

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

BEATRIZ SANTOS LOPES

**AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO E CÁLCULO DO TAMANHO DA PARCELA EM
EXPERIMENTOS COM BOVINOS DA RAÇA ANGUS**

**Ilha Solteira
2023**

BEATRIZ SANTOS LOPES

**AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO E CÁLCULO DO TAMANHO DA PARCELA EM
EXPERIMENTOS COM BOVINOS DA RAÇA ANGUS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Unesp
como parte dos requisitos para obtenção do título
de Zootecnista.

Nome do orientador

Gláucia Amorim Faria

Ilha Solteira
2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

Lopes, Beatriz Santos.

L864a Avaliação da variação e cálculo do tamanho da parcela em experimentos com bovinos da raça Angus / Beatriz Santos Lopes. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2023
30 f. : il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia)- Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2023

Orientador: Gláucia Amorim Faria

Inclui bibliografia

1. Ética animal. 2. Ensaio em branco . 3. Precisão experimental .

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO E CÁLCULO DO TAMANHO DA PARCELA
EM EXPERIMENTOS COM BOVINOS DA RAÇA ANGUS

ALUNO(A) : Beatriz Santos Lopes

RA: 191050199

ORIENTADOR(A): Profa. Dra. Glaucia Amorim Faria

Aprovado (X) - Reprovado () pela Comissão Examinadora.

Comissão Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 GLAUCIA AMORIM FARIA
Data: 13/12/2023 15:35:23-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

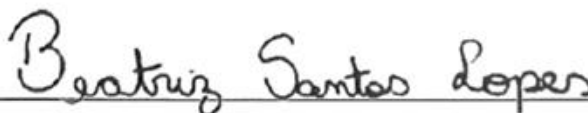
Profa. Dra. Gláucia Amorim Faria
Presidente (Orientador)

Documento assinado digitalmente
 ANTONIO FLAVIO ARRUDA FERREIRA
Data: 07/12/2023 13:10:40-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr. Antonio Flavio Arruda Ferreira
Pós Doutorando Agronomia FEIS UNESP

Documento assinado digitalmente
 BEATRIZ GARCIA LOPES
Data: 07/12/2023 13:35:16-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dra. Beatriz Garcia Lopes
USP - Assistente PO Pecege



Aluno: Beatriz Santos Lopes

Ilha Solteira (SP), 06 de dezembro de 2023.

BEATRIZ SANTOS LOPES

**AVALIAÇÃO DA VARIAÇÃO E CÁLCULO DO TAMANHO DA PARCELA EM
EXPERIMENTOS COM BOVINOS DA RAÇA ANGUS**

Orientador: Gláucia Amorim Faria

Membro: Antonio Flávio Arruda Ferreira

Membro: Beatriz Garcia Lopes

Ilha Solteira
2023

DEDICATÓRIA

A todos que me ajudaram ao longo desta caminhada dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Deus em primeiro lugar, que durante todos esses anos de estudo, me permitiu superar todos os obstáculos com determinação para não desanimar, alcançando cada vez mais meus objetivos.

Aos meus pais, pelo amor incondicional, que me apoiaram desde o início, servindo de alicerce para as minhas realizações, me incentivando nos momentos difíceis durante toda a minha vida e pelo esforço investido na minha educação.

Aos meus tios por toda ajuda e apoio emocional, pelo carinho e atenção e por sempre confiarem no meu progresso.

Ao meu namorado pela ajuda, por todo o apoio e pelo carinho e compreensão que foram fundamentais para que eu pudesse alcançar a conclusão desse TCC e manter o equilíbrio emocional.

Aos amigos, pelas trocas de experiências, pelo apoio e pelo companheirismo ao longo desse percurso.

À minha orientadora, pelos conselhos e ensinamentos, dos quais me permitiram apresentar um melhor desempenho na formação e pela dedicação para que esse trabalho fosse realizado.

À propriedade Estância Santa Clara, por fornecer os dados necessários para o desenvolvimento do trabalho.

Agradeço à Faculdade de Engenharia, UNESP, Campus de Ilha Solteira e aos seus docentes que me incentivaram a percorrer o caminho certo e pelos conhecimentos que fizeram grande diferença nos meus estudos.

E também agradeço ao Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão de bolsa durante o período de desenvolvimento deste trabalho.

“A estatística é a gramática da ciência.”

Karl Pearson

RESUMO

A raça Aberdeen Angus possui um excelente resultado econômico como gado de corte, devido às suas características de rusticidade, longevidade, fertilidade, precocidade e boa habilidade materna e as suas vantagens de manifestarem alta produtividade fazem com que ela ganhe destaque entre as raças taurinas, apresentando uma genética completa. Nos estudos zootécnicos a qualidade do planejamento experimental está diretamente relacionada com a qualidade dos dados, e a precisão destes relaciona-se com o tamanho ótimo de parcelas e número de repetições. Sabe-se que o aumento do número de repetições proporciona maior confiabilidade nos resultados obtidos, porém, acarreta maior aumento dos custos; na experimentação animal além dos custos, o número de amostras enfrenta questões bioéticas e de bem-estar. Com um ensaio em branco, é possível demonstrar a variabilidade, testar o material experimental que será utilizado, bem como fornecer informações para encontrar o tamanho ótimo de parcela e número de repetições necessários para expressar e caracterizar determinada variável. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi encontrar o tamanho de parcelas ideal a partir dos coeficientes de variação obtidos em ensaios em branco com bovinos da raça Aberdeen Angus, de modo que orientem o pesquisador em relação à precisão dos dados. O tamanho ótimo de parcela recomendado para experimentos com bovinos da raça Angus para peso inicial e peso final é o de 3 unidades básicas e para ganho de peso de 2 unidades básicas.

