

**JEFERSON BELLO DOS SANTOS**

**PARÂMETROS REPRODUTIVOS E INDICADORES ECONÔMICOS NA  
PECUÁRIA LEITEIRA BOVINA**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Medicina  
Veterinária, para obtenção do título de  
*Magister Scientiae*.

Orientador: José Domingos Guimarães

**VIÇOSA - MINAS GERAIS  
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

Santos, Jeferson Bello dos, 1996-  
S237p Parâmetros reprodutivos e indicadores econômicos na  
2024 pecuária leiteira bovina / Jeferson Bello dos Santos. – Viçosa,  
MG, 2024.

1 dissertação eletrônica (32 f.): il.

Orientador: José Domingos Guimarães.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Medicina Veterinária, 2024.

Referências bibliográficas: f. 24-26.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.190>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Bovinos de leite - Reprodução - Registros de  
desempenho. 2. Indicadores econômicos. 3. Leite - Produção -  
Aspectos econômicos. I. Guimarães, José Domingos, 1963-.  
II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Medicina  
Veterinária. Programa de Pós-Graduação em Medicina  
Veterinária. III. Título.

CDD 22. ed. 636.2142

**JEFERSON BELLO DOS SANTOS**

**PARÂMETROS REPRODUTIVOS E INDICADORES ECONÔMICOS NA  
PECUÁRIA LEITEIRA BOVINA**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal de Viçosa, como  
parte das exigências do Programa de  
Pós-Graduação em Medicina  
Veterinária, para obtenção do título de  
*Magister Scientiae*.

APROVADA: 07/03/2024.

Assentimento:



Documento assinado digitalmente

**JEFERSON BELLO DOS SANTOS**

Data: 19/08/2024 17:54:51-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Jeferson Bello dos Santos**  
Autor



Documento assinado digitalmente

**JOSE DOMINGOS GUIMARAES**

Data: 10/09/2024 17:06:08-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**José Domingos Guimarães**  
Orientador

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus.

Aos meus pais.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) pela oportunidade de realizar a pós-graduação.

Ao Programa de Desenvolvimento em Pecuária Leiteira (PDPL-UFV) pelo fornecimento dos dados.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

## RESUMO

SANTOS, Jeferson Bello dos, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2024. **Parâmetros reprodutivos e indicadores econômicos na pecuária leiteira bovina.** Orientador: José Domingos Guimarães. Coorientadores: Bruna Waddington de Freitas e Jurandy Mauro Penitente Filho.

O objetivo deste estudo foi caracterizar os indicadores reprodutivos e econômicos de propriedades leiteiras. Foram utilizados dados gerados em visitas de assistência técnica desempenhada pelo Programa de Desenvolvimento em Pecuária Leiteira (PDPL-UFV) em 26 fazendas com diferentes sistemas de produção, localizadas no município de Viçosa, Teixeiras, Guaraciaba, Paula Cândido, Coimbra, Guiricema, Visconde do Rio Branco, Cajuri, São Miguel do Anta, Porto Firme e Piranga no estado de Minas Gerais, durante setembro de 2022 até agosto de 2023, compreendendo um ciclo inteiro de produção. Como variáveis dependentes foram selecionados os indicadores econômicos: Margem Líquida Unitária (MLU), Lucratividade Operacional (LO) e Taxa de Remuneração do Capital com terra (TRCCT). Para a avaliação de multicolinearidade, as variáveis explicativas foram submetidas à análise de correlação, de modo que aquelas que apresentaram  $r \geq 0,8$  foram removidas da análise. Posteriormente, as variáveis explicativas foram avaliadas quanto ao fator de inflação da variância (VIF), e aquelas que apresentaram valor de  $VIF \geq 10$  foram removidas. Após a pré-seleção das variáveis, foi realizada análise de regressão linear múltipla e somente variáveis significativas a  $P < 0,10$  foram mantidas no modelo final. Quanto maiores foram a taxa de prenhez do rebanho e o número de inseminações por novilha gestante, maiores foram a MLU e a LO, e quanto maior foi a taxa de reposição, menores foram a MLU e a LO. Apenas a taxa de prenhez do rebanho apresentou efeito significativo e positivo sobre a TRCCT. As taxas de prenhez do rebanho, de reposição e o número de inseminações por novilha gestante foram os parâmetros reprodutivos com maior efeito sobre os índices econômicos avaliados. Vale ressaltar que estas variáveis são dependentes de outros índices reprodutivos, evidenciando o aspecto multifatorial da fertilidade de rebanhos leiteiros.

Palavras-chave: Eficiência reprodutiva; Indicadores econômicos; Produção leiteira.

## ABSTRACT

SANTOS, Jeferson Bello dos, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, February, 2024. **Reproductive traits and economic aspects on dairy cattle**. Adviser: José Domingos Guimarães. Co-advisers: Bruna Waddington de Freitas and Jurandy Mauro Penitente Filho.

This study aimed to characterize the reproductive and economic indicators of dairy properties. Data were from technical assistance of the *Programa de Desenvolvimento em Pecuária Leiteira* (PDPL-UFV) including 26 farms with different production systems, from September 2022 to August 2023, comprising an entire production cycle. The following economic indicators were selected as dependent variables: Unit Net Margin (MLU), Operating Profitability (LO) and Capital Return Rate with land (TRCCT). To assess multicollinearity, the explanatory variables were subjected to correlation analysis, so that those that presented  $r \geq 0.8$  were removed from the analysis. Subsequently, the explanatory variables were evaluated according to the variance inflation factor (VIF), and those that presented a VIF value  $\geq 10$  were removed. After pre-selection of variables, multiple linear regression analysis was performed and only variables significant at  $P < 0.10$  were kept in the final model. The pregnancy rate of cows and the number of inseminations per pregnant heifer had a positive effect on MLU and LO, while the replacement rate had a negative effect. Only the pregnancy rate of cows showed a significant and positive effect on TRCCT. Cow pregnancy and replacement rates and the number of inseminations per pregnant heifer were the reproductive variables with the greatest effect on the economic indices evaluated. It is worth noting that these variables are dependent on other reproductive indices, highlighting the multifactorial aspect of dairy herd fertility.

Keywords: Dairy production; Economic indicators; Reproductive efficiency.

## SUMÁRIO

1. Parâmetros reprodutivos e indicadores econômicos na pecuária leiteira bovina .....	7
2. Introdução .....	9
3. Material e métodos .....	9
3.1 <i>Localização</i> .....	10
3.2 <i>Conjunto de dados</i> .....	10
3.3 <i>Variáveis selecionadas para a análise</i> .....	10
3.4 <i>Imputação de dados perdidos e avaliação de multicolinearidade</i> .....	13
3.5 <i>Análises estatísticas</i> .....	14
4. Resultados .....	14
5. Discussão .....	21
6. Conclusões .....	24
7. Referências .....	24
8. Apêndice .....	27

**Parâmetros reprodutivos e indicadores econômicos na pecuária leiteira  
bovina**

Artigo será submetido para publicação  
no periódico Revista Brasileira de  
Reprodução Animal (ISSN: 1809-3000)

1 **Parâmetros reprodutivos e indicadores econômicos na pecuária leiteira**  
2 **bovina**

3 *Reproductive traits and economic aspects on dairy cattle*  
4

5 **Jeferson Bello dos Santos<sup>1</sup>, Bruna Waddington de Freitas<sup>1</sup>, Isaac Andres**  
6 **Mora Obando<sup>1</sup>, Natan Dias de Oliveira<sup>1</sup>, Jurandy Mauro Penitente-Filho<sup>2</sup>,**  
7 **Marcus Vinicius Castro Moreira<sup>3</sup>, André Navarro Lobato<sup>3</sup>, José Domingos**  
8 **Guimarães<sup>1</sup>**

9 <sup>1</sup> Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil.

10 <sup>2</sup> Médico Veterinário autônomo.

11 <sup>3</sup> Programa de Desenvolvimento da Pecuária Leiteira, PDPL, Viçosa, MG, Brasil.  
12

13 **Resumo**

14 O objetivo deste estudo foi caracterizar os indicadores reprodutivos e  
15 econômicos de propriedades leiteiras. Foram utilizados dados de visitas de  
16 assistência técnica em 26 fazendas com diferentes sistemas de produção, de  
17 setembro de 2022 até agosto de 2023. Como variáveis dependentes foram  
18 selecionados os indicadores econômicos: Margem Líquida Unitária (MLU),  
19 Lucratividade Operacional (LO) e Taxa de Remuneração do Capital com terra  
20 (TRCCT). Foi realizada análise de regressão linear múltipla, e somente variáveis  
21 significativas a  $P < 0,10$  foram mantidas no modelo final. Quanto maiores foram a  
22 taxa de prenhez do rebanho e o número de inseminações por novilha gestante  
23 maiores foram a MLU e a LO, e quanto maior a taxa de reposição menores foram  
24 a MLU e a LO. Apenas a taxa de prenhez das vacas apresentou efeito  
25 significativo e positivo sobre a TRCCT. As taxas de prenhez do rebanho e de  
26 reposição e o número de inseminações por novilha gestante foram os  
27 parâmetros reprodutivos com maior efeito sobre os índices econômicos  
28 avaliados. Vale ressaltar que estas variáveis são dependentes de outros índices  
29 reprodutivos, evidenciando o aspecto multifatorial da fertilidade de rebanhos  
30 leiteiros.  
31

