

## **Estratégias Avançadas para Maximizar a Qualidade Seminal em Touros de Centrais**

*Advanced Strategies to Maximize Semen Quality in Artificial Insemination Center Bulls*

**Fernando Vilela Vieira**

INTELPEC – Consultoria Veterinária

### **Resumo**

O segmento de produção de carne bovina no Brasil tem uma importância econômica muito grande seja para consumo interno e para exportações. A produção de carne bovina envolve vários setores da economia que estão interligados e altamente dependentes um do outro. Quando falamos de carne sabemos da importância da genética, nutrição, sanidade, reprodução, manejo, frigoríficos e supermercados. Todos estes segmentos tem uma relevância muito grande para a economia brasileira. Especificamente a genética evoluiu muito nos últimos anos com a utilização em massa de programas de melhoramento genético e uso da genômica. Tivemos um salto muito grande de produtividade com o uso de genética superior no campo o que foi impactada pela utilização da inseminação artificial em tempo fixo em todo o país.

A otimização de produção de sêmen em centrais é um grande desafio, os touros mais importantes muitas das vezes tem uma demanda maior do que a sua capacidade de produção. Na grande maioria das vezes tendemos a orientar nosso raciocínio apenas para as rotinas de produção, no meu entender podemos dividir esta análise em 3 pontos diferentes pois possuem particularidades em cada um e todos impactam na qualidade de sêmen de touros e nas taxas de prenhez no campo. A seguir avaliaremos estes pontos que acontecem antes da entrada do touro na central, durante a produção na central e por último os impactos relacionados com a utilização deste sêmen nos programas de inseminação artificial no Brasil.

### **Introdução**

Para entendermos melhor as variáveis que impactam a qualidade de sêmen de touros em programas de inseminação artificial e inseminação artificial em tempo fixo iremos dividir nosso raciocínio em 3 partes.

### **Melhoramento genético**

O melhoramento genético atual para produção de touros voltados para o mercado de carne tem vários desafios. 4 vacas cobertas 3 são por touros. Fertilidade é de baixa herdabilidade. Touros jovens, desafio a mais. Fazendas de corte não produzem touros para central, produzem touros para monta natural. Estas são algumas das características ligadas a produção mais selecionadas.

- ✓ Eficiência alimentar – tem sido amplamente trabalhada nos programas de seleção pelo desafio de obtenção de animais que irão consumir menos e ganhar mais peso, devido aos custos de nutrição em confinamento representarem a maior porcentagem tem uma importância muito grande.
- ✓ Carcaça – mercados que buscam carnes premium e consumidores cada dia mais exigentes na busca de carne mais macia e saborosa
- ✓ Velocidade de crescimento – característica fundamental para encurtar o ciclo de produção e o produtor ter mais retorno na atividade
- ✓ Precocidade – foco na prenhez de fêmeas aos 12 meses e machos também produzindo sêmen de qualidade nesta idade aumentando a eficiência do sistema de produção
- ✓ Habilidade materna – outra característica muito importante para desmamarmos bezerros mais precoces e mais pesados
- ✓ Fertilidade – ainda pouco selecionada mas de suma importância dentro da cadeia de produção, impacta diretamente nos resultados econômicos da propriedade.

Atualmente os gerentes de produto das centrais contam com uma quantidade muito grande de informações como DEPs, genômica, provas de avaliação de ganho de peso e fazem suas próprias avaliações fenotípicas. Normalmente quando uma fazenda oferta touros para centrais eles tem 5 ou mais opções e os técnicos tomam suas decisões baseadas nas informações citadas acima. Nem sempre o touro selecionado é

o melhor em fertilidade, as vezes é o pior entre os animais oferecidos às centrais. Eles estão certos pois a decisão deles é comercial.

Como podemos mudar este cenário? Orientação para os gerentes de produto que contratam os touros sobre a importância da fertilidade combinada com as características reprodutivas pois na rotina de produção de uma central trará um grande diferencial competitivo para a central em quantidade de doses produzidas e também nas taxas de prenhez.

Quando alguns produtores buscam selecionar para fertilidade de fêmeas ainda existem alguns pontos antagônicos como as DEPs para circunferência escrotal em machos que tem correlação positiva com precocidade de novilhas. A cada geração temos touros com circunferência maior o que traz mais peso aos testículos e mais dificuldade na termorregulação testicular levando a casos de traumatismos testiculares e orquites as quais sabemos o impacto negativo na produção de sêmen de qualidade.