Palavras-chave: Ética animal; Ensaio em branco; Precisão Experimental.

ABSTRACT

The Aberdeen Angus breed has an excellent economic result as beef cattle, due to its characteristics and advantages make it stand out among the taurine breeds, presenting a complete genetics. In zootechnical studies, the quality of the experimental design is directly related to the quality of the data, and the accuracy of these about the optimal size of plots and number of replications. It is known that the increase in the number of repetitions provides greater reliability in the results found, however, it leads to a higher increase in costs; in animal experimentation, in addition to costs, the number of samples faces bioethical and welfare issues. With a blank assay, it is possible to demonstrate the variability, test the experimental material that will be used, as well as provide information to find the optimal plot size and number of replicates needed to express and characterize a given variable. Thus, the objective of this work was to find the ideal plot size from the coefficients of variation obtained in blank trials with Aberdeen Angus cattle, to guide the researcher concerning the accuracy of the data. The optimal plot size recommended for experiments with Angus cattle for initial weight and final weight is 3 basic units and 2 basic units for weight gain.

Keywords: Animal ethics; Blank assay; Experimental precision.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Relação entre os coeficientes de variação (CV%) e tamanhos de parcela em unidades básicas nas dez simulações de reamostragem para a variável peso inicial em experimentos com bovinos da raça Angus pelo método da máxima curvatura modificada..... 21
- Figura 2** - Relação entre os coeficientes de variação (CV%) e tamanhos de parcela em unidades básicas nas dez simulações de reamostragem para a variável peso final em experimentos com bovinos da raça Angus pelo método da máxima curvatura modificada..... 23
- Figura 3** - Relação entre os coeficientes de variação (CV%) e tamanhos de parcela em unidades básicas nas dez simulações de reamostragem para a variável ganho de peso em experimentos com bovinos da raça Angus pelo método da máxima curvatura modificada..... 26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Número de simulações por parcela (NSP), tamanho da parcela (TP), repetições do tamanho da parcela (RP), coeficiente de variação médio para peso inicial (CVmédio(PI)), coeficiente de variação médio para peso final (CVmédio(PF)) e coeficiente de variação médio para ganho de peso (CVmédio(GP)) para as unidades básicas de experimentos com bovinos da raça Angus durante a engorda.....	17
Tabela 2	- Estimativas dos tamanhos ótimos de parcelas (X_C), coeficientes de variação CV (%), coeficientes de determinação (R^2) e estimativas dos parâmetros $\hat{a}$ e $\hat{b}$ da relação $CV = a/x^b$ pelo método de máxima curvatura modificado nas simulações para a variável peso inicial.....	19
Tabela 3	- Estimativas dos tamanhos ótimos de parcelas (X_C), coeficientes de variação CV (%), coeficientes de determinação (R^2) e estimativas dos parâmetros $\hat{a}$ e $\hat{b}$ da relação $CV = a/x^b$ pelo método de máxima curvatura modificado nas simulações para a variável peso final.....	22
Tabela 4	- Estimativas dos tamanhos ótimos de parcelas (X_C), coeficientes de variação CV (%), coeficientes de determinação (R^2) e estimativas dos parâmetros $\hat{a}$ e $\hat{b}$ da relação $CV = a/x^b$ pelo método de máxima curvatura modificado nas simulações para a variável ganho de peso.....	25

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	16
2.1	Área de estudo.....	16
2.2	Ensaio em branco.....	16
2.3	Análise dos dados.....	16
2.4	Determinação do tamanho ótimo de parcela.....	16
2.5	Ajuste do modelo estatístico.....	17
3	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	17
4	CONCLUSÃO.....	28
5	REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte no Brasil está em constante desenvolvimento, sendo responsável por grande parte das exportações e de uma fatia de 8,5% do total do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, o que demonstra o potencial do setor no Brasil (ABIEC, 2020).

No agronegócio a produção da pecuária de corte em 2020 foi de R\$ 747,05 bilhões, 20,8% acima dos R\$ 618,50 bilhões de reais registrados em 2019 (SILVEIRA, 2022). Pode-se dizer que esse volume inclui todas as movimentações e negócios relacionados à cadeia, como os valores dos insumos utilizados na pecuária, além dos investimentos em sanidade animal, nutrição, genética, exportações e vendas no mercado interno (ABIEC, 2021).

