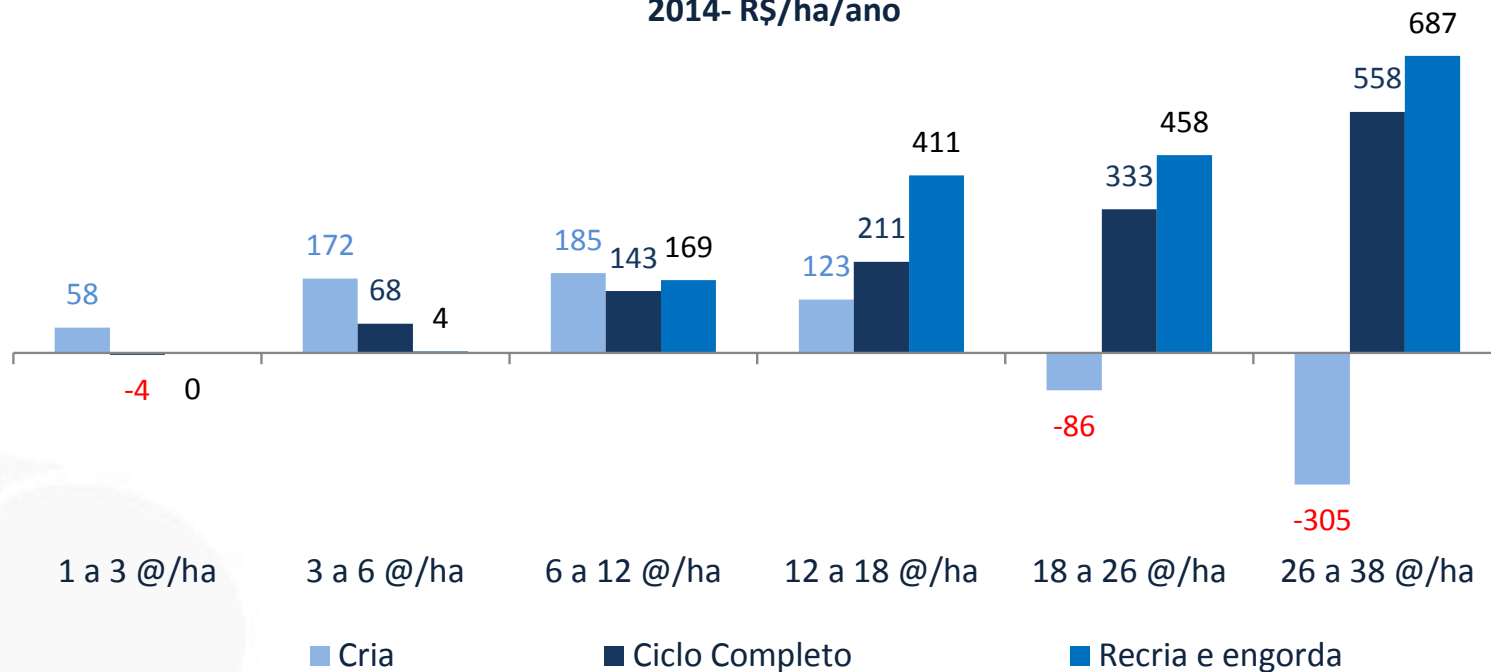


Fonte: Agroconsult, IEA, Cepea

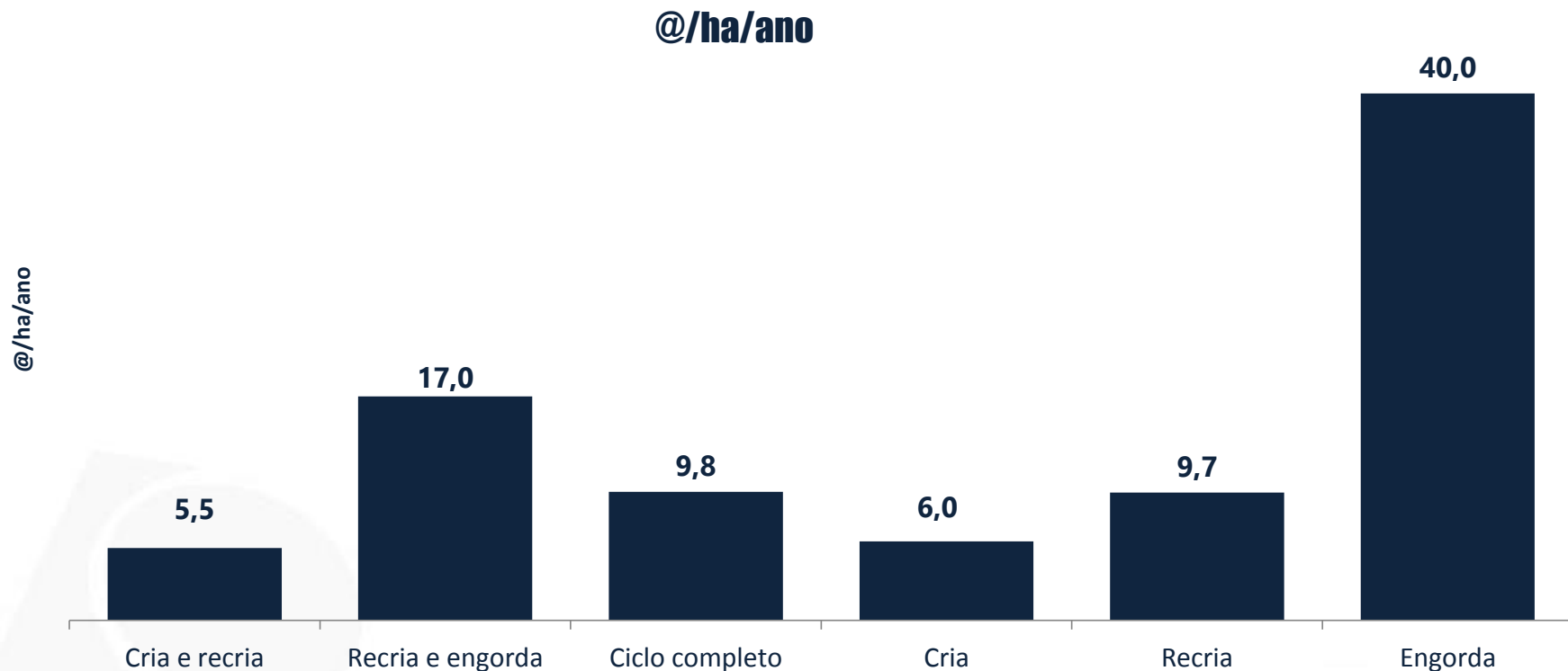
***Qual é o melhor negócio?
Pecuária ou agricultura?***

Rentabilidade – Atividades em seis níveis de tecnologia

Análise de lucro operacional/ha por atividade e por nível de tecnologia
2014- R\$/ha/ano