Nossa recomendação na central era que sempre que possível associar a avaliação andrológica no momento da contratação de touros de maneira a termos touros a cada ano com melhor qualidade de sêmen entrando nas centrais.

Um ponto extremamente importante na seleção de touros é a questão de aprumos, capacidade de caminhar longas distâncias, sustentar o peso e ainda a capacidade de sustentar o peso durante a monta.

Um desafio nos programas de melhoramento em gado de corte é quanto a terminação à pasto, semi-confinado ou confinamento, para cada sistema de produção temos características específicas a serem buscadas.

Fazendas de seleção tem utilizado da técnica de produção de embriões FIV para acelerar o melhoramento genético e multiplicar a melhor genética disponível em suas propriedades.

Marcadores moleculares tem tido um impacto muito grande na seleção de animais superiores para várias características, inclusive fertilidade.

Como a fertilidade possui aspectos multiparamétricos, a pesquisa e o desenvolvimento de novos marcadores para identificar sêmen de alta fertilidade precisam ser amplos. A incorporação de novos marcadores levará a uma melhor avaliação da qualidade do sêmen e da fertilidade. Além disso, a implementação dessas ferramentas nos Centros de Processamento de Sêmen (CCPS) ajudará a padronizar os procedimentos de Controle de Qualidade (QC), eliminando o aspecto subjetivo da avaliação do sêmen. Isso permitirá a padronização do sêmen produzido dentro de um CCPS e entre múltiplos CCPS, especialmente para empresas de inseminação artificial que produzem sêmen em vários laboratórios. Outra aplicação dessas ferramentas na indústria de inseminação artificial é a caracterização do sêmen com alto valor genético.

### **Controle de qualidade nas centrais**

Este é um dos pontos que temos maior controle e poder de decisão pois temos vários mecanismos de avaliação durante as rotinas de produção em uma central.

Para entendermos melhor as rotinas de produção temos hoje nas centrais um percentual muito maior de touros jovens que tínhamos a alguns anos atrás e uma pressão no campo por fertilidade muito maior com o uso da IATF.

Antes de abordarmos o tema controle de qualidade eficiente é importante relacionarmos todos os procedimentos que antecedem a coleta de sêmen e que tem impacto muito grande na qualidade de sêmen, eu sempre falei que o sêmen deve chegar com excelente qualidade no laboratório pois internamente iremos preservar e congelar, não conseguimos melhorar o padrão de qualidade.

Alguns pontos importantes

- ✓ Sanidade – algumas doenças são zoonoses importantes e outras impactam diretamente na saúde dos animais interferindo na reprodução e ganho de peso
- ✓ Tratamentos e medicações – sabemos que algumas medicações como corticóides impactam diretamente na qualidade de sêmen por isso a importância no controle de quais medicamentos e vacinas utilizarmos nas rotinas de produção
- ✓ Conforto – ambiência é um desafio diário nas centrais, no Brasil está muito relacionada com sombreamento, água de boa qualidade, manejo adequado dos touros, nutrição em horários corretos, banhos e casqueamento
- ✓ Nutrição – outro ponto que tem impacto direto na qualidade do sêmen e também na quantidade de espermatozoides produzidos no ejaculado. Uma dieta equilibrada com base em fibras de boa qualidade, fonte de energia e proteína adequada e sem uso de produtos sem valor nutritivo, vitaminas e sais minerais essenciais. Diante destes desafios na nutrição um ponto cada dia mais

frequente nas centrais são os touros jovens, como podemos ajustar uma dieta que promova o crescimento e não interfira na qualidade de sêmen. Devido as altas temperaturas trabalhamos com dietas de 12% de proteína e máximo 60% de NDT.

- ✓ Zero stress – em uma central temos vários tipos diferentes de stress que podem interferir na qualidade do sêmen produzido, efeito de dominância de touros adultos, problemas clínicos e dores, ruídos, pessoas estranhas ao ambiente, mudanças de rotinas como exposições, mudanças bruscas de clima e outros fatores estressantes de provocam uma descaga de corticosteróides no organismo. Todos estes fatores interferem nos hábitos normais de alimentação e ruminação alterando completamente o metabolismo dos animais.
- ✓ Coleta (condicionamento / horário / coletador / vaca ou touro manequim / processo de estimulação / high ties / touros voltados para área central / tamanho da vagina artificial / temperatura da vagina artificial / lubrificação / mucosas / dominância / coletador / ruídos externos )
- ✓ Bem estar animal com certeza é um dos pontos prioritários em qualquer segmento de produção animal, cada dia mais os consumidores estão mais atentos a este ponto e consideram um grande diferencial as empresas que investem e se preocupam em gerar bem estar para os animais.