32 **Palavras-chave:** eficiência reprodutiva; indicadores econômicos; produção  
33 leiteira.  
34

35 **Abstract**

36 *This study aimed to characterize the reproductive and economic indicators of*  
37 *dairy farms. Data from technical assistance of 26 farms with different production*  
38 *systems were used, from September 2022 until August 2023. As dependent*  
39 *variables, the economic indicators were selected: Unit Net Margin (MLU),*  
40 *Operating Profitability (LO) and Capital Return Rate with land (TRCCT). Multiple*  
41 *linear regression analysis was performed, and only variables significant at  $P < 0.10$*   
42 *were kept in the final model. The pregnancy rate of cows and the number of*  
43 *inseminations per pregnant heifer had a positive effect on MLU and LO, while the*  
44 *replacement rate had a negative effect. Only the pregnancy rate of cows showed*  
45 *a significant and positive effect on TRCCT. Cow pregnancy and replacement*  
46 *rates and the number of inseminations per pregnant heifer were the reproductive*  
47 *variables with the greatest effect on the economic indices evaluated. It is*  
48 *noteworthy to highlight that these variables are dependent on other reproductive*  
49 *indices, emphasizing the multifactorial aspect of dairy herd fertility.*  
50

51 **Keywords:** dairy production; economic indicators; reproductive efficiency.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25  
26  
27  
28  
29  
30  
31  
32  
33

## **Introdução**

A produção de leite tem papel fundamental na composição no PIB da pecuária no Brasil. De acordo com o censo agropecuário de 2017, o setor conta com 1,18 milhão de propriedades leiteiras, sendo 216 mil situadas no estado de Minas Gerais (IBGE, 2019). A produção leiteira nacional atingiu 23,85 bilhões de litros adquiridos em 2022, com o estado de Minas Gerais sendo o maior produtor do país com 5,86 bilhões de litros adquiridos (IBGE, 2022).

A eficiência reprodutiva é o fator que possui maior impacto na produtividade e na lucratividade de um rebanho leiteiro, de modo que, em sistemas de produção com manejo reprodutivo ineficiente ocorrem aumento no descarte involuntário, redução do número de animais para reposição e maiores gastos com Inseminação Artificial (IA) (Bergamaschi et al., 2010). Além disso, ocorre redução na produção de leite da propriedade com perdas econômicas, devido a fatores como aumento do intervalo de partos (Bergamaschi et al., 2010; Marangon-Júnior, 2018), redução da proporção de vacas em lactação por vacas totais (Lobato, 2009; Marangon-Júnior, 2018), diminuição da taxa de concepção ao primeiro serviço (Kim e Jeong, 2019), entre outros.

Devido à estreita relação entre indicadores reprodutivos e econômicos, ambos os aspectos devem ser considerados para avaliar a eficiência de uma propriedade leiteira (Bergamaschi et al., 2010; Marangon-Júnior, 2018). Vale ressaltar, no entanto, que a grande diversidade socioeconômica e edafoclimática que caracteriza os sistemas de produção no Brasil apontam para a necessidade de estudos regionalizados (Oliveira et al., 2007).

Assim, o objetivo deste estudo foi caracterizar os indicadores reprodutivos e econômicos de propriedades leiteiras em uma microrregião da zona da mata mineira. Foram verificadas as relações entre os indicadores reprodutivos com indicadores econômicos como a margem líquida unitária, a lucratividade operacional e a taxa de remuneração do capital com terra.

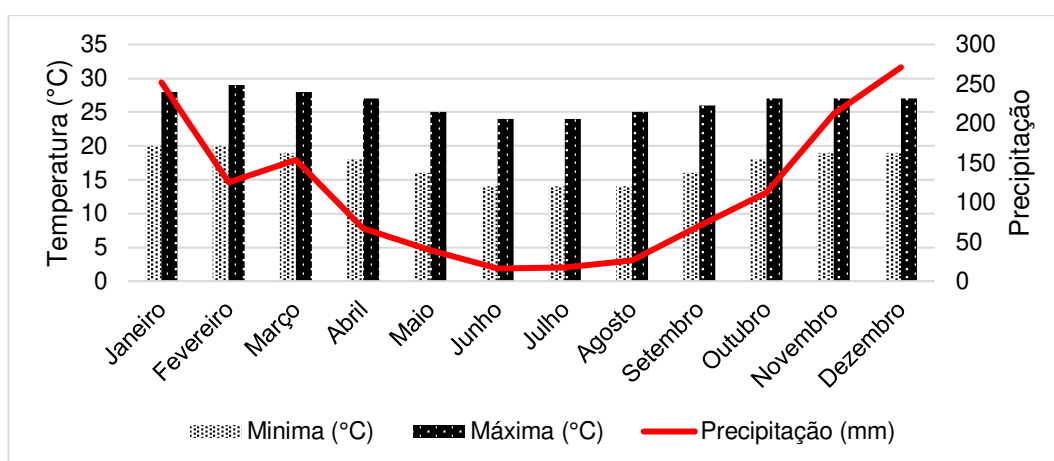
## **Material e métodos**

O presente estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais, CEUA/UFV, sob protocolo nº 45/2023, no dia 22 de agosto de 2023.

## 1 *Localização*

2 Os dados utilizados neste estudo são provenientes de fazendas  
3 localizadas em um raio de 60 km do município de Viçosa (20,75° S, 42,88° W),  
4 MG, abrangendo municípios como Teixeira, Guaraciaba, Paula Cândido,  
5 Coimbra, Guiricema, Visconde do Rio Branco, Cajuri, São Miguel do Anta, Porto  
6 Firme e Piranga.

7 O clima da região é, segundo a classificação de Köppen, do tipo Cwb,  
8 clima tropical de altitude com verão chuvoso e temperaturas amenas (Fig. 1).  
9



10

11 Figura 1: Temperatura mínima e máxima e precipitação mensal no município de Viçosa,  
12 MG, durante os últimos 30 anos (Climatempo). Disponível em:  
13 <https://www.climatempo.com.br/climatologia/210/vicosa-mg>, Acesso em 02 fev. 2024.

14

## 15 *Conjunto de dados*

16 Foram utilizados dados gerados em visitas de assistência técnica  
17 desempenhada pelo Programa de Desenvolvimento em Pecuária Leiteira  
18 (PDPL) em 26 fazendas com sistemas de produção variando entre confinado (18  
19 fazendas) e semiconfinado (8 fazendas), durante setembro de 2022 até agosto  
20 de 2023, equivalendo na cadeia leiteira, um ciclo inteiro de produção.

21 Os indicadores reprodutivos utilizados foram alimentados com dados via  
22 software de controle zootécnico *Smartmilk* (2023), enquanto os indicadores  
23 econômicos foram gerados a partir do software econômico *Educampo* (2023).  
24

24

## 25 *Parâmetros selecionados para a análise*

26 Os parâmetros explicativos pré-selecionados para as análises estão na  
27 tabela 1. Como variáveis dependentes foram selecionados os indicadores

1 econômicos: Margem Líquida Unitária (MLU; R\$/litro), Lucratividade Operacional  
2 (LO; %) e Taxa de Remuneração do Capital com terra (TRCCT; %).

3 A margem líquida unitária (MLU) é a margem líquida anual da atividade  
4 leiteira (que corresponde ao valor da renda bruta subtraída dos custos  
5 operacionais totais) dividida pela produção de leite anual, ou seja, qual o valor  
6 líquido (descontado os custos) que o produtor recebe para cada litro de leite  
7 produzido. A lucratividade operacional (LO) é o percentual de ganho obtido sobre  
8 as vendas realizadas e com ela é possível avaliar a margem de lucratividade que  
9 a atividade permite, servindo como parâmetro de análise de risco, ou seja, qual  
10 porcentagem de margem líquida o produtor tem de cada real recebido pela venda  
11 do produto. A taxa de remuneração do capital com terra (TRCCT) indica o  
12 percentual de retorno sobre o capital investido na empresa, ou seja, para cada  
13 real que o produtor tem empatado na atividade, quantos reais ele consegue gerar  
14 de margem líquida. Em pecuária de leite, é comum também o uso do termo taxa  
15 de retorno do capital investido, que pode incluir o valor da terra ou não  
16 (Marangon-Júnior, 2018).

17 Neste estudo, optou-se por incluir o valor da terra, o que permite a  
18 comparação da rentabilidade da empresa produtora de leite levando em conta a  
19 produtividade no uso da terra e/ou comparação com outras atividades.