A raça Aberdeen Angus possui um excelente resultado econômico como gado de corte. Suas características e vantagens fazem com que ela ganhe destaque entre as raças taurinas, apresentando uma genética completa. Dentre as principais características, as que atraem os produtores são: rusticidade, suas qualidades não são interferidas pelas diferentes condições climáticas; longevidade e fertilidade, permitindo um maior rendimento, tanto pela quantidade de quilos obtidos por hectare quanto pelo número de bezerros nascidos; precocidade, pois atingem mais cedo a puberdade e o ponto de abate e a boa habilidade materna (ANGUS, 2013).

No ano de 2022 o número de animais abatidos chegou a 29.947.584 cabeças, e nos dois primeiros trimestres de 2023 esse valor encontra-se em 15.735.443 (IBGE, 2023). Dessa forma, podemos dizer que, a criação de bovinos no Brasil tem expandido, devido às condições climáticas favoráveis, extensão de territórios, vasta extensão de solos agricultáveis, adoção de tecnologias entre outros, gerando empregos para população e consequentemente riqueza para o país (ABIEC, 2022). Para sustentar este crescimento, a pesquisa experimental é fundamental à medida que comprova se os resultados esperados estão realmente sendo alcançados (HEATH, 1981).

Pode-se dizer que as instituições de pesquisas têm ganhado força ao longo dos anos e têm contribuído muito para o avanço na bovinocultura de corte, alta demanda exige melhorias e estudos de precisão na área. Em tese, ensaios que apresentam baixa precisão podem fazer com que os pesquisadores obtenham conclusões equivocadas segundo suas hipóteses iniciais, e tem sido um enorme problema devido à falta de informação na experimentação zootécnica (MARINHO, 2019).

Nesse contexto, aspectos importantes como o material experimental utilizado, o delineamento experimental, o tamanho e a forma das parcelas, a falta de dados nas parcelas, o número de repetições, a forma do bloco e a forma de condução do experimento constituem

preocupações para o planejamento experimental e a caracterização adequada desses fatores contribuem para aferir precisão nos ensaios experimentais (CARGNELUTTI FILHO, 2018, BANDEIRA et al., 2019).

Em todos os procedimentos que buscam aumentar a precisão experimental, a explicação para a determinação do tamanho ótimo de parcela experimental não se baseia apenas na precisão dos experimentos, mas também no fato de que, parcelas com tamanhos inferiores oferecem informações imprecisas para servirem de base nas recomendações técnicas, enquanto que as de tamanhos excessivos tornam o trabalho oneroso e difícil (LOPES et al., 2020).

Em experimentação animal o conhecimento da variabilidade do material experimental torna-se tão ou mais importante que os outros fatores citados, pois tratam-se de indivíduos distintos (DAMY et al., 2010). O método mais recomendado para se testar o material experimental, bem como calcular o tamanho ótimo de parcelas é por meio do uso de ensaios em branco ou ensaios de uniformidade; nestes ensaios não são aplicados nenhum tipo de tratamento ou o tratamento e operações são os mesmos aplicados à todas as unidades experimentais (FARIA et al., 2020).

A ideia base é que, uma vez que a variância dentro da parcela seja maior que a residual deve-se aumentar o tamanho da parcela, e caso contrário pode-se manter o tamanho da parcela, ou em alguns casos pode até diminuir o tamanho da parcela. Os métodos mais utilizados para a estimação do tamanho ótimo de parcelas, é o método gráfico da máxima curvatura entre os respectivos tamanhos (x) de parcelas e os coeficientes de variação (CV(x)) (SMITH, 1938), e o método da máxima curvatura que estima o tamanho ótimo de parcela a partir da derivação da função $CV(x) = a.X^{-b}$ (MEIER; LESSMAN, 1971).

Até o momento são escassos os estudos que visem o tamanho ótimo de parcelas em experimentos com bovinos de corte da raça Angus. Havendo, portanto, a necessidade de serem realizadas pesquisas direcionadas a esta questão, para que se possam tomar decisões com base em informações autênticas, que são fundamentais para a diminuição dos desperdícios experimentais e no aumento da produtividade da área. Dessa forma o objetivo deste trabalho foi estimar os tamanhos ótimos de parcela utilizando dados experimentais de variáveis relacionadas ao peso do animal de ensaios em branco com bovinos da raça Angus de modo que orientem o pesquisador em relação à precisão dos dados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

Os dados experimentais utilizados foram obtidos por meio de ensaio em branco com 100 repetições, realizado na propriedade Estância Santa Clara localizada em Arealva - SP, com as coordenadas de 21° 56' 59" ao sul e 48° 56' 02" à oeste com elevação de 433 metros.

2.2 Ensaio em branco

Para o estudo foram avaliados 100 animais da raça Aberdeen Angus em que cada animal foi considerado como uma unidade básica com idade média de 24 meses e com peso inicial médio de $254,95 \pm 2,41$ kg. Todos os animais foram submetidos à uma dieta à base de milho triturado ou bagaço de cana, caroço de algodão, sal proteinado (premix), casquinha de soja e farelo de soja em menor quantidade, ofertada em cochos com o intuito de maximizar os resultados. As variáveis analisadas foram peso inicial, peso final e ganho de peso no período de 125 dias de engorda.