No laboratório temos várias rotinas importantes e que irão trazer segurança no processo de produção e no controle de qualidade

- ✓ Avaliação de motilidade inicial – pode ser avaliada utilizando um microscópio de contraste de fase bem regulado e com profissional experiente onde a avaliação é bem precisa, outro método de análise mais moderno e que evita distorções é com a utilização de sistemas CASA onde a análise é bastante precisa.
- ✓ Análise de concentração – pode ser avaliada por Fotômetros que tem boa precisão ou através de equipamentos mais modernos como Nucleocounter que são muito mais precisos.
- ✓ Volume – pode ser avaliado através de tubos guardados ou através de pesagem em balanças de precisão, mais precisos
- ✓ Morfologia espermática – avaliação realizada através de microscopia de contraste de fase ou interferência diferencial com 1000x de aumento, são equipamentos que permitem avaliar praticamente todos os defeitos na estrutura dos espermatozoides. Utiliza-se a avaliação através de câmara úmida pela melhor visualização de defeitos de vacúolos. Os principais defeitos são os de acrossoma como Knobbed sperm, cabeça anormal, vacúolos, peça intermediária, cabeças isoladas e caudas dobradas ou enroladas. Uma análise importante deve ser feita para identificar se a causa da morfologia é de origem genética ou adquirida pois tem abordagem diferentes.
- ✓ Antibióticos – normalmente utilizamos um coquetel com 4 antibióticos diferentes (360 mg Espectinomicina, 300 mg Gentamicina, 180 mg Lincomicina and 60 mg Tilosina) que são bastante eficazes no controle de bactérias presentes nos ejaculados. Também se utiliza diluentes que contém antibióticos na sua formulação. Devem ser adicionados no sêmen à fresco para melhor atuação, antes da primeira diluição e aguardar de 3-5 minutos para uma boa atuação.
- ✓ Diluentes – são de extrema importância pois atuam nas faixas positivas e negativas de temperatura garantindo uma correta proteção ao espermatozoide e um melhor controle nos processos oxidativos sofridos pela célula.
- ✓ Palhetas – feitas de plástico resistente ao congelamento e que não seja tóxico para as células, tem volume de 0,5 ml ou 0,25 ml e devem ter buchas de vedação de um lado para facilitar a aplicação e lacradas na outra extremidade sem que altere a qualidade dos espermatozoides no interior.
- ✓ Estabilização / temperatura – tem média de duração de 5 horas e a temperatura deve ser reduzida de forma controlada de 34 °C para 4 °C. Tempo mínimo de estabilização é muito importante sendo o tempo máximo mais flexível podendo chegar até 12 horas.
- ✓ Envaze – máquinas atuais de envaze são bastante precisas e rápidas no sistema de preenchimento e fechamento da palheta garantindo qualidade para um bom congelamento.
- ✓ Impressão de palhetas – realizada por impressoras de jato de tinta sendo esta resistente às baixas temperaturas garantindo boa visualização de todos os dados e que a tinta não se desprenda durante contato com nitrogênio líquido.
- ✓ Congelamento – equipamentos modernos de congelamento onde se tem um controle preciso das curvas de congelamento garantindo boa viabilidade aos espermatozoides.
- ✓ Controle de qualidade – os sistemas mais modernos utilizam de equipamentos computadorizados (CASA) para realizar as análises de número de espermatozoides viáveis, morfologia, velocidades, percentual de espermatozoides com motilidade progressiva e outros tipos de movimentos. Também temos outros equipamentos muito eficientes de avaliação através de citometria de fluxo.

Um ponto muito importante é que esta avaliação de motilidade ao descongelamento possui a maior correlação com fertilidade do sêmen à campo. Exames adicionais que avaliam integridade de acrossoma e DNA e também atividade mitocondrial trazem informações relevantes sobre o potencial de fertilidade de um ejaculado. Tanto a análise pelo CASA e Citometria de fluxo tem alta predição para fertilidade.