20

21 TABELA 1: Parâmetros reprodutivos de rebanho leiteiro pré-selecionados para a análise

<b>Variáveis explicativas</b>	<b>Descrição</b>
Dias até primeira inseminação das vacas	Tempo em dias até a 1ª inseminação pós-parto
Concepção na 1ª inseminação das vacas	Vacas prenhes / Vacas inseminadas na 1ª inseminação pós-parto (%)
Vacas de 1ª inseminação < 90 dias	Percentual de vacas inseminadas antes dos 90 dias pós-parto
Vacas de 1ª inseminação > 120 dias	Percentual de vacas inseminadas após 120 dias pós-parto
Média de dias em aberto das vacas	Tempo em dias entre o parto até a primeira inseminação (dias)
Intervalo de dias até a concepção das vacas	Tempo entre o parto até a primeira inseminação fértil (dias)

<b>Variáveis explicativas</b>	<b>Descrição</b>
Intervalo de parto previsto para as vacas	Tempo em dias entre a data do último parto e a data do próximo parto prevista
Taxa de Prenhez das vacas	Percentual de vacas prenhes no total de vacas aptas para serem inseminadas
Número de inseminações por vaca gestante	Total de inseminações / Total de vacas gestantes (número)
Vacas com 3 ou mais inseminações	Percentual de vacas com 3 ou mais inseminações no total de vacas inseminadas
Taxa de detecção de cios das vacas	Total de vacas inseminadas / Total de vacas aptas para serem inseminadas (%)
Idade da primeira inseminação das novilhas	Média de idade em meses que as novilhas possuíam no momento da 1ª inseminação
Concepção na 1ª inseminação das novilhas	Novilhas prenhes / Novilhas inseminadas na 1ª inseminação (%)
Novilhas de 1ª inseminação < 15 meses	Percentual de novilhas inseminadas antes dos 15 meses de idade no Total de novilhas
Novilhas de 1ª inseminação > 20 meses	Percentual de novilhas inseminadas após 20 meses de idade no total de novilhas
Média em meses aberta para as novilhas	Tempo em meses entre nascimento e primeira concepção, excluindo-se período considerada inseminada
Média da idade ao primeiro parto das novilhas	Média de idade em meses das novilhas no 1º parto
Número de inseminações por novilha gestante	Número total de inseminações / Total de novilhas gestantes

<b>Variáveis explicativas</b>	<b>Descrição</b>
Novilhas com 3 ou mais inseminações	Percentual de novilhas com 3 ou mais inseminações no Total de novilhas inseminadas
Taxa de detecção de cios das novilhas	Total de novilhas inseminadas no total de novilhas aptas a serem inseminadas (%)
Taxa de reposição	Porcentagem anual de animais que são substituídos no rebanho (%)
Primíparas	Total de primíparas / Total de vacas (%)
Fêmeas nascidas	Fêmeas nascidas / Total de nascidos (%)
Média de facilidade de parto	(Score 1-4)
Média período seco	Tempo em dias entre o final de uma lactação e início de outra (dias)
Taxa de vacas com mais de 5 ordens de lactação (OL)	Percentual de vacas com mais de 5 OL no total de vacas
Novilhas com mais de 12 meses	Percentual de novilhas com mais de 12 meses de idade no total de novilhas
Novilhas com mais de 27 meses	Percentual de novilhas com mais de 27 meses de idade no total de novilhas

1

## 2 *Imputação de dados perdidos e avaliação de multicolinearidade*

3 Dados perdidos de Taxa de concepção na 1<sup>a</sup> inseminação das novilhas,  
4 Taxa de detecção de cio das novilhas e Facilidade de parto, com uma parcela  
5 perdida cada (3,85%) foram imputados por imputação média.

6 Para a avaliação de multicolinearidade, as variáveis explicativas foram  
7 submetidas à análise de correlação, de modo que aquelas que apresentaram  
8  $r \geq 0,8$  foram removidas da análise. Posteriormente, as variáveis explicativas  
9 foram avaliadas quanto ao fator de inflação da variância (VIF), que nos indica o  
10 quanto uma variável interfere sobre outra do mesmo grupo, e aquelas que  
11 apresentaram valor de  $VIF \geq 10$  (que significa grande interferência) foram  
12 removidas.

## 1 *Análises estatísticas*

2 Para a análise dos dados foi utilizado o *Statistical Analysis System* (SAS  
3 OnDemand). Após a pré-seleção das variáveis, foi realizada análise de  
4 regressão linear múltipla (*Reg Procedure*), foi utilizado o método de seleção  
5 *stepwise* e somente variáveis significativas a  $P < 0,10$  foram mantidas no modelo  
6 final. O  $R^2$  parcial (*partialr2*) foi obtido para cada variável por coeficiente de  
7 correlação semi-parcial ao quadrado, calculado usando as somas de quadrados  
8 tipo I, pela fórmula:  $SQ_p/SQ_{total}$ , em que  $SQ_p$  é a soma de quadrados do  
9 parâmetro, e  $SQ_{total}$  é a soma de quadrados total.

10

11

## Resultados

12 Na planilha de dados com 26 fazendas, foram totalizadas 2396 vacas e  
13 2146 novilhas. A descrição das variáveis está apresentada na tabela 2.

14

15 TABELA 2: Descrição das variáveis (Indicadores econômicos e Parâmetros  
16 reprodutivos) considerando as 26 fazendas utilizadas no estudo

Variáveis	Média (DP)	Mediana (IQ)
Margem líquida unitária (R\$/l)	0,50 (0,22)	0,52 (0,35 - 0,7)
Lucratividade operacional (%)	17,83 (7,79)	18,21 (12,42 - 24,56)
Taxa de remuneração do capital com terra (%)	8,93 (5,85)	7,92 (5,67 - 14,14)
Dias até primeira inseminação das vacas	72,27 (20,85)	68 (61 - 73)
Concepção na 1ª inseminação das vacas (%)	35,42 (17,14)	32,5 (26 - 40)
Vacas de 1ª inseminação < 90 dias (%)	82,15 (14,76)	85,5 (80 - 92)
Vacas de 1ª inseminação > 120 dias (%)	9,19 (11,68)	5 (3 - 11)
Média de dias em aberto das vacas	150,04 (25,3)	145 (134 - 167)
Intervalo de dias até a concepção das vacas	144,15 (35,14)	145 (127 - 167)
Intervalo de parto previsto para as vacas	425,81 (25,2)	422,5 (408 - 444)
Taxa de Prenhez das vacas (%)	13,85 (4,23)	13,5 (12 - 16)

<b>Variáveis</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>Mediana (IQ)</b>
Número de inseminações por vaca gestante	2,49 (0,77)	2,55 (1,82 - 3,07)
Vacas com 3 ou mais inseminações (%)	39,38 (15,39)	42,5 (35 - 50)
Taxa de detecção de cios das vacas (%)	41,27 (11,07)	42 (38 - 48)
Idade da primeira inseminação das novilhas (meses)	19,27 (5,06)	17,9 (15,65 - 20,92)
Concepção na 1ª inseminação das novilhas (%)	54,08 (21,19)	50 (40 - 73)
Novilhas de 1ª inseminação < 15 meses (%)	25,73 (26,84)	18,5 (0 - 47)
Novilhas de 1ª inseminação > 20 meses (%)	34,35 (31,78)	25,5 (10 - 56)
Média em meses aberta para as novilhas (%)	22,15 (5,88)	20,39 (18,71 - 24,8)
Idade ao primeiro parto das novilhas (meses)	28,33 (4,71)	27,4 (24,8 - 30,5)
Número de inseminações por novilha gestante	1,92 (0,49)	1,97 (1,55 - 2,31)
Novilhas com 3 ou mais inseminações (%)	22,54 (13,18)	22,5 (14 - 27)
Taxa de detecção de cios das novilhas (%)	39,84 (16,49)	40,4 (31 - 51)
Taxa de substituição (%)	26,00 (10,99)	22,5 (18 - 30)
Primíparas (%)	30,58 (9,42)	29,5 (24 - 35)
Fêmeas nascidas (%)	52,36 (12,25)	54,67 (45,16 - 62,07)
Média de facilidade de parto	1,62 (0,73)	1,4 (1 - 1,9)
Média período seco (dias)	85,04 (19,52)	84 (68 - 94)
Vacas com mais de 5 ordens de lactação (%)	6,57 (6,18)	5,21 (0 - 10,68)
Novilhas com mais de 12 meses (%)	59,68 (10,34)	60 (51,52 - 64,86)

<b>Variáveis</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>Mediana (IQ)</b>
Novilhas com mais de 27 meses (%)	16,03 (11,74)	13,37 (9,09 - 20,27)

1 DP, desvio-padrão; IQ, interquartil

2 Após a pré-seleção e avaliação de multicolinearidade, 16 parâmetros  
3 reprodutivos foram utilizados como variáveis explicativas nas análises (Tab. 3).

4

5 TABELA 3: Índices reprodutivos utilizados como variáveis explicativas para análise de  
6 regressão linear múltipla para avaliação da Margem de Lucro Unitário, Lucratividade  
7 Operacional e Taxa de Remuneração do Capital com terra.

