

## Tourinhos genômicos: relação da qualidade e congelabilidade do sêmen

*Genomic young bulls: relationship between semen quality and freezeability*

Neimar Corrêa Severo<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Revivah Consultoria Técnica, Uberaba, MG, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia (PPGCVET – FAMEV – UFU), Uberlândia, MG, Brasil

### Resumo

A grande demanda por sêmen congelado para inseminação artificial no Brasil está ocasionando que criadores, programas genéticos, e centros de coleta e processamento de sêmen produzam touros cada vez mais jovens para doação de sêmen. A avaliação genômica é uma nova ferramenta para a seleção de touros jovens para os centros de coleta, porém, junto vieram os problemas na seleção de bons doadores de sêmen que muitas vezes não atingem a puberdade na idade desejada, principalmente na raça Nelore que é a mais importante para o mercado de inseminação no país. A maioria dos problemas com a produção de sêmen do touro jovem genômico podem ser resolvidos com o tempo, mas ainda ocasiona vários problemas não resolvidos. Os touros jovens genômicos da raça Nelore atingem a puberdade entre 13 a 16 meses e os touros jovens das raças Holandesa e Angus entre 10 a 12 meses de idade sendo que a maturidade sexual no geral é alcançada entre 18 a 24 meses quando passam a produzir sêmen rotineiramente e produzem grandes quantidades de unidades de sêmen criopreservado para uso na inseminação artificial. Este cenário ocasionará um problema para o mercado da inseminação artificial, com a demanda de mais touros com maturidade sexual.

**Palavras-chave:** Criopreservação, genética, produção, puberdade, touro

### Abstract

*The great demand for frozen semen in the artificial insemination in Brazil is causing breeders, genetic programs, and semen collection and processing centers to produce ever younger bulls for semen donation. The genomic evaluation is a new tool for the selection of young bulls for the collection centers, however, along came the problems in the selection of good semen donors that often do not reach puberty at the desired age, especially in the Nelore breed, the most important for the insemination market in the country. Most problems with genomic young bull semen production can be resolved over time, but there are still several unresolved problems. Young genomic Nelore bulls reach puberty between 13 to 16 months and young Holstein and Angus bulls between 10 to 12 months of age and sexual maturity is generally reached between 18 to 24 months when they start to produce semen routinely, so producing a large quantities of cryopreserved semen units for use in artificial insemination. This will cause a problem for the artificial insemination business where more sexually mature bulls will be needed.*

**Keywords:** Bull, cryopreservation, genetics, production, puberty

### Introdução

A inseminação artificial no Brasil atingiu a marca recorde de 28 milhões de doses comercializadas em 2021, de acordo com o relatório anual da ASBIA ([www.asbia.org.br](http://www.asbia.org.br)), crescimento de 20% em comparação à 2020. Isso representa em torno de 26% do rebanho de fêmeas bovinas aptas para a reprodução inseminadas em 2021. Os Centros de Coleta e Processamento de Sêmen (CCPS) brasileiros produziram em torno de 24 milhões de doses em 2021, mostrando a força da indústria de multiplicação genética. Nos CCPS do país possuíam em torno de 2000 touros alojados em 2021, porém mais de 2500 touros passaram pelas centrais (dados não publicados). Isso mostra a grande demanda por sêmen congelado nacional, tanto para uso interno como exportação.

A necessidade de genética brasileira especialmente da raça Nelore, que representa 80% dos touros alojados nos CCPS, aumenta a cada ano e com a avaliação genômica é possível selecionar doadores de sêmen cada vez mais jovens. O tourinho genômico está se tornando muito importante na indústria de inseminação artificial (IA) com a seleção antes da puberdade usando marcadores SNP (polimorfismo de

\*Correspondência: [ncsevero@gmail.com](mailto:ncsevero@gmail.com)

Recebido: 02 de maio de 2022

Aceito: 17 de maio de 2022

nucleotídeos simples) de genoma completo. Onde antes os touros leiteiros em CCPS tinham mais de 5 anos de idade, devido à necessidade de teste de progênie, hoje é raro ver touros maduros e muito mais comum ter touros com menos de 2 anos produzindo. Esse cenário mostra que a necessidade de tourinhos genômicos é cada vez maior no mercado internacional.