- ✓ Touros jovens – para todos as rotinas e análises citadas acima temos que redobrar nossos cuidados quando se trata de processamento de sêmen de touros jovens, a espermatogênese ainda não está completamente desenvolvida e os touros apresentam alterações na composição do plasma seminal, redução de volume e concentração e também elevado percentual de morfologia espermática de gota citoplasmática proximal e distal.
- ✓ Sêmen sexado – rotinas diferentes de coleta e processamento e altamente dependente de todas estas variáveis relacionadas com qualidade. Com as novas tecnologias de separação as taxas de fertilidade melhoraram mas ainda tem alta correlação com touros de elevada fertilidade onde o ejaculado suportará as rotinas de sexagem.
- ✓ Sêmen para FIV – tecnologia de produção de embriões FIV é altamente dependente de um sêmen de elevada qualidade para fertilização de oócitos e com reduzida contaminação bacteriana
- ✓ Logística – altamente dependente de manuseio correto e pessoal bem treinado.

Todas estas rotinas listadas acima dependem de mão de obra treinada e qualificada para que tudo aconteça, não somente no laboratório, desde a chegada dos touros, quarentena, trato dos touros, conforto, coleta, processamento de sêmen. Costumo falar que um simples erro em qualquer uma destas etapas pode trazer prejuízos para a qualidade do sêmen dentro de uma central de produção de sêmen bovino. (temperatura vagina, técnica de pipetagem, falta de calibração de equipamentos, contaminações, etc)

Não poderia deixar de mencionar a importância do entendimento da fisiologia do sistema reprodutivo do touro, o mecanismo de atuação dos hormônios que estão relacionados com a produção de testosterona e diretamente relacionados com a espermatogênese. LH e FSH tem papel fundamental na produção de sêmen de qualidade e precisamos entender todo o processo para então termos capacidade de avaliar a produção de sêmen dos touros. Com este conhecimento somos capazes de avaliar capacidade de produção, problemas que ocorrem, quantos dias são necessários para recuperação de quadros de baixa motilidade, concentração e morfologia e muito importante na utilização de medicações específicas para revertermos problemas relacionados com a produção de sêmen.

### **Campo**

Etapa que temos menor controle e sabemos o quanto é importante para uma excelente taxa de prenhez. Quando o sêmen sai da central para a fazenda inicia uma jornada difícil pois enfrenta condições de armazenamento, longos períodos em caminhões, altas temperaturas, baixos níveis de nitrogênio e várias outras .....

Normalmente após esta etapa inicial com transportadoras que carregam vários tipos de cargas diferentes este sêmen passa para um outro botijão menor de um representante ou do próprio fazendeiro ou veterinário que irá seguir para a fazenda. Na fazenda muitas vezes é novamente passado para outro tanque de armazenamento.

São vários manuseios, profissionais as vezes despreparados, altas temperaturas, vento, poeira e umidade que sabemos o quanto interferem na qualidade do sêmen.

Fundamental uma análise rápida de viabilidade antes da IA / IATF para assegurar a viabilidade deste sêmen?

Descongelamento é um ponto importante, em programas de inseminação tradicional é mais fácil mas em programas de inseminação artificial em tempo fixo se torna mais difícil, as vezes são descongeladas várias doses de cada vez.

A IATF foi uma revolução no mercado de inseminação artificial, veio solucionar um dos maiores problemas que tínhamos com observação de cios e vacas em anestro. Por outro lado trouxe mais variáveis para nossa rotinas.

Temos inúmeros protocolos disponíveis, dosagens variadas, produtos naturais e sintéticos e veículos diferentes de diluição o que pode trazer alterações muito grandes na resposta fisiológica das fêmeas.

Veterinários que trabalham com inseminação artificial em tempo fixo são pagos por prenhez, a prioridade número um deles são os touros de alta fertilidade que irão garantir mais prenhez. Prioridade número um dos produtores de gado de corte é ter mais bezerros nascidos no início da estação

complementada com ganhos genéticos. Genética em rebanhos de corte leva em média 18-24 meses para se expressar tanto nos machos como nas fêmeas, fertilidade é expressa em dias, com 20-30 dias já temos uma avaliação pela taxa de não retorno ao cio.