2.3 Análise dos dados

A tabulação dos dados foi realizada por meio do *software* LIBRE OFFICE, bem como as análises estatísticas referentes aos cálculos das parcelas, ajustes do modelo, e os gráficos ilustrativos. Esta etapa foi desenvolvida no Laboratório de Estatística Aplicada – LEA do Departamento de Matemática da UNESP de Ilha Solteira (FAPESP 2015/18225-4).

Para avaliar a variabilidade de todas essas variáveis anteriormente mencionadas, este projeto utilizará como ferramenta o Coeficiente de Variação, encontrado por meio da equação:

$$CV = \frac{s}{m} \times 100$$

Em que s é o desvio padrão e m a média.

2.4 Determinação do tamanho ótimo de parcela

Para determinar o tamanho ótimo de parcela foram realizadas 31 simulações com diferentes formas de parcelas, o tamanho das parcelas variou de 1 a 50 unidades básicas (ub) e para o número de parcelas tivemos uma variação de 100 a 2 ub. Para aquelas parcelas que apresentaram formas diferentes, porém o mesmo tamanho obteve-se a média dos coeficientes de variação para todas as variáveis analisadas indicando quantas vezes o mesmo tamanho se repetiu, totalizando ao final 17 simulações diferentes (Tabela 1).

Tabela 1. Número de simulações por parcela (NSP), tamanho da parcela (TP), repetições do tamanho de parcela (RP), coeficiente de variação médio para peso inicial (CVmédio(PI)), coeficiente de variação médio para peso final (CVmédio(PF)) e coeficiente de variação médio para ganho de peso (CVmédio(GP)) para as unidades básicas de experimentos com bovinos da raça Angus durante a engorda.

NSP	TP	RP	CVmédio(PI)	CVmédio(PF)	CVmédio(GP)
1	1	1	9,53	8,37	5,69
2	2	2	6,61	5,85	3,86
3	3	4	5,58	4,62	3,19
4	4	1	4,53	3,95	2,57
5	5	1	4,34	3,46	2,45
6	6	2	3,92	3,09	2,23
7	7	2	3,37	2,62	2,01
8	8	2	3,17	2,79	1,74
9	10	2	3,00	2,15	1,69
10	12	2	2,32	2,29	1,46
11	15	2	2,33	1,82	1,40
12	16	1	1,78	1,91	1,16

13	18	2	1,98	1,43	1,38
14	20	2	1,99	1,69	1,23
15	25	1	2,30	1,38	1,21
16	30	2	1,27	0,94	1,11
17	50	2	1,38	0,83	0,87

Fonte: elaborado pela autora

Estimou-se o tamanho ideal da parcela pelo método da máxima curvatura modificado proposto por Lessman & Atkins (1963) e modificado por Meier & Lessman (1971). Por este método, a relação entre o coeficiente de variação (CV) e o tamanho da parcela com X unidades básicas é explicada pelo modelo

$$CV = \frac{a}{X^b}$$

onde $\hat{a}$ e $\hat{b}$ são os parâmetros a serem estimados. A partir da função de curvatura dada por este modelo, foi determinado o valor da abscissa, onde ocorre o ponto de máxima curvatura, dado por:

$$X_c = \left[\frac{a^2 b^2 (2b + 1)}{b + 2} \right]^{\frac{1}{2b+2}}$$

Em que X_c é o valor da abscissa no ponto de máxima curvatura, correspondendo à estimativa do tamanho ideal da parcela experimental (Meier & Lessman, 1971).

2.5 Ajuste do modelo estatístico

Por reamostragens foram realizadas 30 simulações por variável, sendo escolhidas as 10 simulações que apresentassem modelos mais ajustados aos dados, de modo que garantisse maior significância dos dados.

Para encontrar os coeficientes de ajuste do modelo de regressão foram consideradas apenas as simulações em que os coeficientes de determinação do modelo apresentassem valores iguais ou superiores a 90%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 1 os coeficientes de variação médio obtidos para peso inicial variaram de 1,27 a 9,53% , já para peso final 0,68 a 8,30% e para ganho de peso 0,87 a 5,69% , nota-se que para todas as variáveis analisadas os valores de coeficiente de variação foram maiores quando se tinha apenas 1 unidade básica por parcela, além disso, quando as parcelas são maiores há um ganho de precisão, alegando ser muito importante o cálculo do tamanho ótimo de parcela, no qual, devemos sempre levar em consideração a natureza dos dados para que o tamanho ideal não seja estabelecido de forma escassa ou excessiva.

Os valores dos tamanhos ótimos de parcela (X_C) para peso inicial variaram de 3,56 (simulação 7) a 2,94 (simulação 1). De acordo com Ferreira (2018) o coeficiente de determinação (R^2) que verifica a qualidade do ajuste do modelo utilizado, ou seja, quantifica a variabilidade dos dados descrita pelo modelo, neste trabalho apresentou variação de 96% a 91% (Tabela 2), no qual pode-se afirmar que o modelo se ajustou muito bem à natureza dos dados.