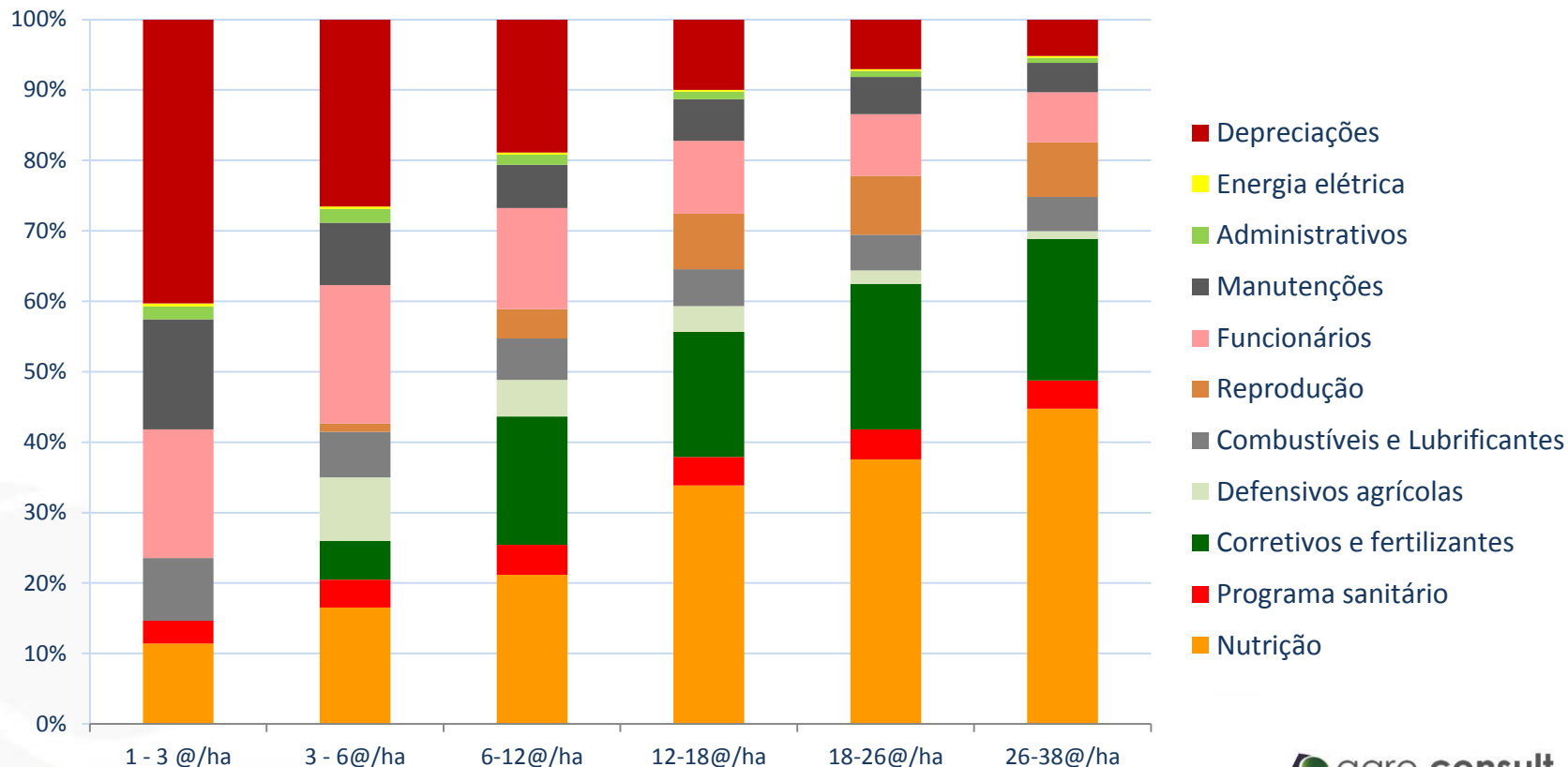


Produtividade – Média por atividade Rally da Pecuária 2014



Fonte: Rally da Pecuária / Agroconsult

Composição dos custos – base no ciclo completo



***Vamos entender porque a
pecuária está atrasada?!?***

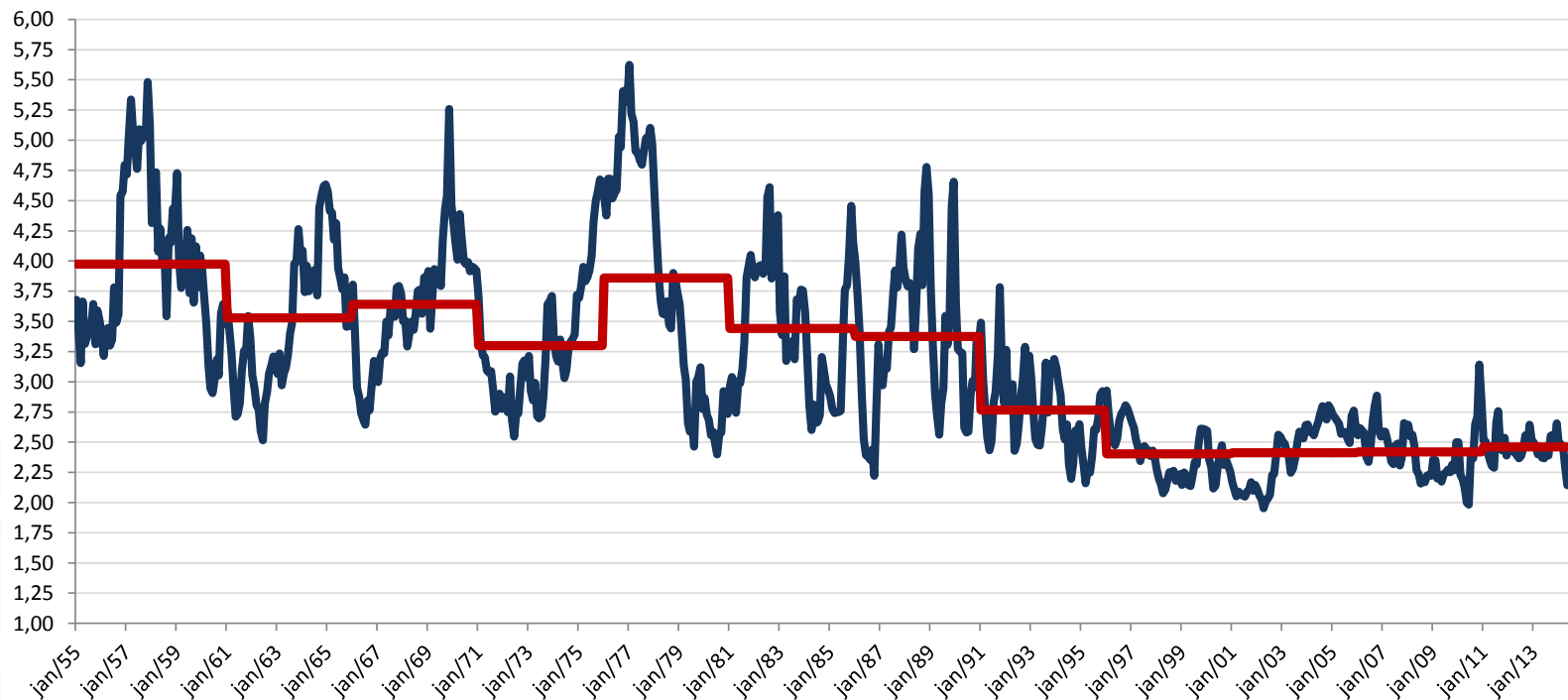
Pecuária de corte – Passado e futuro

Conhecer e compreender a história é fundamental para o planejamento e construção do futuro

- ➔ **A pecuária de corte nunca precisou de desmatamento; foi o desmatamento que precisou da pecuária de corte.** O processo de avanço sobre a fronteira brasileira desequilibrou o mercado de bezerros por quase 5 décadas. O mercado ainda busca o equilíbrio.
- ➔ **Demanda por proteína de origem animal no mundo, e no Brasil, é crescente.** A oportunidade de ampliar a importância no mercado é real e depende apenas dos brasileiros.
- ➔ **Dificuldade de produzir carne bovina**, apontado por ambientalistas radicais como motivos para não produzi-la, **é, na verdade, a maior vantagem competitiva da pecuária brasileira.** O setor precisa virar o “jogo” e começar a usar a realidade a seu favor

Tecnologia – Por que o atraso diante da agricultura?

Bezerros / Boi gordo de acordo com peso médio da carcaça



Tecnologia – Por que o atraso diante da agricultura?

Período avaliado	Diferença entre o preço da arroba do bezerro sobre a arroba do boi gordo - em %
Década de 1950	-30,12%
Década de 1960	-22,79%
Década de 1970	-20,46%
Década de 1980	-18,16%
Década de 1990	7,83%
Década de 2000	22,14%
De 2011 em diante	20,22%