A avaliação genômica identifica os marcadores moleculares que são de interesse econômico para a produção bovina tanto de corte como de leite. Os marcadores moleculares são variações no genoma que caracterizam as diferenças fenotípicas entre dois ou mais indivíduos, identificando características como: ganho de peso, habilidade materna, peso ao nascimento, perímetro escrotal e outras características mensuráveis. Esta avaliação genômica, pode ser feita no bezerro ainda no período embrionário ou fetal ou no recém-nascido e, com as informações obtidas é possível selecionar para a coleta de sêmen, cada vez mais cedo, touros jovens com alto valor genético. No entanto, um fator que limita a produção de sêmen dessa categoria de reprodutores é a alta variabilidade do início da puberdade e da maturidade sexual desses tourinhos.

### Com que idade um tourinho genômico atinge a puberdade?

Classicamente a puberdade no touro é definida como um evento fisiológico que acontece quando o reprodutor produz um ejaculado que contém no mínimo 50 milhões de espermatozoides, onde 10% deles apresentam motilidade (Wolf et al., 1965). Em termos gerais, a puberdade é definida como o conjunto de mudanças que tornam um touro capaz de se reproduzir. Há uma grande variação na idade e no perímetro escrotal para a puberdade entre raças, e dentro da mesma raça (Brito et al., 2012). Pesquisas mais recentes têm demonstrado que a relação do perímetro escrotal com a puberdade na raça Nelore não é um parâmetro definitivo, onde touros com PE de 23,5cm apresentaram espermatozoides no ejaculado (Costa e Silva et al., 2018).

A produção de espermatozoides de touros, das raças Holandesa e Angus, em função da idade, está representada na Figura 1, na qual pode-se observar que, logo após a puberdade, entre 9 a 13 meses de idade dependendo da raça, a produção de espermatozoides aumenta, mas não atinge o pico até os 60 meses de idade. Números precisos da produção de espermatozoides para raças leiteiras podem ser encontrados em Hahn et al (1969) e Amann e Almquist (1976). Lunstra et al. (1978) e Coulter et al. (1987) publicaram informações validas para raças de corte taurinas como o Angus e o Hereford, porém, para as raças de corte zebuínas não há informações sobre a produção diária de espermatozoides na idade precoce.

Como a puberdade dos touros zebuínos começa semanas mais tarde do que os taurinos de leite e de corte (Costa e Silva et al., 2013), podemos considerar como ideal o início da puberdade no touro Nelore entre 12 a 14 meses. Começar a avaliação dessa categoria animal mais cedo tem levado a decepção dos técnicos e criadores, visto que, a idade com melhor resposta no campo está entre 14 a 16 meses (dados não publicados). Na pesquisa realizada por Silva et al.(1999) com tourinhos da raça Nelore, foi observado que os reprodutores atingiram a maturidade sexual aos 16 meses. Dessa forma, tem-se considerado tardios, os animais que atingem a puberdade acima dos 16 meses, devendo assim, ficar fora dos manejos de coleta de sêmen, devido ao atraso da maturidade sexual que ocasiona uma menor produção espermática e conseqüente vida reprodutiva. Por este motivo, a idade de atingir a maturidade sexual, é um fator de seleção e deve ser considerado com atenção pelos criadores, programas genéticos e CCPS.

