

## Impacto do uso de reprodutores e das biotecnologias de sêmen na eficiência da produção de bezerros

Urbano G P Abreu<sup>1</sup>

urbano.abreu@embrapa.br

Antônio do N F Rosa<sup>2</sup>

Juliana C B Silva<sup>1</sup>

Eriklis Nogueira<sup>1</sup>

Juliana Varchaki Portes<sup>3</sup>

Luiz Orcirio F de Oliveira<sup>2</sup>

Dayanna S do N Batista<sup>2</sup>

**Abstract:** High reproductive efficiency is essential to guarantee sustainable livestock production and a satisfactory economic return for the meat producer. Reproductive biotechnologies and animal breeding play an important role in the livestock economy. These two factors have a long-established relationship between reproductive performance and profitability; consequently, improving reproductive and genetic efficiency will increase profitability. In Brazil, the beef livestock farming is practiced in all states and ecosystems in the country. Regardless of the production system, it is characterized by the predominance of the use of pastures. So beef cattle production systems are very different, with variable results. Advances in reproductive biotechnologies and genetic evaluation in different biomes have enabled the development of production systems with better performance in beef cattle systems.

**Keywords:** selection; pregnancy rate; animal breeding.

**Palavras-chave:** seleção; taxa de prenhes; melhoramento genético animal.

### Introdução

É por meio da genética e das biotécnicas reprodutivas que o produtor pode aumentar mais rapidamente tanto o número de bezerros produzidos por ano pecuário quanto o peso ao desmame dos bezerros, o que ajuda a direcionar a qualidade do seu produto final [1].

Com todas as estimativas de diferenças esperadas de progênie (DEPs) disponíveis atualmente para produtores comerciais, a seleção de touros deveria ser simples. Tudo o que um produtor precisa fazer é encontrar touros com DEPs que se encaixem no “perfil” certo para determinado sistema de produção. Isso parece fácil. A dificuldade, é claro, vem em se determinar qual deve ser esse “perfil”. Logicamente, o touro com o conjunto ideal de DEPs é aquele que maximizará o retorno econômico líquido da atividade no curto, médio e longo prazos, sem incorrer em riscos desnecessários e sem comprometer a sustentabilidade do sistema pecuário.

<sup>1</sup> Embrapa Pantanal.

<sup>2</sup> Embrapa Gado de Corte.

<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Observe que “maximizar retornos” e “risco” são termos econômicos. A seleção de touros não é, portanto, apenas um problema em genética. Pertence mais adequadamente à área em que a genética e a economia se encontram. Selecionar corretamente os touros significa determinar a importância econômica relativa das características, e ponderar as DEPs dos touros de acordo com o sistema de produção e com os aspectos ambientais do local no qual o touro irá ser utilizado.

A utilização do touro em diferentes sistemas exige ainda, o balanço correto entre o *frame* corporal, o peso adulto e a altura dos animais. Além dos aspectos reprodutivos do rebanho no qual o animal (ou o sêmen) será utilizado. Quando você não sabe a resposta para esta questão, existe a possibilidade de conseguir uma resposta com alguém com mais experiência. No contexto da seleção para compra de touros (ou sêmen), isso significa identificar pessoas com conhecimento e escolher o mesmo tipo de touros que eles fazem. Porém há dois problemas nesta abordagem:

- Seu consultor pode não ter mais *insight* do que você; e
- Mesmo que ele faça um bom trabalho de seleção, os touros que forem selecionados para o seu rebanho podem não ser a melhor escolha para o seu sistema produtivo.

As biotécnicas reprodutivas, especialmente as com maior difusão entre os produtores de gado comercial, são essenciais para intensificação sustentável dos rebanhos de cria no Brasil. A inseminação artificial (IA) e a transferência de embriões (TE) são as biotecnologias mais utilizadas no mundo, com o objetivo de aumentar o ganho genético e melhorar a eficiência reprodutiva de rebanhos bovinos. Os protocolos de sincronização da ovulação para IA ou para TE são ferramentas que permitem a inseminação artificial em tempo fixo (IATF) e a transferência de um grande número de embriões em um momento pré-estabelecido (TETF) sem a necessidade de detecção de estro [2].

## Seleção e uso de touros/sêmen melhoradores

Na seleção de reprodutores, por exemplo, um tamanho corporal padrão não serve para todos os sistemas. O tipo certo de rebanho (e, portanto, o tipo certo de touro para compor o rebanho com determinado padrão de vaca) só pode ser determinado no contexto de ambientes e práticas de gestão específicas. Dois sistemas podem ser idênticos em termos de ambiente e gerenciamento, mas se os rebanhos forem geneticamente diferentes, o tipo de touro mais adequado para cada sistema pode ser diferente [3].

Trata-se de questão complexa. O método clássico de seleção ideal para mais de uma característica é o índice de seleção (IS) que leva em consideração aspectos genéticos e econômicos. O ponto de partida para criar um índice econômico é a estimativa do valor genético agregado (H), que deve ter forte aderência com o objetivo de seleção dos diferentes sistemas [4].

A equação do valor genético agregado (ou agregado genotípico), de maneira geral, é descrita da seguinte forma:

$$H = v_1VG_1 + v_2VG_2 + \dots + v_nVG_n$$

onde:

*H* é a estimativa do mérito genético geral do animal;

VG representam valores genéticos para diferentes características de importância econômica (isto é, DEPs); e

$v$  são pesos econômicos associados a cada característica.