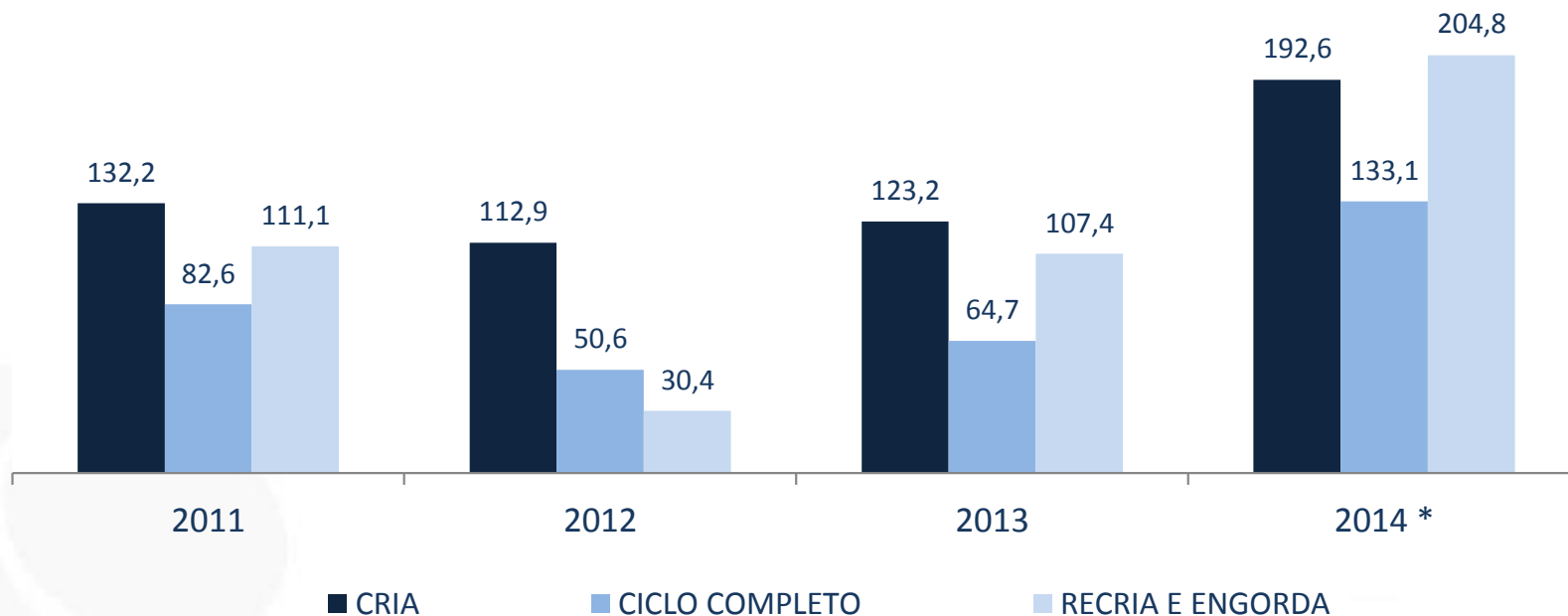
2012	16,91%
2013	19,55%
2014	25,67%

Média histórica	-7,09%
-----------------	--------

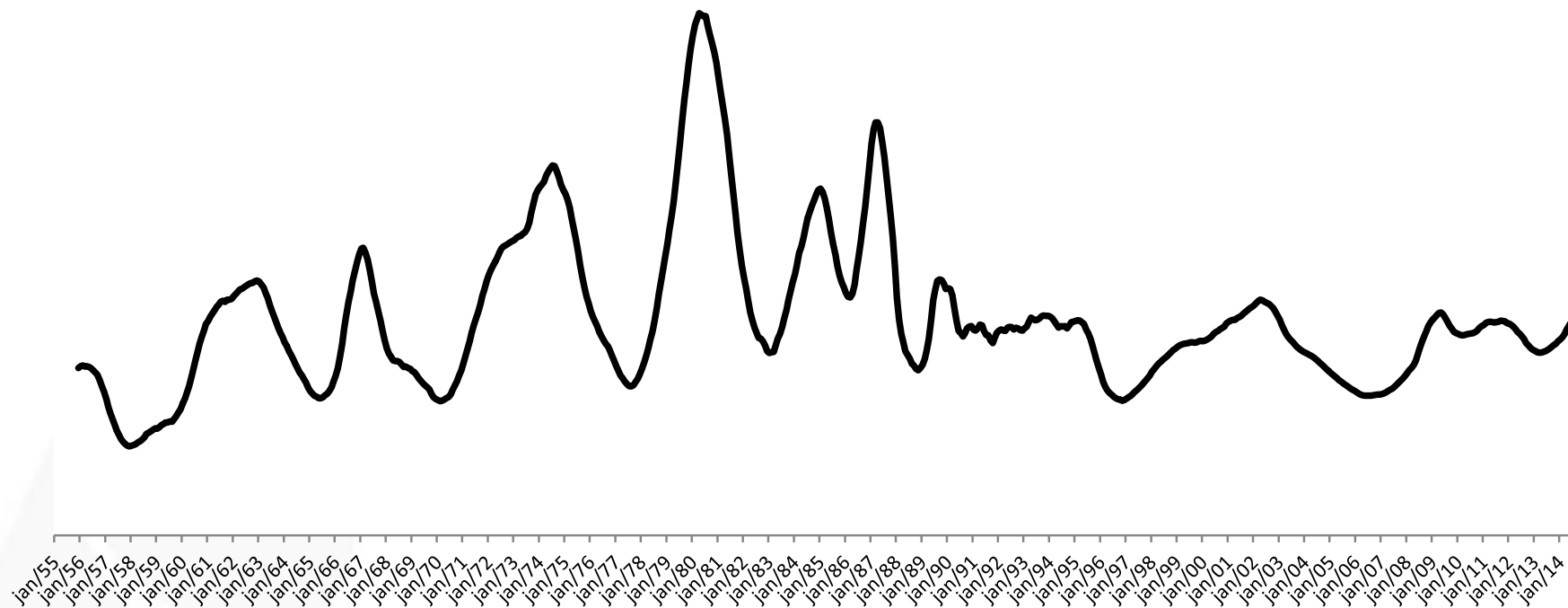
E a cria vai andar ou não?

Rentabilidade – Por média de produtividade

Resultados operacionais - R\$/ha/ano



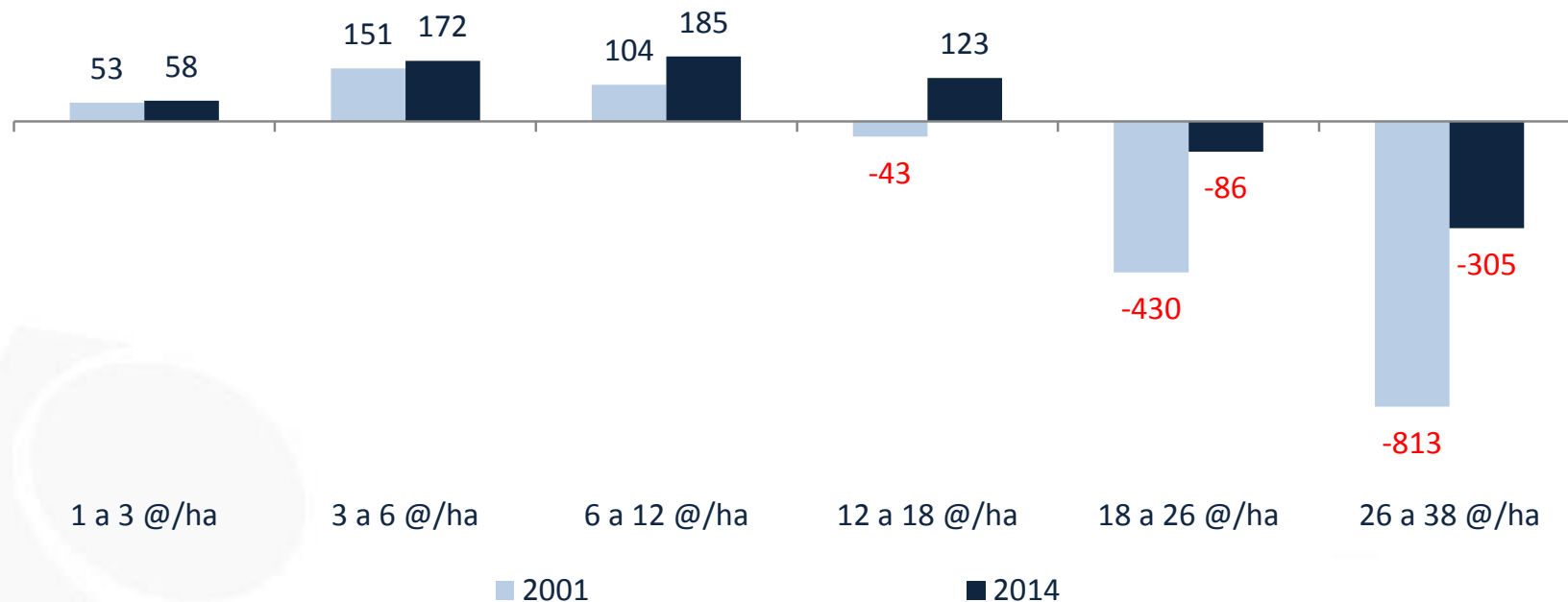
Ciclo pecuário – suavizando????



Fonte: Agroconsult

Cria – Vem aumentando espaço para implementar tecnologia

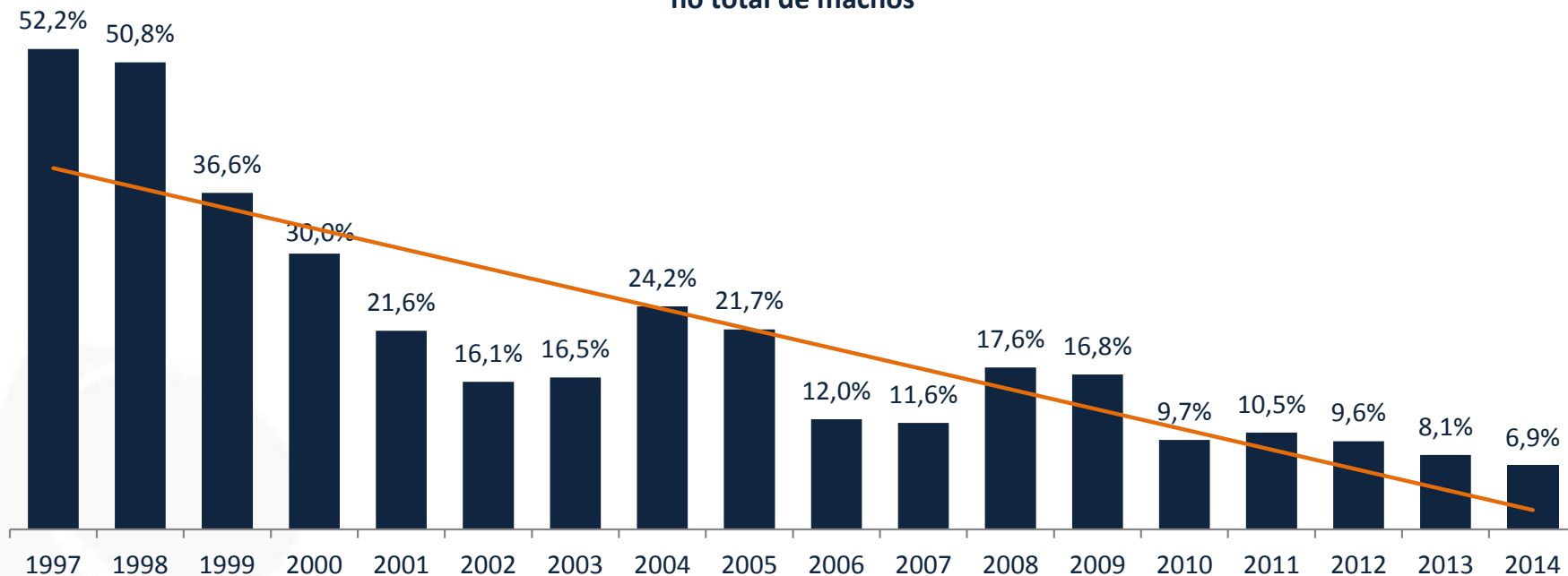
Análise de lucro operacional/ha por nível de tecnologia
2001 e projeção para 2014 - R\$/ha/ano



Sinais do aumento de produtividade

Pecuária de corte – Idade de abate em queda

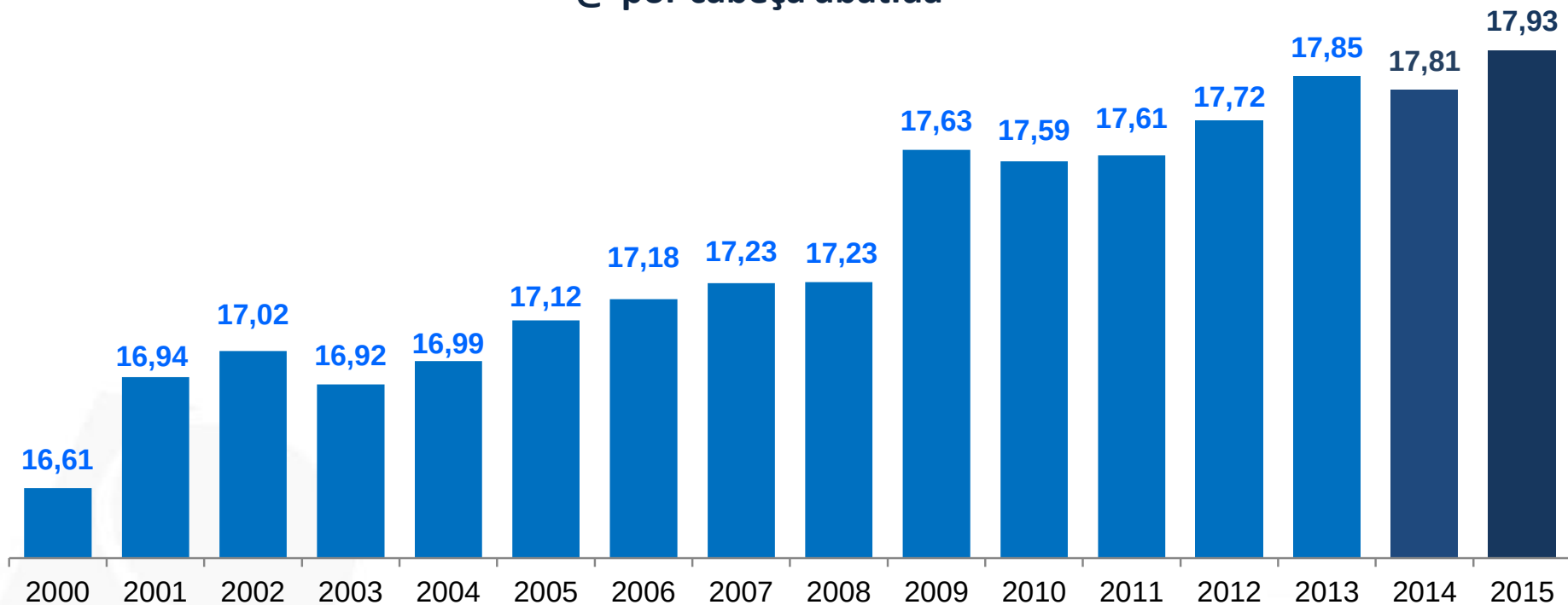
Porcentagem de bois (não inclui touros) terminados com mais de 36 meses
no total de machos