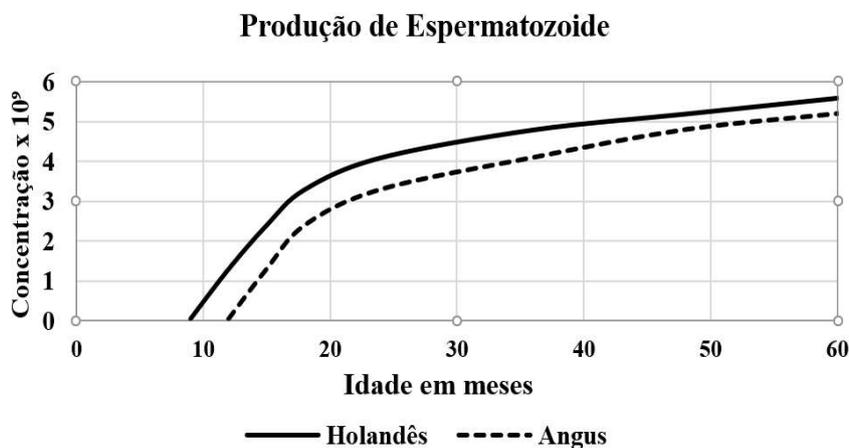


Figura 1. Curva de produção de espermatozoides de touros das raças Holandesa e Angus (adaptado de Amann e Almquist, 1976 e Coulter et al, 1987).

### O que acontece com as primeiras coletas de um tourinho genômico?

Ao examinarmos a produção de sêmen dos tourinhos Holandeses, podemos observar na Tabela 1 que o número de espermatozoides produzidos aumenta dentro de 10 a 20 semanas após o início da puberdade (Amann e Almquist, 1976). A idade média do início da puberdade foi de 41 semanas e, a porcentagem de espermatozoides móveis aumentou mais cedo do que o número total de espermatozoides, cujo pico foi atingido 20 semanas após o início da puberdade (Figura 2). Embora a qualidade do sêmen possa aumentar após um ano de idade, ejaculados dessa categoria podem ser adequados para produzir sêmen para criopreservação, conforme demonstrado na Tabela 1. Enquanto o número de doses produzidas para a inseminação artificial aumentará com a idade do touro, com um ano de idade é apenas 23% das doses possíveis aos 6-7 anos de idade. Este cenário, deixa claro que o impacto da coleta de touros mais jovens é que mais touros são necessários para produzir o número de doses que o mercado de inseminação artificial demanda.

Em touros Holandeses, as reservas espermáticas totais encontram-se entre 1,3 e 5,6 x 10<sup>9</sup> espermatozoides por dia de coleta, de acordo com a idade, conforme a Tabela 1 (Parrish, 2016), esta tabela não é válida para as raças zebuínas, devido as diferenças fisiológicas do início da puberdade e da maturidade sexual. Podemos considerar que para a raça Nelore, a maturidade sexual inicia aos 16 meses (Silva et al., 1999), mas atinge o melhor momento para as coletas congeláveis a partir dos 20 meses de idade. A reserva espermática é o principal indicador da capacidade de produção de um touro, para tal é necessário conhecer a capacidade de produção do touro a partir de um serie de coletas em uma linha de tempo determinada e avaliar o peso testicular.

Tabela 1. Mudanças no sêmen de touros associadas à idade<sup>a</sup>

Característica	<12 meses	>13-15 meses	>15-18 meses	6-7 anos
Espermas móveis %	55	63	64	67
Espermas normais %	89	90	93	93
Espermas vivos %	68	76	79	-
Bilhões espermas/ejaculados	1,3	2	3,3	5,6
Doses (20x10 <sup>6</sup> ) <sup>b</sup>	65	100	165	280
Doses (30x10 <sup>6</sup> ) <sup>b</sup>	43	67	110	187

a. Dados de Amann (1996).

b Informações baseadas nos dados da concentração/dose da tabela para a raça Holandesa (adaptado de Parrish, 2016).

### Como manejar as primeiras coletas de um tourinho genômico?

As primeiras coletas em um touro jovem são essenciais para acertar o “ponto de congelamento”. Há uma diferença substancial no tamanho dos touros jovens entre raças como Holandês, Nelore e Angus e eles também estão em crescimento, aumentando rapidamente de tamanho na época da puberdade (Dance et al., 2015). A mudança de tamanho dos touros exige a seleção adequada de animais manequins para a coleta de sêmen; é fundamental que o touro jovem não tenha uma experiência ruim, escorregões e quedas ao montar o manequim fora do padrão em tamanho (muito grande). Os CCPS precisam ter animais manequins (touro, novilhos ou fêmeas) de tamanhos diferentes para acomodar o touro em crescimento. Também deve ser lembrado para não fazer muitas falsas montas no jovem doador, pois o tourinho precisa familiarizar-se com o processo de coleta de sêmen e não se intimidar com as dificuldades (Parrish, 2016).