- ✓ Hormônios – rigoroso controle nos hormônios utilizados nos protocolos de sincronização adequando dosagens corretas e horários de administração são fundamentais para bons resultados
- ✓ Nutrição das fêmeas – sem nutrição adequada não temos reprodução
- ✓ Mão de obra – esta é sem dúvida a maior deficiência nas fazendas no Brasil, qualificação de mão de obra para execução de todas as rotinas e manejos. Existe uma deficiência pelo lado dos fazendeiros que também não investem em treinamentos e capacitações.
- ✓ Escore – simples de ser avaliado junto com pesagens traduz uma relação muito importante nos resultados de prenhez
- ✓ Categoria – temos diferentes respostas para cada categoria de fêmeas trabalhadas, o veterinário deve sempre conhecer estas particularidades e direcionar manejos, protocolos e nutrição para cada uma.
- ✓ Pastos (proteína, energia e fibras de qualidade) – em sistemas de produção extensivos a qualidade das pastagens impacta diretamente nos resultados de ganho de peso, fertilidade e financeiro da propriedade.
- ✓ Currais e Troncos – infra-estrutura adequada é fundamental para segurança dos animais e funcionários além de agilizar as rotinas
- ✓ Tamanho lotes – dimensionamento de lotes facilitam os manejos e favorecem na obtenção de melhores resultados
- ✓ Dias de protocolos – ajustar os protocolos de IATF para cada categoria e qual protocolo irá resultar em uma melhor taxa de prenhez

O que podemos fazer para termos controle sobre estas 3 etapas?

Qualquer falha em uma destas 3 etapas pode trazer sérios prejuízos para o sistema de produção, por isso a importância de termos uma visão mais ampla de todos os processos que podem contribuir de maneira positiva ou negativa para o sucesso de um projeto de inseminação artificial.

#### **Estratégias para otimizar a qualidade de sêmen de touros em centrais**

1. Maior pressão em fertilidade de touros nos programas de melhoramento genético
2. Manejo orientado para touros jovens (nutrição rica em fibras, vitaminas e minerais)
3. Colocar touros jovens para trabalhar vacas o mais cedo possível
4. Cuidado com cascos e aprumos
5. Rigoroso exame andrológico nos touros antes de entrarem nas centrais
6. Concentrar a produção nos meses mais frios
7. Estratégias para aumentar conforto e reduzir stress nas centrais
8. Mão de obra altamente treinada e qualificada em todos os setores da central
9. Incentivar os programas de retorno de informações de campo
10. Uso da inteligência artificial para avaliar todas as informações que envolvem os touros

#### **Conclusão**

A indústria da carne bovina tem pela frente um grande desafio devido a demanda crescente por carne bovina de qualidade, novos formatos de produção irão surgir através de cooperativas, projetos de integração, frigoríficos especializados, mercados de carne premium e terminação através de confinamentos ou animais à pasto. A integração e entendimento de toda a cadeia de produção com certeza irá fortalecer a indústria de inseminação pois se trata de um elo altamente importante para disseminar genética de qualidade de maneira rápida e democrática a todos os produtores.

Um ponto extremamente importante, somente chegamos onde estamos devido ao imenso número de trabalhos científicos na área de reprodução animal nas mais diferentes áreas, estes trabalhos devem continuar e irão ditar muitos dos rumos do segmento de inseminação artificial no futuro.

Com todos estes desafios temos que considerar que os modelos de produção que irão sobreviver e se destacarem no futuro tem que ser lucrativos para toda a cadeia e sustentáveis.

Para unir todos estes pontos necessitamos a cada dia de profissionais mais capacitados e que tenham profundo conhecimento em toda a cadeia que cerca o segmento de inseminação artificial em todo o mundo.

O maior desafio das empresas é disponibilizar ao mercado doses de sêmen na quantidade e qualidade demandadas pelo mercado de inseminação artificial.

### Referências

Machine learning for sperm selection.

**You JB, McCallum C, Wang Y, Riordon J, Nosrati R, Sinton D.** *Nat Rev Urol.* 2021 Jul;18(7):387-403. doi: 10.1038/s41585-021-00465-1. Epub 2021 May 17. PMID: 34002070 Review.

Advances in sperm analysis: techniques, discoveries and applications.

**Dai C, Zhang Z, Shan G, Chu LT, Huang Z, Moskovtsev S, Librach C, Jarvi K, Sun Y.** *Nat Rev Urol.* 2021 Aug;18(8):447-467. doi: 10.1038/s41585-021-00472-2. Epub 2021 Jun 1. PMID: 34075227 Review.

Are sperm parameters able to predict the success of assisted reproductive technology? A retrospective analysis of over 22,000 assisted reproductive technology cycles.