Fonte: Agroconsult

Peso dos machos – Mais novos e mais pesados

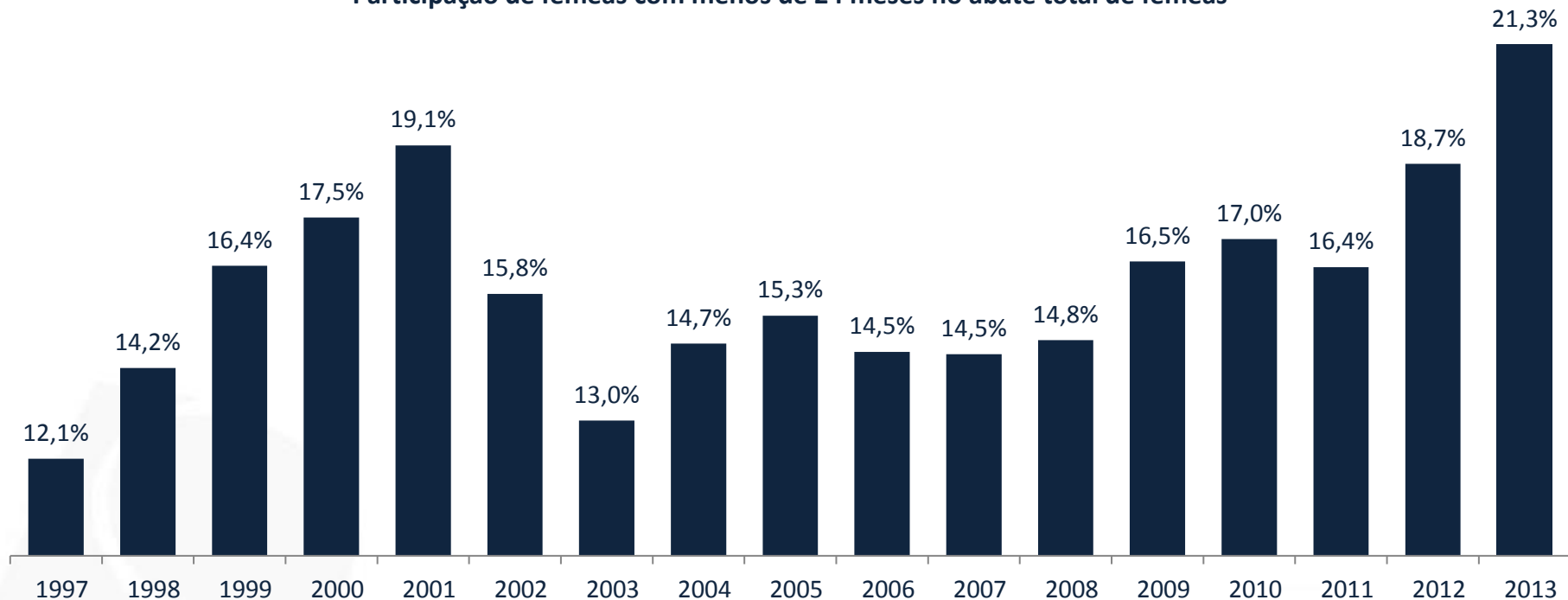
@ por cabeça abatida



Fonte: Agroconsult, IBGE

Pecuária de corte – Idade de abate em queda

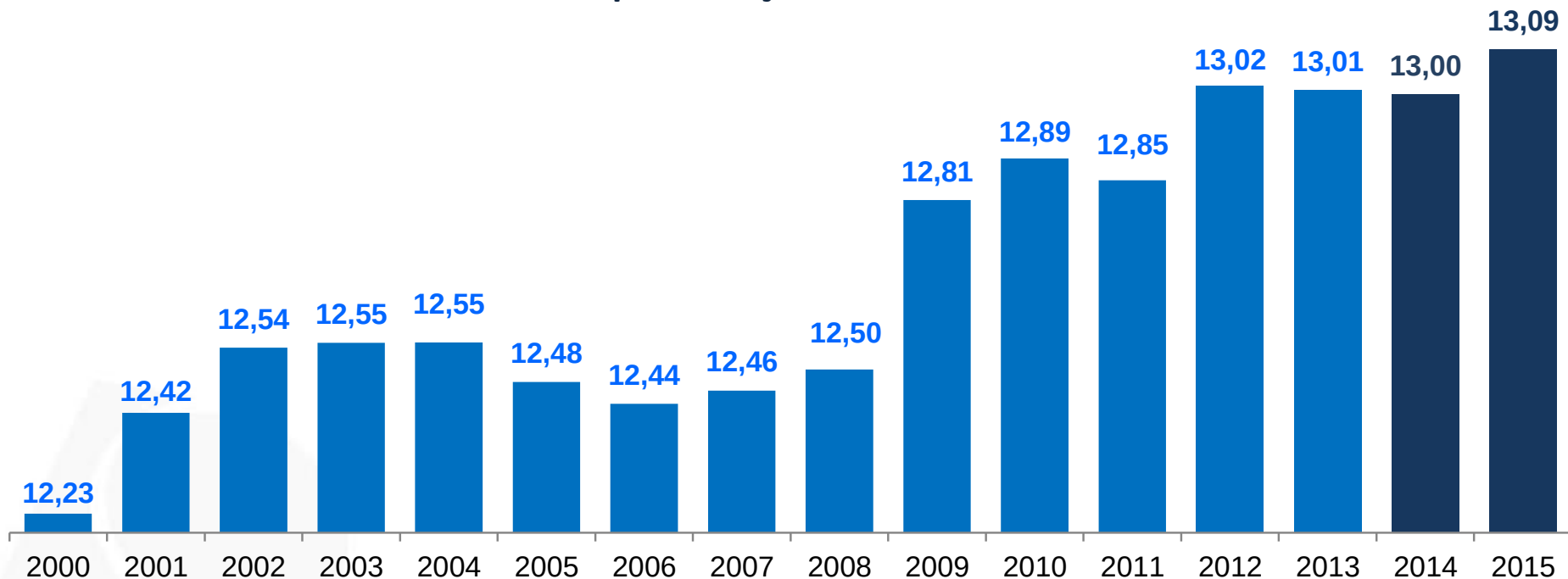
Participação de fêmeas com menos de 24 meses no abate total de fêmeas



Fonte: Agroconsult, IBGE

Peso das fêmeas – Mais novas e mais pesadas

@ por cabeça abatida



Fonte: Agroconsult, IBGE

Correção e fertilização do solo – Rally da Pecuária 2014

45% dos produtores corrigem e fertilizam pastagens

33% dos produtores fertilizam mais de 16% da área ao ano

Em média, os pecuaristas da amostra fertilizam 13% de suas áreas

7,8% da área é corrigida na formação ou reforma da área

13% da área recebe corretivos ou fertilizantes ao ano

4,7% da área recebe corretivos ou fertilizantes todos os anos

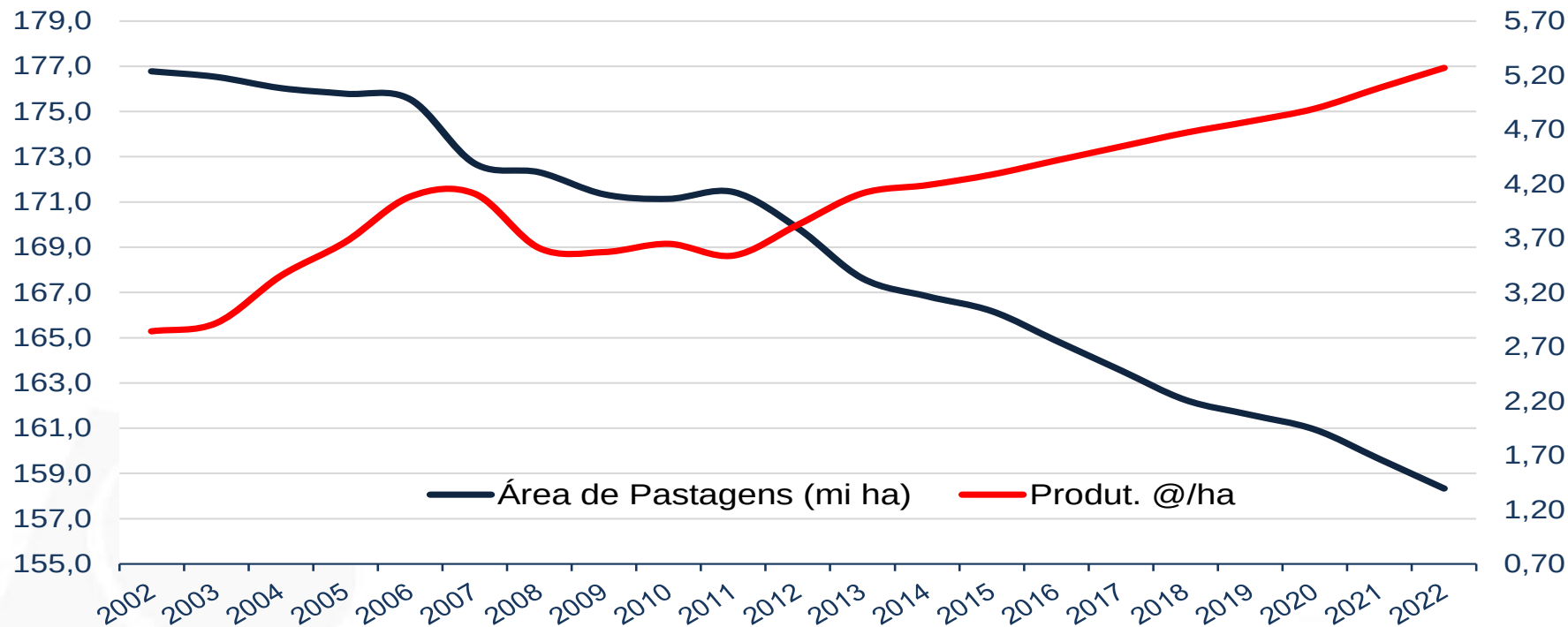
Estimamos que apenas 3% da área total da amostra recebe corretivos e fertilizantes nas recomendações adequadas em superfície

Concluindo

Potencial da pecuária no projeto ambiental do Brasil

Histórico e tendência da ocupação por área na pecuária.