<b>Variável</b>	<b>VIF</b>
Média de dias até primeira inseminação das vacas	6,33142
Taxa de Concepção 1ª inseminação das vacas	3,99674
Média de dias em aberto das vacas	3,38982
Taxa de prenhez das vacas	3,56266
Taxa de detecção de cio das vacas	4,20954
Taxa de reposição	2,35797
Idade a 1ª inseminação das novilhas	4,07293
Taxa de concepção 1ª inseminação das novilhas	3,46344
Número de inseminações por novilha gestante	6,15582
Porcentagem de novilhas com 3 ou mais inseminações	5,19865
Taxa de detecção de cio das novilhas	2,42370
Porcentagem de fêmeas nascidas	2,75091
Facilidade de parto	1,60625
Período seco	3,85565
Porcentagem de vacas com mais de 5 ordens de lactação	1,46002
Porcentagem de novilhas com mais de 12 meses	2,57299

8 VIF, fator de inflação da variância.

9

10 A taxa de prenhez das vacas apresentou efeito positivo sobre a MLU, de  
11 modo que a cada um ponto percentual de aumento na taxa de prenhez das  
12 vacas, a MLU aumentou em média 0,028 R\$/l (Tab. 4; Fig. 2A). A taxa de  
13 reposição apresentou efeito negativo sobre a MLU, e cada aumento de um ponto  
14 percentual representou redução da MLU em média de -0,007 R\$/l (Tab. 4; Fig.  
15 2B). O número de inseminações por novilha gestante mostrou efeito positivo  
16 sobre a MLU, com aumento em média de 0,153 R\$/l na MLU para cada unidade  
17 de aumento do número de inseminações, ou seja, as fazendas que

1 apresentaram maior lucratividade foram as fazendas que mais inseminavam  
 2 suas novilhas, garantindo assim um rebanho de mais elevado padrão genético  
 3 (Tab. 4; Fig. 2C).

4

5 TABELA 4: Estimativas dos parâmetros ( $\pm$ EP) da regressão linear múltipla com a  
 6 Margem Líquida Unitária (MLU; R\$/l) como variável-dependente

Variável	Estimativa	P valor	R <sup>2</sup> Parcial
Intercepto	-0,00216 $\pm$ 0,20587	0,9917	-
Taxa de prenhez das vacas ( $x_1$ )	0,02769 $\pm$ 0,00864	0,0041	0,17432
Taxa de reposição ( $x_2$ )	-0,00686 $\pm$ 0,00333	0,0516	0,13609
Número de inseminações por novilha gestante ( $x_3$ )	0,15326 $\pm$ 0,07339	0,0486	0,11409

7 EP, erro-padrão; R<sup>2</sup> ajustado = 0,3460.

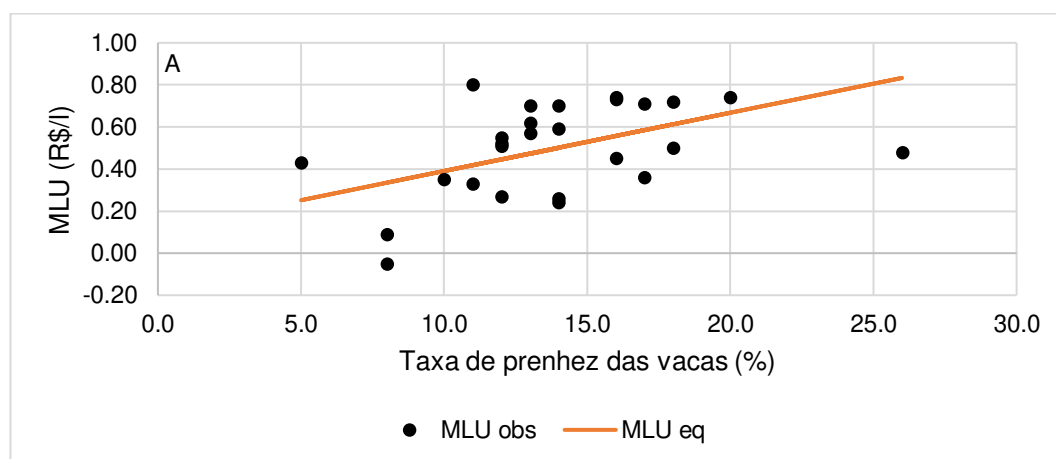
8

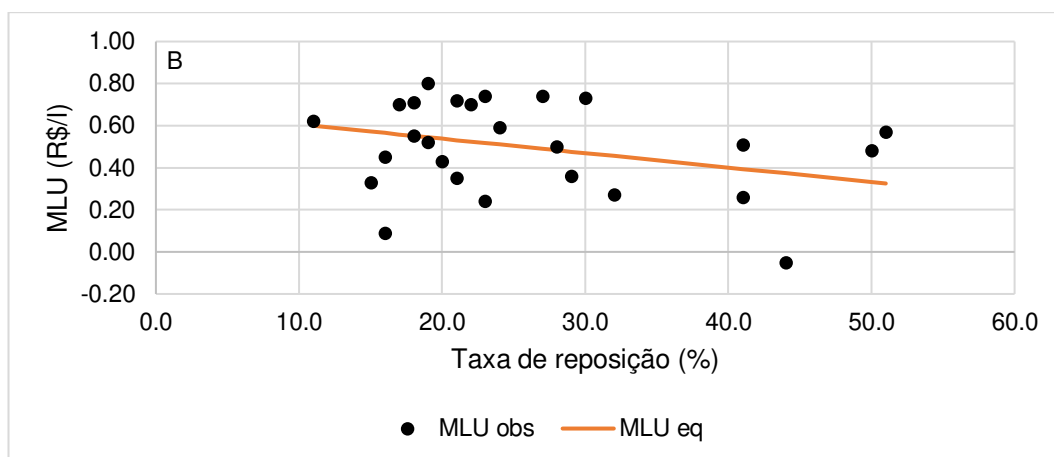
9 Baseando-se nos valores apresentados na tabela 4, podemos montar a  
 10 seguinte equação para a variável dependente MLU:

$$11 \quad MLU = -0,00216 + 0,02769 * x_1 + (-0,00686) * x_2 + 0,15326 * x_3$$

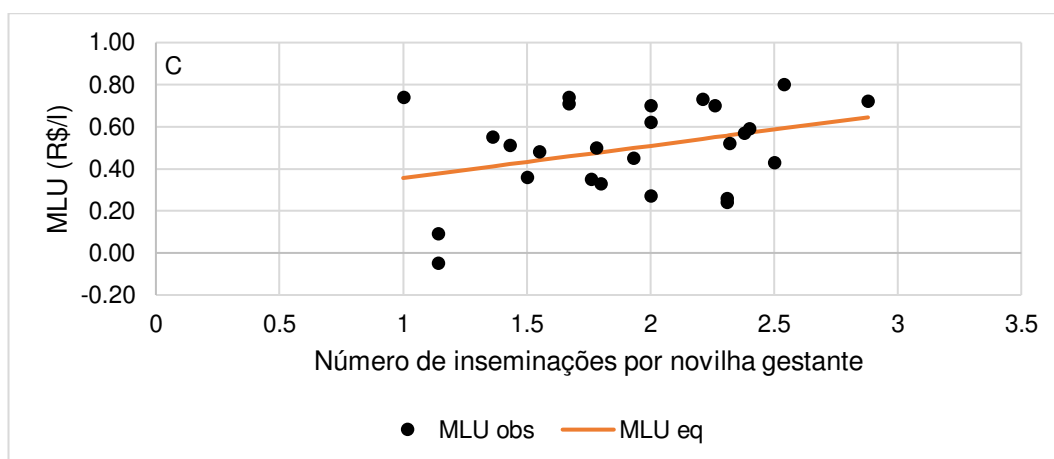
12 Em que  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$  são os valores dos parâmetros explicativos destacadas na  
 13 tabela 4.

14





1



2

3 FIGURA 2: Comportamento da MLU (Margem Líquida Unitária) de acordo com a Taxa  
 4 de prenhez das vacas (A), Taxa de reposição (B) e Número de inseminações por novilha  
 5 gestante (C), sendo os pontos (obs) a explicativa observada e a linha (eq) representando  
 6 a equação. Para a avaliação de uma variável explicativa, as demais foram mantidas  
 7 constantes em seus valores médios.

8

9 Os resultados para a LO como variável dependente foram similares aos  
 10 da MLU. A taxa de prenhez das vacas apresentou efeito positivo sobre a LO, de  
 11 modo que a cada um ponto percentual de aumento na taxa de prenhez das  
 12 vacas, a LO aumentou em média 1,007 pontos percentuais (Tab. 5; Fig. 3A). A  
 13 taxa de reposição apresentou efeito negativo sobre a LO, e cada aumento de um  
 14 ponto percentual representou redução da LO em média de -0,249 pontos  
 15 percentuais (Tab. 5; Fig. 3B). O número de inseminações por novilha gestante  
 16 mostrou efeito positivo sobre a LO com aumento em média de 5,429 pontos  
 17 percentuais para cada unidade de aumento do número de inseminações (Tab.  
 18 5; fig. 3C).