O peso econômico é definido como o valor (geralmente em dólares) do aumento independente de uma unidade (aumento marginal) no desempenho de uma dada característica, sobre o valor total do índice, que pode ser estimado pela aplicação de modelos matemáticos apropriados.

Entretanto estimar valores para pesos econômicos não é um processo trivial. Suponha, por exemplo, que a idade da puberdade seja uma característica incluída no objetivo de seleção. Queremos calcular o valor de um dia de aumento na idade da puberdade em nosso rebanho, independentemente das mudanças no desempenho de todas as outras características do objetivo de criação. Aumento na idade na puberdade, no entanto, é normalmente indesejável, por isso esperamos que esse peso econômico seja negativo, ou seja, que penalize animais mais tardios. Mas quão tardios? Para determinar isso, há necessidade de quantificar como uma mudança na idade da puberdade afeta a receita e os custos do sistema de produção. A idade à puberdade influencia o sistema por seu efeito nas taxas de prenhez das novilhas. Maior número de novilhas precoces prenhes significa mais novilhas selecionadas para reposição.

A idade à puberdade também afeta os custos. Ou seja, quanto mais tardias as novilhas, mais reses estarão por mais tempo na fase de recria, consequentemente sem gerar receita. As novilhas geneticamente mais precoces e férteis permitem melhor reposição e maior eficiência dos sistemas de produção de cria/recria. Entretanto, por mais lógico que seja esse raciocínio, ele não responde à pergunta. Não indica o valor econômico de uma mudança de um dia a menos na idade à puberdade. Para isso, precisamos conhecer a relação matemática entre a idade à puberdade e a taxa de prenhez em novilhas. Infelizmente, essa (co)variação não é constante - muda com o ambiente e o sistema de produção. E para dificultar a situação, valores genéticos para a idade à puberdade não são tão frequentes e precisos (variável de difícil mensuração).

Por outro lado, temos predições para uma característica relacionada - circunferência escrotal dos irmãos completos e meio irmãos das novilhas. Mas se a circunferência escrotal fosse uma característica do nosso objetivo de criação, precisaríamos conhecer as relações genéticas (variâncias e (co)variância), entre a circunferência escrotal dos irmãos completos e meio irmãos das novilhas e a taxa de prenhez das novilhas para, em seguida, calcular o valor econômico de um aumento de um centímetro na circunferência escrotal. Determinar a importância relativa das características para as quais temos DEPs seria menos difícil, se tivessem impacto econômico direto. Uma DEP para a taxa de prenhez de novilhas, por exemplo, seria mais fácil de trabalhar do que uma DEP para a circunferência escrotal.

Com a estimativa de DEPs para características economicamente relevantes, poderíamos direcionar mais facilmente as características que compõem o objetivo de seleção. Os pesquisadores estão estimando DEPs para diferentes características, mas mesmo que consigam produzir estimativas para todas com significado econômico direto, a ponderação entre as (co)variações

(genéticas e fenotípicas) das características não será uma questão de fácil solução. Ainda devemos levar em consideração a necessidade de estimar com robustez os componentes dos efeitos do manejo, do ambiente e da genética de cada rebanho sob a pressão de seleção.

A metodologia com maior potencial para resolver a questão com todas as variáveis é a de simulação bioeconômica. Os modelos de simulação têm o potencial de combinar, de forma rápida e barata, informações genéticas com variáveis específicas dos sistemas de produção relacionadas ao ambiente, economia e gestão; determinar interações entre esses fatores; e prever o desempenho animal e o lucro da empresa. Os resultados podem ser usados para produzir índices de seleção personalizados, perfis ideais de DEPs e até classificações específicas para compradores de touros oferecidos para venda [5].

Como esses modelos simulam relações biológicas, eles exigem previsões genéticas das características biologicamente relevantes. Atualmente, este aspecto vem sendo implementado, mas muito deverá ser feito para maior utilização da tecnologia como suporte para a tomada de decisão com objetivo de selecionar touros ou sêmen para compra para serem utilizados no rebanho de cria.

Os produtores para usufruírem das tecnologias de seleção, por meio de índices de seleção, devem entender como as características a serem selecionadas afetam a lucratividade dos sistemas de produção. Eles devem então ajustar esse entendimento para se adequar às condições específicas do manejo e das características de suas fazendas, para então selecionar os touros conforme todas estas informações conhecidas.

Por outro lado, as alterações de produção e do gerenciamento em uma operação comercial de sistema de cria devem ser monitoradas ao longo do tempo. Para isto, devem ser avaliadas, preferencialmente, por meio de uma equação de lucro, em que se calcula a rentabilidade de longo prazo da fazenda, com os dados de custos e de receitas sendo levados em conta.

No entanto, o trabalho em uma única característica para realizar seleção é um erro. O ideal é uma avaliação global das principais características que impactem positivamente o ganho genético/econômico do sistema de produção. Portanto, a compra de material genético (sêmen, embriões, touros etc.) exige muita reflexão, pois essa decisão afetará a economia da fazenda por anos. Assim a meta da fazenda depende, em larga escala, da escolha correta dos touros, sendo ponto importante na tomada de decisão para o sucesso do empreendimento.