Evolução da área de pastagens vs evolução da ocupação por área



Efeito poupa Terra – Conceito G. Martha Jr., Embrapa

Com a mesma produtividade de 1990, seriam necessários 419 milhões de hectares para produzir o mesmo volume de carne estimado para 2013.

Seriam 251 milhões de hectares a mais sobre os 168 milhões usados, efetivamente, pela pecuária em 2013.

Conclusão– tecnologia e impactos

- ➔ Produtor buscando renda e melhorando a pecuária: pastagens, nutrição, manejo, sanidade, etc.
- ➔ Rebanho mais jovem e, conseqüentemente, com peso médio (mamando a caducando) menor do que anos atrás: **Tendência de ganho de peso acima do histórico pela menor pressão de pastejo.**
- ➔ ILPF: realidade diferente do que tem sido apresentado:
 - Área de pecuária: 20 – 25 milhões de hectares podem ser convertidos em grãos
 - Área de grãos: 100% pode ser convertido em integração – demanda por garrotes e bois magros

www.agroconsult.com.br
www.rallydapecuaria.com.br

48 3209-1650
pecuaria@agroconsult.com.br

Maurício Palma Nogueira
mauricionogueira@agroconsult.com.br

EFICIÊNCIA DO PROTOCOLO DE RESSINCRONIZAÇÃO 22 DIAS APÓS A 1ª IATF UTILIZANDO CRESTAR® EM FÊMEAS NELORE



6º Simpósio Internacional de Reprodução Animal Aplicada

M.F. Sá Filho¹, M.O. Marques², R. Girotto³, F.A. Santos³,
R.V. Sala¹, J.P. Barbuio⁴, P.S. Baruselli¹.

1- Departamento de Reprodução Animal, FMVZ/USP, São Paulo-SP; 2 - Geraembryo, Cornélio Procopio-PR;
3 - RG Genética Avançada, Água Boa-MT; 4- MSD Saúde Animal, São Paulo-SP.

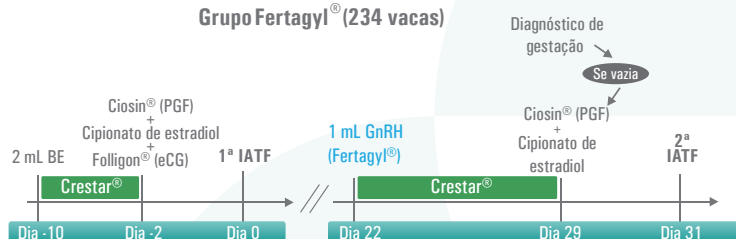
OBJETIVO

O objetivo geral destes estudos foi verificar a eficiência de um protocolo de resincronização 22 dias após a primeira IATF em fêmeas zebuínas. No Experimento 1 foi avaliada a taxa de prenhez de novilhas zebuínas submetidas a protocolo de resincronização 22 dias após a primeira IATF utilizando Crestar® associado a 1mL de benzoato de estradiol (BE) ou ao GnRH (Fertagyl®) no início do tratamento. No experimento 2, foi avaliada a ocorrência de perda gestacional comparado a monta natural para a resincronização em novilhas e vacas não lactantes.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Experimento 1

Grupo Fertagyl® (234 vacas)



Grupo BE (241 vacas)

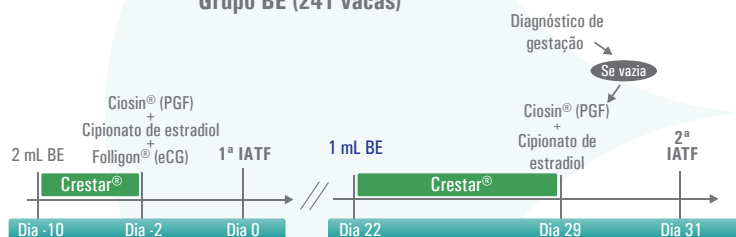
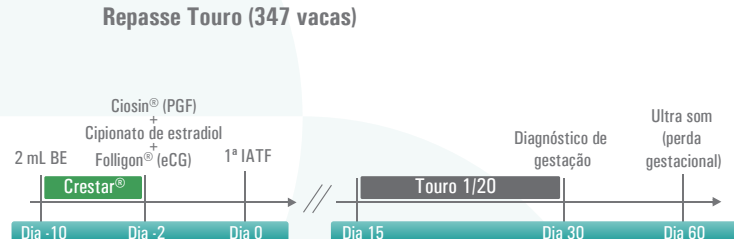


Figura 1. Delineamento experimental de novilhas da raça Nelore (N = 475) submetidas a resincronização da ovulação.

Experimento 2

Repasse Touro (347 vacas)



Ressincronização 22 dias (317 vacas)

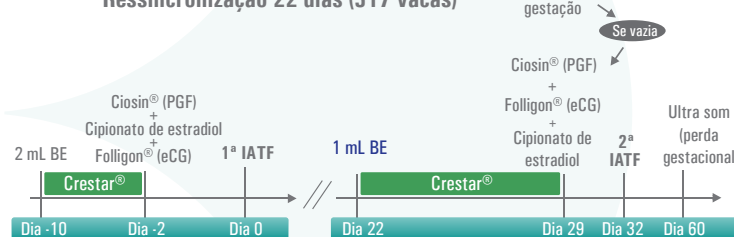


Figura 2. Delineamento experimental de novilhas e vacas da raça Nelore (N = 664) submetidas a resincronização da ovulação.

RESULTADOS

Experimento 1

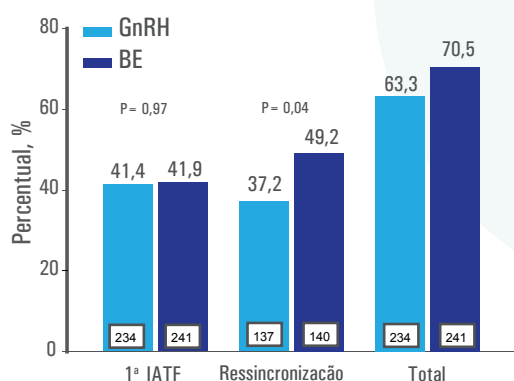


Figura 1. Taxa de prenhez após 1ª IATF e após resincronização em novilhas Nelore.

Experimento 2

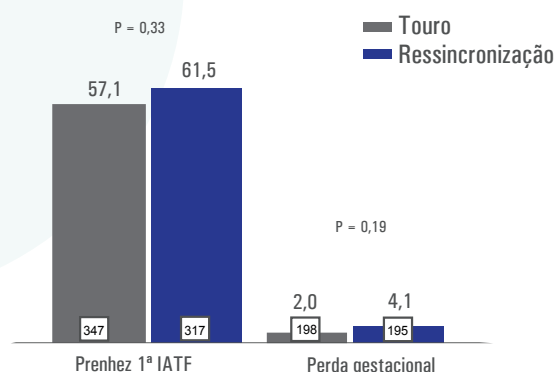


Figura 2. Taxa de prenhez após 1ª IATF e perda gestacional em fêmeas Nelore.

CONCLUSÃO

É possível resincronizar novilhas e vacas zebuínas 22 dias após a primeira IATF utilizando 1mL de benzoato de estradiol no início do protocolo com Crestar®, sem aumentar a perda gestacional à primeira IATF.

Fonte:

SÁ FILHO, M. F., MARQUES, M.O., GIROTTI, R., SANTOS, F.A., SALA, R.V., BARBUIO, J.P., BARUSELLI, P.S. Resynchronization with unknown pregnancy status using progestin-based timed artificial insemination protocol in beef cattle. Theriogenology. v.81, p.284 - 290, 2013.

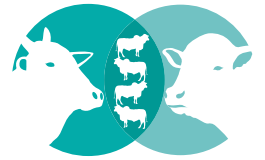
APOIO FINANCEIRO:



USO DE VALERATO OU BENZOATO DE ESTRADIOL ASSOCIADOS A DISPOSITIVO INTRAVAGINAL DE PROGESTERONA OU AO CRESTAR® RESULTAM EM SEMELHANTES TAXAS DE PRENHEZ À IATF EM VACAS NELORE

R. Prestes¹, L. Penteado¹, L. Graeff¹, B.G. Freitas², L.M. Vieira²,
M.F. Sá Filho², P.S. Baruselli².

1. Firmasa Tecnologia para Pecuária LTDA, Campo Grande – MS;
2. FMVZ-USP, São Paulo - SP.



6º Simpósio Internacional de
Reprodução Animal Aplicada

OBJETIVO

Comparar a eficiência do uso de **valerato de estradiol** (VE, fração injetável do Crestar®) e do **benzoato de estradiol** (BE) no início da IATF, com implante auricular de Norgestomet (Crestar®) ou dispositivo intravaginal de progesterona de 1 grama (P4) em vacas multíparas da raça Nelore.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi utilizado um total de 501 fêmeas com ECC de 3,34 e com 30 a 60 dias pós-parto, dividido em quatro grupos experimentais de acordo com a Figura 1. Somente os animais dos grupos 3 e 4 receberam tratamento adicional de 0,5 mL (1,0 mg) de cipionato de estradiol (CE) mais 2 mL (500 µg) de cloprostenol sódico (Ciosin®) no dia 8. A IATF foi realizada 48 horas após a retirada do Crestar® ou P4.