19

1 TABELA 5: Estimativas dos parâmetros ( $\pm$ EP) da regressão linear múltipla com a  
 2 Lucratividade Operacional (LO; %) como variável-dependente

Parâmetros Reprodutivos	Estimativa	P valor	R <sup>2</sup> Parcial
Intercepto	-0,05686 $\pm$ 7,30814	0,9939	-
Taxa de prenhez das vacas ( $x_1$ )	1,00740 $\pm$ 0,30656	0,0034	0,18157
Taxa de reposição ( $x_2$ )	-0,24867 $\pm$ 0,11839	0,0474	0,13916
Número de inseminações por novilha gestante ( $x_3$ )	5,42939 $\pm$ 2,60517	0,0490	0,11200

3 EP, erro-padrão; VIF, fator de inflação da variância; R<sup>2</sup> ajustado = 0,3554.

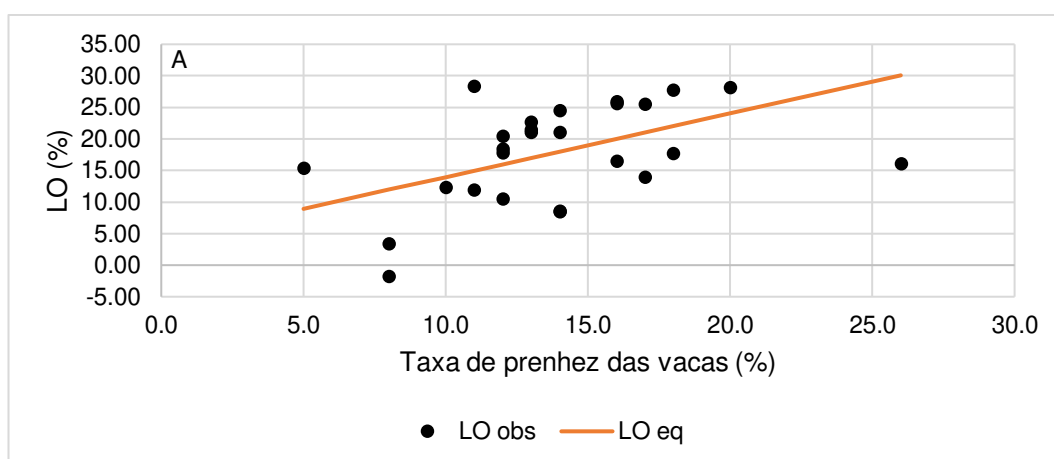
4

5 Baseando-se nos resultados da tabela 5, podemos montar a seguinte  
 6 equação para a variável dependente LO:

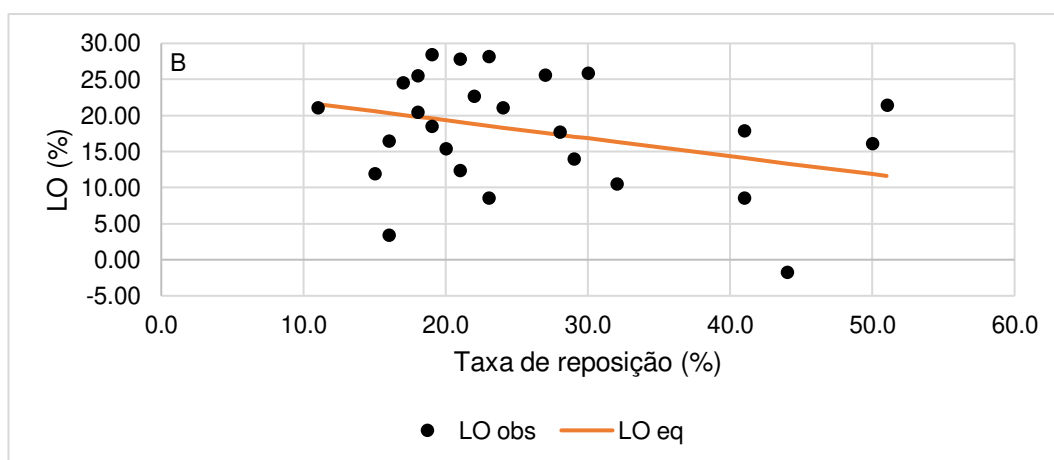
$$7 \quad LO = -0,05686 + 1,0074 * x_1 + (-0,24867) * x_2 + 5,42939 * x_3$$

8 Em que  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$  são os valores dos parâmetros explicativos destacadas na  
 9 tabela 5.

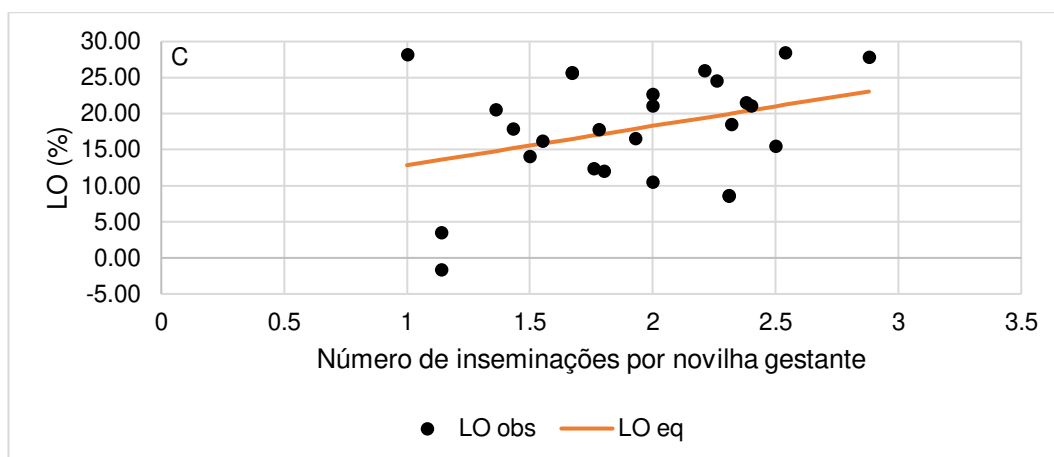
10



11



12



1  
2 Figura 3: Comportamento da LO (Lucratividade Operacional) de acordo com a Taxa de  
3 prenhez das vacas (A), Taxa de substituição (B) e Número de inseminações por novilha  
4 gestante (C), sendo os pontos (obs) a explicativa observada e a linha (eq) representando  
5 a equação. Para a avaliação de uma variável explicativa, as demais foram mantidas  
6 constantes em seus valores médios.

7

8 Apenas a taxa de prenhez das vacas apresentou efeito significativo sobre  
9 a TRCCT. Para cada aumento em um ponto percentual da taxa de prenhez das  
10 vacas, a TRCCT aumentou em média 0,599 pontos percentuais (Tab. 6; Fig. 4).

11

12 TABELA 6: Estimativas dos parâmetros reprodutivos ( $\pm$ EP) da regressão linear múltipla  
13 com a Taxa de Remuneração do Capital com terra (TRCCT) como variável-dependente

Variável	Estimativa	P valor	R <sup>2</sup> Parcial
Intercepto	0,63960 $\pm$ 3,67948	0,8635	-
Taxa de prenhez do rebanho ( $x_1$ )	0,59900 $\pm$ 0,25456	0,0272	0,18746

14 EP, erro-padrão; R<sup>2</sup> ajustado = 0,1536.

15

16 A equação para a TRCCT como variável dependente é:

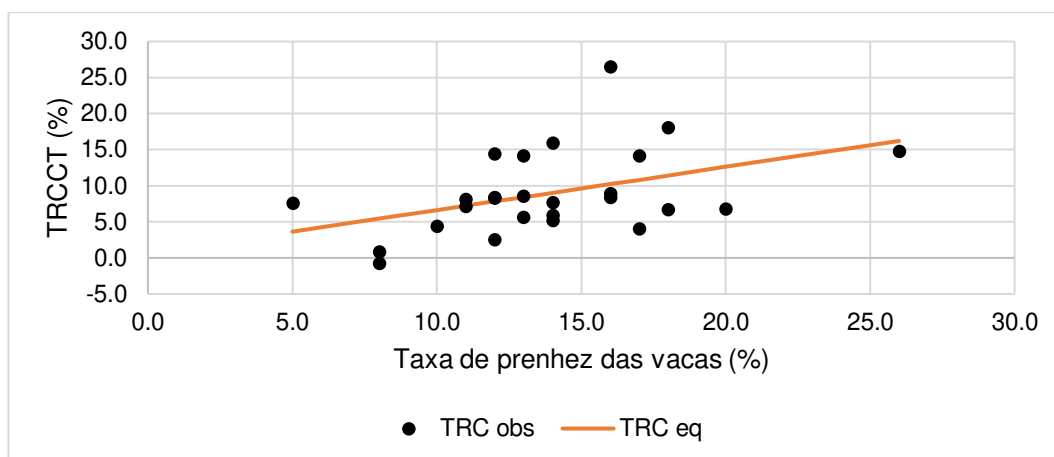
17

$$TRC = 0,6396 + 0,599 * x_1$$

18

Em que  $x_1$  é o valor do parâmetro explicativo da tabela 6.

19



1  
2 Figura 4: Comportamento da TRCCT (Taxa de Remuneração do Capital com terra) de  
3 acordo com a Taxa de prenhez das vacas.

#### 4 5 **Discussão**

6 Os resultados semelhantes obtidos para a MLU e a LO se devem ao fato  
7 de que estas variáveis são relacionadas, de modo que a lucratividade é calculada  
8 a partir da margem líquida e da renda bruta da atividade leiteira. No entanto,  
9 apenas a LO é um indicativo do risco, pois quanto menor for a lucratividade, mais  
10 próximo da receita estará o custo e maior será o risco da atividade (Marangon-  
11 Júnior, 2018).

12 A taxa de prenhez dos rebanhos, calculada pela razão entre o número de  
13 vacas gestantes e o número total de vacas aptas para inseminação, mostrou ser  
14 o indicador reprodutivo com maior impacto sobre as variáveis econômicas, tendo  
15 efeito significativo sobre os três indicadores econômicos avaliados, além de  
16 apresentar os maiores valores de  $R^2$  parcial. O coeficiente de determinação ( $R^2$ )  
17 mostra o quanto da variação total é explicada pelo modelo estatístico, e o  $R^2$   
18 parcial indica o quanto cada parâmetro explicativo é capaz de explicar da  
19 variação total e, dessa forma, é um bom indicativo da importância de cada  
20 variável sobre a variável dependente (Marangon-Júnior, 2018).