### Qual o momento para congelar o sêmen?

A necessidade de coletar sêmen de tourinhos genômicos cada vez mais jovens requer que algumas rotinas sejam adotadas pelos CCPS sobre quando iniciar o processamento do sêmen. Os ejaculados coletados de touros jovens devem passar pelos padrões de controle de qualidade estabelecidos pelas organizações de IA, como porcentagem de espermatozoides móveis, porcentagem de espermatozoides normais e o número total de espermatozoides no ejaculado. O número de espermatozoides no ejaculado será menor em tourinhos com menos de 14 meses de idade. A partir dos 15 meses há um aumento substancial das concentrações por ejaculado (Figura 2).

A sugestão é iniciar os congelamentos de rotina quando os primeiros ejaculados coletados de um tourinho atinjam 500x10<sup>6</sup>/mL (Figura 3). Os primeiros ejaculados pós-puberdade podem ser usados para testes sanitários ou usados a fresco em IATF. Os ejaculados aptos podem então ser criopreservados e usados para IA quando pelo menos 40-60 unidades puderem ser produzidas no padrão da empresa (Tabela 1). O custo do processamento do sêmen pode ser muito alto por unidade quando menos de 40 unidades

são produzidas de um ejaculado.

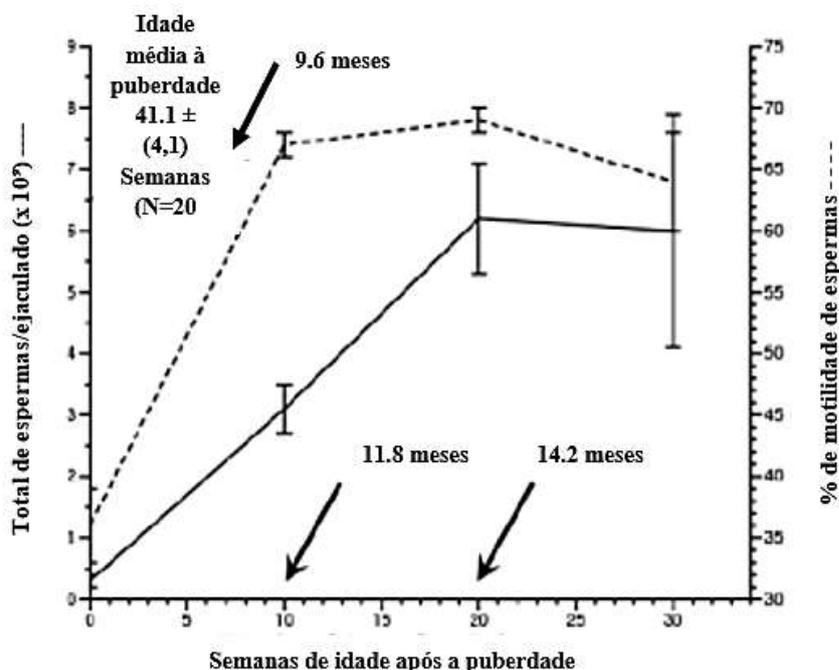


Figura 2. Características da produção do sêmen de touros da raça Holandesa nos primeiros meses após a puberdade (adaptado de Killian e Amann, 1972).

O sêmen de tourinhos com alto valor genômico, deve ser coletado dentro de 5 a 10 semanas após a puberdade e pode ser usado para fertilização *in vitro* se o número de espermatozoides estiver baixo (entre 100 a 300x10<sup>6</sup>/ml). Isso é particularmente importante para reduzir o intervalo entre geração e a seleção de touros jovens pela genômica. Os tourinhos maduros podem ser coletados posteriormente, quando as unidades necessárias de sêmen puderem ser produzidas. Foi relatado que nas primeiras 12 semanas após a puberdade, apenas 35% dos ejaculados de touros da raça Holandesa eram adequados para criopreservação, mas entre 13 a 24 semanas os ejaculados aceitáveis aumentaram para 85% e depois atingiram 96% (Amann, 1996).