**Villani MT, Morini D, Spaggiari G, Falbo AI, Melli B, La Sala GB, Romeo M, Simoni M, Aguzzoli L, Santi D.** *Andrology.* 2022 Feb;10(2):310-321. doi: 10.1111/andr.13123. Epub 2021 Nov 12. PMID: 34723422.

Novel technologies for selecting the best sperm for in vitro fertilization and intracytoplasmic sperm injection.

**Sakkas D.** *Fertil Steril.* 2013 Mar 15;99(4):1023-9. doi: 10.1016/j.fertnstert.2012.12.025. Epub 2013 Jan 26. PMID: 23357456 .

A multilaboratory study on the variability of bovine semen analysis.

**Brito LF.** *Theriogenology.* 2016 Jan 15;85(2):254-66. doi: 10.1016/j.theriogenology.2015.05.027. PMID: 26671653

Comparison of semen quality between university-based and private assisted reproductive technology laboratories.

**Jensen CFS, Khan O, Sønksen J, Fode M, Dupree JM, Shah T, Ohl DA.** *Scand J Urol.* 2018 Feb;52(1):65-69. doi: 10.1080/21681805.2017.1409264. Epub 2017 Dec 1. PMID: 29191079

[Estimate of the variability in the evaluation of semen analysis].

**Rivera-Montes AM, Rivera-Gallegos A, Rodríguez-Villasana E, Juárez-Bengoia A, Díaz-Pérez Mde L, Hernández-Valencia M.** *Ginecol Obstet Mex.* 2013 Nov;81(11):639-44. PMID: 24483052 Spanish.

[Inter-and intra-operator variability in the analysis of semen parameters: results from a quality control program].

**Daoud S, Chakroun-Feki N, Sellami A, Ammar-Keskes L, Rebai T.** *Pan Afr Med J.* 2016 Oct 26;25:115. doi: 10.11604/pamj.2016.25.115.9158. eCollection 2016. PMID: 28292078.

Assessment of the Sperm Quality Analyzer.

**Johnston RC, Clarke GN, Liu DY, Baker HW.** *Fertil Steril.* 1995 May;63(5):1071-6. PMID: 7720920. *Andrology laboratory review: Evaluation of sperm concentration.*

**Brito LFC, Althouse GC, Aurich C, Chenoweth PJ, Eilts BE, Love CC, Luvoni GC, Mitchell JR, Peter AT, Pugh DG, Waberski D.** *Theriogenology.* 2016 Jun;85(9):1507-1527. doi: 10.1016/j.theriogenology.2016.01.002. Epub 2016 Jan 12. PMID: 27045626

Computer-assisted sperm analysis (CASA): capabilities and potential developments.

**Amann RP, Waberski D.** *Theriogenology.* 2014 Jan 1;81(1):5-17.e1-3. doi: 10.1016/j.theriogenology.2013.09.004.

Validation of the volumetric flow cytometry for bovine sperm concentration.

**Gloria A, Bracco C, Antenucci E, Contri A.** *Sci Rep.* 2023 Oct 2;13(1):16560. doi: 10.1038/s41598-023-43678-7.

The Role of Sperm Morphology Standards in the Laboratory Assessment of Bull Fertility in Australia.

**Perry VEA.** *Front Vet Sci.* 2021 May 26;8:672058. doi: 10.3389/fvets.2021.672058. eCollection 2021.

Semen quality of Nellore and Angus bulls classified by fertility indices and relations with field fertility in fixed-time artificial insemination

Author links open overlay panel  
Camile Sanches Silva, Eliane Vianna da Costa-e-Silva, Margot Alves Nunes Dode, Andrielle Thainar Mendes Cunha, Wagner Rodrigues Garcia, Breno Fernandes Barreto Sampaio, Juliana Correa Borges Silva, Francisco Eduardo Machado Vaz, Karl Kerns, Peter Sutovsky, Eriklis Nogueira

Sperm function and oxidative status: Effect on fertility in *Bos taurus* and *Bos indicus* bulls when semen is

used for fixed-time artificial insemination

Author links open overlay panelRoberta Ferreira Leite, João Diego de Agostini Losano, Giulia Kiyomi Vechiato Kawai, Bruno Rogério Rui, Ken Kawaoka Nagai, Vivian Cardoso Castiglioni, Adriano Felipe Perez Siqueira, Mayra Elena Ortiz D'Avila Assumpção, Pietro Sampaio Baruselli, Marcilio Nichi

---