A aquisição de touros para o rebanho de cria é um aspecto extremamente importante na tomada de decisão, pois envolve, além do investimento direto nesta compra, o desempenho produtivo e reprodutivo do rebanho e o progresso genético dos animais. Assim, diferentes aspectos devem ser levados em conta quando da compra ou da seleção destes reprodutores no próprio rebanho. É difícil um touro se destacar em todas as características. Portanto, o produtor comercial ao comprar touros ou sêmen deve considerar vários aspectos, tais como: fertilidade, funcionalidade, características raciais e, principalmente, analisar com cuidado a aderência da avaliação genética (régua de DEPs) dos animais a serem utilizados com as características de seu sistema de produção. Desta forma, o planejamento prévio resultará em uma melhor decisão de compra da qual não se arrepende no futuro.

## Desafio dos sistemas de produção

Avaliações dos sistemas pecuários devem ser consideradas de maneira cuidadosa, pois se trata de segmento importante para alimentação humana. A produção pecuária contribui para 18% do balanço global de alimentos em termos de ingestão calórica diária por pessoa e para 25% do consumo de proteína [6].

Em algumas situações, essa produção pode promover a conservação da biodiversidade, em sistemas integrados e bem manejados capazes de, inclusive, mitigar emissões de metano entérico pela captura e estoque nos solos do carbono da atmosfera, absorvido por fotossíntese. Todos estes aspectos devem ser avaliados em contextos regionais e locais, tanto para o desenvolvimento de programas de pesquisa adequados, bem como para verificar o real impacto ambiental da atividade pecuária. Essas variações devem ser direcionadas para nortear políticas de incentivos e de restrições para desenvolvimento das atividades pecuárias em todo mundo [7]. O aumento da eficiência produtiva e da sustentabilidade da produção de áreas agropecuárias tem sido proposto como uma solução para o conflito entre a expansão da produção pecuária e a conservação de ecossistemas naturais [8].

Estes desafios exigem ação sistêmica em toda a cadeia de produção. Uma resposta tem sido direcionar a produção de bovinos para o aumento da eficiência, de modo a diminuir a pressão sobre o ambiente e, por outro lado, garantir a continuidade dos sistemas de produção. Esta abordagem de “intensificação sustentável (IS)” é um objetivo para grande número de instituições nacionais e internacionais, mas também atrai a crítica como aquela de se estar focando apenas na produção [9]. Há quatro premissas no conceito de IS necessárias para estabelecer as prioridades das ações para implantação desta abordagem na cadeia produtiva da pecuária de corte e que possibilitam analisar as interfaces com outros objetivos do sistema produtivo:

1. Necessidade de aumentar a produção. O desafio de alcançar a segurança alimentar sustentável para todos não é apenas, em parte, um problema do lado da oferta. Outras ações são também urgentes e necessárias tais como a moderação na demanda por alimentos que consomem muitos recursos, a redução do desperdício de alimentos e o desenvolvimento de sistemas de governança, com objetivo de melhorar a eficiência e a resiliência do sistema de produção. O aumento de rendimento em muitos países em desenvolvimento é, atualmente, uma questão crucial. Assim, a IS deve ser vista como estratégia de diferentes frentes para alcançar a segurança alimentar sustentável, ao invés de uma solução abrangente;
2. O aumento da produção deve ser realizado por incorporação de tecnologias direcionadas para maior produtividade - produzir mais com menos, em razão da pouca disponibilidade de terras agricultáveis. Desta forma, podem ser evitados impactos ambientais negativos pela incorporação de florestas e de zonas úmidas, cuja utilização poderia aumentar consideravelmente as emissões de GEE e a perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos;
3. A segurança alimentar requer atenção tanto para o aumento da sustentabilidade ambiental, como para aumento da produtividade. A IS não significa a produção de alimentos com melhorias marginais em sustentabilidade. A implantação de IS exige repensar a produção

de alimentos para alcançar grandes reduções no impacto ambiental. Em algumas áreas, os aumentos no rendimento são compatíveis com melhorias ambientais, por exemplo, na recuperação de pastagens degradadas. Em outros, reduções de rendimento ou de realocação de terra serão necessárias para garantir a sustentabilidade e proporcionar benefícios tais como a conservação da vida selvagem, armazenamento de carbono, protecção contra inundações e recreação. Um aumento global da produção não quer dizer que os rendimentos médios devem aumentar em todos os lugares ou a qualquer custo. O desafio deve ser enfrentado o contexto de cada local; e

4. IS indica uma meta, mas não especifica *a priori* como deve ser atingida ou quais tecnologias agropecuárias são demandadas para sua implantação. Abordagens convencionais, “hightech”, agroecológica ou orgânica devem ser rigorosamente testadas e avaliadas levando-se em conta os contextos sociais, ambientais e econômicos de forma a permitir a formulação de políticas adequadas a cada situação.

Para determinar a importância relativa das características dentro dos diferentes sistemas de produção é fundamental entender como as características individuais influenciam a lucratividade, ou seja, como elas afetam a receita e os custos. Por exemplo, animais adultos mais pesados geralmente resultam em maior receita, quando se considera a unidade animal. Por outro lado, quanto maiores os pesos adultos, maiores os custos de manutenção para vacas e maiores as exigências dos bezerros em relação à alimentação, pois para expressarem o potencial de crescimento há necessidade de maior cuidado com a alimentação pré e pós desmama. Após este entendimento, podemos classificar as características nas seguintes categorias: sobrevivência, fertilidade / longevidade, consumo de ração e custos de cada tipo de produto [10].