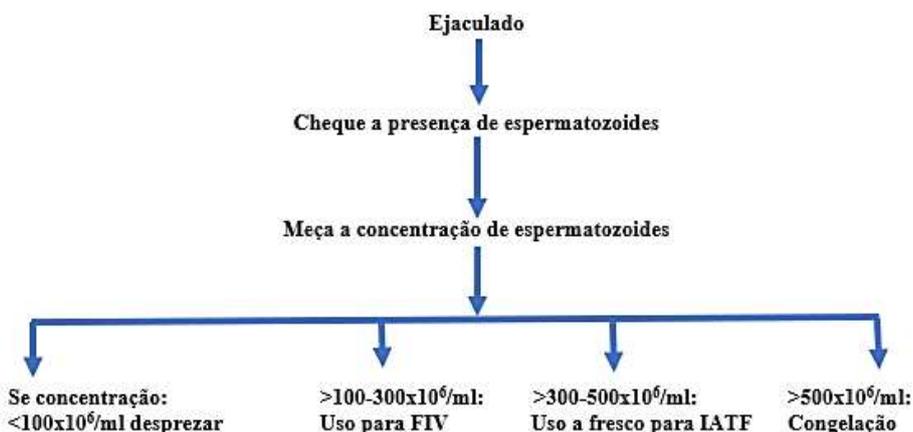


Figura 3. Fluxograma recomendado para o manejo das coletas de sêmen do tourinho genômico em CCPS (adaptado de Hurri et al., 2022).

### Qual o efeito da nutrição no desenvolvimento do tourinho genômico?

Assim como em outras raças de bovinos o impacto da nutrição foi examinado em touros da raça Holandesa (Salisbury et al., 1978, Harstine et al., 2015; Dance et al., 2015). Os tourinhos crescem mais rápido sob altos níveis de nutrição, em comparação com níveis de nutrição reduzidos. Uma nutrição adicional pode impactar a idade à puberdade, mas um exame cuidadoso dos dados sugere que isso só foi significativo quando planos muito elevados de nutrição foram comparados com alimentação restrita. Parece não haver diferença na idade da puberdade entre touros mal ou bem alimentados. A puberdade em

touros bem alimentado da raça Holandesa varia de 39 a 47 semanas de idade (10 a 12 meses) e não mudou nos últimos 50 de anos de relatos sobre o assunto (Parrish, 2016).

Em tourinhos de corte os efeitos da nutrição são menos evidentes. Várias pesquisas foram realizadas para determinar o efeito da nutrição sobre o crescimento dos bezerros, futuros doadores de sêmen (Brito et al., 2012). Porém, os resultados são contraditórios e muitas vezes acabam afetando a reprodução desses animais mais jovens (Bolwein et al., 2017). O crescimento testicular segue um padrão sigmoideal em bezerros, com pequenas mudanças até o desmame (6-8 meses de idade), seguidas por um aumento mais acelerado até a puberdade (10-12 meses de idade) e uma desaceleração do crescimento quando o touro atinge a maturidade sexual (Bolwein et al., 2017).

Pesquisas recentes demonstraram que a suplementação alimentar de bezerros desde o nascimento afetou o início da puberdade de maneira decisiva (Perrier et al., 2020) e que a adição de ração no período de aleitamento favorece o início da puberdade. Porém, a alimentação em excesso no período pós-desmama provoca a deposição de gordura ao redor dos cones vasculares testiculares, causando estresse termico nos testículos (Coulter et al., 1997). Além disso, há algumas evidências de que a ingestão excessiva de energia em touros jovens pode causar laminite, bem como crescimento anormal de ossos e cartilagens, resultando em lesões articulares e claudicação (Parrish, 2016).