21 A taxa de prenhez é resultado da multiplicação entre porcentagem de  
22 inseminação e porcentagem de concepção (Bergamaschi et al., 2010; Lee, 2011;  
23 Pfeifer et al., 2020), ou seja, se faz necessário o aumento de um dos dois fatores,  
24 ou os dois a depender do atual cenário em que a fazenda se encontra, para se  
25 obter aumento na taxa de prenhez. Logo, é necessário inseminar mais vacas  
26 observando a efetividade de cada inseminação. De forma ideal, se busca ter  
27 acima de 50 % dos animais aptos inseminados, com taxa de concepção acima

1 de 50 % das inseminações realizadas, proporcionando taxa de prenhez acima  
2 de 25 % em cada ciclo reprodutivo, embora taxas superiores, como 35 %,   
3 possam ser indicadas (Bergamaschi et al., 2010).

4 As taxas de inseminação e de concepção são dependentes da taxa de  
5 detecção de cios, bem como da qualidade do sêmen, do método de inseminação  
6 e da fertilidade das vacas (Bergamaschi et al., 2010). Outros fatores como escore  
7 de condição corporal, estação do ano e distúrbios durante o peri- e pós-parto,  
8 como distocia, retenção de placenta e metrite também influenciam a taxa de  
9 prenhez (Kim e Jeong, 2019).

10 Embora no presente estudo os fatores que compõem a taxa de prenhez  
11 não tenham apresentado, isoladamente, efeito significativo sobre nenhum dos  
12 indicadores econômicos avaliados, pode-se notar que, quando combinados na  
13 taxa de prenhez (Tab.5), tornam-se a principal variável reprodutiva a ser  
14 considerada, evidenciando o aspecto multifatorial da fertilidade em vacas.

15 No presente estudo, a taxa de reposição afetou negativamente a MLU e  
16 a LO. A taxa de reposição está relacionada à taxa de descarte do rebanho, esta,  
17 por sua vez, é dependente de vários fatores, destacando-se enfermidades nos  
18 órgãos reprodutivos, problemas locomotores, na glândula mamária, idade  
19 avançada e comercialização (Silva et al., 2008). Segundo Ribeiro et al. (2003), a  
20 rápida reposição de animais no rebanho reduz o intervalo de gerações e contribui  
21 para maiores ganhos genéticos, entretanto, a produção de leite é dependente da  
22 maturidade da vaca, e o valor investido nela precisa ser recuperado durante sua  
23 vida produtiva. Por outro lado, quando as vacas são mantidas no rebanho por  
24 muito tempo, a produção leiteira e a reprodução podem ser prejudicadas (Hadley  
25 et al., 2006).

26 A taxa de descarte requer alto número de novilhas de reposição, o que  
27 gera aumento dos custos na fase de recria (Clasen et al., 2024). A redução da  
28 taxa de reposição pode aumentar a longevidade das vacas, contudo, um pré-  
29 requisito para que isto ocorra é um bom desempenho reprodutivo do rebanho e  
30 aumento da fertilidade (Clasen et al., 2024).

31 De acordo com Heikkilä et al. (2008), o ponto ótimo para a reposição  
32 depende do potencial produtivo da vaca. A substituição voluntária é ótima para  
33 vacas com idade avançada e baixa produção de leite, sendo mais interessante  
34 manter vacas com alta capacidade produtiva no rebanho o máximo de tempo  
35 possível, podendo chegar até a décima lactação. Contudo, é sempre importante

1 monitorar a taxa de reposição voluntária de animais, visando também o ganho  
2 genético do rebanho.

3 Neste estudo, o número de inseminações por novilha gestante influenciou  
4 positivamente a MLU e a LO. Este resultado demonstra que no caso das  
5 novilhas, foi a taxa de inseminação que trouxe o ganho econômico. Vale ressaltar  
6 que um dos benefícios em aumentar a taxa de inseminação é o incremento na  
7 taxa de prenhez. Entretanto, é comum que produtores não inseminem as  
8 novilhas precocemente, e, quando o fazem, após a observação do cio, realizam  
9 apenas uma ou nenhuma tentativa de inseminação, mas utilizam touro para  
10 realizar monta natural, visando o aumento da taxa de concepção, o que reduz o  
11 número de inseminações, fazendo com que o valor economizado no manejo  
12 reprodutivo prejudique o desempenho econômico devido ao baixo ganho  
13 genético do rebanho (quando a fazenda dispõe de touros com baixo padrão  
14 genético), além de aumentar a quantidade de bezerros nascidos machos,  
15 quando comparado a fazendas que utilizam sêmen sexado.

16 A idade ao primeiro parto é comumente considerada economicamente  
17 ótima quando a novilha tem 23 a 24 meses de idade ao parto (Heinrichs, 1993),  
18 e a idade ao primeiro parto antes dos 23 meses pode ser considerada vantajosa  
19 desde que a lactação não seja comprometida (Ettema e Santos, 2004).  
20 Entretanto, os esforços em reduzir a idade ao primeiro parto para abaixo dos 23  
21 meses geralmente resultaram em queda da produção de leite na primeira  
22 lactação (Van Amburgh et al., 1998; Ettema e Santos, 2004). A queda na  
23 produção de leite devido à baixa idade ao primeiro parto pode estar relacionada  
24 à alta taxa de crescimento durante a fase pré-puberal, que pode afetar o  
25 desenvolvimento do parênquima da glândula mamária (Sejrsen et al., 2000), fato  
26 que foi também observado nos parâmetros avaliados do presente trabalho.

27 De acordo com Lin et al. (1988) o atraso na primeira inseminação de  
28 novilhas para atingir 26,5 meses de idade ao primeiro parto resultou em aumento  
29 da produção de leite na primeira lactação em relação a novilhas com 23,3 meses  
30 de idade ao primeiro parto, mas as novilhas que pariram mais cedo  
31 apresentaram maior produção de leite durante o período produtivo de 5 anos  
32 devido à vida produtiva mais longa.

33 Assim como, no presente estudo, pode-se observar que os parâmetros  
34 explicativos que causaram maior impacto econômico são dependentes de outros

1 índices reprodutivos, evidenciando o aspecto multifatorial da fertilidade de  
2 rebanhos leiteiros.

3

4

### Conclusões

5 A taxa de prenhez do rebanho, a taxa de reposição e o número de  
6 inseminações por novilha gestante mostraram ser os parâmetros reprodutivos  
7 com maior efeito sobre a MLU, LO e TRCCT.

8 Ressaltar-se que a viabilidade econômica da propriedade não está  
9 associada somente ao corte de custos, como a redução do número de  
10 inseminações em novilhas ou ao aumento de receitas, com venda de animais, o  
11 que aumenta a taxa de reposição. A avaliação contínua dos indicadores  
12 reprodutivos da propriedade associada à avaliação de indicadores econômicos  
13 de forma regionalizada pode contribuir para encontrar o ponto de equilíbrio,  
14 maximizando os ganhos da atividade leiteira.

15

16

### Declaração de conflito de interesse

17 Os autores declaram não haver conflito de interesses.

18

19

### Agradecimentos

20 Os autores agradecem ao Programa de Desenvolvimento da Pecuária  
21 Leiteira (PDPL-UFV) pelo fornecimento dos dados, ao Conselho Nacional de  
22 Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de  
23 Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de  
24 Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

25

26

### Referências

27 Bergamaschi MAM, Machado R, Barbosa RT. Eficiência reprodutiva das vacas  
28 leiteiras. **Circular Técnica**, Embrapa, n.64, 2010. Disponível em:  
29 <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29218/1/Circular64-2.pdf>

30 Clasen JB, Fikse WF, Ramin M, Lindberg M. Effects of herd management  
31 decisions on dairy cow longevity, farm profitability, and emissions of enteric  
32 methane – a simulation study of milk and beef production. **Animal**, v.18, 101051,  
33 2024.

- 1 Ettema JF, Santos JEP. Impact of age at calving on lactation, reproduction,  
2 health, and income in first-parity holsteins on commercial farms. **J Dairy Sci**,  
3 v.87, p.2730-2742, 2004.
- 4 Hadley GL, Wolf CA, Harsh SB. Dairy cattle culling patterns, explanations, and  
5 implications. **J Dairy Sci**, v.89, p.2286–2296, 2006.
- 6 Heikkilä A-M, Nousiainen JI, Jauhiainen L. Optimal replacement policy and  
7 economic value of dairy cows with diverse health status and production capacity.  
8 **J Dairy Sci**, v.91, p.2342–2352, 2008.
- 9 Heinrichs AJ. Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century.  
10 **J Dairy Sci**, v.76, p.3179-3187, 1993.
- 11 IBGE. Indicadores IBGE: Estatística da produção pecuária, Rio de Janeiro:  
12 **IBGE**, 2022. p.79. Disponível em:  
13 [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp\\_2022\\_4tri.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/2380/epp_2022_4tri.pdf)
- 14 IBGE. Censo agropecuário: resultados definitivos 2017, Rio de Janeiro: IBGE,  
15 2019. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-](https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=73096)  
16 [catalogo?view=detalhes&id=73096](https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=73096)
- 17 Kim IH, Jeong JK. Risk factors limiting first service conception rate in dairy cows  
18 and their economic impact. **Asian-Australasian J Anim Sci**, v.32, p.519-526,  
19 2019.
- 20 Lee K. Monitoring reproductive performance in dairy herds. Michigan State  
21 University Extension, 2011. Disponível em:  
22 [https://www.canr.msu.edu/news/monitoring\\_reproductive\\_performance\\_in\\_dairy](https://www.canr.msu.edu/news/monitoring_reproductive_performance_in_dairy)  
23 [\\_herds](https://www.canr.msu.edu/news/monitoring_reproductive_performance_in_dairy_herds)
- 24 Lin CY, McAllister AJ, Batra TR, Lee AJ, Roy GL, Vesely JA, Wauthy JM, Winter  
25 KA. Effects of early and late breeding of heifers on multiple lactation performance  
26 of dairy cows. **J Dairy Sci**, v.71, p.2735-2743, 1988.
- 27 Lobato DN. **Avaliação de indicadores zootécnicos e econômicos em duas**  
28 **regiões produtoras de leite no Estado de Minas Gerais**. 2009. 39f.  
29 Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa,  
30 Departamento de Zootecnia, Viçosa, 2009.