Tabela 2 - Estimativas dos tamanhos ótimos de parcelas (X_C), coeficientes de variação (CV (%)), coeficientes de determinação (R^2) e estimativas dos parâmetros $\hat{a}$ e $\hat{b}$ da relação $CV = a/x^b$ pelo método de máxima curvatura modificado nas simulações para a variável peso inicial.

Simulações	X_C	CV(%)	R^2	$\hat{a}$	$\hat{b}$
1	2,94	3,22	0,96	10,4410	0,5710
2	3,37	2,73	0,95	11,7990	0,7270
3	3,14	3,48	0,93	11,2810	0,5999

4	3,00	3,14	0,91	10,4470	0,6100
5	2,97	3,35	0,96	10,5380	0,5780
6	3,43	2,99	0,94	11,7430	0,6690
7	3,56	2,32	0,93	12,6490	0,8550
8	3,37	2,41	0,96	11,3340	0,9597
9	3,23	2,91	0,95	11,1130	0,7000
10	3,13	3,00	0,95	10,7890	0,6550

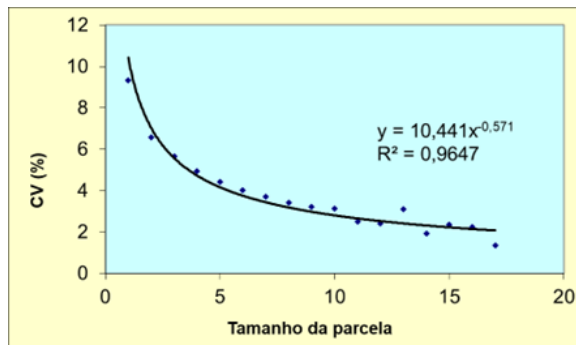
Fonte: elaborado pela autora

Os tamanhos ótimos de parcelas (X_c) com seus correspondentes pontos de máxima curvatura (CV (%)), podem ser visualizados na Figura 1. Os maiores tamanhos ótimos de parcelas estimados, em ordem crescente, foram nas simulações 7 (3,56), 6 (3,43), 2 (3,37) e 8 (3,37) respectivamente. Em experimentos que trabalharam apenas com uma unidade por parcela em cruzamento de Angus (CAMPIONI *et al.* 2020) encontraram valores de coeficiente de variação entre 14,80 a 9,36 %, portanto se os autores utilizassem 2 unidades a mais a amplitude seria de 1,16 ao invés de 5,44, pois de acordo com o que foi obtido neste trabalho o coeficiente de variação de maior valor foi de 3,48 e o menor de 2,32.

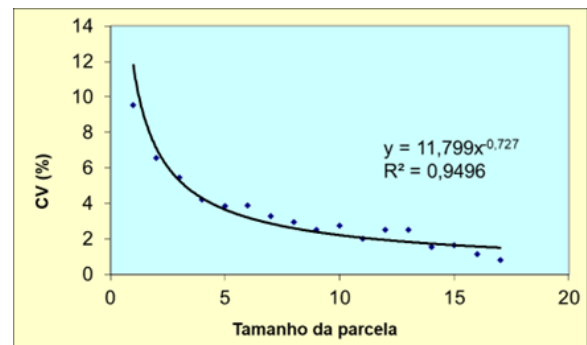
As estimativas dos tamanhos de parcela obtidas nas simulações para a variável peso inicial foram aproximadas para o próximo valor inteiro, portanto apenas na simulação 7 foi obtido como tamanho ótimo 4 ub, nas demais o valor inteiro que satisfaz a unidade calculada sem perda de informação foi o de 3 ub (Tabela 2 e Figura 1).

Figura 1 – Relação entre os coeficientes de variação CV(%) e tamanhos de parcela em unidades básicas nas dez simulações de reamostragem para a variável peso inicial em experimentos com bovinos da raça Angus pelo método da máxima curvatura modificada.