### **Cuidados específicos para a coleta de sêmen dos tourinhos jovens**

Existem outros potenciais problemas com a coleta de sêmen de tourinhos muito jovens. Destacamos três: a presença do frênulo persistente pode ser um problema significativo nessa categoria. Isso ocorre quando um feixe de tecido conjuntivo permanece unindo o prepúcio com à extremidade livre do pênis, e não se desprende até os 11 meses, sendo considerado uma patologia, de caráter genético (Bicudo et al., 2007). Com o regime de coletas o ligamento se rompe naturalmente ou, se necessário, por cirurgia, mas por ser de origem hereditária, aconselha-se o descarte do tourinho. Outro problema é a presença de fibropapilomas genitais, que frequentemente são encontrados em touros de corte comumente alojados em grupo, antes ou mesmo logo após a puberdade. Os papilomas podem ser removidas cirurgicamente, mas o touro não pode ser usado para coleta de sêmen até que a mucosa do pênis esteja curada. E por último, podem ocorrer escoriações ou lacerações no pênis do tourinho jovem durante a coleta, pela baixa flexibilidade da mucosa prepucial, gerando cuidados maiores na coleta de sêmen com vagina artificial nessa categoria de animais. O tempo de recuperação da laceração da rafe prepucial varia entre 30 a 60 dias, mas deve-se dar o tempo necessário para a recuperação completa do doador até a próxima coleta de sêmen de rotina.

### **Pontos importantes para os CCPS**

- O desenvolvimento reprodutivo dos touros começa no útero e ocorre durante um período prolongado.
- A nutrição materna durante a prenhez pode ter um efeito profundo no desenvolvimento e nas características dos bezerros durante e após o nascimento. A qualidade e a absorção do colostro por um bezerro variam amplamente. Para aqueles bezerros que não têm absorção dos anticorpos componentes do colostro são predispostos a doenças infecciosas, sendo necessário reforço na colostragem para garantir que a captação do colostro seja otimizada.
- Quantidades acima do padrão em energia e proteína fornecidas a touros com até 30 semanas de vida promovem o desenvolvimento testicular, aceleram a puberdade e aumentam a produção de espermatozoides.
- Após as 30 semanas de idade, os touros devem ser alimentados para atingir taxas de ganho adequadas, mas não excessivas.
- A qualidade do sêmen continua melhorando várias semanas após a puberdade; conseqüentemente, alguns touros não produzem sêmen de boa qualidade até os 13-14 meses de idade (nos taurinos).
- O perímetro escrotal, uma medida do tamanho testicular, é altamente herdável.
- Em geral, touros com um grande perímetro escrotal atingem a puberdade mais cedo (assim como suas parentes fêmeas próximas) e produzem espermatozoides de melhor qualidade, e em maior concentração.

### **Considerações finais**

A maioria dos problemas com a produção de sêmen do tourinho genômico pode ser resolvida com o tempo. Infelizmente, o desejo de coletar touros em idades cada vez mais jovens geralmente ocasiona vários problemas ainda não resolvidos. A maioria dos tourinhos produz sêmen de maneira adequada ao atingir entre 16-18 meses de idade (raça Nelore) e muitos deles logo após um ano de idade (raças

Holandesa e Angus). Não se deve esperar que tourinhos de 10 a 12 meses de idade colem sêmen rotineiramente ou produzam grandes quantidades de unidades de sêmen criopreservado para uso em IA. O uso cada vez maior de tourinhos jovens como doadores exige que mais touros sejam necessários para produzir doses suficientes para atender a demanda do mercado de inseminação artificial.