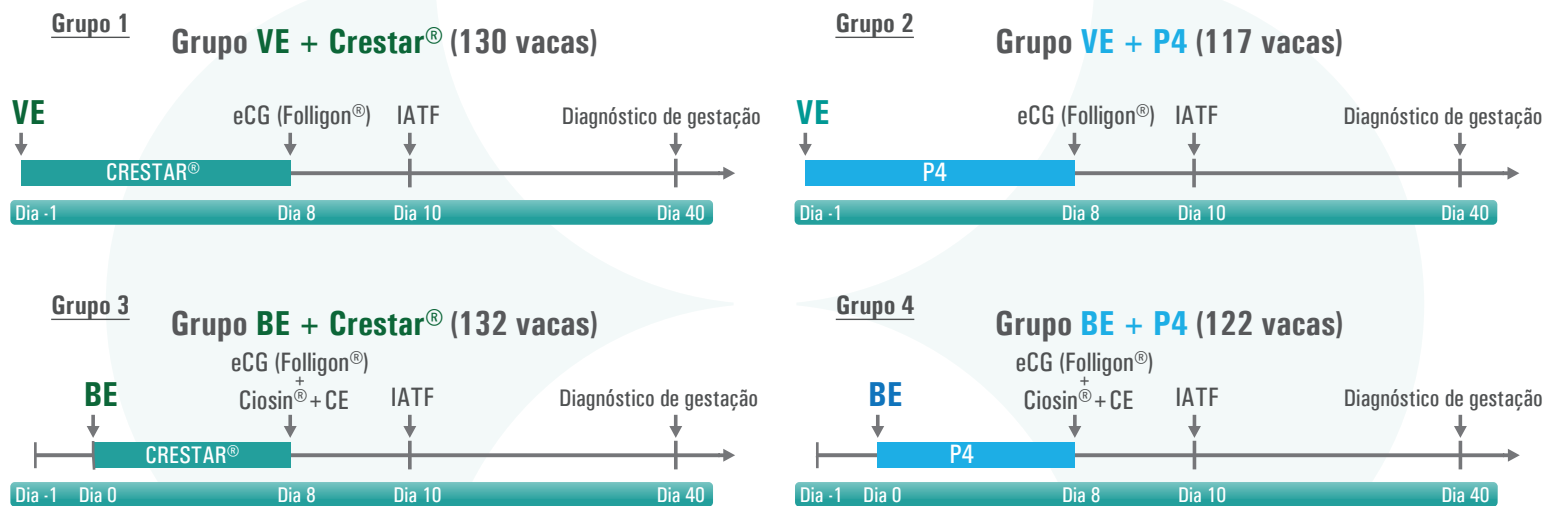


Figura 1. Delineamento experimental: vacas Nelore tratadas com valerato de estradiol ou benzoato de estradiol no início do protocolo com Crestar® ou P4.

RESULTADOS

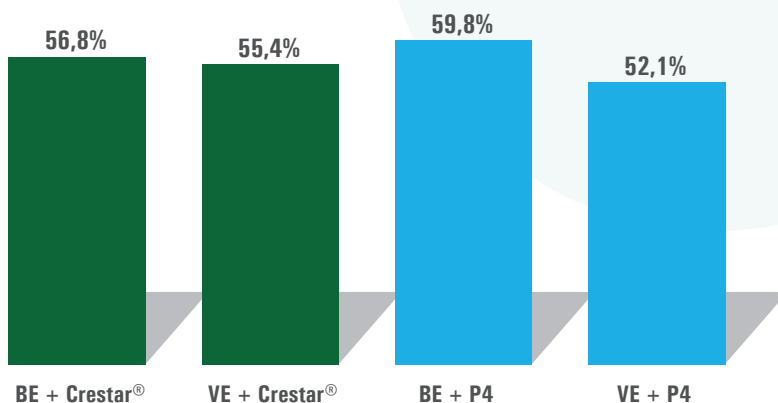


Gráfico 1. Taxa de prenhez após IATF em vacas Neloeres tratadas com VE ou BE associado ao Crestar® ou ao P4 no início do protocolo de IATF.

• Não houve efeito entre os diferentes ésteres de estradiol (VE vs. BE, $P=0,29$), entre as diferentes fontes de P4/progestágeno (P4 vs. CRESTAR®, $P=0,97$) e não houve interação ($P=0,48$) entre ambos tratamentos.

Fonte:

Prestes, R.; Penteado, L.; Graeff, L.; Freitas, B.G.; Vieira, L.M.; Sá Filho, M.F.; Baruselli, P.S. O uso de valerato ou benzoato de estradiol no início do protocolo de IATF determina taxa de prenhez semelhante em vacas Nelore lactantes, independentemente da fonte de progesterona/progestágeno. Anais da XVIII Reunião Anual Sociedade Brasileira de Tecnologia de Embriões – Natal - 2014.

CONCLUSÃO

Conclui-se que ambos os ésteres de estradiol (VE e BE) associados ao implante auricular Crestar® ou ao implante intravaginal de progesterona, resultaram em semelhantes taxas de prenhez após protocolo de IATF em vacas multíparas da raça Nelore.

APOIO FINANCEIRO:



O USO DO BENZOATO DE ESTRADIOL COMO INDUTOR DE OVULAÇÃO NO MOMENTO DA RETIRADA DO CRESTAR® REUTILIZADO EM VACAS NELORE

L. Penteado¹, R. Prestes¹, L. Graeff¹, B.M. Monteiro², L.M. Vieira²,
M.F. Sá Filho², P.S Baruselli².

1. Firmasa Tecnologia para Pecuária LTDA, Campo Grande – MS;
2. FMVZ-USP, São Paulo - SP.



6º Simpósio Internacional de
Reprodução Animal Aplicada

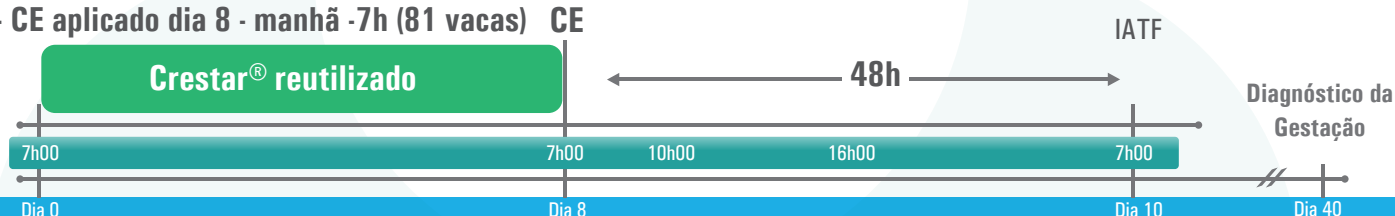
OBJETIVO

Avaliar a eficiência reprodutiva após a aplicação do **benzoato de estradiol (BE)** em diferentes horários no momento da retirada do Crestar® reutilizado sobre a taxa de prenhez à IATF de vacas da raça Nelore.

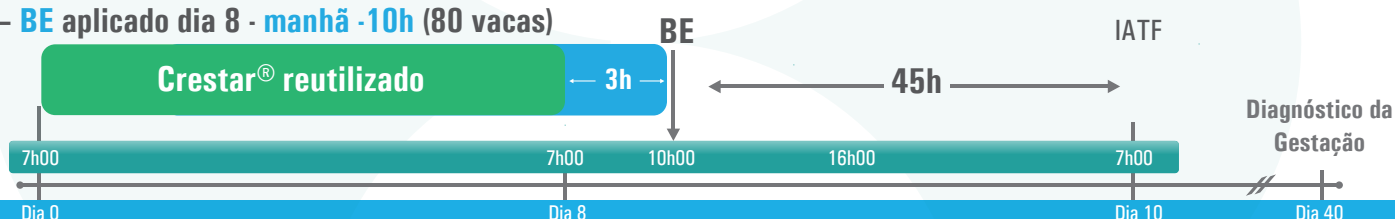
DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Todos os animais receberam 2ml (2mg) de BE e Crestar® reutilizado no início do protocolo (dia 0) e 1,5ml (300UI) de eCG (Folligon®) e 2ml de Cloprostenol sódico (Ciosin®) no dia da retirada dos implantes (dia 8). Os animais do grupo 1, também receberam o cipionato de estradiol (CE) no dia 8 (controle). Os animais do grupo 2 e 3, receberam BE no dia 8, sendo que os animais do grupo 2 receberam o BE e tiveram os implantes removidos pela manhã (10h), enquanto os animais do grupo 3 receberam o BE e tiveram os implantes removidos no dia 8 à tarde (16h). Todos os animais foram inseminados artificialmente no dia 10 pela manhã.

Grupo 1 - CE aplicado dia 8 - manhã -7h (81 vacas)



Grupo 2 - BE aplicado dia 8 - manhã -10h (80 vacas)



Grupo 3 - BE aplicado dia 8 - tarde -16h (81 vacas)

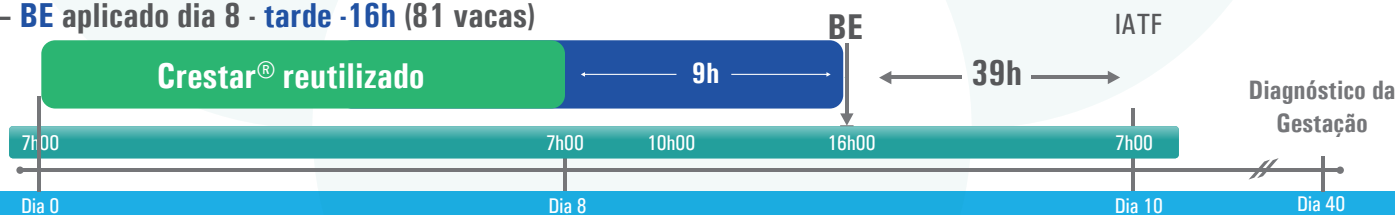


Figura 1. Delineamento experimental do uso do benzoato de estradiol em diferentes horários.