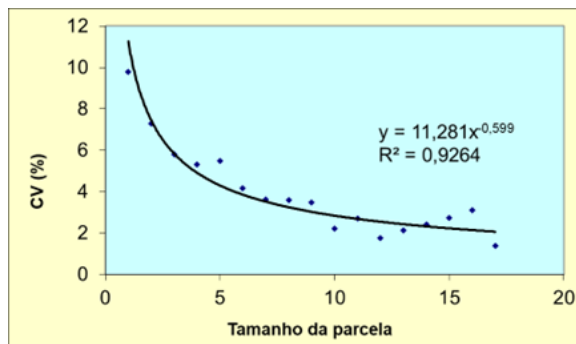
Simulação 1



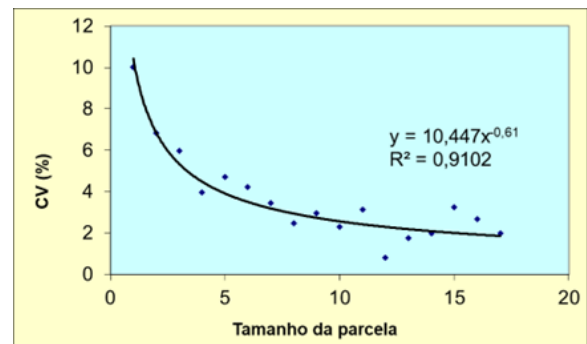
Simulação 2



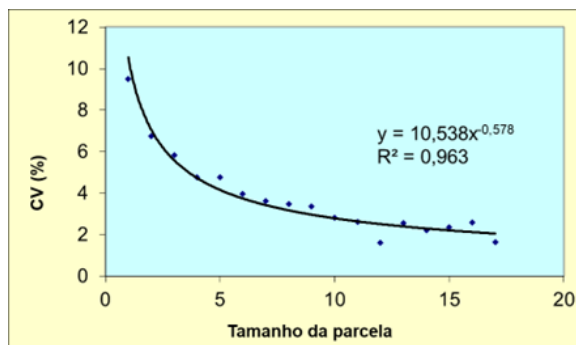
Simulação 3



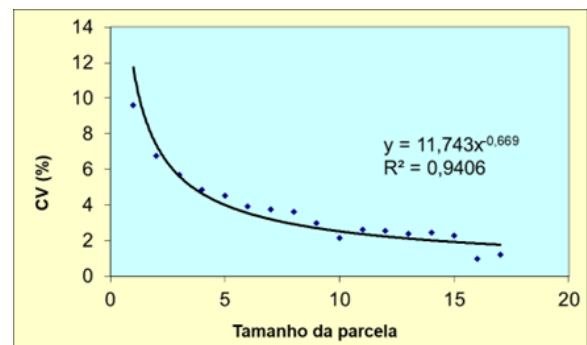
Simulação 4



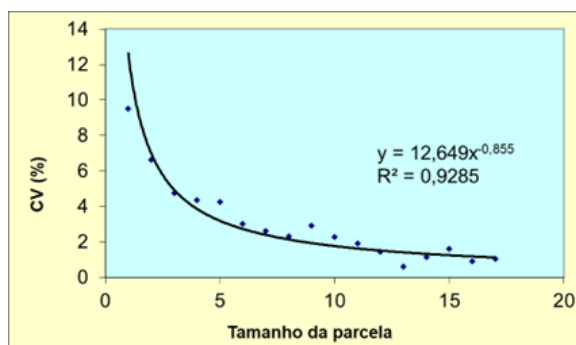
Simulação 5



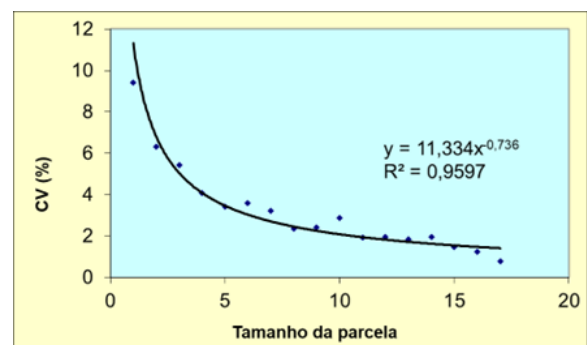
Simulação 6



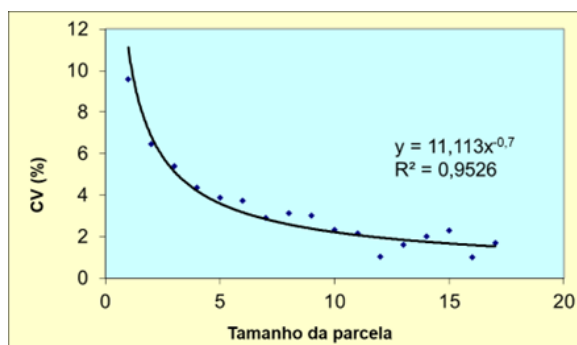
Simulação 7



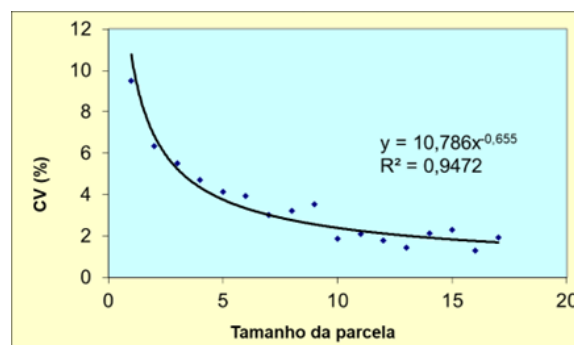
Simulação 8



Simulação 9



Simulação 10



Fonte: elaborado pela autora

Para a variável peso final os valores dos tamanhos ótimos de parcela X_C variaram de 3,36 (simulação 5) a 2,88 (simulação 8), já no coeficiente de variação foi obtido resultados que variaram de 2,87 (simulação 10) a 1,67% (simulação 7), no qual não apresentou valores muito distintos da variável peso inicial, ou seja, os valores não variaram tanto de uma variável para outra, diferentemente da variável ganho de peso. No trabalho de Neiva Junior et al. (2020) com cruzamento de Angus, utilizaram-se uma unidade por parcela e encontraram na variável peso final valores de coeficiente de variação entre 5,96 e 7,80, portanto adicionando 2 unidades a mais os autores aumentariam a precisão dos resultados de acordo com o que foi determinado neste trabalho. Os valores do coeficiente de determinação (R^2) para peso final tiveram variação de 97% a 90%, constando uma amplitude de 7%, ou seja 2% a mais que a variável peso inicial (Tabela 3).