### Referências

- Amann RP, Almquist JO.** Bull management to maximize sperm output. Proc 6<sup>th</sup> Tech Conf AI Reprod, NAAB, p.1-10. 1976.
- Amann RP.** Developmental and age-related changes in bulls that impact on semen production. Proc 16<sup>th</sup> Tech Conf IA Reprod, NAAB, p.22-27. 1996.
- Bicudo SD, Siqueira JB, Meira C.** Patologias do Sistema Reprodutor de Touros. Biológico, São Paulo, v.69, n.2, p.43-48, jul./dez., 2007.
- Bolwein H, Janett F, Kaske M.** Effects of nutrition on sexual development of bulls. *Anim. Reprod*, v.14, n.3, p.607-613, 2017.
- Brito LF, Barth AD, Wilde RE, Kastelic JP.** Effect of growth rate from 6 to 16 months of age on sexual development and reproductive function in beef bulls. *Theriogenology*, v.77, p.1398-1405, 2012.
- Costa e Silva EV, Ferreira BX, Queiroz VLD, Costa Filho LCC, Zúccari CESN.** Precocidade sexual de touros a campo em condições tropicais. *Rev Bras Reprod Anim*, v.37, n.2, p.97-104, 2013. Disponível em [www.cbrea.org.br](http://www.cbrea.org.br)
- Costa e Silva EV, Costa Filho LCC, Barbosa FB, Silveira MV, Soligo EC, Peixoto AS, Sales TSA, Rossignolo EAA, Barbosa JCT, Zalesky L, Silva LCF.** Exame clínico-andrológico para seleção de touros jovens. Anais da III Reunião da ABRAA, UFMS, Campo Grande, MS, p.231, 2018. Disponível em [www.abraa.org.br](http://www.abraa.org.br)
- Coulter GH, Carruthers TD, Amann RP, Kozub GC.** Testicular development, daily sperm production and epididymal sperm reserves in 15-mo-old Angus and Hereford bulls: effects of bull strain plus dietary energy. *J Anim Sci*, v.64, p.254-260, 1987.
- Dance A, Thundathil J, Wilde R, Blondin P, Kastelic JP.** Enhanced early-life nutrition promotes hormone production and reproductive development in Holstein bulls. *J Dairy Sci*, v.98, p.987-998, 2015. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8564>
- Harstine BR, Maquivar M, Helser LA, Utt MD, Premanandan C, DeJarnette, JM, Day ML.** Effects of dietary energy on sexual maturation and sperm production in Holstein bulls. *J Anim. Sci*, v.93, p.2759-2766, 2015. <https://doi.org/10.2527/jas.2015-8952>
- Hahn J, Foote RH, Seidel JR GE.** Testicular growth and related sperm output in dairy bulls. *J Anim Sci*, v.29, p.41-47, 1969.
- Hurri E, Lima-Verde I, Johannisson A, Stålhammar H, Ntallaris T, Morrell JM.** Post-thaw semen quality in oun bull ejaculates before being accepted for commercial semen doses. *Vet Rec.* e1386, 2022. <https://doi.org/10.1002/vetr.1386>
- Kastelic JP, Brito LFC, Dance A, Thundathil JC.** Nutritionally enhancing semen production: in utero and beyond. Proc 25<sup>th</sup> Tech Conf AI Reprod, NAAB, p.51-56, 2014.
- Killian GJ, Amann RP.** Reproductive capacity of dairy bulls. IX. Changes in reproductive or gain weights and sêmen characteristics of Holstein bull during the first thirty weeks after puberty. *J Dairy Sci*, v.55, p.1631-1635, 1972.
- Lunstra DD, Ford JJ, Echterkamp SE.** Puberty in beef bulls: hormone concentrations growth, testicular development, sperm production and sexual aggressiveness in bulls of different breeds. *J Anim Sci*, v.46, p.1054-1057, 1978.
- Parrish JJ.** Challenges of collection, processing and analyzing young sire semen. Proc 26<sup>th</sup> Tech Conf AI Reprod, NAAB, pp.53-55, 2016.
- Perrier J-P, Kenny DA, Chaulot-Talmon A, Byrne CJ, Sellem E, Jouneau L, Aubert-Frambourg A, Schibler L, Jammes H, Lonergan P, Fair S and Kiefer H.** Accelerating Onset of Puberty Through Modification of Early Life Nutrition Induces Modest but Persistent Changes in Bull Sperm DNA Methylation Profiles. Post-puberty. *Front Genet*, v.11. p.945, 2020.
- Salisbury GW, VanDemark NL, Lodge JR.** Management factors that affect the reproductive efficiency of the bull. In: *Physiology of reproduction and artificial insemination of cattle*. p.733-787. (GW Salisbury, ed.) WH Freeman and Co., San Francisco, Ca., 1978.
- Silva AEDF, Unanian MM, Silva AR.** Aspectos Relacionados à Precocidade Sexual em Bovinos Machos da Raça Nelore, PO. *Braz Arch Biol Technol*, v.42, n.4, 1999. <https://doi.org/10.1590/S1516-89131999000400016>.
- Wolf FR, Almquist JO, Hale FB.** Prepuberal behavior and puberal characteristics of beef bulls on high nutrient allowance. *J Anim Sci*, v.24, p.761-765, 1965.