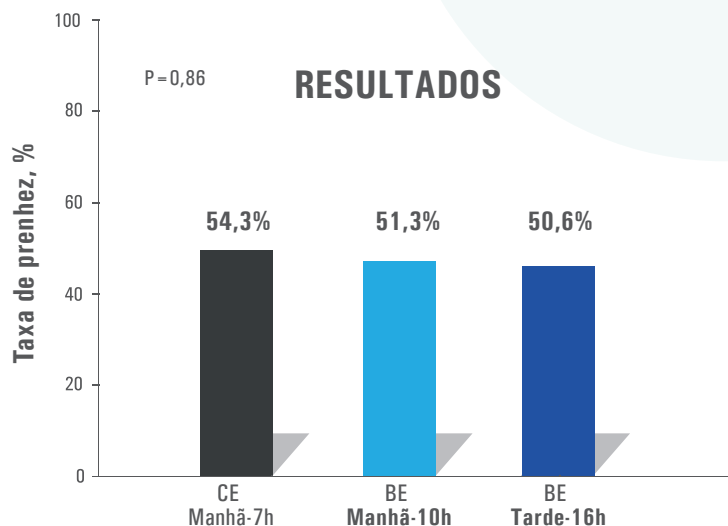


Gráfico 1. Taxa de prenhez de vacas Nelores tratadas com CE ou BE (em diferentes horários) no momento da retirada do Crestar® reutilizado.

CONCLUSÃO

O benzoato de estradiol pode ser utilizado como indutor de ovulação no momento da retirada do Crestar® reutilizado, seja a retirada ocorrendo no D8 pela manhã (10h), ou à tarde (16h), mantendo semelhantes taxas de prenhez.

APOIO FINANCEIRO:



COMPARAÇÃO DA EFICÁCIA DO IMPLANTE AURICULAR (CRESTAR®) VERSUS O IMPLANTE VAGINAL (CIDR®) NA IATF DE VACAS HOLANDESA DE ALTA PRODUÇÃO



6º Simpósio Internacional de
Reprodução Animal Aplicada

H. Ayres^{1,2}, C. M. Azevedo³, J. B. Solak⁴, O. Corso⁴,
S. Soriano⁵, M. C. Wiltbank⁶ e R. M. Ferreira².

1- MSD Saúde Animal, São Paulo. 2 - Dpto de Reprodução Animal, USP, São Paulo. 3 - Qualy Calf Consultoria Ltda, Venceslau Braz.
4 - Castrovet Consultoria Veterinária, Castro. 5 - Fazenda Colorado, Araras. 6 - University of Wisconsin, Madison, WI.

OBJETIVO

Avaliar a eficiência da IATF utilizando o implante auricular Crestar® (MSD Saúde Animal) ou o implante vaginal CIDR® (Zoetis, Saúde Animal) em vacas Holandesas de alta produção.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram realizados dois experimentos: No experimento 1, 359 vacas (173 primíparas e 186 multíparas) em fase aleatória do ciclo estral e produzindo em média 40.3 ± 11.8 litro leite/dia foram distribuídas em dois grupos experimentais, Crestar® Novo ou CIDR® novo, conforme descrito no protocolo abaixo. No experimento 2, 293 vacas (146 primíparas e 147 multíparas) produzindo em média 40.6 ± 12.0 litro leite/dia receberam o mesmo delineamento experimental, no entanto os dispositivos haviam sido previamente utilizados por 8 dias (Crestar® Usado vs. CIDR® Usado).

Grupo implante auricular (Crestar® Novo)



Grupo implante auricular (Crestar® Usado)



Grupo implante vaginal (CIDR® Novo)

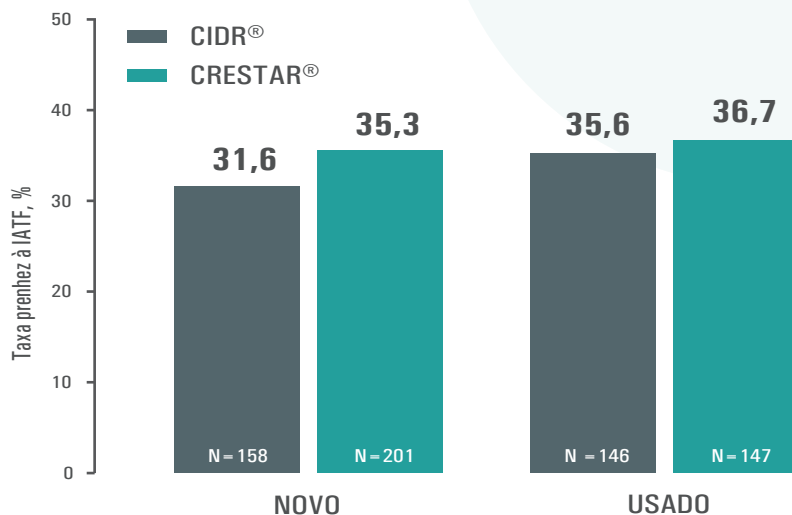


Grupo implante vaginal (CIDR® Usado)



Figura 1. Delineamento experimental vacas Holandesas de alta produção tratadas com Crestar® (implante auricular) ou CIDR® (implante vaginal).

RESULTADOS



CONCLUSÃO

A taxa de prenhez à IATF de vacas da raça Holandesa é semelhante em protocolos de sincronização do cio e da ovulação utilizando o implante auricular Crestar® ou o implante vaginal CIDR®.

Figura 2. Taxa de prenhez à IATF em vacas da raça Holandesa tratadas com Crestar® (Novo ou Usado) ou CIDR® (Novo ou Usado).

APOIO FINANCEIRO:



EFICÁCIA DA DOSE REDUZIDA DE CIOSIN® NO PROTOCOLO DE IATF EM NOVILHAS CÍCLICAS E EM VACAS NELORE LACTANTES



6º Simpósio Internacional de
Reprodução Animal Aplicada

R.C.P. Silva¹; M.O. Marques¹; M. Ribeiro Jr¹; R.V. Sala²;
M.F. Sá Filho²; P.S. Baruselli².

1 - Geraembryo, Cornélio Procópio, PR;
2 - VRA, FMVZ/USP, SÃO PAULO, SP.

OBJETIVO

Avaliar diferentes doses de Cloprostenol Sódico (Ciosin®) na taxa de prenhez de novilhas Nelore ciclando e vacas Nelore lactantes sincronizadas para IATF.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

No experimento 1, foram utilizadas 306 novilhas Nelore divididas aleatoriamente em dois grupos experimentais. Um grupo recebeu um protocolo de IATF contendo Cloprostenol Sódico (Ciosin®) na dose de **2,0 ml (500µg)**, e o outro recebeu o mesmo protocolo, mas com a dose de **1,0 ml (250µg)** de Cloprostenol Sódico. No experimento 2, foram utilizadas 626 vacas Nelore paridas (entre 30 e 60 dias pós-parto) divididas em dois grupos. Um grupo recebeu um protocolo de IATF contendo Cloprostenol Sódico (Ciosin®) na dose de **1,5 ml (375µg)**, e o outro recebeu o mesmo protocolo, mas com a dose de **1,0 ml (250µg)**.

Experimento 1 – Novilhas Nelore ciclando

1) Grupo Ciosin® 2,0mL (153 vacas)

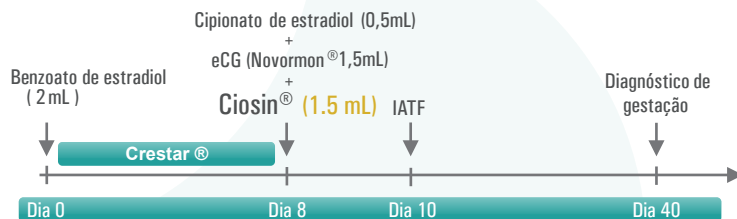


1) Grupo Ciosin® 1,0mL (153 vacas)



Experimento 2 – Vacas Nelore paridas

1) Grupo Ciosin® 1,5mL (314 vacas)



1) Grupo Ciosin® 1,0mL (312 vacas)



Figura. Delineamento experimental em novilhas Nelore ou vacas paridas Nelore utilizando Ciosin® em diferentes doses no protocolo de IATF.

RESULTADOS

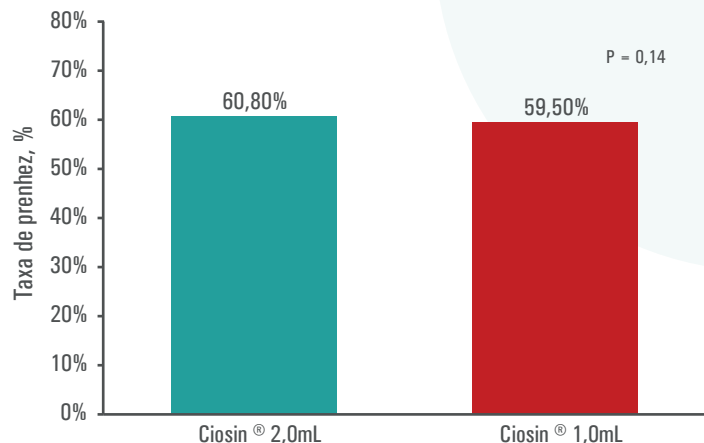


Gráfico 1. Taxa de prenhez conforme a dose utilizada de cloprostenol sódico (Ciosin®) em programas de IATF em novilhas Nelore.