Tabela 3 - Estimativas dos tamanhos ótimos de parcelas (X_C), coeficientes de variação (CV (%)), coeficientes de determinação (R^2) e estimativas dos parâmetros $\hat{a}$ e $\hat{b}$ da relação $CV = a/x^b$ pelo método de máxima curvatura modificado nas simulações para a variável peso final.

Simulações	X_C	CV(%)	R^2	$\hat{a}$	$\hat{b}$
1	3,31	2,50	0,91	11,3510	0,7470
2	3,09	2,15	0,96	10,0370	0,7640
3	3,15	2,78	0,92	10,6270	0,7070

4	3,08	2,62	0,94	10,3770	0,6760
5	3,36	1,97	0,90	11,3690	0,8600
6	3,26	2,35	0,95	10,9220	0,7880
7	3,16	1,67	0,97	10,0830	0,8800
8	2,88	2,78	0,95	9,3312	0,6660
9	3,17	2,10	0,93	10,0970	0,7950
10	3,11	2,87	0,92	10,4690	0,6970

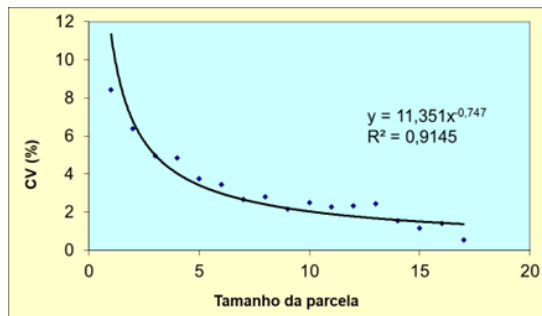
Fonte: elaborado pela autora

Na Figura 2 podem ser visualizados os pontos de máxima curvatura (CV(%)), correspondentes com seus tamanhos ótimos de parcelas (X_c) para a variável peso final. Em ordem crescente os maiores tamanhos de parcelas estimados foram nas simulações 5 (3,36), 1 (3,31) e 6 (3,26) nessas simulações também são encontrados os maiores valores para a estimativa $\hat{a}$ (11,3690; 11,3510; 10,9220), seguindo a mesma ordem crescente, afirmando existir relação entre esses parâmetros, diferentemente do padrão que foi verificado na variável peso inicial.

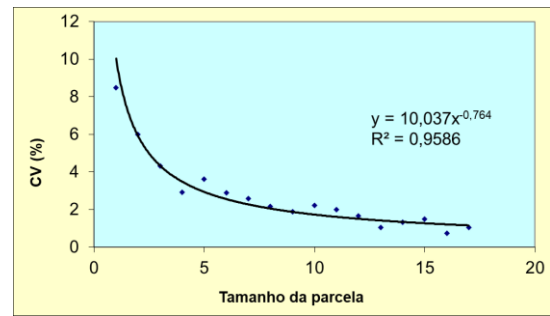
As estimativas dos tamanhos de parcela obtidas nas 10 simulações para a variável peso final foram aproximadas para o próximo valor inteiro, dessa forma, para todas as simulações foi obtido como tamanho ótimo 3 ub animal (Tabela 3 e Figura 2).

Figura 2 – Relação entre os coeficientes de variação (CV%) e tamanhos de parcela em unidades básicas nas dez simulações de reamostragem para a variável peso final em Angus pelo método da máxima curvatura modificado.