Características de sobrevivência incluem também aquelas relacionadas à dificuldade de parto, por exemplo. As ligadas à fertilidade / longevidade incluem circunferência escrotal e tempo de permanência (*stayability*). O consumo de ração e dos diferentes tipos de insumos é relacionado às características de peso e carcaça. Os custos não relacionados à alimentação envolvem características associadas à adaptação, ao temperamento e a eficiência alimentar etc. Observa-se que algumas características se encaixam em mais de uma categoria, o que reforça a importância de um objetivo do sistema de produção bem estabelecido e da clara identificação das características prioritárias a serem selecionadas no contexto do aumento da eficiência econômica do sistema.

Nos sistemas de cria, a partir de levantamentos de campo, de maneira geral, ainda são poucos os produtores que controlam os custos de produção e índices zootécnicos. Essa falta de controle acaba por se tornar um grande desafio para a realização de avaliações das variáveis zootécnicas economicamente mais importantes. Entretanto levantamentos deixam claro que nas propriedades com uso de genética superior, onde também é feito acompanhamento financeiro e dos indicadores zootécnicos, os resultados obtidos são bem superiores aos verificados nas propriedades modais. Essa profissionalização administrativa, nitidamente, proporciona uma otimização dos resultados do uso de genética provada. Observa-se que, frequentemente, o uso da tecnologia de avaliações genéticas como suporte ao processo de seleção direciona a

transformação dos sistemas de produção na pecuária de corte, com a adoção de várias outras nas áreas de gestão, nutrição e saúde animal, o que muda positivamente os sistemas [11].

Por meio da análise de dados de sistemas modais de pecuária de cria, utilizando análise de envoltória de dados (DEA) foram realizadas modelagem da eficiência de 21 sistemas modais de produção de gado de corte, na fase de cria. Os dados foram coletados no formato de painéis, oriundos do projeto Indicadores Pecuários desenvolvidos pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) e Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), realizados em municípios de sete estados: Mato Grosso do Sul - MS (oito), Goiás - GO (quatro), Rio Grande do Sul - RS (um), Minas Gerais - MG (quatro), Tocantins - TO (dois), São Paulo - SP (um) e Bahia - BA (um). Sendo cada um destes estados considerado uma DMU (decision making unit). A análise do conjunto de variáveis determinou a seleção das entradas (*inputs*) e saídas (*outputs*) dos sistemas.

Como *input*, foi selecionada a quantidade de reprodutores, já que a variável representa parte significativa dos gastos totais dos pecuaristas que produzem bezerro (15% dos custos diretos), sendo diretamente ligada à qualidade dos animais que serão comercializados nesses sistemas. Esta também é a única categoria animal do rebanho de cria que é adquirida de outros rebanhos, especialmente de fazendas com plantéis de seleção genética.

Como *outputs* foram escolhidos os produtos do sistema que geram as principais receitas da pecuária de cria: a quantidade de bezerros produzidos na propriedade e de vacas de descarte. Todos os bezerros produzidos são vendidos e geram receita. As vacas de descarte são vendidas por serem excluídas do sistema produtivo, seja por idade avançada ou por desempenho reprodutivo inferior ao desejado.

Na fase de cria na pecuária de corte, em função de apresentar maior risco e menor remuneração, os produtores buscam maneiras de ter menores custos de produção, sendo cautelosos em realizar gastos maiores como adquirir reprodutores. Assim, a maioria dos sistemas avaliados trabalha com retornos crescentes à escala e perdem eficiência. Ou seja, poderiam produzir mais e de forma ajustada à escala se investissem em balancear melhor o número e, possivelmente, a qualidade dos reprodutores nos rebanhos de cria [12].

Também por meio de modelagem DEA, com restrições nos pesos, foram propostos dois modelos, segundo os enfoques econômico e socioambiental, para avaliação do desempenho dos sistemas modais de cria.

No modelo econômico, os *inputs* selecionados foram: “mão de obra” (número de funcionários); “área de pastagem” (hectares); “gastos com aquisição de animais” (R\$); “outros custos” (gastos com suplementação, administrativos, manutenção de pastagens, manutenção de benfeitorias e de utilitários, em R\$). Os *outputs* do modelo foram: “área de reserva” (hectares) e “receita pecuária bruta” (R\$). No modelo socioambiental foram selecionados os *inputs* “área de pastagem” (hectares) e “gastos com aquisição de animais” (R\$); como *outputs*: “mão de obra” (quantitativo de pessoal), “área de reserva” (hectares) e “receita pecuária bruta” (R\$).

O modelo econômico mede a capacidade de cada sistema de produção gerar receita com preservação da mata nativa, usando como fatores de produção trabalho e capital, e os gastos

correntes. Neste modelo foi imposta a restrição adicional de que o peso da variável “receita pecuária” deve ser maior que o peso da variável “área de reserva”. O uso de restrições aos pesos impede que a simples preservação de mata nativa, sem a geração de recursos, torne uma unidade eficiente.