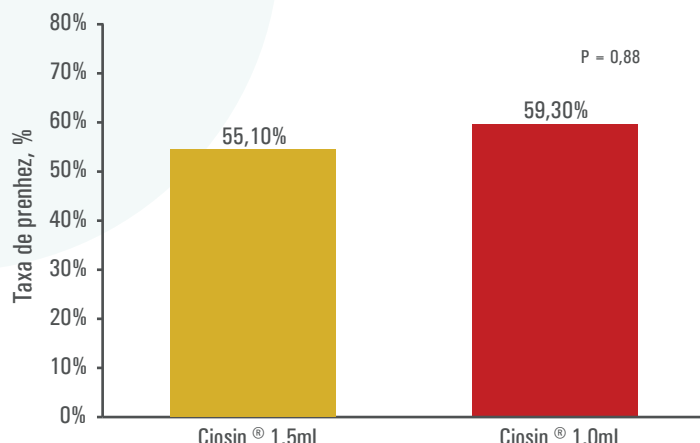


Gráfico 2. Taxa de prenhez conforme a dose utilizada de cloprostenol sódico (Ciosin®) em programas de IATF em vacas Nelore.

CONCLUSÃO

Os resultados confirmam a hipótese de que é possível reduzir a dose de Ciosin® para 1mL no protocolo de IATF de novilhas e vacas paridas Nelore, confirmando sua eficácia nesta dose.

Fonte:

R.C.P. Silva; M.O. Marques; M. Ribeiro Júnior; R.V. Sala; M.F. Sá Filho; P.S. Baruselli. É possível reduzir a dose de Ciosin® no protocolo de IATF de novilhas cíclicas e vacas Nelore. Reunião Anual da SBTE, 2012.

APOIO FINANCEIRO:



AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA DA DOSE REDUZIDA DE GONADORELINA NO PROTOCOLO OVSYNCH EM VACAS DA RAÇA HOLANDESA



6º Simpósio Internacional de
Reprodução Animal Aplicada

R.M. Santos¹, J.L.M. Vasconcelos²

1. Faculdade de Medicina Veterinária – UFU, Uberlândia, MG;

2. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, Botucatu, SP.

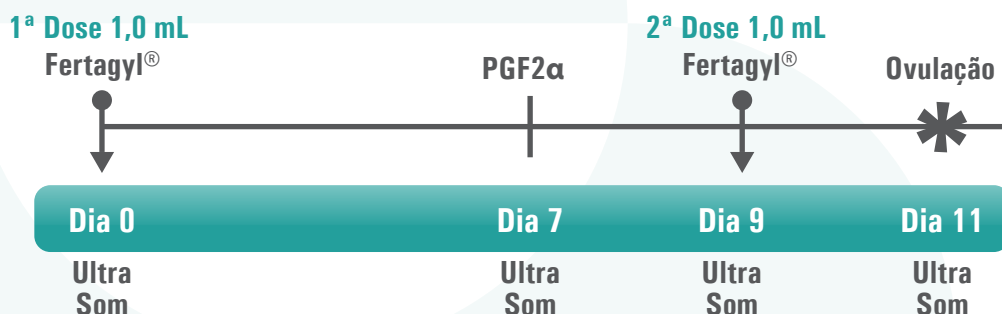
OBJETIVO

Avaliar a eficácia das doses de 1,0 e 2,5 mL de Fertagyl®, (gonadorelina) para induzir ovulação no protocolo Ovsynch em vacas da raça Holandesa.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizadas 136 vacas lactantes da raça Holandesa, com média de produção de leite de $23,7 \pm 5,8$ kg/dia, com $138,4 \pm 72,0$ dias em lactação. As vacas foram distribuídas aleatoriamente em dois grupos de 68 animais cada, de acordo com a dose de Fertagyl® (Figura 1).

Grupo Fertagyl® 1,0 mL (68 vacas)



Grupo Fertagyl® 2,5 mL (68 vacas)

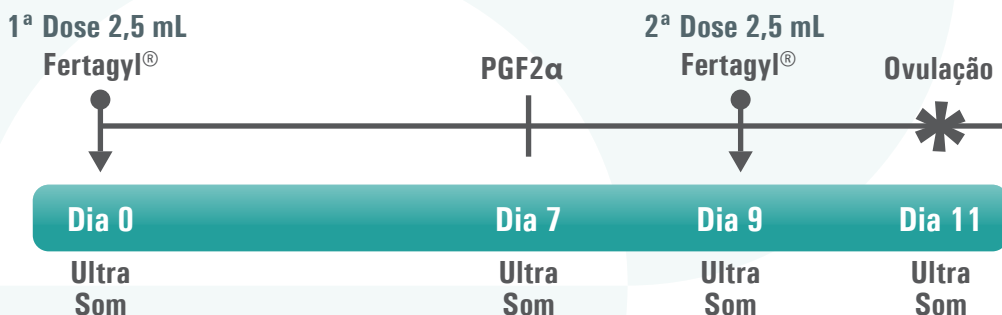
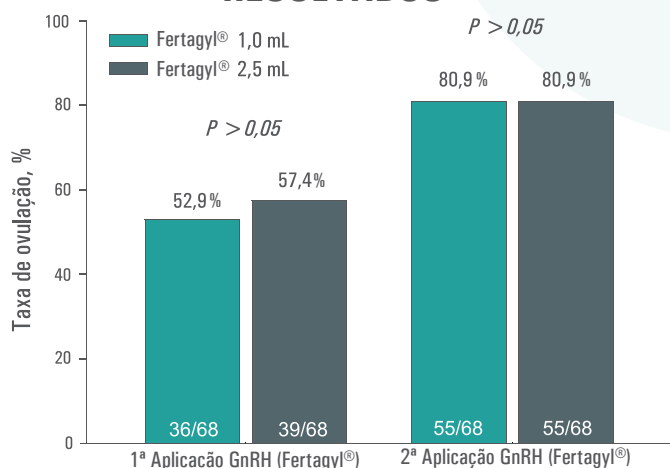


Figura 1. Delineamento experimental (protocolo Ovsynch) – aplicação de Fertagyl® e PGF2α e realização de exames ultrasonográficos para detectar a ovulação.

RESULTADOS



CONCLUSÃO

A dose de 1,0 mL de Fertagyl® é eficaz em protocolos de sincronização da ovulação de vacas da raça Holandesa.

Fonte:

SANTOS, R. M.; VASCONCELOS, J. L. M. Eficácia da dose reduzida de gonadorelina e diferentes prostaglandinas no protocolo ovsynch em vacas holandesas.

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.60, n.6, p.1323-1328, 2008.

APOIO FINANCEIRO:



COMPARAÇÃO DA ATIVIDADE BIOLÓGICA DE DIFERENTES FORMULAÇÕES DE eCG (PMSG) IN VIVO.

FOLLIGON® VERSUS CONCORRENTE EM DIFERENTES DOSES.



6º Simpósio Internacional de
Reprodução Animal Aplicada

M.C. Sogayar¹, A.C.O. Carrera¹, T.M. Coelho¹

1. Núcleo de terapia celular e molecular (NUCEL), Instituto de Química, Universidade de São Paulo - SP.

OBJETIVO

Avaliar *in vivo*, comparativamente, a atividade biológica de três diferentes formulações de eCG, através de análise do peso de ovários de ratas impúberes em resposta à uma única injeção de hormônio eCG em diferentes doses (5UI e 10UI).

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizadas 42 ratas impúberes, divididas em sete grupos experimentais conforme descrito abaixo. Após a pesagem e formação dos grupos, foi feita a administração da eCG nos animais no dia 0, e no dia 3 foi feita a eutanásia e a dissecação para posterior análise dos resultados.

- Grupo 1 = Controle negativo;
- Grupo 2 = Folligon® 5 UI;
- Grupo 3 = Folligon® 10 UI;
- Grupo 4 = eCG concorrente 5 UI;
- Grupo 5 = eCG concorrente 10 UI;
- Grupo 6 = eCG padrão internacional 5 UI;
- Grupo 7 = eCG padrão internacional 10 UI.

Pesagem e administração
de 5 ou 10 UI de eCG

Eutanásia e dissecação dos animais
para posterior análise dos ovários



Figura 1. Delineamento experimental da aplicação de eCG em ratas impúberes.

RESULTADOS

eCG	PESO DOS OVÁRIOS
Concorrente - dose de 5 UI	32,5 mg
Concorrente - dose de 10 UI	37,5 mg
Folligon® - dose de 5 UI	38,6 mg
Folligon® - dose de 10 UI	50,5 mg

Tabela 1. Comparação dos resultados (peso dos ovários) da resposta biológica de ratas imaturas à administração de Folligon® e do eCG concorrente.

- No eCG concorrente, ao dobrar-se a dose houve um aumento de 5 mg no peso dos ovários.
- No Folligon®, ao dobrar-se a dose houve um aumento de 11,9 mg no peso dos ovários.

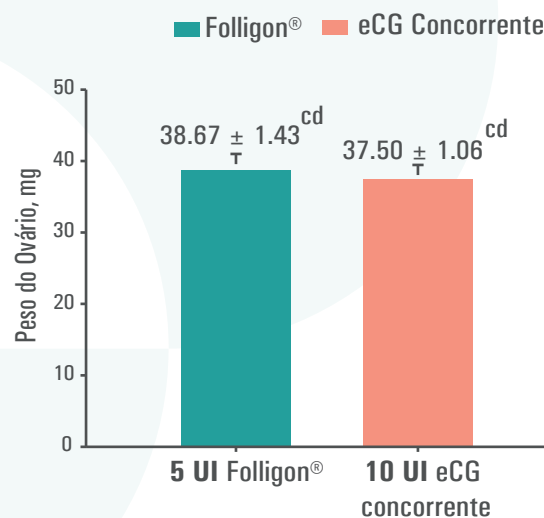


Gráfico 1. A dose de 5 UI de Folligon® apresentou potência semelhante a dose de 10 UI de eCG concorrente.

- A aplicação de 5UI de Folligon® foi tão potente quanto a aplicação de 10 UI de eCG concorrente.

CONCLUSÃO

A preparação de eCG Folligon® apresentou-se com potência mais próxima à do padrão internacional de eCG, em comparação à potência do produto eCG concorrente, em ambas as doses testadas (5UI e 10UI), o que comprova que Folligon® é mais potente que o concorrente em diferentes doses.

APOIO FINANCEIRO:

