

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**Influência Genética do bGH na Precocidade Sexual
de Bovinos Machos da raça Nelore**

VITOR MIOTTO OLIVEIRA

CAMPO GRANDE - MS
2020

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

**Influência Genética do bGH na Precocidade Sexual
de Bovinos Machos da raça Nelore**

Genetic influence of bGH on sexual precocity of Nelore cattle

VITOR MIOTTO OLIVEIRA

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto do
Nascimento Ramos
Co-Orientador: Profa. Dra. Eliane Vianna da
Costa e Silva

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Mato Grosso do Sul, como
requisito à obtenção do título de Mestre em
Ciência Animal. Área de concentração:
Produção Animal.

CAMPO GRANDE – MS
2020

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22 *“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um*
23 *objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo*
24 *fará coisas admiráveis”.*

25

(José de Alencar)

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

*Aos meus pais, Vildo e Rosane, e irmão
Renan por todo esforço e amor que a mim
sempre dedicaram.*

47

48

49

*À minha esposa Cynthia por todo apoio e
amor que sempre me dedicou durante toda
minha jornada.*

50

51

Dedico.

AGRADECIMENTOS

52

53

54 *A Deus e à Nossa Senhora Aparecida, pela graça da vida.*

55 *Aos meus pais, Vildo e Rosane, obrigado por todo amor e ensinamento que*
56 *sempre me deram, sem vocês talvez eu nunca tivesse percorrido tudo o que já*
57 *percorri na vida e com certeza não teria condições de ter os sonhos que hoje tenho.*
58 *Eu amo vocês.*

59 *À minha esposa Cynthia, que está ao meu lado desde a graduação, e mesmo*
60 *com todas as dificuldades que enfrentamos, como por exemplo, a distância, nunca*
61 *deixou de estar ao meu lado e de me amar. Obrigado por todo o apoio que sempre*
62 *me deu. Te amo.*

63 *Ao meu grande parceiro e espelho, irmão Renan, obrigado por sempre estar*
64 *ao meu lado, demonstrando suas preocupações, me dando conselhos e exemplos. Te*
65 *Amo!*

66 *A toda minha família pelo carinho, amor e ótimos momentos*
67 *compartilhados.*

68 *Ao meu orientador Prof. Carlos, que mesmo sem ter me conhecido na*
69 *graduação aceitou o desafio de me orientar no mestrado, e mesmo com a*
70 *dificuldade de me encontrar devido aos meus motivos pessoais, nunca deixou de*
71 *“puxar minha orelha” e me ajudar a concluir mais essa etapa na minha vida*
72 *profissional. Obrigado por tudo!*

73 *À minha co-orientadora do mestrado e orientadora da graduação, Lili, a*
74 *eterna mãe da Vet e madrinha de casamento. Obrigado por ser sempre um exemplo*
75 *de profissional, que trabalha com dedicação, amor e ética. Obrigado por tudo o que*
76 *já fez por mim desde 2009!*

77 *A PROCRIAR Assistência Veterinária por ter fornecido os dados dos*
78 *animais ter contribuído para a execução deste trabalho.*

79 *A Fazenda São Judas Tadeu e o Claudio Zotesso por ter permitido utilizar*
80 *seus animais para essa pesquisa.*

81 *Ao meu grande amigo e padrinho de casamento Luiz Carlos, obrigado por*
82 *todo o apoio e ajuda para a execução desse trabalho, você sempre foi e será muito*
83 *importante na minha vida profissional e pessoal. Obrigado por tudo irmãozão!*

84 *A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal*
85 *da UFMS, por todo conhecimento e ensinamento compartilhados.*

86 *Ao secretário do Programa de Pós-Graduação, Ricardo, pela disposição em*
87 *ajudar.*

88 *À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES),*
89 *pela concessão da bolsa de estudos.*

90 *A todos que de alguma forma contribuíram, meu sincero agradecimento!*

91

92

93 **Influência Genética do bGH na Precocidade Sexual de Bovinos Machos da**
94 **Raça Nelore**

95
96 *Genetic influence of bGH on sexual precocity of Nelore cattle*
97

98
99 OLIVEIRA, Vitor Miotto1

100
101 ¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – FAMEZ- vitormioli@hotmail.com
102

103 **Resumo-** O objetivo desse estudo foi descrever os mecanismos e ferramentas
104 utilizadas para a seleção de bovino da raça Nelore quanto a precocidade sexual, e
105 apresentar uma ferramenta alternativa para auxiliar na seleção de animais mais
106 precoces sexualmente. Foram utilizados 108 bovinos da raça Nelore da desmama até
107 os 17 meses de idade. Os animais foram submetidos a exame andrológico com
108 intervalos de 3 meses, para identificação do momento em que cada indivíduo
109 apresentava quadro seminal condizente com a entrada à puberdade. Também foi
110 coletado material genético de todos os indivíduos, através da punção da veia
111 coccígea foram coletadas amostras de sangue dos animais. O material genético
112 coletado foi processado através da técnica de PCR-RFLP para avaliação do
113 polimorfismo do gene do bGH, e verificar suas associações com características
114 reprodutivas. A associação entre os genótipos e as características fenotípicas foram,
115 Peso a puberdade, perímetro escrotal (PE), motilidade espermática (MOT), vigor
116 espermático (VIG), volume do ejaculado (VOL), concentração do ejaculado
117 (SPTZ/ml) e idade à puberdade, o efeito do mérito genético total (MTGe) e o
118 percentil de melhores animais (TOP) pertencentes ao programa de avaliação
119 genética da ANCP. Três genótipos diferentes para o bGH foram encontrados, sendo
120 eles: CC, CD e DD. Não foram encontradas associações significativas entre os
121 genótipos e o perímetro escrotal, concentração espermática, volume do ejaculado,
122 vigor e a motilidade espermática, MGTe e TOP. No entanto, com relação à
123 característica de Idade a Puberdade e peso a puberdade, foram observadas
124 associações significativas, e favoráveis ao genótipo DD, demonstrando que os
125 animais desse grupo atingiram a puberdade em média um mês mais cedo que os
126 grupos de genótipos CC e CD, e com um peso médio menor.

127
128 **Palavras-Chave:** bovinos, puberdade, reprodução, touro, SAM
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140

141
142
143 *Genetic influence of bGH on sexual precocity of Nelore cattle*
144

145 OLIVEIRA, Vitor Miotto¹

146
147 ¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – FAMEZ- vitormioli@hotmail.com
148

149 **Abstract-** The objective of this study was to describe the mechanisms and tools
150 used for the selection of Nelore cattle in terms of sexual precocity, and to present an
151 alternative tool to assist in the selection of sexually precocious animals. 108 Nelore
152 weaning cattle were used up to 17 months of age. The animals were submitted to
153 andrological examination at 3-month intervals, to identify the moment when each
154 individual presented a seminal picture consistent with the entrance to puberty.
155 Genetic material was also collected from all individuals, through the puncture of the
156 coccygeal vein, blood samples were collected from the animals. The collected
157 genetic material was processed using the PCR-RFLP technique to evaluate the
158 polymorphism of the bGH gene, and to verify its associations with reproductive
159 characteristics. The association between genotypes and phenotypic characteristics
160 were, Weight at puberty, scrotal perimeter (PE), sperm motility (MOT), sperm vigor
161 (VIG), ejaculate volume (VOL), ejaculate concentration (SPTZ / ml) and age at
162 puberty, the effect of total genetic merit (MTGe) and the percentile of best animals
163 (TOP) belonging to the ANCP genetic evaluation program. Three different
164 genotypes for bGH were found, namely: CC, CD and DD. No significant
165 associations were found between genotypes and scrotal circumference, sperm
166 concentration, ejaculate volume, vigor and sperm motility, MGT_e and TOP.
167 However, with respect to the Age to Puberty and weight to puberty characteristics,
168 significant and favorable associations were observed with the DD genotype,
169 demonstrating that the animals in this group reached puberty on average one month
170 earlier than the groups of genotypes CC and CD , and with a lower average weight.

171
172
173 **Keywords:** bovine, bull, puberty, reproduction, MAS
174
175
176
177
178
179
180
181

182

183

SUMÁRIO

184

185	1	INTRODUÇÃO	9
186	2	REVISÃO DE LITERATURA	10
187	2.1	Melhoramento genético	11
188	2.2	Puberdade	13
189	2.2.1	Fatores que influenciam à idade a puberdade	14
190	2.2.2	Perímetro escrotal como critério de seleção	16
191	2.2.3	Correlações genéticas com perímetro escrotal	18
192	2.3	Seleção assistida por marcadores moleculares (SAM)	20
193	2.4	Hormônio do crescimento bovino (b-GH)	23
194		REFERÊNCIAS	26

195

196	ARTIGO - Avaliação de polimorfismo no gene do hormônio do crescimento		
197	associados à precocidade sexual em bovinos machos da raça Nelore.		
198			
199		38
200	Resumo		38
201	Introdução		40
202	Material e métodos		42
203	Resultados		45
204	Discussão		46
205	Conclusão		48
206	Agradecimentos		48
207	Referências		49

208

209

210

211

212

213

214

215 1. INTRODUÇÃO

216 O Brasil possui um papel muito importante na produção e exportação de carne
217 bovina, encerrando o ano de 2019 com um recorde no volume de carne exportada,
218 com um total de 1,84 milhão de toneladas, representando um crescimento de 12,4%
219 ante o registrado em 2018. Em receita, o valor alcançou US\$ 7,59 bilhões,
220 crescimento de 15,5% ante o ano anterior. Trata-se do maior volume já alcançado
221 entre todos os países exportadores, o que consolida ainda mais a liderança do país
222 nesse segmento segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de
223 Carnes (ABIEC, 2019).

224 A base do rebanho nacional é de animais *Bos indicus* criados a pasto, o que
225 possibilita desta forma, uma produção com menor custo. Pelo fato da maior parte da
226 produção nacional ser realizada de forma extensiva, os índices zootécnicos da
227 produção nacional são mais baixos quando comparados a outros países. Desta
228 forma, se faz necessário a adoção de novas tecnologias de produção que
229 possibilitem maior eficiência produtiva nas condições de criação extensiva. Esse
230 incremento produtivo, por consequência, deverá aumentar os ganhos com a
231 exploração da venda de animais em escala, elevando o capital de giro da
232 propriedade e melhorando a receita a longo prazo (CERVIERI, 2012).

233 As características de desenvolvimento ponderal já são amplamente adotadas na
234 seleção de bovinos de corte para que o ciclo de produção seja o menor possível.

235 Para que o país continue na liderança mundial da produção de carne bovina, é
236 necessário melhorar o desempenho do rebanho de uma forma geral na época da seca

237 e ter como principal meta a melhoria do potencial genético do gado zebuino,
238 principalmente, em características ligadas à sua precocidade sexual (FRANCO &
239 BRUMATTI, 2007).

240 As falhas reprodutivas são os principais fatores associados com baixo
241 desempenho na pecuária de corte (Silva, 2005). Baixas taxas de desfrute, resultantes
242 da reduzida taxa de gestação e elevada idade ao primeiro parto, dificultam os
243 avanços na produção de carne bovina. Em países em que a seleção dos animais,
244 quanto à precocidade sexual, é feita há mais tempo, as fêmeas, em sua grande
245 maioria *Bos taurus*, têm o primeiro parto mais cedo que as fêmeas zebuínas
246 (WOLFE et al., 1990).

247 O desempenho reprodutivo é a característica econômica mais importante em um
248 rebanho. Melhorar o fator genético, levando a uma redução da idade a puberdade,
249 contribui com o aumento na vida reprodutiva dos animais, tendo como consequência
250 uma maior produção do número de bezerros por vaca, beneficiando toda a cadeia
251 produtiva (CARDOSO & NOGUEIRA, 2007). A idade à puberdade, característica
252 indicadora de precocidade sexual dos animais, é uma importante característica
253 reprodutiva a ser considerada nos programas de melhoramento das raças zebuínas
254 (UNANIAN, 1997; FORNI & ALBUQUERQUE, 2004).

255 Uma das possibilidades de melhorar geneticamente um rebanho, seria através do
256 uso de marcadores moleculares para auxiliar a escolha de reprodutores que tivessem
257 um melhor desempenho para a característica desejada. O gene do bGh possui um
258 papel importante na regulação do crescimento pós-natal, diferenciação celular e
259 metabolismo, possuindo grande importância na reprodução (CARNICELA et al.,
260 2003).

261

262 **2. REVISÃO DE LITERATURA**

263

264 **2.1. MELHORAMENTO GENÉTICO**

265 A seleção é a escolha dos animais que serão os pais da próxima geração,
266 assim como a determinação do número de descendentes que esses progenitores
267 deixarão no rebanho e, para a identificação desses animais, é necessário determinar
268 o seu mérito genético (BOCCHI, 2003).

269 O processo de seleção dos animais é iniciado após a determinação dos
270 objetivos a serem alcançados através da seleção das características que são mais
271 importantes para o sistema de produção, e cada sistema pode ter um objetivo
272 diferente. O principal objetivo dos programas de melhoramento genético é mudar as
273 frequências genotípicas nas populações pela fixação de genes capazes de aumentar a
274 produtividade dos rebanhos. Para tanto, faz-se necessário ter o conhecimento da
275 herdabilidade e das correlações genéticas envolvidas na avaliação genética,
276 conseqüentemente, na seleção (KOOTTS et al., 1994).

277 A herdabilidade de uma característica pode mensurar a capacidade de
278 transmissão deste atributo à sua progênie, sendo assim esse parâmetro genético
279 possui grande importância na decisão da estratégia a ser utilizada no melhoramento
280 da população (KARSBURG, 2003).

281 As características selecionáveis possuem valores de herdabilidade que
282 podem variar de 0,0 a 1,0. Se a característica é de baixa herdabilidade o valor varia
283 de 0,0 a 0,1 o que significa que essa característica é mais afetada por fatores

284 ambientais do que por fatores genéticos. Já características com valores acima de 0,3
285 são consideradas efetivas à seleção (PEREIRA, 1999).

286 Apesar de o desenvolvimento ponderal ser o foco principal na seleção de
287 bovinos de corte, especialmente em *Bos indicus*, nos últimos anos os Programas de
288 Melhoramento Genético Animal (PMGA) têm voltado sua atenção para as
289 características reprodutivas (FERRAZ & ELER, 2007). Intensificar a seleção dos
290 bovinos para precocidade sexual e fertilidade acelera o progresso genético das
291 propriedades, possibilitando uma maior lucratividade através da maior
292 disponibilidade de animais, tanto para venda como para seleção. Em ambos os sexos
293 a redução da idade à puberdade é uma importante característica indicadora de
294 precocidade sexual a ser considerada. Entretanto, os critérios de seleção para reduzir
295 a idade à puberdade não são facilmente caracterizados. Sua detecção, no macho,
296 envolve coletas e análises sequenciais de sêmen em todos os tourinhos candidatos à
297 seleção (BERGMAN, 1999).

298 Os (PMGA) têm utilizado a medida de Perímetro Escrotal (PE) e a Idade ao
299 Primeiro Parto (IPP) como indicadores de precocidade sexual em machos e fêmeas
300 respectivamente. Essas características apresentam facilidade de mensuração em
301 grandes populações e a herdabilidade é considerada desde moderada a alta, além de
302 estarem correlacionadas com reprodutivas de interesse econômico (PEREIRA et al.,
303 2000; DIAS et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2007; YOOKO et al., 2007).

304 Apesar do PE ser amplamente utilizado nos PMG para detecção de
305 puberdade, Costa Filho et al. (2017) ao estudar novas alternativas para detecção de
306 puberdade em touros jovens da raça Nelore, observaram que o PE não deve ser a
307 única medida utilizada para tal fim, pois a medida não influenciou a expressão de

308 puberdade entre os animais estudados, que foram classificados como superprecoces,
309 precoces e tradicionais.

310 **2.2 PUBERDADE**

311 O início da puberdade se caracteriza pelo aumento da secreção de
312 gonadotrofinas, Hormônio Folículo Estimulante (FSH) e Hormônio Luteinizante
313 (LH), eliminando assim o controle inibidor do sistema nervoso central quando o
314 desenvolvimento corpóreo atinge um nível compatível com a reprodução. Os níveis
315 de gonadotrofinas permanecem baixos até o início da puberdade. Nos testículos, as
316 células de Leydig são gonadotrofinas responsivas e após o reinício da secreção
317 desses hormônios no início da puberdade, as células são reativadas (HAFEZ &
318 HAFEZ, 2004). Os mecanismos pelos quais ocorre a puberdade envolvem uma
319 interação complexa de fatores endócrinos, ambientais e genéticos (NORTHUP et al,
320 2020).

321 Uma das principais mudanças no início da puberdade é o aumento da
322 secreção do LH, responsável por estimular as células de Leydig a secretar
323 testosterona, necessária para a diferenciação das células de Sertoli e para a
324 espermatogênese. Ao se aproximar da puberdade, os testículos produzem um
325 número crescente de espermatozoides. A puberdade nos machos é definida como o
326 momento em que o garrote apresenta no ejaculado ao menos 50 milhões de
327 espermatozoides totais com pelo menos 10% de motilidade progressiva (WOLF et
328 al., 1965). Já a maturidade sexual é definida de acordo com a associação entre
329 motilidade e morfologia espermática em touros jovens que possuem um bom
330 desenvolvimento testicular e libido normal (SILVA, 2007).

331 Em síntese, a maior parte da espermatogênese é controlada pela ação do
332 FSH e da testosterona (BALL & PETERS, 2004). Segundo Mathevon et al. (1998)
333 com a aproximação da puberdade todos os parâmetros de qualidade seminal
334 apresentam uma melhora considerável.

335 A puberdade possui uma herdabilidade moderada, indicando dessa forma
336 que o progresso genético para essa característica é viável, portanto responde
337 favoravelmente a uma seleção direta. Essa seleção pode ser feita através do método
338 tradicional, porém com a redução de custos para avaliação de marcadores
339 moleculares, essa última alternativa se torna mais interessante, pois, além de
340 adicionar confiabilidade aos resultados, contribui para acelerar o melhoramento
341 genético através de touros jovens (STAFUZZA et al., 2019).

342

343 **2.2.1. FATORES QUE INFLUENCIAM À IDADE A PUBERDADE**

344 Em nossas condições de criação muitos fatores contribuem para a
345 manifestação da puberdade (SILVA, 2002). Condições genéticas e nutricionais são
346 os principais responsáveis pela diferença observada na idade a puberdade entre
347 animais zebuínos e taurinos (FONSECA, 1989; SANTOS et al., 2005; MORAES,
348 2012). Fatores genéticos, condições nutricionais pré e pós desmama, manejo e até
349 linhagem dentro da raça, podem influenciar direta, e indiretamente, a expressão do
350 potencial genético de um animal (GARCIA et al., 1987).

351 Dentro de um mesmo grupo racial, essas condições, principalmente as
352 nutricionais, podem influenciar a idade à puberdade. Animais da raça Nelore criados
353 em diferentes condições nutricionais apresentaram idade à puberdade que podem
354 variar de 14 a 21 meses (CARDOSO, 1977). Desse modo, fica evidente que, para

355 que os animais tenham condições de expressar precocemente seu máximo potencial
356 genético o manejo alimentar deve ser adequado para suprir todas as necessidades
357 nutricionais (SILVA, 2002; SANTOS et al., 2005; MORAES, 2012).

358 Estudos mais recentes reforçaram a importância de oferecer uma
359 suplementação de concentrado nos primeiros 6 meses de vida dos animais através
360 do creep-feeding. Essa prática contribui para melhorar a produção de
361 espermatozoides e tem o potencial de antecipar em até um mês a puberdade dos
362 animais quando comparados a animais que não receberam esse tipo de
363 suplementação (ANAND-IVELL et al., 2019).

364 Sendo assim, para se determinar o início da puberdade nos machos bovinos
365 diversos fatores devem ser considerados. Os zebuínos apresentam peculiaridades,
366 como crescimento corporal mais lento, menor taxa de conversão alimentar e atraso
367 na maturidade sexual, quando comparados com os taurinos. As diferenças
368 observadas entre zebuínos e taurinos, como crescimento corporal mais lento e
369 puberdade e maturidade sexual mais tardia podem ser relacionadas principalmente
370 às condições ambientais encontradas no Brasil, devido a menor oferta de forragem e
371 com qualidade nutricional inferior, manejo incorreto e clima (BRITO et al., 2004;
372 COSTA E SILVA 2013).

373 A nutrição pode ser um dos principais fatores responsáveis pela ocorrência
374 da puberdade mais tardia em zebuínos. Porém, apesar da restrição de natureza
375 nutricional, 1/3 dos animais se tornaram púberes aos 17 meses de idade, sugerindo
376 que o genótipo e o clima também são determinantes para o aparecimento da
377 puberdade (SANTOS et al., 2005; LIMA, 2009).

378 É de grande importância que se consiga antecipar a puberdade dos animais,
379 pois, essa característica possui papel crucial na taxa de desfrute de um rebanho ao
380 diminuir a idade de entrada dos animais em reprodução. Em rebanhos submetidos à
381 estação de monta, a antecipação da puberdade aumenta a perspectiva dos touros
382 jovens apresentarem maior qualidade de sêmen durante a estação. Além disso, a
383 seleção de touros púberes precocemente pode proporcionar vantagens econômicas,
384 como redução de custos com alimentação animal (BARTH & OMINSK, 2000;
385 LOPEZ et al., 2006; COSTA E SILVA, 2013). Estudos demonstraram que o uso de
386 touros mais precoces e de maior libido apresentam melhores taxas de prenhes,
387 mesmo em uma estação de monta curta e com grande número de vacas (SANTOS et
388 al., 2005).

389

390 **2.2.2. PERÍMETRO ESCROTAL COMO CRITÉRIO DE SELEÇÃO**

391 Das características reprodutivas utilizadas na seleção, o perímetro escrotal é
392 a que apresenta estimativa de herdabilidade mais alta, apresentando maior facilidade
393 de seleção e incorporação no manejo do rebanho. Os valores para herdabilidade de
394 PE variam de 0,25 a 0,51 (BOLIGON et al., 2007; YOKOO et al., 2007). Essa
395 característica também apresenta correlação genética favorável com outras
396 características reprodutivas e de crescimento, tais como idade ao primeiro parto e
397 peso corporal (SILVA et al., 2000).

398 Em estudos para estimar a herdabilidade do PE em idades diferentes Sesana
399 et al. (2007) registraram valores de 0,27; 0,46; 0,45; 0,46 e 0,43, para as idades de 9,
400 12, 15, 18 e 21 meses respectivamente, indicando a existência de grande
401 variabilidade genética para a característica a partir dos 12 meses de idade. Esses

402 autores acrescentam que existe uma vantagem econômica ao se selecionar animais
403 aos 12 meses de idade, já que essa prática permite ao produtor descartar
404 precocemente aqueles que possivelmente não terão boa produção espermática
405 quando adultos.

406 Para que uma característica seja utilizada como critério de seleção ela deve
407 apresentar variabilidade genética, alta confiabilidade e reprodutibilidade
408 (CAÑEQUE & SANUDO, 2005). O (PE) é a principal característica indicadora de
409 precocidade sexual, sendo facilmente mensurada, permitindo maior intensidade de
410 seleção, o que a difere de outras características reprodutivas, além de possuir alta
411 correlação com outras características produtivas. O PE também é utilizado como
412 indicador da qualidade espermática e produção de sêmen, além de apresentar
413 associação com a libido de touros e, conseqüentemente, com maior fertilidade
414 (PEREIRA et al., 2002).

415 O PE possui um crescimento linear até os 450 dias de idade, e
416 posteriormente há uma diminuição na velocidade de crescimento. Em muitos
417 programas de seleção da raça Nelore, o PE é mensurado apenas aos 450 dias, porém
418 alguns estudos mostram que essa medida deve ser realizada em animais mais
419 jovens, a fim de acelerar o ganho genético e descartar animais do rebanho mais
420 precocemente (BERGMANN et al, 1999; SESANA et al., 2007; YOOKO et al.,
421 2007).

422 Gressler et al. (2000) relataram que, a seleção de machos apenas com base
423 na mensuração do PE aos 450 dias pode comprometer os resultados, pois o peso
424 corporal dos animais pode influenciar de maneira efetiva o PE. Ainda segundo estes
425 autores, a seleção aos 365 dias é a mais indicada quando se procura obter melhores

426 resultados na seleção indireta de fêmeas mais precoces. A seleção dos touros através
427 do PE neste momento estaria relacionada a animais que apresentam níveis de
428 hormônios gonadotróficos mais elevados, refletindo dessa forma, em níveis mais
429 elevados de hormônios na progênie, conseqüentemente, animais mais precoces.

430 Ao descrever a curva de crescimento testicular em animais da raça Nelore,
431 Quirino et al. (1999) encontraram o ponto máximo em touros jovens aos 13 meses
432 de idade, evidenciando que o maior crescimento do parênquima testicular ocorre até
433 os 12 meses indicando assim o período pré-púbere. Ao se comparar touros da raça
434 Nelore dentro da mesma idade e mesmo tamanho testicular, Silva et al. (2002)
435 observaram que esses animais podem apresentar taxas diferentes de motilidade
436 espermática, alguns estudos demonstram que a seleção para superprecoces podem
437 apresentar a mesma perspectiva em lotes de animais contemporâneos. De acordo
438 com Costa e Silva (2013), observa-se um percentual baixo de indivíduos púberes
439 aos 11 meses de idade, sendo que os animais púberes não necessariamente são os
440 que possuem maior PE. Para esses casos, a identificação da idade à puberdade foi
441 feita por meio de coleta de sêmen.

442 Ao selecionar touros pelo PE, se espera que também haja uma seleção
443 indireta para fêmeas mais precoces, já que a identificação deste momento de entrada
444 na puberdade das fêmeas é bem mais difícil do que nos machos, uma vez que para a
445 identificação correta da primeira ovulação são necessários exames ginecológicos ou
446 dosagens hormonais sucessivas e sequenciais (ALBUQUERQUE & BALDI, 2010).

447 O PE além de fornecer critérios de seleção dos touros pode fornecer um
448 prognóstico da vida reprodutiva futura de suas filhas e irmãs (Bellows &
449 Staigmiller, 1994), isso porque possui correlações favoráveis com a produção de

450 gametas e com a fertilidade, aumentando a eficiência reprodutiva de ambos os sexos
451 (LÔBO, 1996).

452 Os hormônios responsáveis pelo crescimento testicular são os mesmos que
453 promovem o desenvolvimento ovariano nas fêmeas, desta forma, a correlação
454 positiva que existe do PE com características reprodutivas nas fêmeas é decorrente
455 de fatores hormonais (LAND, 1978).

456 Grupos de melhoramento animal encontraram correlação genética negativa
457 (-0,40), portanto favorável, do PE medido entre 13 e 18 meses de idade e ajustado
458 para 450 dias, correlacionado com idade ao primeiro parto (IPP) de fêmeas que
459 foram expostas ao touro ou inseminadas pela primeira vez aos 14 meses de idade
460 (FERRAZ & ELER, 2007). Já Pereira et al. (2002) registraram correlações de PE
461 com idade ao primeiro parto aos 14 meses (IPP14), idade ao primeiro parto aos 26
462 meses (IPP26), de -0,39; -0,19; respectivamente, o que indica que o PE pode ser
463 utilizado como critério de seleção para melhorar a precocidade sexual das fêmeas,
464 uma vez que a correlação genética negativa indica que seleção de touros com base
465 no mérito genético do PE pode resultar na diminuição da idade ao primeiro parto de
466 suas filhas.

467 Uma alternativa para seleção de puberdade em novilhas é através da
468 probabilidade de prenhez aos 14 meses (PP14), pois segundo Eler et al. (2002), é
469 uma opção de seleção de baixo custo, sendo necessário apenas que novilhas
470 próximas aos 14 meses sejam expostas ao touro ou inseminadas. Avaliando a
471 correlação dessa característica com o PE, Ferraz & Eler (2007) concluíram que mais
472 estudos são necessários para determinar até que ponto a correlação entre PP14 e PE
473 é linear. Parece plausível não haver necessidade de PEs excessivamente grandes

474 para influenciar a prenhez das filhas.

475 Apesar do PE ser uma medida já consolidada como uma indicadora de
476 precocidade, novos trabalhos na literatura demonstram que essa característica não
477 deve ser utilizada como ferramenta única. A utilização da genômica como
478 ferramenta de seleção pode agregar mais informações e confiabilidade para a
479 seleção dos animais mais precoces.

480

481 **2.3. SELEÇÃO ASSISTIDA POR MARCADORES MOLECULARES (SAM)**

482 A manipulação do DNA se tornou uma técnica comum com o avanço da
483 biologia molecular, e, no início dos anos 1980, o uso de marcadores moleculares
484 passou a integrar rotineiramente as análises de DNA de várias espécies
485 (TURCHETTO-ZOLET et al., 2017).

486 A genética molecular tem sido utilizada principalmente através dos
487 marcadores moleculares, que são variações que ocorrem no genoma e que podem
488 resultar em diferenças fenotípicas entre os indivíduos, e são analisados com auxílio
489 de diferentes metodologias de biologia molecular. Os marcadores moleculares
490 ligados às características quantitativas não irão substituir os métodos tradicionais de
491 seleção, mas irão auxiliar, através do fornecimento de informações referentes ao
492 genótipo.

493 Para que seja utilizado em melhoramento genético é importante que os
494 marcadores moleculares se mostrem associados às características produtivas. Sendo
495 assim, os marcadores moleculares são ferramentas adicionais para que os processos
496 de seleção sejam mais eficientes e seguros (MENEZES et al., 2016).

497 Algumas características reprodutivas podem possuir baixa herdabilidade,
498 portanto, é difícil melhorar através da seleção fenotípica tradicional. A presença de
499 um marcador de DNA pode permitir que o ganho de melhoramento genético nessas
500 características seja mais rápido (MAHMOUD & NAWITO, 2012).

501 Os marcadores moleculares são uma ferramenta capaz de detectar variações
502 genéticas no DNA. Esses marcadores são distribuídos por todo o genoma e em
503 grande número, possuem herança mendeliana e geralmente expressam caráter
504 codominante e em sua grande parte são multialélicos (YANG et al., 2013).

505 A maior parte das características de interesse econômico são controladas por
506 vários genes, cujos efeitos se somam para a expressão do fenótipo final. No entanto,
507 alguns genes apresentam uma maior importância na expressão dessas características
508 por serem responsáveis por grande parte da manifestação do fenótipo, esses são
509 denominados genes principais (MONTALDO; MEZA-HERRERA, 1998).

510 A utilização de marcadores moleculares para rastrear características de
511 interesse possibilitou o emprego dessa técnica em programas de melhoramento
512 genético. (FRANCO; MELO, 2006). A SAM pode ser utilizada para a seleção de
513 características de baixa herdabilidade e de difícil mensuração, além de ser utilizada
514 na seleção de indivíduos que a característica de interesse se expressam tardiamente
515 na vida do animal (WEIMER, 2003). São considerados de bons genes candidatos
516 para as características associadas a produção, tanto os hormônios quanto os
517 receptores hormonais.

518 Vários autores buscam diferentes marcadores moleculares que possuem
519 correlação com características sexuais em bovinos. Fortes et al. (2013) confirmaram

520 a natureza poligênica de características reprodutivas de machos e fêmeas,
521 demonstrando importantes regiões genômicas associadas com estas características
522 em 30 cromossomos. Stafuzza et al. (2019) identificaram 26 janelas cromossômicas
523 diferentes com variantes genéticas de pequenos efeitos, mostrando que a puberdade
524 segue um modelo de herança poligênica e é controlada por um grande número de
525 loci de características quantitativas (QTL) dispersos no genoma.

526 Um QTL é definido como uma região do genoma que abriga um ou mais
527 genes que afetam as características quantitativas (ANDERSSON, 2001). Em relação
528 à características reprodutivas não é diferente: pouco se sabe sobre a maneira como
529 eles interagem e quais são os genes envolvidos (GAO et al., 2007).

530 Quando já se tem o conhecimento de uma informação sobre o efeito de um
531 gene em determinada característica ou quando o gene está localizado em uma região
532 que hospede um QTL, a abordagem do gene candidato é utilizada (TE PAS;
533 SOUMILLION, 2001). As vantagens desse tipo de abordagem são principalmente a
534 facilidade de análise e baixo custo, porém a qualidade das informações fenotípicas e
535 da população analisada são as variáveis que podem interferir no sucesso desse
536 método (GERBENS, 2004). Em qualquer laboratório de biologia molecular, pode
537 ser realizado um método simples, e de baixo custo para detectar SNPs por meio do
538 uso de enzimas de restrição. Se o SNP estiver no sítio de restrição da enzima, os
539 produtos da PCR, quando cortados pela enzima, gerarão fragmentos que podem ser
540 separados em gel de eletroforese. Essa técnica é conhecida como PCR-RFLP (KIM;
541 MISRA, 2007).

542 As análises de genes candidatos podem gerar informações que podem ser
543 utilizadas para a SAM. Com ela é possível antever quais animais que terão melhor
544 desempenho na característica desejada, e irá acelerar o ganho genético no rebanho.
545 No entanto, como as características reprodutivas assim como todas de interesse
546 econômico são poligênicas, a SAM pode englobar poucos dos muitos genes
547 envolvidos. Os marcadores moleculares juntamente com o efeito ambiental, irão
548 determinar se o animal realmente exibirá o fenótipo desejado. Por essas razões, a
549 SAM deve ser utilizada como uma ferramenta auxiliar para melhorar as técnicas de
550 melhoramento tradicionais (GAO et al., 2007).

551

552 **2.4. HORMÔNIO DO CRESCIMENTO BOVINO (*b-GH*)**

553 O gene do hormônio do crescimento (*bGH*) está localizado no q22 do
554 cromossomo bovino 19 e inclui cinco exons (Santome et al., 1971). Sua expressão
555 exerce influência sobre o crescimento propriamente dito, função galactopoiética,
556 gliconeogênese, ativação da lipólise, incorporação de aminoácidos nas proteínas dos
557 músculos e ainda, ativação de processos imunes envolvidos na resistência a doenças
558 (UNANIAN et al., 2000).

559 O hormônio do crescimento (GH) é conhecido como o principal regulador
560 do crescimento pós-natal, diferenciação celular e metabolismo em mamíferos
561 (CARNICELA et al., 2003). Também tem um papel importante na reprodução de
562 mamíferos (HULL & HARVEY, 2000). O GH endócrino das glândulas pituitárias
563 pode estar envolvido na manutenção estratégica da reprodução masculina; enquanto

564 o GH testicular pode estar envolvido na modulação de emergência da função
565 testicular.

566 O GH também afeta a esteroidogênese nos testículos, estimulando a
567 atividade de várias enzimas esteroidogênicas nas células de Leydig e também
568 alteram a gametogênese nas células de Sertoli, aumentando a síntese e/ou
569 modificação de proteínas como IGF-1, proteínas de ligação ao IGF e aos
570 andrógenos (KERRY & HARVEY, 2000). Portanto, o gene do *bGH* é um potencial
571 gene candidato para programas de seleção por marcadores em características
572 reprodutivas.

573 Diversos trabalhos têm demonstrado que o gene do *bGH* também pode ser
574 utilizado para seleção de fêmeas, potencializando dessa forma a importância do
575 estudo desse gene para a seleção de animais com melhores parâmetros reprodutivos.

576 Komisarek et al. (2011), trabalhando com vacas da raça Jersey, encontraram
577 menor intervalo entre partos e menor intervalo entre o parto até a concepção em um
578 dos genótipos estudados de *bGH*. Mullen et al. (2011) identificaram que vários
579 SNPs (*Single Nucleotide Polymorphism*) no *bGH* foram associados à fertilidade,
580 medidos pelo intervalo entre partos, taxa de prenhez ao primeiro serviço e taxa geral
581 de prenhez, em vacas da raça Holandesa. Arango et al. (2014) também trabalhando
582 com vacas holandesas, obtiveram resultados que sugerem que o polimorfismo do
583 íntron 3 do gene que codifica o hormônio do crescimento bovino está associado à
584 idade no primeiro serviço, primeiro parto, primeiro serviço pós-parto e segundo
585 parto, facilitando a seleção de indivíduos com genótipos favoráveis para uso em
586 programas de melhoramento.

587 Gorbani et al. (2009), ao estudarem a frequência dos alelos do GH em touros
588 da raça Holandesa, observaram que a raça é uma importante fonte de variação na
589 frequência alélica do locus GH-MspI. Além disso, devido à seleção neutra e
590 artificial, os alelos D e C podem ser uma característica das raças zebuínas (*Bos*
591 *indicus*) (resistência às condições ambientais adversas) e das raças taurinas (*Bos*
592 *taurus*) (alta produção), respectivamente. Os mesmos autores relataram ter
593 encontrado associação do polimorfismo genético com as características de biometria
594 testicular, como comprimento médio do testículo, largura média do testículo e
595 circunferência escrotal, contrastando com o resultado encontrado por Unanian et al.
596 (2002), o que pode estar relacionado com a diferença entre as raças, Nelore (*Bos*
597 *indicus*), e Holandesa (*Bos taurus*).

598 Afshar et al. (2011) relataram uma associação significativa de volume de
599 sêmen, concentração espermática e concentração de espermatozoides vivos com
600 genótipos de *bGH*. Corroborando com esse resultado, Pal et al. (2014) afirmaram
601 que o polimorfismo do gene *bGH* pode ser utilizado como ferramenta de seleção de
602 animais superiores em relação a características seminais e sexuais comportamentais.

603 Embora tais pesquisas relatem a influência do gene do GH nos parâmetros
604 reprodutivos, outros autores não obtiveram resultados semelhantes. Grossi et al.
605 (2014), ao estudarem a influência do hormônio do GH no trato reprodutivo em
606 animais da raça Canchim, não encontraram associações com as características de
607 idade ao primeiro parto, e circunferência escrotal aos 12 e 18 meses de idade.

608 Utsunomiya et al. (2014), elaboraram um trabalho em que todo o genoma de
609 bovinos da raça Nelore foi mapeado, afim de demonstrar locos candidatos a explicar
610 a variação fenotípica e genética da raça, para a característica de circunferência

611 escrotal. Através de um painel de alta densidade, os autores identificaram
612 polimorfismos em várias regiões genômicas que afetam essa característica, porém o
613 cromossomo 19, local onde está situado o gene do GH, não foi um dos locais
614 identificados.

615 Mais recentemente Melo et al. (2019) buscaram encontrar regiões no
616 genoma de animais de cruzamento Nelore x Brahman, que estão ligadas a
617 características de precocidade sexual. E corroborando com resultados dos autores
618 citados acima, a região do gene do GH, não foi citada como candidata para
619 características reprodutivas.

620 É importante demonstrar que todos os trabalhos citados, e até então todos os
621 pesquisados buscaram analisar o efeito de marcadores no gene do GH sobre
622 características de PE e qualidade seminal, porém em nenhum dos trabalhos foi
623 avaliado o efeito do gene sobre a precocidade sexual de machos nelore e o efeito
624 sobre o momento da entrada na puberdade.

625 O objetivo nesse trabalho foi averiguar a associação entre alelos do gene *bGH*
626 com características de precocidade sexual e de desempenho em animais machos da
627 raça Nelore.

628

629 REFERÊNCIAS

630 AFSHAR, K.P; JAVANMARD, A; ASADZADEH, N; SADEGHIPANAH, H;
631 MASOMI, H; SABRIVAND, A. Association between GH encoding gene
632 polymorphism and semen characteristics in Iranian Holstein bulls. **African Journal**
633 **of Biotechnology**. v.10, p.882-886, 2011.

- 634 ALBUQUERQUE, L. G.; BALDI, F. Seleção para precocidade sexual de zebuínos:
635 situação atual e perspectivas. In: **Simpósio de Produção de Gado de Corte**, 7.,
636 2010, Viçosa, Anais... Viçosa: Ed. Suprema, p. 299-324, 2010.
- 637 ANAND-IVELL, R.; BYRNE, C.J.; ARNECKE, J.; FAIR, S.; LONERGAN, P.;
638 KENNY, D.A. Prepubertal nutrition alters Leydig cell functional capacity and
639 timing of puberty. **Plos One**, 2019.
- 640 ANDERSSON, L. Genetic dissection of phenotypic diversity in farm animals.
641 **Nature Reviews Genetics**, London, v. 2, n. 2, p. 130-138, 2001.
- 642 ARANGO, J.G; ECHEVERRI, J.Z; LÓPEZ, A.H. Association of the bovine growth
643 hormone gene with Holstein cattle reproductive parameters. **Revista MVZ**
644 **Córdoba**, Colômbia, V.19, 2014.
- 645 BALL, P. J. H.; PETERS, A. R. **Bull fertility**. In: *Reproduction in Cattle* (Oxford:
646 Blackwill Publi), 3 ed., 28-39, 2004.
- 647 BARTH, A.D.; OMINSK, K.H. The relationship between scrotal circumference at
648 weaning and at one year of age in beef bulls. **Canadian Veterinary Journal**, v.4,
649 p.541-546, 2000.
- 650 BELLOWS, R.A.; STAIGMILER, R.B. Selection for fertility. In: FIELDS, M.J.;
651 SAND, R.S. (Ed.) *Factors Affecting Calf Crop*. **CRC Press**, Boca Raton, FL. p.197-
652 211, 1994.
- 653 BERGMANN, J.A.G. Seleção de Zebuínos para Precocidade Sexual. **Anais do I**
654 **Simpósio de Produção de Gado de Corte**, Viçosa/MG: Ed. Suprema, p.51-59,
655 1999.

656 BOCCHI AL. Avaliação genética. In: **Curso on-line: Melhoramento genético:**
657 **teoria e prática** – módulo 4, Agropoint. Disponível em:
658 <http://www.agropoint.com.br>. 2003.

659 BOLIGON, A. A.; RORATO, P. R. N.; ALBUQUERQUE, L. G. de. Correlações
660 genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e
661 reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n.
662 3, p. 565–571, 2007.

663 BRITO, L.F.C.; SILVA, A.E.D.F.; UNANIAN, M.M. et al. Sexual development in
664 early and late-maturing *Bos indicus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* crossbred bulls in
665 Brazil. **Theriogenology**, v.62, p.1198-1217, 2004.

666 CAÑEQUE, V.; SAÑUDO, C. Estandarización de lãs metodologias para evaluar la
667 calidad del producto (animal vivo, cal, carne y grasa) em los rumiantes.
668 **Monografias Del Instituto Nacional de Investigación y Tecnologia Agrária y**
669 **Alimentaria**. Serie Ganadera, v. 3, p.448, 2005.

670 CARDOSO, D.; NOGUEIRA, G. P. Mecanismos neuroendócrinos envolvidos na
671 puberdade de novilhas. **Arquivo Ciência Veterinária e Zoologia da Unopar**,
672 Umuarama, v. 10, n. 1, p. 59-67, jan./jun. 2007.

673 CARDOSO, F.M. Desenvolvimento dos órgãos genitais masculinos de zebu (*Bos*
674 *indicus*) da raça Nelore, do período fetal aos 36 meses de idade. 1977. 113 p.
675 **Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas**
676 **Gerais** (UFMG), Belo Horizonte-MG, 1977.

677 CARNICELA, D; DARIO, C; BUFANO, G. Polimorfismo del gene GH e
678 performances produttive. **Large Animal**. Rev. 3: p.3-7, 2003.

- 679 CERVIERI, R. Produção intensiva de carne de qualidade será tema de curso online
680 em agosto. 2012. Disponível em: <[http://www.beefpoint.com.br/sobre-o-](http://www.beefpoint.com.br/sobre-o-site/novas-do-site/producao-intensiva-de-carne-de-qualidade-sera-tema-de-curso-online-em-agosto)
681 [site/novas-do-site/producao-intensiva-de-carne-de-qualidade-sera-tema-de-](http://www.beefpoint.com.br/sobre-o-site/novas-do-site/producao-intensiva-de-carne-de-qualidade-sera-tema-de-curso-online-em-agosto)
682 [curso-online-em-agosto](http://www.beefpoint.com.br/sobre-o-site/novas-do-site/producao-intensiva-de-carne-de-qualidade-sera-tema-de-curso-online-em-agosto)>, 2012.
- 683 COSTA FILHO, L.C.; SOLIGO, E.C.; PEIXOTO, A.S.; BARBOSA, F.B.;
684 ROSSIGNOLO, E.A.A.; ASSIS, T.S.; OLIVEIRA, V.M.; SOUZA, M.I.L.; COSTA
685 E SILVA, E.V. Avaliação do hormônio Anti-Mülleriano à desmama e precocidade
686 sexual de machos Nelore. **Anais da 2ª Reunião da Associação Brasileira de**
687 **Andrologia Animal** (ABRAA), 2017.
- 688 COSTA-E-SILVA, E.V.; FERREIRA, B.X.; QUEIROZ, V.L.D. et al. Precocidade
689 sexual de touros a campo em condições tropicais. **Revista Brasileira de**
690 **Reprodução Animal**, v.37, n.2, p.97-104, 2013.
- 691 DIAS LT, EL FARO L, ALBUQUERQUE LG. Estimativas de Herdabilidade para
692 Perímetro Escrotal de Animais da Raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
693 v.32 (supl. 2), p.1878-1882, 2003.
- 694 ELER JP, SILVA JAV, EVANS JL, FERRAZ JBS, DIAS F, GOLDEN BL.
695 Additive genetic relationships between heifer pregnancy and scrotal circumference
696 in Nelore cattle. In: **World Congress on Genetics Applied to Livestock**
697 **Production**, v.7, p.697-700, 2002.
- 698 FERRAZ JBS, ELER J. Seleção de *Bos indicus* para precocidade sexual. **Revista**
699 **Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, p.167-171, 2007.
- 700 FONSECA, V.O. Puberdade, adolescência e maturidade sexual: aspectos
701 histopatológicos e comportamentais. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE**

- 702 **REPRODUÇÃO ANIMAL**, 8, 1989, Belo Horizonte. Anais...CBRA: Belo
703 Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, p.77-93, 1989.
- 704 FORNI, S.; ALBUQUERQUE, L.G. Avaliação de características biométricas de
705 testículos de bovinos Nelore. In: V **SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA**
706 **DE MELHORAMENTO ANIMAL**. Anais...SBMA: Pirassununga, 2004.
- 707 FORTES, M.R.S; REVERTER, A; KELLY, M; MCCULLOCH, R; LEHNERT,
708 S.A. Genome-wide association study for inhibin, luteinizing hormone, insulin-like
709 growth factor 1, testicular size and semen traits in bovine species. **Andrology** v.1,
710 p.644–650, 2013.
- 711 FRANCO, G. L; BRUMATTI, R, C. Cadeia produtiva da carne bovina. In:
712 OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F. (Orgs.). **Bovinocultura de corte:**
713 **desafios e tecnologia**. Salvador: EDUFBA. p. 17-22, 2007.
- 714 FRANCO, M. M.; MELO, E. O. **Melhoramento animal**: o uso de marcadores
715 moleculares e da reprodução assistida. Embrapa Recursos Genéticos e
716 Biotecnologia, p. 14, 2006.
- 717 GAO, Y.; ZHANG, R.; HU, X.; LI, N. Application of genomic technologies to the
718 improvement of meat quality of farm animals. **Meat Science**, New York, v. 77, n. 1,
719 p. 36-45, 2007.
- 720 GARCIA, J. M.; PINHEIRO, L. E. L.; OKUDA, H. T. Body development and
721 semen physical and morphological characteristics of young Guzera bulls. **Ars**
722 **Veterinária**, [S.l.], v. 3, p. 47-53, 1987.

- 723 GERBENS, F. Genetic control or intramuscular fat accretion. In: TE PAS, M. F.
724 W.;EVERTS, M. E.; HAAGSMAN, H. P. **Muscle development of livestock**
725 **animals**: physiology, genetics and meat quality, p. 346-361, 2004.
- 726 GORBANI, A; TORSHIZI, R.V; BONYADI, M; AMIRINIA, C. Restriction
727 fragment length polymorphism of bovine growth hormone gene intron 3 and its
728 association with testis biometry traits in Iranian Holstein bull. **African Journal of**
729 **Microbiology Research**, V.3, pag.809-814, 2009.
- 730 GRESSLER S.L.; BERGMANN J.A.G.; PEREIRA C.S.; PENNA V.M.; PEREIRA
731 J.C.C.; GRESSLER M.G.M. Estudo das associações genéticas entre perímetro
732 escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. **Revista Brasileira de**
733 **Zootecnia.**, v.29, p.427-437, 2000.
- 734 GROSSI, D.A; BUZANSKAS, M.E; GRUPIONI, N.V; PARO DE PAZ, C.C;
735 REGITANO, L.C.A; ALENCAR, M.M; SCHENKEL, F.S; MUNARI,D.P. Effect of
736 IGF1,GH, and PIT1 markers on the genetic parameters of growth and reproduction
737 traits in Canchim cattle. **Molecular Biology Reports**, 2014.
- 738 HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. Ciclos Reprodutivos In: HAFEZ, E. S. E. & HAFEZ,
739 B. **Reprodução Animal**. São Paulo: Manole, 2004. 7ª Edição brasileira cap.4, p.55-
740 68, 2004.
- 741 HULL, K.L; HARVEY, S. Growth hormone: a reproductive endocrineparacrine
742 regulator? **Rev. Rep.** v. 2: p.175-182, 2000.
- 743 KARSBURG JHH. Estimativas de parâmetros genéticos de características de
744 carcaças medidas por ultrassonografia e de desenvolvimento ponderal em bovinos

- 745 da raça Santa Gertrudes. 2003. 82f. **Dissertação (Mestrado Ciências Básicas)** -
746 Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos,
747 Pirassununga, SP, 2003.
- 748 KERRY, L.H; HARVEY, S. Growth hormone roles in male reproduction.
749 **Endocrine**, v.13, p.243-250, 2000.
- 750 KIM, S.; MISRA, A. SNP genotyping: technologies and biomedical applications.
751 **Annual Review of Biomedical Engineering**, Philadelphia, v. 9, p. 289-320, 2007.
- 752 KOMISAREK, J; MICHALAK, A; WALENDOWSKA, A. The effects of
753 polymorphisms in *DGATI*, *GH* and *GHR* genes on reproduction and production
754 traits in Jersey cows. **Animal Science Papers and Reports**, Poland, V.29, 2011.
- 755 KOOTS KR, GIBSON JP, WILTON JW. Analyses of published genetic parameter
756 estimates for beef production traits: 2. Phenotypic and genetic correlations. **Animal**
757 **Breeding Abstracts**, v.62, p.825-853, 1994.
- 758 LAND, R.B. Genetic improvement of mammalian fertility: a review of
759 opportunities. **Animal Reproduction Science**, v.1, n.2, p.109-135, 1978.
- 760 LIMA, F.P.C. Puberdade em tourinhos da raça Nelore avaliada pelo perímetro
761 escrotal, características seminais e endócrinas. 2009. 65p. **Tese (Doutorado em**
762 **Ciência Animal)** –Universidade Federal de Minas Gerais *Persistência na lactação*
763 *em bovinos* (UFMG), Belo Horizonte, MG, 2009.
- 764 LÔBO, R.B. **Programa de melhoramento genético da raça Nelore**. 3 ed. Ribeirão
765 Preto. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo,
766 Ribeirão Preto, 1996.

- 767 LOPEZ, R; THOMAS, M.G; HALLFORD, D.M; KEISLER, D.H; SILVER, G.A;
768 OBEIDAT, B.S; GARCIA, M.D; KREHBIEL, C.R; Case study: metabolic hormone
769 profiles and evaluation of associations of metabolic hormones with body fat and
770 reproductive characteristics of Angus, Brangus and Brahman heifers. **The**
771 **Professional Animal Scientist**, v.22, p. 273-782, 2006.
- 772 MAHMOUD, K.G.M; NAWITO, M.F. Molecular Markers for Fertility in Farm
773 Animals. **Iranian Journal of Applied Animal Science**. v.2, p. 203-222, 2012.
- 774 MATHEVON, M.; BUHR, M.M.; DEKKERS, J.C.M. Enviromental and genetic
775 factors affecting semen production in Holstein bulls. **Journal of Dairy Science**,
776 v.81, p.3321-3330, 1998.
- 777 MELO, T. P; FORTES, M.R.S; FERNANDES JUNIOR, G.A; ALBUQUERQUE, L.G;
778 CARVALHEIRO, R. Multi-breed validation study unravelled genomic regions
779 associated with puberty traits segregating across tropically adapted breeds. **Oxford**
780 **University Press**, 2019.
- 781 MENEZES ET AL. **Melhoramento Genético Aplicado em Gado de Corte. 1 ed.**
782 Brasília, DF: Embrapa, 2016.
- 783 MONTALDO, H. H.; MEZA-HERRERA, C. A. Use of molecular markers and
784 major genes in the genetic improvement of livestock. **Eletronic Journal of**
785 **Biotechnology**, v. 1, p. 83-89, 1998.
- 786 MORAES, G.P. Puberdade e maturidade sexual de tourinhos Senepol, criados semi-
787 extensivamente na região do Triangulo Mineiro – MG. 2012. 56p. **Dissertação**
788 **(Mestrado em Ciência Animal)** – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG),
789 Belo Horizonte, MG, 2012.

- 790 MULLEN, M.P; LYNCH, C.O; WATERS, S.M; HOWARD, D.J; O`BOYLE, P;
791 KENNY, D.A; BUCKLEY, F; HORAN, B; DISKIN, M.G. Single nucleotide
792 polymorphisms in the growth hormone and insulin-like with milk production, body
793 condition score and fertility traits in dairy cows. **Genetics and Molecular**
794 **Research**, V.10, pag.1819-1830, 2011.
- 795 NORTHUP, S. L.; COFFMAN, E. A.; STRICKLAND, L. G.; POHLER, K. G.;
796 DANIEL, J. A.; WHITLOCK, B. K. Intravenous infusion of kisspeptin increased
797 serum luteinizing hormone acutely and decreased serum follicle stimulating
798 hormone chronically in prepubertal bull calves. **Theriogenology**, v.144, p. 1-7,
799 2020.
- 800 OLIVEIRA, M.M. Herdabilidade e correlações genéticas do perímetro escrotal e
801 idade ao primeiro parto com características reprodutivas em bovinos de corte:
802 Revisão. **Revista Brasileira de Agrociência.**, v.13, n.2, p.141-146,2007.
- 803 PAL, A; CHAKRAVARTY, A.K; CHATTERJEE, P.N. Polymorphism of growth
804 hormone gene and its association with seminal and sexual behavioral traits in
805 crossbreed cattle. **Theriogenology**, v.81, p. 474-480, 2014.
- 806 PEREIRA E, ELER JP, FERRAZ JBS. Análise genética de características
807 reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.703-708,
808 2002.
- 809 PEREIRA J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à reprodução animal**. Belo
810 Horizonte, MG: Editora FEP-MVZ, 1999.

- 811 PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Correlação genética entre perímetro
812 escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira**
813 **de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 1676-1683, 2000.
- 814 QUIRINO C.R.; BERGMANN J.A.G.; VALE FILHO V.R.; ANDRADE V.J.;
815 PEREIRA J.C.C. Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal
816 circumference maturation in Nelore cattle. **Theriogenology**, v.52, p.25-34, 1999.
- 817 SANTOME, J.A; DELLACHA, J.M; PALADINI, A.C; WOLFENSTEIN, C.E;
818 PENA, C; POSKUS, E; DAURAT, S.T; BISCOGLIO, M.J; DE SESE, Z.M; DE
819 SANGUESA, A.V. The amino acid sequence of bovine growth hormone. **FEBS**
820 **Lett**, V.16, pag.198–200, 1971.
- 821 SANTOS, K.J.G.; MELO, C.S.; PALES, A.P. Seleção de touros através da
822 puberdade, maturidade e fatores envolvidos na fertilidade. **Revista Eletrônica da**
823 **Faculdade de Montes Belos**, v.1, n.1, p.72-87, 2005.
- 824 SESANA R.C.; ALBUQUERQUE L.G.; SILVA J.A.V.; SESANA J.C. Estimativas
825 de herdabilidade e correlação genética do perímetro escrotal, medido em diferentes
826 idades, em animais Nelore. In: **Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.
827 44, 2007.
- 828 SILVA, A. M. da; ALENCAR, M. M. de; FREITAS, A. R. de; BARBOSA, R. T.;
829 BARBOSA, P. F.; OLIVEIRA, M. C. de S.; CORRÊA, L. de A.; NOVAES, A. P.
830 de; TULLIO, R. R. Herdabilidades e correlações genéticas para peso e perímetro
831 escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na
832 raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, supl. 2, p. 2223–2230,
833 2000.

- 834 SILVA, A.E.D.F.; UNANIAN, M.M.; CORDEIRO, C.M.T. et al. Relação da
835 circunferência escrotal e parâmetros de qualidade de sêmen em touros da raça
836 Nelore PO. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p. 157-1165, 2002.
- 837 SILVA, A.S.F. Maturidade sexual e congelabilidade do sêmen do tourinhos gir-l,
838 sob manejo alimentar estratégico. 2007, 42 f. **Dissertação (Mestrado em**
839 **Zootecnia)**. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2007.
- 840 SILVA, L. F. P. Interface da nutrição com a reprodução: o que fazer? In:
841 **CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL**, 16., 2005,
842 Goiânia. Anais... Goiânia: CBRA, CD-ROM , 2005.
- 843 STAFUZZA, N. B.; COSTA E SILVA, E. V.; SILVA, R. M. O.; COSTA FILHO,
844 L.C .C.; BARBOSA, F. B.; MACEDO, G. G.; LOBO, R. B.; BALDI, F. Genome-
845 wide association study for age at puberty in young Nelore bulls. **Journal of Animal**
846 **Breeding and Genetics**, p. 1-11, 2019.
- 847 TE PAS, M. F. W.; SOUMILLION, A. Improvement of livestock breeding
848 strategies using physiologic and functional genomic information of the muscle
849 regulatory factors gene family for skeletal muscle development. **Current**
850 **Genomics**, Bussum, v. 2, n. 3, p. 285-304, 2001.
- 851 TURCHETTO-ZOLET, A.C; TURCHETTO, C; ZANELLA, C.M; PASSAIA, G.
852 Marcadores Moleculares na Era genômica: Metodologias e Aplicações. **Sociedade**
853 **Brasileira de Genética** v.1 Ribeirão Preto, 2017.
- 854 UNANIAM, M.M. A procura de marcadores de precocidade em gado Nelore. In: **O**
855 **NELORE DO SÉCULO XXI. NELORE PRECOCE: SELEÇÃO, PRODUÇÃO E**
856 **COMERCIALIZAÇÃO**, 4, 1997, Uberaba-MG. Anais... ABCZ-ABCN: Uberaba,

857 p.51-57, 1997.

858 UNANIAN, M.M.; BARRETO, C.C.; FREITAS A.R.; CORDEIRO, C.M.T.;
859 JOSAHKIAN, L.A. Associação do Polimorfismo do Gene do Hormônio de
860 Crescimento com a Característica Peso em Bovinos da Raça Nelore. **Revista**
861 **Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1380-1386, 2000.

862 UNANIAN, M.M; BARRETO, C.C; CORDEIRO, C.M.T; FREITAS, A.R;
863 JOSAHKIAN, L.A. Possible association between bovine growth hormone gene
864 polymorphism and reproductive traits. **Braz. Arch. Boil. Tech.** v.45, p.293-299,
865 2002.

866 UTSUNOMIYA, Y.T; CARMO, A.S; NEVES, H.H.R; CARVALHEIRO, R;
867 MATOS, M.C; et al. Genome-Wide Mapping of Loci Explaining Variance in
868 Scrotal Circumference in Nelore Cattle. **Plos One**, 2014.

869 WEIMER, T. A. Diagnóstico genético-molecular aplicado à produção animal. In:
870 MARKES, E. K. (Org.). **Diagnóstico genético-molecular**, p. 203-218, 2003.

871 WOLF, F.R.; ALMQUIST, J.O.; HALE, E.B. Pubertal behaviour and pubertal
872 characteristics of beef bulls on a high nutrition allowance. **Journal of Animal**
873 **Science**, v.224, p. 761-765, 1965.

874 WOLFE, M. W.; STUMPF, T. T.; WOLFE, P. L.; DAY, M. L.; KOCH, R. M.;
875 KINDER, J. E. Effect of selection for growth traits on age and weight at puberty in
876 bovine females. **Journal of Animal Science**, Philadelphia, v. 68, p. 1595-1602,
877 1990.

878 YANG, W. et al. Review on the development of genotyping methods for assessing
879 farm animal diversity. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 4, p. 2,

880 2013.

881 YOKOO, M. J. T.; ALBULQUERQUE, L. G.; LOBO, R. B.; SAINZ, R. D.;
882 CARNEIRO JUNIOR, J. M.; BEZERRA, L. A. F.; ARAUJO, F. da C. Estimativas
883 de parâmetros genéticos para altura do posterior, peso e circunferência escrotal em
884 bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 6, p. 1761–1768,
885 2007.

886

887

888

889

890

891

892

893

894

895

896

897

898

899 **Avaliação de polimorfismo no gene do hormônio do crescimento associados à**
900 **precocidade sexual em bovinos machos da raça Nelore.**

901

902 **V.M Oliveira¹, L.C.C Costa Filho^{2,4}, F.B Barbosa^{2,4}, T.G Rios¹, H.P.K**

903 **Cleveland³, G.G Macedo^{1,2}, C.A.N Ramos¹, E.V Costa e Silva^{1,2}**

904 *¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS Brasil;*

905 *²Laboratório de Reprodução Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e*

906 *Zootecnia (FAMEZ), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo*

907 *Grande, Brasil. ³Laboratório de Biologia Molecular, Faculdade de Medicina*

908 *Veterinária e Zootecnia (FAMEZ), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul*

909 *(UFMS), Campo Grande, Brasil. ⁴PROCRIAR Assistência Veterinária, Campo*

910 *Grande, Brasil*

911 **Resumo-** O objetivo desse estudo foi descrever os mecanismos e ferramentas
912 utilizadas para a seleção de bovino da raça Nelore quanto a precocidade sexual, e
913 apresentar uma ferramenta alternativa para auxiliar na seleção de animais mais
914 precoces sexualmente. Foram utilizados 108 bovinos da raça Nelore da desmama até
915 os 17 meses de idade. Os animais foram submetidos a exame andrológico com
916 intervalos de 3 meses, para identificação do momento em que cada indivíduo
917 apresentava quadro seminal condizente com a entrada à puberdade. Também foi
918 coletado material genético de todos os indivíduos, através da punção da veia
919 coccígea foram coletadas amostras de sangue dos animais. O material genético
920 coletado foi processado através da técnica de PCR-RFLP para avaliação do
921 polimorfismo do gene do *bGH*, e verificar suas associações com características
922 reprodutivas. A associação entre os genótipos e as características fenotípicas foram,
923 Peso a puberdade, perímetro escrotal (PE), motilidade espermática (MOT), vigor
924 espermático (VIG), volume do ejaculado (VOL), concentração do ejaculado
925 (SPTZ/ml) e idade à puberdade, o efeito do mérito genético total (MTGe) e o
926 percentil de melhores animais (TOP) pertencentes ao programa de avaliação
927 genética da ANCP. Três genótipos diferentes para o *bGH* foram encontrados, sendo
928 eles: CC, CD e DD. Não foram encontradas associações significativas entre os
929 genótipos e o perímetro escrotal, concentração espermática, volume do ejaculado,
930 vigor e a motilidade espermática, MGTe e TOP. No entanto, com relação à
931 característica de Idade a Puberdade e peso a puberdade, foram observadas
932 associações significativas, e favoráveis ao genótipo DD, demonstrando que os
933 animais desse grupo atingiram a puberdade em média um mês mais cedo que os
934 grupos de genótipos CC e CD, e com um peso médio menor.

935

936 **Palavras-Chave:** bovinos, puberdade, reprodução, touro, SAM

937 **Evaluation of growth hormone gene polymorphisms associated with sexual**
938 **precocity in Nelore cattle.**

939
940 **V.M Oliveira¹, L.C.C Costa Filho^{2,4}, F.B Barbosa^{2,4}, T.G Rios¹, H.P.K**

941 **Cleveland³, G.G Macedo^{1,2}, C.A.N Ramos¹, E.V Costa e Silva^{1,2}**

942 *¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS Brasil;*

943 *²Laboratório de Reprodução Animal, Faculdade de Medicina Veterinária e*

944 *Zootecnia (FAMEZ), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campo*

945 *Grande, Brasil. ³Laboratório de Biologia Molecular, Faculdade de Medicina*

946 *Veterinária e Zootecnia (FAMEZ), Universidade Federal de Mato Grosso do Sul*

947 *(UFMS), Campo Grande, Brasil. ⁴PROCRIAR Assistência Veterinária, Campo*

948 *Grande, Brasil*

949

950 **Abstract-** The objective of this study was to describe the mechanisms and tools
951 used for the selection of Nelore cattle in terms of sexual precocity, and to present an
952 alternative tool to assist in the selection of sexually precocious animals. 108 Nelore
953 weaning cattle were used up to 17 months of age. The animals were submitted to
954 andrological examination at 3-month intervals, to identify the moment when each
955 individual presented a seminal picture consistent with the entrance to puberty.
956 Genetic material was also collected from all individuals, through the puncture of the
957 coccygeal vein, blood samples were collected from the animals. The collected
958 genetic material was processed using the PCR-RFLP technique to evaluate the
959 polymorphism of the bGH gene, and to verify its associations with reproductive
960 characteristics. The association between genotypes and phenotypic characteristics
961 were, Weight at puberty, scrotal perimeter (PE), sperm motility (MOT), sperm vigor
962 (VIG), ejaculate volume (VOL), ejaculate concentration (SPTZ / ml) and age at
963 puberty, the effect of total genetic merit (MTGe) and the percentile of best animals
964 (TOP) belonging to the ANCP genetic evaluation program. Three different
965 genotypes for bGH were found, namely: CC, CD and DD. No significant
966 associations were found between genotypes and scrotal circumference, sperm
967 concentration, ejaculate volume, vigor and sperm motility, MGT_e and TOP.
968 However, with respect to the Age to Puberty and weight to puberty characteristics,
969 significant and favorable associations were observed with the DD genotype,
970 demonstrating that the animals in this group reached puberty on average one month
971 earlier than the groups of genotypes CC and CD , and with a lower average weight.

972

973 **Keywords:** bovine, bull, puberty, reproduction, MAS

974

975 **INTRODUÇÃO**

976 Dentre as características econômicas que são importantes para um rebanho, o
977 desempenho reprodutivo é a que possui maior relevância. Desta forma com objetivo
978 de se aumentar a produção de bezerros e aumentar a vida produtiva dos animais, é
979 necessário se obter uma melhora do fator genético, reduzindo a idade a puberdade e
980 agregando benefícios a toda a cadeia produtiva (CARDOSO & NOGUEIRA, 2007).

981 A relevância do touro na pecuária requer que atenção seja dada à seleção
982 desses animais, não só pela abordagem do melhoramento genético, como também
983 pela perspectiva do potencial biológico reprodutivo (COSTA E SILVA et al., 2015).

984 A seleção de touros púberes precocemente pode proporcionar vantagens
985 econômicas, como por exemplo, a redução de custos com a alimentação animal. E
986 touros que entram em puberdade mais cedo, quando submetidos a estação de monta,
987 já irão apresentar uma melhor qualidade seminal durante esse período, ajudando
988 desta forma a melhorar a taxa de desfrute do rebanho (COSTA E SILVA, 2013).

989 O PE é característica de eleição para seleção de animais sexualmente mais
990 precoces nos programas de melhoramento genético (PMG). De acordo com Costa e
991 Silva (2013), ao se estudar rebanhos nos quais a seleção de animais com base no PE
992 era frequente, observou-se um baixo porcentual de indivíduos considerados
993 superprecoces, ou seja, púberes aos 11 meses de idade, e não necessariamente os
994 indivíduos com maior PE foram os mais precoces.

995 Porém, apesar do PE ser amplamente utilizado nos PMG para detecção de
996 puberdade, Costa Filho et al. (2017) ao estudar novas alternativas para detecção de
997 puberdade em touros jovens da raça Nelore, observaram que o PE não deve ser a

998 única medida utilizada para tal fim. Pois, a medida não influenciou a expressão de
999 puberdade entre os animais estudados, que foram classificados como superprecoces,
1000 precoces e tardios. Desta forma fica evidente que o PE não deve ser utilizado
1001 isoladamente para a seleção de animais mais precoces.

1002 As ferramentas de análise de marcadores moleculares podem auxiliar os
1003 PMG dando mais confiabilidade na tomada de decisão relacionada a escolha dos
1004 animais mais precoces. Fortes et al. (2013) confirmaram a natureza poligênica de
1005 característica reprodutivas de machos e fêmeas, demonstrando importantes
1006 marcadores associados com estas características em 30 cromossomos.

1007 Vários pesquisadores encontraram correlação entre o gene do hormônio do
1008 crescimento bovino (*bGH*) com características reprodutivas de interesse econômico.
1009 Em estudos feitos com vacas de diferentes raças foram encontradas correlações com
1010 menores intervalos entre partos, melhor taxa de prenhez ao primeiro serviço e
1011 melhor taxa de prenhez geral e também menor idade ao primeiro parto
1012 (KOMISAREK et al., 2011; MULLEN et al., 2011; ARANGO et al., 2014). Já em
1013 estudos realizados com machos de várias raças, resultados divergentes foram
1014 encontrados. Em algumas pesquisas observou-se associação entre alelos do gene
1015 *bGH* com as características de biometria testicular e qualidade de sêmen, tais como
1016 comprimento médio do testículo, largura média do testículo, circunferência escrotal,
1017 volume de sêmen, concentração espermática e concentração de espermatozóides
1018 vivos (GORBANI et al., 2009; AFSHAR et al., 2011; PAL et al., 2014).

1019 Entretanto, em outros trabalhos mapeando o genoma bovino e utilizando
1020 painéis de alta resolução, o gene *bGH* e sua região cromossômica não foram citados

1021 como regiões importantes para seleção de características reprodutivas
1022 (UTSUNOMIYA et al., 2014; MELO et al., 2019).

1023 O objetivo nesse trabalho foi averiguar a correlação entre alelos do gene
1024 *bGH* com características de precocidade sexual e de desempenho em animais
1025 machos da raça Nelore.

1026 **MATERIAL E MÉTODOS**

1027 **Animais e aspectos éticos**

1028 Foram utilizados animais pertencentes a uma propriedade situada no
1029 município de Anastácio-MS, que participa do programa de melhoramento genético
1030 ANCP (Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores), portanto, as coletas
1031 foram conduzidas no mesmo momento dos manejos necessários à coleta de dados
1032 zootécnicos.

1033 Foram utilizados 108 bezerros da raça Nelore (*Bos indicus*) da desmama até
1034 os 17 meses de idade. O período experimental foi de agosto a maio, com coletas de
1035 dados a cada 90 dias, sendo os animais mantidos a pasto recebendo suplementação
1036 mineral *ad libitum* durante todo o período de avaliação. A utilização dos animais da
1037 pesquisa foi autorizada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade
1038 Federal de Mato Grosso do Sul (CEUA/UFMS 1.040/2019).

1039 **Exame andrológico**

1040 A avaliação da genitália externa foi realizada de acordo com a metodologia
1041 descrita no Manual do Colégio Brasileiro de Reprodução Animal (CBRA, 2013).
1042 Ao atingirem 19 cm de PE, os animais foram submetidos ao processo de

1043 eletroejaculação para avaliação do sêmen: sendo que o material coletado foi
1044 imediatamente analisado quanto aos aspectos físicos, seguindo-se a preparação de
1045 alíquota para avaliação da concentração espermática. A cinética espermática foi
1046 estimada subjetivamente pela motilidade (MOT, %) e vigor (VIG, 0 - 5), em
1047 microscopia simples, conforme sugerido pelo CBRA (2013).

1048 **Avaliação genética**

1049 As amostras de sangue dos animais foram coletadas através da punção da
1050 veia coccígea em tubos para coleta à vácuo contendo EDTA, e encaminhados para o
1051 laboratório de Biologia Molecular da FAMEZ/UFMS. As amostras foram então
1052 submetidas a extração de DNA conforme descrito por Araújo et al. (2009). A
1053 integridade e qualidade das amostras de DNA obtidas foram avaliadas por
1054 eletroforese em gel de agarose 0,8% e espectrofotometria (A260/A280) em
1055 *NanoDrop OneC* (Thermo Fischer Scientific).

1056 **Classificação dos animais**

1057 Os animais foram classificados de acordo com a idade de entrada à
1058 puberdade (PUB), utilizando os critérios estabelecidos por Wolf et al. (1965), nos
1059 quais os animais são considerados púberes ao alcançarem 10% de motilidade
1060 progressiva e concentração espermática total mínima de 50×10^6 espermatozóides
1061 /ml no ejaculado.

1062 Dessa forma estabeleceu-se uma classificação quanto à precocidade sexual:
1063 Grupo Superprecoce (SP- púberes até os 14 meses), Precoces (P- púberes entre 14 e
1064 17 meses), Tradicional (T – púberes após 17 meses).

1065 A genotipagem dos animais quanto aos alelos do gene *bGH* foi realizada por
1066 PCR-RFLP conforme descrito por Zhang et al. (1993). Brevemente, as amostras de
1067 DNA foram amplificadas por PCR com os primers forward
1068 5'ATCCACACCCCCTCCACACAGT3' e reverse
1069 5'CATTTTCCACCCTCCCCTACAG3'. Em seguida, após confirmação da
1070 amplificação, os produtos de PCR foram submetidos a digestão com a enzima MspI
1071 (Promega) durante 12 horas. O padrão de restrição e consequente classificação dos
1072 animais em genótipos foi visualizado após eletroforese da digestão em gel de
1073 agarose 3% em tampão TAE (Tris Acetado EDTA). Os fragmentos de DNA foram
1074 corados com GelRed (Biotium), conforme instruções do fabricante, e visualizados
1075 em transiluminador UV.

1076 De acordo com os padrões de restrição, os animais foram classificados em
1077 CC, CD ou DD.

1078 **Análise estatística**

1079 As frequências dos alelos do gene do GH foram calculadas por contagem
1080 simples dos alelos (FALCONER AND MACKAY, 1996). Os possíveis desvios das
1081 frequências alélicas e genóticas do equilíbrio de Hardy-Weinberg foram
1082 examinados através do teste de Qui-quadrado.

1083 A associação entre os genótipos e as características fenotípicas, Peso a
1084 puberdade, perímetro escrotal à puberdade (PE), motilidade (MOT), vigor (VIG),
1085 volume do ejaculado (VOL), concentração do ejaculado (SPTZ/ml) e idade à
1086 puberdade, o efeito do mérito genético total (MTGe) e o percentil de melhores
1087 animais (TOP) pertencentes ao programa da ANCP, foi avaliada por análise de

1088 variância de um fator (ANOVA), com o auxílio do programa BioEstat 5.0 (AYRES
1089 et al., 2007).

1090

1091 **RESULTADOS**

1092 **Frequências alélicas e genotípicas**

1093 Foram utilizados 108 bezerros da raça Nelore para a genotipagem. Três
1094 genótipos diferentes para o *bGH* foram encontrados, sendo eles: CC, CD e DD. O
1095 genótipo encontrado com maior frequência foi o DD (57,4%), seguido pelo CD
1096 (23,1%) e por último CC (19,4%). O alelo D foi mais frequente que o alelo C (0.694
1097 vs. 0.305). De acordo com as frequências genotípicas observadas a população não se
1098 encontra em equilíbrio de Hardy-Weinberg.

1099 **Efeito dos alelos sobre os fenótipos**

1100 Os resultados da análise de associação entre os genótipos encontrados e as
1101 características reprodutivas como: Perímetro escrotal, concentração espermática,
1102 volume do ejaculado, vigor e motilidade espermática, idade a puberdade e peso são
1103 demonstrados na Tabela 1.

1104 Não foram encontradas associações significativas entre os genótipos e o
1105 perímetro escrotal, concentração espermática, volume do ejaculado, vigor e a
1106 motilidade espermática, MGTe e TOP. No entanto, com relação à característica de
1107 Idade a Puberdade e peso a puberdade, foram observadas associações significativas,
1108 e favoráveis ao genótipo DD, demonstrando que os animais desse grupo atingiram a

1109 puberdade em média um mês mais cedo que os grupos de genótipos CC e CD, e
1110 com um peso médio menor.

1111 **Tabela 1.** Efeito dos genótipos para o gene *bGH* sobre as características analisadas
1112 e associadas a precocidade sexual em machos Nelore.

Fenótipo	bGH Genótipo			P- value
	CC(n=21)	CD(n=25)	DD(n=62)	
Peso a puberdade (kg)	358.71 ± 63.59	395.32 ± 67.83	349.99 ± 55.52	0.0076*
PE (cm)	28.5 ± 3.13	28.76 ± 2.98	27.42 ± 3.05	0.1192
Motilidade (%)	31.11 ± 20.26	35.91 ± 22.39	33.81 ± 17.64	0.7341
Vigor (1-5)	1.61 ± 0.78	1.77 ± 0.92	1.73 ± 0.81	0.8191
Conc. Ejaculado (sptz/ml)	8.44 x 10 ⁸	1.29 x 10 ⁹	8.52 x 10 ⁸	0.0880
Volume ejaculado (ml)	10.67 ± 1.86	10.91 ± 1.78	10.17 ± 2.03	0.2691
Idade a Puberdade (meses)	16.78 ± 2.36	17.06 ± 1.71	15.84 ± 2.17	0.0482*
TOP (%)	4.85	3.42	3.63	0.2027
MTGe	14.61	16.01	15.99	0.1263

1113 *Diferença significativa (One-Way ANOVA)

1114

1115 DISCUSSÃO

1116 Os resultados observados no presente estudo demonstraram maior frequência
1117 do Alelo D, próxima de 70% em relação ao alelo C em machos Nelore oriundos
1118 dessa propriedade no Mato Grosso do Sul. Esse achado é similar ao encontrado por
1119 Unanian et al. (2002), que ao avaliar uma população Nelore encontrou o alelo D em
1120 uma frequência de 85% dos bovinos. Já em outros estudos, realizados com animais
1121 de raças taurinas, observou-se maior frequência do alelo C (ZAKIZADEH et al.,
1122 2006; PAWAR et al., 2007; GORBANI et al., 2009), assim como associações

1123 significativas entre características produtivas, tais como volume espermático,
1124 concentração espermática, motilidade no sêmen fresco, e motilidade pós
1125 descongelamento e o genótipo CC. Os autores sugerem que essa diferença
1126 encontrada entre as raças sugere que o alelo C estaria ligado a uma maior
1127 produtividade dos taurinos, e o Alelo D estaria correlacionado com uma maior
1128 adaptação ambiental dos zebuínos.

1129 O rebanho utilizado neste trabalho realiza seleção para animais mais
1130 precoces sexualmente há vários anos, e isso pode ter feito com que houvesse uma
1131 mudança da frequência dos alelos, podendo explicar dessa forma, a maior
1132 frequência do alelo D.

1133 O peso a puberdade dos animais do genótipo DD foi significativamente
1134 menor devido à entrada da puberdade ocorrer mais cedo. Assim sendo, os outros
1135 genótipos apresentaram um peso médio maior devido ao maior tempo transcorrido
1136 até a entrada a puberdade, e conseqüentemente ao aumento da idade dos animais.

1137 Com relação ao efeito do genótipo ligado as características reprodutivas, os
1138 resultados encontrados foram semelhantes ao citado por alguns autores, não sendo
1139 encontrada nenhuma associação significativa do genótipo com perímetro escrotal,
1140 motilidade espermática, vigor, volume e concentração do ejaculado (UNANIAN et
1141 al., 2002; GROSSI et al., 2014). Esses resultados diferem dos encontrados por
1142 GORBANI et al. (2009), AFSHAR et al. (2011) e PAL et al. (2014), que
1143 encontraram correlação entre o genótipo CC e as características de biometria
1144 testicular e qualidade de sêmen, o que pode ser explicado por conta de diferença
1145 entre as raças zebuínas e taurinas.

1146 Apesar de não ter sido encontrada nenhuma associação das características
1147 reprodutivas mencionadas acima, um importante indicativo de precocidade sexual
1148 que é a idade a puberdade teve sua associação positiva com os animais do genótipo
1149 DD. Os animais do genótipo DD entraram em puberdade em média 1 mês mais cedo
1150 que os animais dos outros genótipos, dessa forma mais animais desse grupo foram
1151 classificados como Superprecoce (25%) e como Precoce (46,4%) e Tradicional
1152 (28,5%) em comparação com o genótipo CC Superprecoce (9,5%) e Precoce
1153 (47,6%) e Tradicional (42,8%),e CD Superprecoce (4,5%) e Precoce (40,9%) e
1154 Tradicional (54,4%).

1155 O alelo D é mais frequente nos animais zebuínos do que nos taurinos, e
1156 como relatado por Gorbani et al. (2009), poderia estar correlacionado com uma
1157 maior adaptação ambiental, diferente do alelo C que estaria correlacionado com uma
1158 maior produtividade ligada aos taurinos. Porém, nesse estudo os animais mais
1159 produtivos, ou seja, os que entraram em puberdade mais cedo foram os homozigotos
1160 DD. Esse achado pode nos levar a entender que uma maior adaptabilidade pode
1161 fazer com que os animais consigam expressar melhor seu potencial produtivo.

1162 **CONCLUSÃO**

1163 Embora não tenha sido encontrada associação entre o *bGH* e características
1164 seminais e de perímetro escrotal, uma importante associação com a idade a
1165 puberdade foi encontrada. Dessa forma o gene do *bGH* na raça Nelore pode ser
1166 utilizado como ferramenta auxiliar na escolha de animais sexualmente mais
1167 precoces.

1168 **Agradecimentos**

1169 Os autores agradecem à FUNDECT e ao proprietário da fazenda, por abrir
1170 para a equipe a oportunidade do desenvolvimento desse trabalho. Agradecem
1171 também a PROCRIAR Assistência Veterinária, pelo fornecimento dos dados
1172 fenotípicos para a realização das avaliações.

1173 Esse estudo foi financiado em parte pela Coordenação de aperfeiçoamento
1174 de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES). Código financeiro 001.

1175

1176 **Conflito de interesses**

1177 Nenhum dos autores tem conflito de interesses a declarar.

1178

1179 **REFERÊNCIAS**

1180 AFSHAR, K.P; JAVANMARD, A; ASADZADEH, N; SADEGHIPANAH, H;
1181 MASOMI, H; SABRIVAND, A. Association between GH encoding gene
1182 polymorphism and semen characteristics in Iranian Holstein bulls. **African Journal**
1183 **of Biotechnology**. v.10, p.882-886, 2011.

1184 ARANGO, J.G; ECHEVERRI, J.Z; LÓPEZ, A.H. Association of the bovine growth
1185 hormone gene with Holstein cattle reproductive parameters. **Revista MVZ**
1186 **Córdoba**, Colômbia, v.19, 2014.

1187 ARAÚJO, F.R.; RAMOS, C.A.N.; LUIZ, H.L.; PÉRES, I.A.H.F.S.; OLIVEIRA,
1188 R.H.M.; SOUZA, I.I.F.; RUSSI, L.S. Avaliação de um protocolo de extração de
1189 DNA genômico a partir de sangue total. **EMBRAPA**, Comunicado Técnico, Campo
1190 Grande, 2009.

- 1191 AYRES M., AYRES JUNIOR M., AYRES D.L. & SANTOS A.S. Bioestat 5.0 -
1192 Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biomédicas. **ONG Mamiraua**, Belém,
1193 p. 364, 2007.
- 1194 CARDOSO, D.; NOGUEIRA, G. P. Mecanismos neuroendócrinos envolvidos na
1195 puberdade de novilhas. **Arquivo Ciência Veterinária e Zoologia da Unopar**,
1196 Umuarama, v. 10, n. 1, p. 59-67, 2007.
- 1197 CBRA. COLÉGIO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL. **Manual para**
1198 **exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 3º. Belo Horizonte - MG: 2013;
1199 2013.
- 1200 COSTA FILHO, L.C.; SOLIGO, E.C.; PEIXOTO, A.S.; BARBOSA, F.B.;
1201 ROSSIGNOLO, E.A.A.; ASSIS, T.S.; OLIVEIRA, V.M.; SOUZA, M.I.L.; COSTA
1202 E SILVA, E.V. Avaliação do hormônio Anti-Mülleriano à desmama e precocidade
1203 sexual de machos Nelore. **Anais da 2ª Reunião da Associação Brasileira de**
1204 **Andrologia Animal** (ABRAA), 2017.
- 1205 COSTA-E-SILVA, E.V.; COSTA-FILHO, L.C.C.; SOUZA, C.C.; OLIVEIRA,
1206 C.C.; QUEIROZ, V.L.D.; ZÚCCARI, C.E.S.N. Seleção de touros para reprodução a
1207 campo: novas perspectivas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal** v.39 (1), p.
1208 22-31, 2015.
- 1209 COSTA-E-SILVA, E.V.; FERREIRA, B.X.; QUEIROZ, V.L.D. et al. Precocidade
1210 sexual de touros a campo em condições tropicais. **Revista Brasileira de**
1211 **Reprodução Animal**, v.37, n.2, p.97-104, 2013.

- 1212 FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. Introduction to Quantitative Genetics. 4th ed
1213 **Longman Group Ltd**, Essex, England, 1996.
- 1214 FORTES, M.R.S; REVERTER, A; KELLY, M; MCCULLOCH, R; LEHNERT,
1215 S.A. Genome-wide association study for inhibin, luteinizing hormone, insulin-like
1216 growth factor 1, testicular size and semen traits in bovine species. **Andrology** v.1,
1217 p.644–650, 2013.
- 1218 GORBANI, A; TORSHIZI, R.V; BONYADI, M; AMIRINIA, C. Restriction
1219 fragment length polymorphism of bovine growth hormone gene intron 3 and its
1220 association with testis biometry traits in Iranian Holstein bull. **African Journal of**
1221 **Microbiology Research**, v.3, p.809-814, 2009.
- 1222 GROSSI, D.A; BUZANSKAS, M.E; GRUPIONI, N.V; PARO DE PAZ, C.C;
1223 REGITANO, L.C.A; ALENCAR, M.M; SCHENKEL, F.S; MUNARI,D.P. Effect of
1224 IGF1,GH, and PIT1 markers on the genetic parameters of growth and reproduction
1225 traits in Canchim cattle. **Molecular Biology Reports**, 2014.
- 1226 KOMISAREK, J; MICHALAK, A; WALENDOWSKA, A. The effects of
1227 polymorphisms in *DGATI*, *GH* and *GHR* genes on reproduction and production
1228 traits in Jersey cows. **Animal Science Papers and Reports**, Poland, v.29, 2011.
- 1229 MELO, T. P; FORTES, M.R.S; FERNANDES JUNIOR, G.A; ALBUQUERQUE, L.G;
1230 CARVALHEIRO, R. Multi-breed validation study unravelled genomic regions
1231 associated with puberty traits segregating across tropically adapted breeds. **Oxford**
1232 **University Press**, 2019.
- 1233 MULLEN, M.P; LYNCH, C.O; WATERS, S.M; HOWARD, D.J; O`BOYLE, P;
1234 KENNY, D.A; BUCKLEY, F; HORAN, B; DISKIN, M.G. Single nucleotide

- 1235 polymorphisms in the growth hormone and insulin-like with milk production, body
1236 condition score and fertility traits in dairy cows. **Genetics and Molecular**
1237 **Research**, v.10, p.1819-1830, 2011.
- 1238 PAL, A; CHAKRAVARTY, A.K; CHATTERJEE, P.N. Polymorphism of growth
1239 hormone gene and its association with seminal and sexual behavioral traits in
1240 crossbreed cattle. **Theriogenology**, v.81, p. 474-480, 2014.
- 1241 PAWAR, R.S.; TAJANE, K.R.; JOSHI, C.G.; RANK, D.N.; BRAMKSHTRI, B.P.
1242 Growth hormone gene polymorphism and its association with lactation yield in
1243 dairy cattle. **Indian Journal Animal Science**, v.77, p. 884-888, 2007.
- 1244 UNANIAN, M.M; BARRETO, C.C; CORDEIRO, C.M.T; FREITAS, A.R;
1245 JOSAHKIAN, L.A. Possible association between bovine growth hormone gene
1246 polymorphism and reproductive traits. **Braz. Arch. Boil. Tech.** v.45, p.293-299,
1247 2002.
- 1248 UTSUNOMIYA, Y.T; CARMO, A.S; NEVES, H.H.R; CARVALHEIRO, R;
1249 MATOS, M.C; et al. Genome-Wide Mapping of Loci Explaining Variance in
1250 Scrotal Circumference in Nellore Cattle. **Plos One**, 2014.
- 1251 WOLF, F.R.; ALMQUIST, J.O.; HALE, E.B. Pubertal behaviour and pubertal
1252 characteristics of beef bulls on a high nutrition allowance. **Journal of Animal**
1253 **Science**, v.224, p.761-765, 1965.
- 1254 ZAKIZADEH, S.; RAHIMI, G.; MIRAE-ASHTIANI, S.R.; NEJATI-JAVAREMI,
1255 A.; MORADI-SHAHRBABAK, M.; REINECKE, P.; REISSMANN, M.;
1256 MASOUDI, A.A.; AMIRINIA CAND MRHADI, S.A. Analysis of Bovine Growth

- 1257 Hormone Gene Polymorphisms in Three Iranian Native Breeds and Holstein Cattle
1258 by RFLP-PCR. **Biotechnology**, v.5, p.385-390, 2006.
- 1259 ZHANG, H.M.; MADDOCK, K.C.; BROWN, D.R.; DENISE, S.K.; AX, R.L. A
1260 novel allele of the bovine somatotropin gene detected by PCR-RFLP analysis;
1261 **Journal of Animal Science** , v.71, p. 2276, 1993.