- 1 Marangon-Júnior MN. **Correlação entre indicadores zootécnicos e**  
2 **econômicos em fazendas leiteiras da região central de Minas Gerais.** 2018.  
3 59f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Zootecnia) – Universidade  
4 Federal de Viçosa, Departamento de Zootecnia, Viçosa, 2018.
- 5 Oliveira AS, Vieira da Cunha DNF, Campos JMS, Ribeiro do Vale SML, Assis AJ.  
6 Identificação e quantificação de indicadores-referência de sistemas de produção  
7 de leite. **Rev Bras Zootec**, v.36, p.507-516, 2007.
- 8 Pfeifer LFM, Andrade ER, Carvalho DL. Manejo Reprodutivo. In: Salman AKD e  
9 Pfeifer LFM (Eds.). **Pecuária Leiteira na Amazônia.** Brasília: EMBRAPA, 2020.  
10 p.257-279.
- 11 Ribeiro AC, McAllister AJ, Queiroz AS. Efeito das taxas de descarte sobre  
12 medidas econômicas de vacas leiteiras em Kentucky. **Rev Bras Zootec**, v.32,  
13 p.1737-1746, 2003 (Supl. 1).
- 14 Silva LAF, Coelho KO, Machado PF, Silva MAM, Moura MI, Barbosa VT, Barbosa  
15 MM, Goulart DS. Causas de descarte de vacas da raça holandesa confinadas  
16 em uma população de 2.083 bovinos (2000–2003). **Cienc Anim Bras**, v.9, p.383-  
17 389, 2008.
- 18 Sejrsen K, Purup S, Vestergaard M, Foldager J. High body weight gain and  
19 reduced bovine mammary growth: Physiological basis and implications for milk  
20 yield potential. **Domest Anim Endocrinol**, v.19, p.93-104, 2000.
- 21 Van Amburgh ME, Galton DM, Bauman DE, Everett RW, Fox DG, Chase LE, Erb  
22 HN. Effects of three prepubertal body growth rates on performance of Holstein  
23 heifers during first lactation. **J Dairy Sci**, v.81, p.527-538, 1998.
- 24  
25

## Apêndice

Quadro 1: Coeficientes de correlação simples de Pearson entre as variáveis explicativas e a Margem Líquida Unitária, Lucratividade Operacional e Taxa de Remuneração do Capital com terra.

Parâmetros Reprodutivos	Margem líquida unitária	p-valor	Lucratividade operacional	p-valor	Taxa de remuneração do capital com terra	p-valor
Dias até primeira inseminação das vacas	-0.20867	0.3063	-0.21389	0.2941	-0.30649	0.1278
Concepção na 1ª inseminação das vacas (%)	0.11838	0.5647	0.07676	0.7094	-0.01446	0.9441
Vacas de 1ª inseminação < 90 dias (%)	0.15639	0.4455	0.16542	0.4193	0.20145	0.3237
Vacas de 1ª inseminação > 120 dias (%)	-0.31795	0.1134	<b>-0.33021</b>	<b>0.0995</b>	<b>-0.33615</b>	<b>0.0931</b>
Média de dias em aberto das vacas	-0.26834	0.1850	-0.27722	0.1703	-0.16553	0.4190
Intervalo de dias até a concepção das vacas	-0.27480	0.1743	-0.26010	0.1994	-0.32149	0.1093
Intervalo de parto previsto para as vacas	-0.10481	0.6104	-0.12640	0.5384	-0.08259	0.6883
Taxa de Prenhez das vacas (%)	<b>0.41751</b>	<b>0.0338</b>	<b>0.42611</b>	<b>0.0300</b>	<b>0.43296</b>	<b>0.0272</b>
Número de inseminações por vaca gestante	-0.06765	0.7427	-0.05622	0.7850	0.06947	0.7359
Vacas com 3 ou mais inseminações (%)	0.05894	0.7749	0.07467	0.7170	0.13054	0.5250
Taxa de detecção de cios das vacas (%)	0.13289	0.5175	0.15583	0.4471	0.31360	0.1187
Idade da primeira inseminação das novilhas	-0.09564	0.6421	-0.12754	0.5347	<b>-0.38447</b>	<b>0.0525</b>
Concepção na 1ª inseminação das novilhas (%)	-0.12883	0.5305	-0.13257	0.5185	-0.17464	0.3935
Novilhas de 1ª inseminação < 15 meses (%)	0.16212	0.4288	0.14787	0.4710	<b>0.60868</b>	<b>0.0010</b>
Novilhas de 1ª inseminação > 20 meses (%)	-0.17355	0.3965	-0.20654	0.3114	<b>-0.39827</b>	<b>0.0439</b>
Média em meses aberta para as novilhas (%)	0.16749	0.4134	0.12128	0.5551	-0.07812	0.7044
Idade ao primeiro parto das novilhas (meses)	-0.18124	0.3756	-0.19604	0.3372	<b>-0.51007</b>	<b>0.0078</b>
Número de inseminações por novilha gestante	<b>0.33261</b>	<b>0.0969</b>	0.32914	0.1006	0.20762	0.3088
Novilhas com 3 ou mais inseminações (%)	0.18086	0.3766	0.18771	0.3585	0.30916	0.1243
Taxa de detecção de cios das novilhas (%)	0.13628	0.5068	0.14950	0.4660	0.28181	0.1631
Taxa de reposição (%)	-0.25082	0.2165	-0.25264	0.2131	0.00128	0.9951
Primíparas (%)	<b>-0.33950</b>	<b>0.0897</b>	<b>-0.33571</b>	<b>0.0936</b>	-0.04254	0.8365
Fêmeas nascidas (%)	0.18498	0.3656	0.20152	0.3235	0.22919	0.2601
Média de facilidade de parto	-0.03556	0.8631	-0.05908	0.7743	-0.11657	0.5707

<b>Parâmetros Reprodutivos</b>	<b>Margem líquida unitária</b>	<b>p-valor</b>	<b>Lucratividade operacional</b>	<b>p-valor</b>	<b>Taxa de remuneração do capital com terra</b>	<b>p-valor</b>
Média período seco (dias)	-0.01802	0.9304	-0.05487	0.7900	-0.19714	0.3344
Vacas com mais de 5 ordens de lactação (%)	-0.02924	0.8872	-0.01309	0.9494	-0.28326	0.1608
Novilhas com mais de 12 meses (%)	-0.29034	0.1502	-0.28662	0.1557	-0.29402	0.1449
Novilhas com mais de 27 meses (%)	-0.13190	0.5207	-0.16482	0.4210	-0.17985	0.3793

Quadro 2. Estatística descritiva das variáveis econômicas e parâmetros reprodutivos das 26 fazendas participantes do estudo.

Variável	Média (DP)	Mediana (IQ)	Mín.	Máx.
Área destinada à atividade considerando reserva (hectare)	75,98 (89,59)	47,41 (18,47 - 96,52)	7,36	426
Vacas em lactação (animais/mês)	75,87 (88,23)	39,42 (27,44 - 74,5)	15,58	380,17
CCS (Contagem de células somáticas) (x1000 células/mL)	569 (255,77)	542,85 (365,33 - 652,16)	160,81	1187,67
CPP (Contagem padrão em placas) (x1000 UFC/mL)	86,82 (64,53)	61,43 (37,96 - 127,19)	10,94	224,94
Gordura (%)	3,74 (0,2)	3,77 (3,61 - 3,92)	3,42	4,03
Proteína (%)	3,23 (0,1)	3,23 (3,18 - 3,31)	3,04	3,41
Vacas em lactação/total de vacas (%)	83,5 (5,11)	83,45 (79,91 - 87,35)	72,54	93,23
Vacas em lactação/total de animais (%)	39,12 (8,85)	38,18 (34,6 - 42,43)	23,96	67,88
Produção diária de leite (litros/dia)	1.599,86 (2047,79)	918,02 (565,45 - 1566,27)	261,04	8951,35
Produção/vacas em lactação (litros/animal/dia)	21,26 (4,9)	20,33 (17,63 - 24,62)	13,87	30,72
Produção/mão de obra total (litros/trabalhador/dia)	311,46 (158,47)	263,16 (203,78 - 407,96)	109,26	842,72
Produção/área destinada à atividade considerando reserva (litros/hectare/ano)	11.262,04 (9348,12)	6642,4 (4306,75 - 15807,55)	2441,92	36492,04
Preço médio do leite (R\$/litro)	2,67 (0,15)	2,72 (2,62 - 2,8)	2,35	2,87
Preço médio do concentrado (R\$/Kg)	2,16 (0,23)	2,13 (2 - 2,32)	1,65	2,63
Custo operacional total do leite (R\$/litro)	2,09 (0,23)	2,1 (1,91 - 2,21)	1,66	2,51
Gasto com mão de obra contratada na atividade/renda bruta da atividade (%)	6,36 (3,82)	5,94 (3,58 - 8,7)	0,12	14,51
Gasto com volumoso na atividade/renda bruta da atividade (%)	15,67 (4,98)	14,61 (12,58 - 18,42)	7,38	26,74
Gasto com concentrado na atividade/renda bruta da atividade (%)	34,91 (5)	35,31 (31,56 - 38,75)	24,25	44,06
Margem líquida da atividade (R\$/ano)	286.880,84 (381.465,73)	165.159,43 (86.731,53 – 294.156,62)	-4.654,23	1.874.78 0
Margem líquida unitária (R\$/litro)	0,5 (0,22)	0,52 (0,35 - 0,7)	-0,05	0,8
Margem líquida/vacas em lactação (R\$/animal/ano)	3.930,71 (1.968,72)	3.770,48 (2.690,85 – 5.415,76)	-298,67	7.926,23
Estoque de capital total com terra/produção diária de leite (R\$/litro/dia)	2.421,54 (943,07)	2.270,34 (1.698,61 – 2.973,81)	1.015,44	4.120,74
Taxa de giro do estoque de capital total (%)	49,28 (21,07)	45,6 (34,74 - 61,78)	23,4	103,04
Lucratividade operacional (%)	17,83 (7,79)	18,21 (12,83 - 24,1)	-1,69	28,46

Variável	Média (DP)	Mediana (IQ)	Mín.	Máx.
Taxa de remuneração do capital com terra (%)	8,93 (5,85)	7,92 (5,72 - 12,84)	-0,79	26,48
Média de dias até primeira inseminação	72,27 (20,85)	68 (61 - 72,5)	55	148
Concepção na 1ª inseminação	0,35 (0,17)	0,33 (0,26 - 0,39)	0,16	0,99
Fração de vacas de 1ª inseminação < 90 dias	0,82 (0,15)	0,86 (0,81 - 0,91)	0,37	0,96
Fração de vacas de 1ª inseminação > 120 dias	0,09 (0,12)	0,05 (0,03 - 0,11)	0	0,52
Média de dias em aberto	150,04 (25,3)	145 (134,25 - 165)	105	203
Intervalo de dias até a concepção	144,15 (35,14)	145 (127,25 - 166)	60	224
Intervalo de parto previsto	425,81 (25,2)	422,5 (408 - 442,5)	377	474
Taxa de Prenhez (razão)	0,14 (0,04)	0,14 (0,12 - 0,16)	0,05	0,26
Número de inseminações / vaca inseminada	2,7 (0,7)	2,8 (2,23 - 3,1)	1,03	3,92
Número de inseminações por vaca gestante	2,49 (0,77)	2,55 (1,85 - 3,04)	1,03	3,77
Animais com 3 ou mais inseminações (razão)	0,39 (0,15)	0,43 (0,35 - 0,5)	0	0,61
Média de dias até primeiro cio pós parto	71,35 (21,13)	66 (60,25 - 70,75)	52	148
Intervalo de Cio (dias)	59,42 (40,51)	50 (44 - 56)	34	248
Taxa de detecção de cio (razão)	0,41 (0,11)	0,42 (0,38 - 0,48)	0,08	0,62
Idade média dos animais do rebanho	4,82 (0,81)	5,01 (4,08 - 5,08)	3,08	6,09
Média do número lactações	2,58 (0,46)	2,62 (2,32 - 2,8)	1,68	3,52
Taxa de reposição (razão)	0,26 (0,11)	0,23 (0,18 - 0,3)	0,11	0,51
Idade média para descarte	6,25 (1,68)	6,04 (5,11 - 7,04)	3,1	10,02
Número médio de lactações de vacas descartadas	3,37 (1,15)	3,19 (2,61 - 4)	1,25	5,7
Idade primeira inseminação das novilhas	19,27 (5,06)	17,9 (15,71 - 20,81)	11,5	32,58
Taxa de Concepção 1ª inseminação novilhas	0,54 (0,21)	0,5 (0,4 - 0,71)	0,23	1
Fração de 1º inseminação novilhas <15 meses	0,26 (0,27)	0,19 (0 - 0,46)	0	1
Fração de 1º inseminação novilhas >20 meses	0,34 (0,32)	0,26 (0,11 - 0,55)	0	1
Intervalo de nascimento-concepção das novilhas	21,09 (5,86)	19,31 (18,23 - 22,92)	12,28	39,89
Média da idade ao primeiro parto novilhas	28,33 (4,71)	27,4 (25,15 - 30,35)	20,9	41,2
Número de inseminações / novilhas inseminadas	1,93 (0,45)	1,92 (1,67 - 2,24)	1	2,88
Número de inseminações por novilha gestante	1,92 (0,49)	1,97 (1,58 - 2,31)	1	2,88
Novilhas com 3 ou mais inseminações (razão)	0,23 (0,13)	0,23 (0,15 - 0,27)	0	0,5
Taxa de detecção de cios das novilhas	0,4 (0,16)	0,4 (0,32 - 0,51)	0,05	0,7

Variável	Média (DP)	Mediana (IQ)	Mín.	Máx.
Número de partos/rebanho/ano	72,23 (76,03)	40,5 (28 - 74,25)	17	336
Parcela de Primíparas (razão)	0,31 (0,09)	0,3 (0,24 - 0,35)	0,15	0,51
Nascimento de fêmeas/rebanho/ano	36,62 (41,24)	19 (16 - 37)	11	198
Nascimento de machos/rebanho/ano	37,5 (40,99)	21,5 (11 - 40)	5	144
Porcentagem de fêmeas nascidas (razão)	52,36 (12,25)	54,67 (45,18 - 61,73)	22,4	70
% Gêmeos	0,03 (0,04)	0,01 (0 - 0,05)	0	0,17
Tempo médio de gestação/dias	273,5 (5,41)	274,5 (272,25 - 276,75)	258	282
Número de abortos	7,31 (13,13)	3 (2 - 6,5)	0	66
% abortos/DG+ (razão)	0,04 (0,03)	0,04 (0,02 - 0,06)	0	0,12
Média de facilidade de parto (escala de 1-4)	1,62 (0,73)	1,4 (1 - 1,88)	1	4
Média período seco	85,04 (19,52)	84 (69,75 - 94)	58	140
Vacas na ordem de lactação 1	28,65 (34,27)	15 (10,25 - 29,75)	6	157
Vacas na ordem de lactação 2	26,27 (31,42)	13 (10,25 - 28,5)	3	123
Vacas na ordem de lactação 3	14,69 (17,88)	8,5 (5 - 17,5)	2	84
Vacas na ordem de lactação 4	10,88 (13,02)	6,5 (3 - 11,5)	0	44
Vacas na ordem de lactação 5	5,27 (7,15)	2,5 (1 - 5,5)	0	26
Vacas na ordem de lactação 6	3,08 (3,99)	2 (0 - 4)	0	15
Vacas na ordem de lactação 7	1,85 (3,27)	0,5 (0 - 2)	0	13
Vacas na ordem de lactação 8	0,58 (1,06)	0 (0 - 1)	0	4
Vacas na ordem de lactação 9	0,88 (1,53)	0 (0 - 1)	0	5
Total de vacas	92,15 (104,96)	48 (34 - 98,5)	22	450
Novilhas idade de 0-3 meses	4,23 (5,55)	2,5 (1 - 4)	0	25
Novilhas idade de 3-6 meses	10,35 (12,53)	6 (3 - 12,25)	1	59
Novilhas idade de 6-9 meses	10 (13,01)	6,5 (4 - 9)	2	69
Novilhas idade de 9-12 meses	7,77 (10,36)	4,5 (3 - 8)	0	50
Novilhas idade de 0-12 meses	32,35 (36,72)	18 (14 - 32,25)	9	184
Novilhas idade de 12-15 meses	5,62 (6,45)	3,5 (1 - 7)	0	25
Novilhas idade de 15-18 meses	8,23 (9,93)	4,5 (3 - 7,75)	0	38
Novilhas idade de 18-21 meses	7,69 (7,08)	5 (3 - 9)	1	32
Novilhas idade de 21-24 meses	7,46 (8,74)	4 (2,25 - 8,75)	0	37

<b>Variável</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>Mediana (IQ)</b>	<b>Mín.</b>	<b>Máx.</b>
Novilhas idade de 24-27 meses	6,62 (7,99)	3 (2 - 7,75)	0	32
Novilhas idade de >27 meses	14,58 (19,61)	6 (3,25 - 22,5)	0	90
Novilhas idade de >12 meses	50,19 (50,91)	28 (19,25 - 44)	9	189
Total de novilhas	82,54 (84,41)	46 (34 - 81)	24	373