No modelo de desempenho socioambiental o fator de produção “mão de obra” passou a ser um *output*. Neste modelo o interesse é avaliar se o capital (terra) e os custos geram benefícios econômicos (receita), ambientais (preservação de mata nativa) e sociais (geração de empregos). Neste modelo foram igualmente acrescentadas duas restrições aos: peso da variável “mão de obra” deve ser maior que o peso da variável “receita pecuária” e peso da variável “área de reserva” deve ser maior que o peso da variável “receita pecuária”. Estas restrições aos pesos impedem que uma DMU alcance a eficiência apenas pelo bom desempenho econômico: ela precisa ter bom desempenho social ou ambiental para ser eficiente neste modelo.

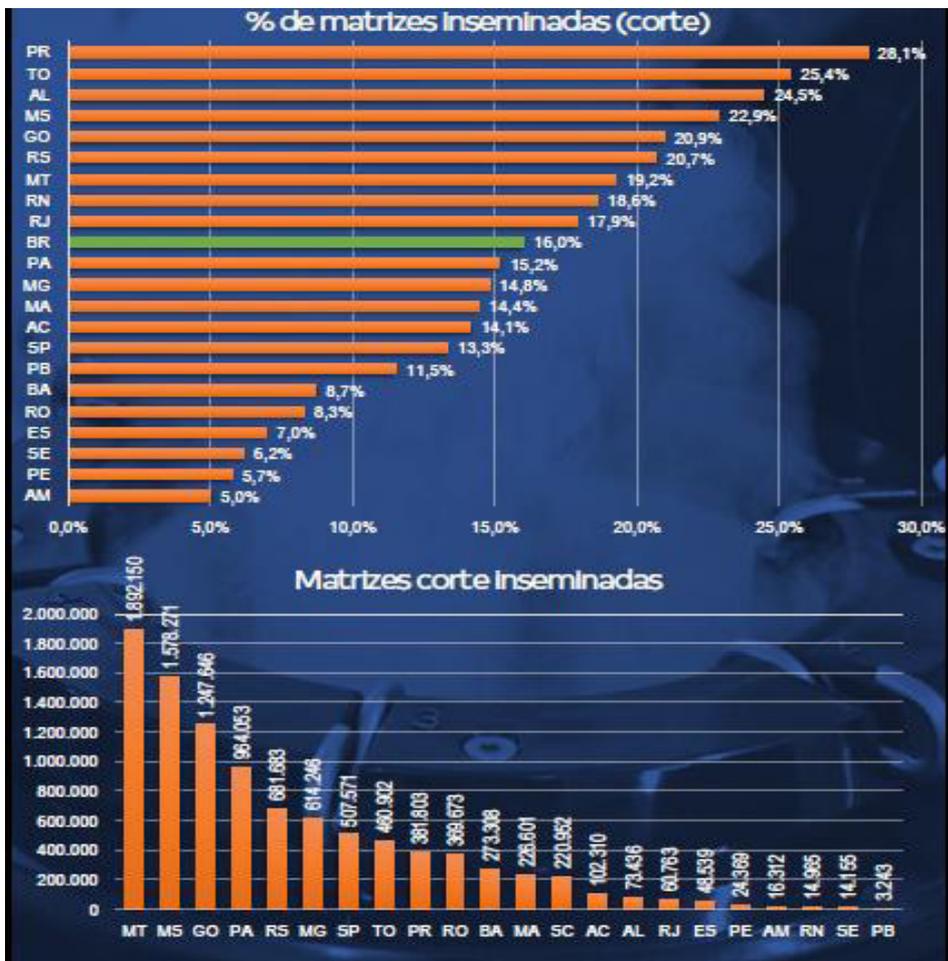
Os sistemas que foram eficientes nos dois enfoques são caracterizados pela escala de produção com maior receita pecuária e também com menor área, porém com receita relativamente alta para a área que é explorada, ou seja, na qual o uso da terra é mais eficiente. Os sistemas que foram mais eficientes no enfoque socioambiental apresentaram maiores receitas em relação às áreas relativas ao tamanho total da reserva. Ao analisar os sistemas de referência observamos que os mesmos possuem valores de receita significativos com áreas grandes de conservação em relação às áreas de pastagens, que são indicadoras de eficiência na gestão, especialmente de pastagens.

Esta abordagem identificou como principais pontos de ineficiência a baixa qualificação da mão de obra e o uso de touros de valor genético questionável. Em sistemas extensivos, com mais razão, estes são pontos importantes de estrangulamento [13]. Tais resultados vêm ao encontro ao descrito por pesquisadores em sistemas de cria no Rio Grande do Sul (RS) que, por meio de técnicas multivariadas para avaliação da variável ‘taxa de desmama’, concluíram que a intensificação e o aumento da eficiência dos sistemas de cria estão diretamente relacionados à adoção de tecnologias relacionadas à nutrição, reprodução, genética e controle econômico das fazendas [14].

## **Biotécnicas reprodutivas**

As estratégias para a seleção dos touros para os diferentes sistemas de produção da pecuária de corte brasileira, bem como as ferramentas para a tradução dos valores genéticos dos touros selecionados em medidas de lucro estão em pleno desenvolvimento.

Neste processo, a adaptação das biotécnicas reprodutivas aos diferentes biomas do Brasil é um passo fundamental. Pois em paralelo ao uso de animais geneticamente superiores, há necessidade dos rebanhos comerciais maximizarem o ganho em qualidade genética e, realmente, impactarem positivamente os índices zootécnicos. A evolução destas biotécnicas reprodutivas, especialmente, a inseminação artificial (IA) e a inseminação artificial em tempo fixo (IATF), é demonstrada pelos dados apresentados na Figura 1.



**Figura 1** - Uso de Inseminação Artificial por estado - pecuária de corte, 2019.

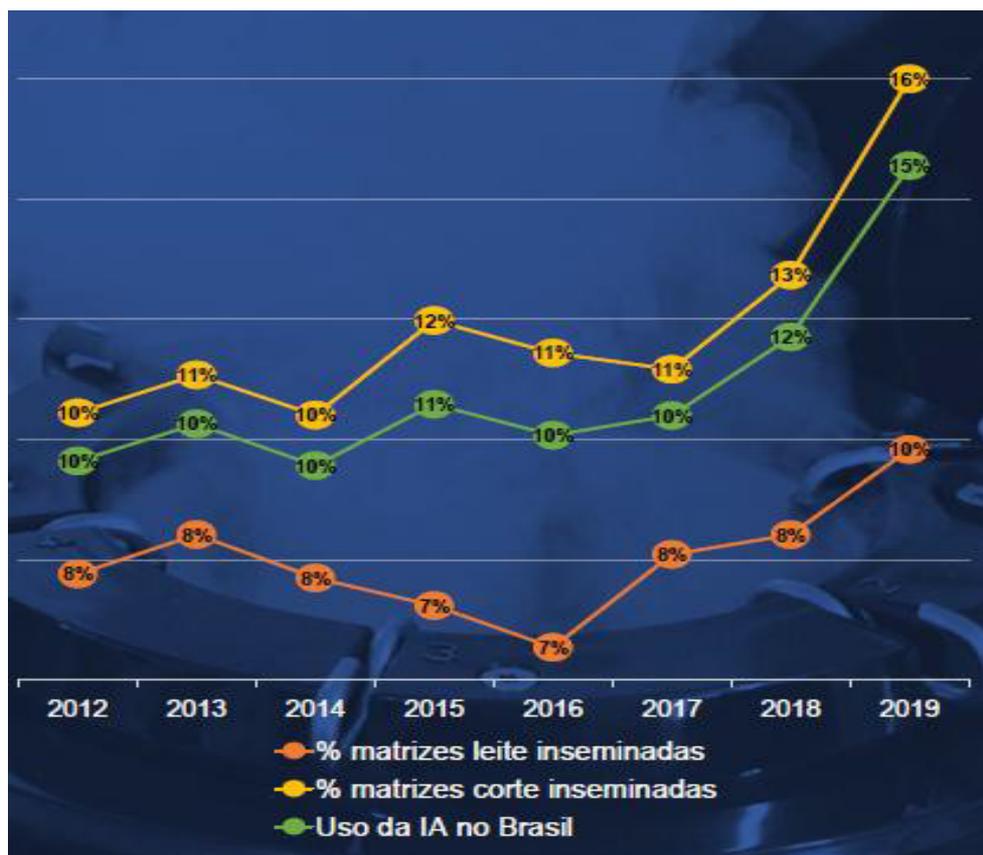
Fonte: Associação Brasileira de Inseminação artificial; Cepea - Esalq/USP

Trata-se de aspecto importante da utilização de tecnologia direcionada para a melhora dos indicadores econômicos, produtivos e reprodutivos dos rebanhos, pois a adoção da tecnologia de inseminação artificial (IA) e/ou inseminação artificial em tempo fixo (IATF) carrega para o sistema de produção diferentes aspectos de melhorias na gestão, na sanidade e na nutrição dos rebanhos. Como é relatado no projeto +Precoce, liderado pela Embrapa Gado de Corte [15], que a partir do enfoque de sistemas gera informações que vão ao encontro do objetivo de maximizar os diferentes indicadores dos rebanhos de cria no Brasil central.

Na Figura 2 observamos o incremento percentual do uso da biotécnica no rebanho brasileiro nos últimos 8 anos. Apesar do aumento no uso desta tecnologia, há muito espaço para ser difundida, adaptada e aplicada.

Por meio de análise econômica comparando o uso de touros melhoradores em relação a IA [16] foi observado que o ponto crítico determinante desta escolha é o valor genético dos animais, expresso em DEPs, e que os investimentos na aquisição de reprodutores exigem maximizar sua utilização, por meio do aumento da relação touro/vaca para mais de 1:30. E a principal característica que mais impacta economicamente o processo é a taxa de prenhez, sendo que um bom desempenho reprodutivo, no entanto, exige eficiência no manejo animal e no gerenciamento da atividade.

Por outro lado, a viabilidade econômica da IATF depende da realização de um repasse da sincronização. A escolha entre esta e a IA tradicional depende das taxas de prenhez obtidas em ambos os processos. A comparação do custo por prenhez em monta natural ou inseminação artificial, com suas variantes, dá uma ideia sobre a eficiência relativa desses processos, mas qualquer tomada de decisão exige uma análise prévia de todo o sistema de produção.



**Figura 2** - Percentual de vacas inseminadas no Brasil.

Fonte: Associação Brasileira de Inseminação artificial; Cepea - Esalq/USP

Com a valorização das terras nas Regiões Sul e Sudeste, a bovinocultura extensiva tem perdido campo para outras atividades que proporcionam melhor retorno econômico por unidade de área. Assim, a criação de bovinos tem se expandido para terras mais baratas, embora com boa disponibilidade hídrica. Ou seja, nos últimos anos houve marcante dinâmica nos sistemas pecuários com deslocamento dos rebanhos principalmente para os biomas Cerrado, da Amazônia e da região conhecida por MATOPIBA (confluência dos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). Mas especialmente nos últimos anos com a substituição de parte da pecuária por atividades agrícolas no Cerrado observou-se tendência de deslocamento da bovinocultura em direção ao norte do Brasil [17]. Além da tecnificação e especialização dos produtores em determinada fase das etapas da bovinocultura de corte e em sistemas integrados [18].

Assim os protocolos de IA e IATF são constantemente desafiados a serem adaptados aos mais diferentes biomas e sistemas de produção. Avaliações econômicas da implantação da tecnologia ou da combinação entre elas, cada vez direcionam para intensificação dos sistemas com aspectos diferenciados, por exemplo, cada tipo de manejo, raça, clima e as interações entre as variáveis citadas [19] [20] [21] [22] [23]. Inclusive com a utilização de aplicativos que dão suporte a tomada de decisão em relação a qual estratégia utilizar para minimização de custos da aplicação da tecnologia [24]. Além de adaptações práticas direcionadas a maneira como o protocolo é executado com objetivo de melhorar os índices reprodutivos [25] [26].

Um aspecto que deverá ser avaliado com cuidado será o ajuste e a adaptação dos protocolos das biotécnicas reprodutivas para as diferentes regiões do Brasil. Deste modo, especial atenção deve ser dada à interação dos aspectos de fisiologia reprodutiva dos doadores de sêmen com os aspectos nutricionais característicos dos diferentes biomas e das microrregiões onde predominam os rebanhos comerciais de cria. Tudo indica que tal cuidado poderá ser determinante no sucesso da tecnologia, pois possuem efeito direto nos índices de eficiência no desempenho do rebanho de cria que adotam tais tecnologias [27].

## Considerações finais

As variáveis reprodutivas interferem diretamente nos fatores econômicos. As escolhas dos produtores em relação à genética a ser utilizada é de fundamental importância para o sucesso de sua atividade pecuária. Por outro lado, o entendimento das inter-relações entre a qualidade genética, a utilização eficiente das biotécnicas reprodutivas e os diversos ambientes, com objetivo de maximizar qualidade e quantidade dos produtos, é a base da sustentabilidade e continuidade da atividade pecuária nos diferentes biomas do Brasil.

## Referências bibliográficas

- [1] Barcellos, J. O. J.; Oliveira, T. E. de; Marques, P. R.; Canellas, L. C.; Canozi, M. E. A.; Gomes, A. T. *Bovinoicultura de Corte: Cadeia Produtiva e Sistemas de Produção*. 1. ed. Porto Alegre: Agrolivros. 2011. 256p.
- [2] Baruselli, P. S.; Catussi, B. L. C.; Abreu, L. G. de; Elliff, F. M.; Silva, L. G. da; Batista, E. de O. S. Challenges to increase the AI and ET markets in Brazil. *Anim Reprod* 2019;16:364-375. DOI: 10.21451/1984-3143-AR2019-0050
- [3] Marcondes, C. R.; Matos, A. de S. Interação Genótipo-Ambiente em Bovinos: Revisão de Estudos no Brasil. Série Documentos n° 365, Embrapa Amazônia Oriental (CPATU); 2010. 50p.

- [4] Hazel, L. N. The Genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics* 1943;28: 476–490.
- [5] Bourdon, R. M. Shortcomings of Current Genetic Evaluation Systems. *J. Anim. Sci.* 1998;76:2308–2323.
- [6] Mottet, A.; Haan, C. de; Falcucci, A.; Tempio, G.; Opio, C.; Gerber, P. Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security* 14 (2017) 1– 8. DOI:10.1016/j.gfs.2017.01.001
- [7] Herrero, M.; Thornton, P. K. Livestock and global change: Emerging issues for sustainable food systems. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2013;110: 20878–20881.
- [8] Strassburg, B. B. N. *et al.* When enough should be enough: Improving the use of current agricultural lands could meet production demands and spare natural habitats in Brazil. *Global Environmental Change*. 2014;28: 84–97.
- [9] Garnett, T. *et al.* Sustainable Intensification in Agriculture: Premises and Policies. *Science*, 2013;341: 33–34.
- [10] Portes, J. V.; Menezes, G. R. O.; MacNeil, M. D.; Silva, L. O. C. da; Gondo, A.; Braccini Neto, J. Selection indices for Nellore production systems in the Brazilian Cerrado. *Livestock Science* 2020; 242: 104309. DOI:10.1016/j.livsci.2020.104309
- [11] Abreu, U. G. P.; Rosa, A. N. F.; Portes, J. V.; Nogueira, E.; Silva, J. C. B.; Oliveira, L. O. F. de; Silva, L. O. C. da; Batista, D. S. do N. Touros Nelore Pantaneiros com DEP's: potencial impacto econômico para o sistema de produção. Comunicado Técnico n° 110, Embrapa Pantanal (CPAP); 2019. 9p.
- [12] Mello, J. C. C. B. S. de; Gomes, E. G.; Abreu, U. G. P.; Carvalho, T. B. de; Zen, S. de. Análise de desempenho de sistemas de produção modais de pecuária de cria no Brasil. *Produção*, 2013; 23: 877–886. DOI:/10.1590/S0103-65132013005000010
- [13] Gomes, E. G.; Abreu, U. G. P.; Mello, J. C. C. B. S. de; Carvalho, T. B. de; Zen, S. de. Economic and socio-environmental performance assessment of beef cattle production systems: a data envelopment analysis (DEA) approach with weight restrictions. *R Bras Zootec*, 2015; 44:219–225. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-92902015000600004>
- [14] Dill, M. D.; Pereira, G. R.; Costa Jr., J. B. G.; Canellas, L. C.; Peripolli, V.; Braccini Neto, J.; Sant'Anna, D. M.; McManus, C.; Barcellos, J. O. J. Technologies that affect the weaning rate in beef cattle production systems. *Trop Anim Health Prod*, 2015; 47:1255–1260. DOI 10.1007/s11250-015- 0856-x
- [15] Silva, J. C. B.; Nogueira, E.; Nicacio, A. C.; Abreu, U. G. P.; Oliveira, L. O. F. de; Bergier, I.; Dias, F. R. T.; Juliano, R. S.; Gomes, R. da C.; Menezes, G. R. de O. Projeto Mais Precoce Embrapa: aumentar a produção e qualidade dos bezerros. *Rev Bras Reprod Anim*, 2019; 43: 340–345.
- [16] Amaral, T. B.; Costa, F. P.; Corrêa, E. S. Touros Melhoradores ou Inseminação Artificial: Um Exercício de Avaliação Econômica. Série Documento n° 110, Embrapa Gado de Corte (CNPGC); 2003. 28p.
- [17] Almeida, M. M. T. B.; Lixa, A. T.; Oliveira, O. C. de; Fasiaben, M. do C. R. Para onde vai a pecuária bovina brasileira? 2018;56º Reunião da SOBER - Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural.
- [18] Santos, M. C. dos. *As transformações da bovinocultura de corte no Brasil e seus impactos no mercado pecuário*. 146 f. Tese (Doutorado em Economia) – Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP, Campinas, 2020.
- [19] Silva, A. S. da; Silva, E. V. da C. e; Nogueira, N.; Zúccari, E. S. N. Avaliação do custo/benefício da inseminação artificial convencional e em tempo fixo de fêmeas bovinas pluríparas de corte. *Rev Bras Reprod Anim*, 2007;31:443–455.
- [20] Gottschall, C. S.; Silva, L. R. da; Almeida, M. R. de. Análise econômica de dois protocolos para inseminação artificial em tempo fixo (IATF) em novilhas de corte. *Rev Bras Reprod Anim*, 2016; 40:99–104.
- [21] Edwards, S. A. A.; Bo, G. A.; Chandra, K. A.; Atkinson, P. C.; McGowan, M. R. Comparison of the pregnancy rates and costs per calf born after fixed-time artificial insemination or artificial insemination after estrus detection in *Bos indicus* heifers. *Theriogenology*, 2015;83: 114–120. <http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2014.08.017>
- [22] Rodrigues, W. B.; Jara, J. do P.; Silva, J. C. B.; Oliveira, L. O. F. de; Abreu, U. G. P.; Anache, N. A.; Silva, K. C. da; Bezerra, A. de O.; Cardoso, C. J. T.; Nogueira, E. Efficiency of mating, artificial insemination or resynchronization

- at different times after first timed artificial insemination in postpartum Nelore cows to produce crossbred calves. *Animal Production Science*, 2019;59:225–231. <https://dx.doi.org/10.1071/AN17466>
- [23] Oliveira, L. Z.; Silva, A. G.; Noronha, I. M.; Oliveira, C. S.; Monteiro, F. M.; Peres, R. F. G.; Graff, H. B.; Rodrigues, A. L. R.; Brandão, F. Z. Influência da dificuldade de inseminação, temperamento e cortisol plasmático sobre a taxa de concepção de vacas e novilhas da raça Nelore inseminadas em tempo fixo. *Arq Bras Med Vet Zootec*, 2019;71:1459-1468. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10478>
- [24] Lamb, G. C.; Mercandante, V. R. G. Synchronization and Artificial Insemination Strategies in Beef Cattle. *Vet Clin Food Anim*, 2016;32: 335–347. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cvfa.2016.01.006>
- [25] Nogueira, E.; Silva, M. R.; Silva, J. C. B.; Abreu, U. P. G.; Anache, N. A.; Silva, K. C.; Cardoso, C. J. T.; Sutovsky, P.; Rodrigues, W. B. Timed artificial insemination plus heat I: effect of estrus expression scores on pregnancy of cows subjected to progesterone–estradiol-based protocols. *Animal*. 2019; DOI:10.1017/S1751731119000442
- [26] Rodrigues, W. B.; Silva, A. S.; Silva, J. C. B.; Anache, N. A.; Silva, K. C.; Cardoso, C. J. T.; Garcia, W. R.; Sutovsky, P.; Nogueira, E. Timed artificial insemination plus heat II: gonadorelin injection in cows with low estrus expression scores increased pregnancy in progesterone/estradiol-based protocol. *Animal*, 2019;13: 2313 -2318. DOI:10.1017/S1751731119000454
- [27] Rodgers, J. C.; Bird, S. L.; Larson, J. E.; Di Lorenzo, N.; Dahlen, C. R.; Di Costanzo, A.; Lamb, G. C. An economic evaluation of estrous synchronization and timed artificial insemination in suckled beef cows. *J. Anim. Sci.* 2012;90:4055–4062. DOI:10.2527/jas2011-4836