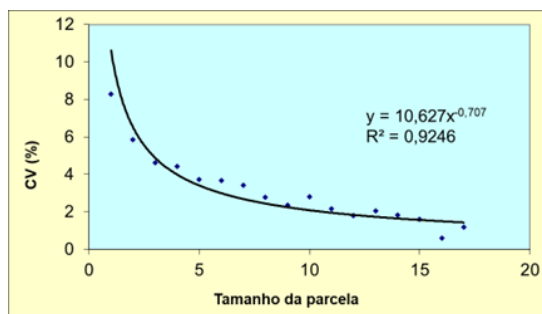
Simulação 1



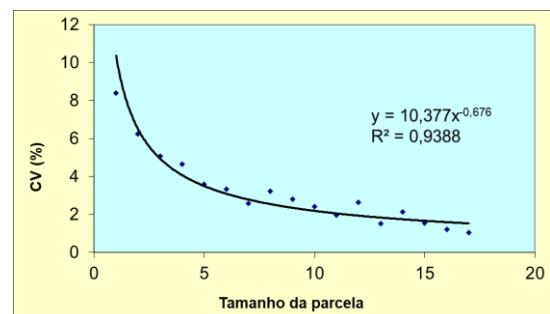
Simulação 2



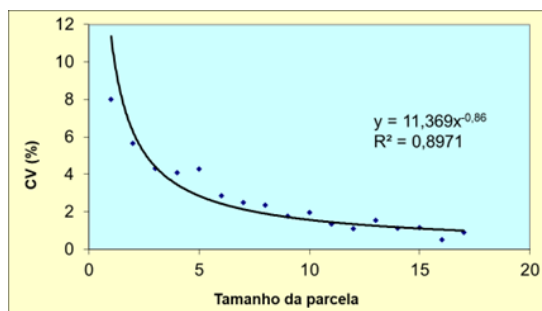
Simulação 3



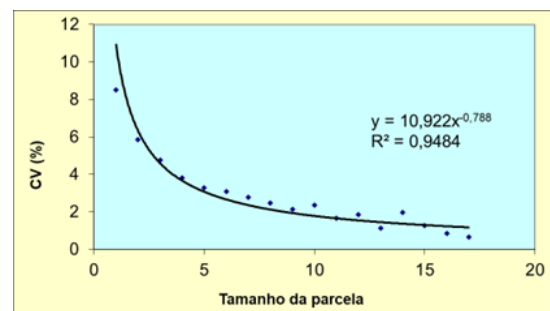
Simulação 4



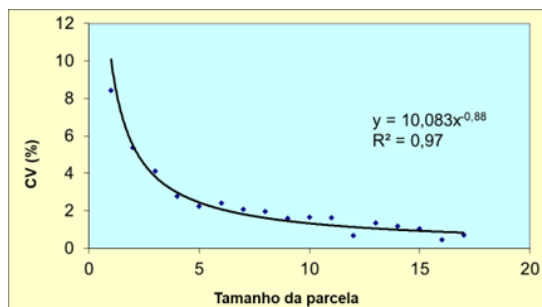
Simulação 5



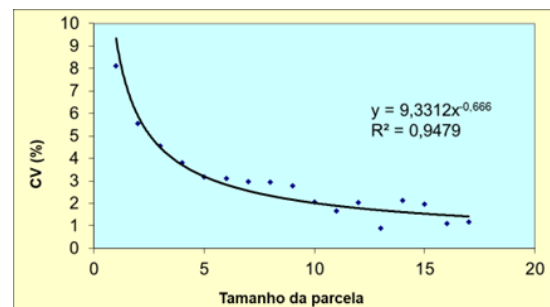
Simulação 6



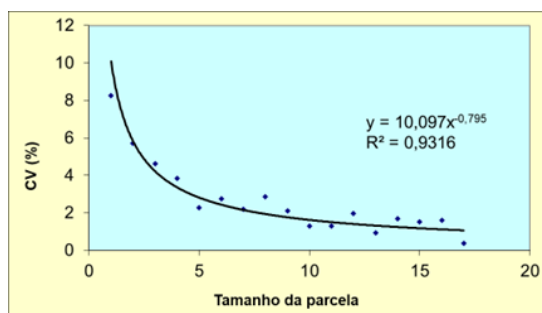
Simulação 7



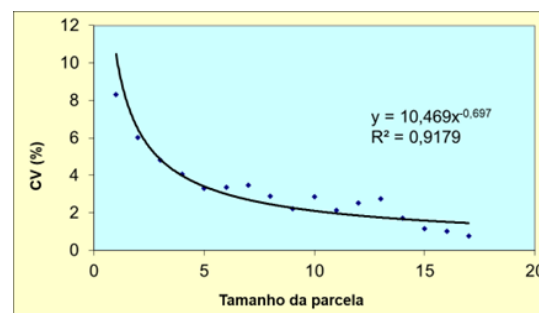
Simulação 8



Simulação 9



Simulação 10



Fonte: elaborado pela autora

A variável ganho de peso, apresentou os menores valores para a estimativa $\hat{a}$ (tabela 4), dos quais variaram de 7,37 (simulação 1) a 5,71 (simulação 10), já para a estimativa $\hat{b}$ o maior valor foi de 0,77 (simulação 1) e o menor de 0,54 (simulação 2), ou seja, o parâmetro $\hat{b}$ indicou menor amplitude (0,24) com relação ao parâmetro $\hat{a}$ (1,66) sugerindo que as simulações não apresentaram valores muito próximos (Tabela 4).

Quanto aos valores dos tamanhos ótimos de parcela variaram de 2,60 (simulação 1) a 1,99 (simulação 9) e os coeficientes apresentaram como maior valor 2,06 (simulação 2) e menor de 1,47 (simulação 7). Pode-se verificar pelos valores do coeficiente de determinação (R^2) que tiveram baixíssima variação de 93% a 98% (Tabela 4), apresentando um excelente ajuste ao modelo, assim como foi verificado para a variável peso inicial.

Tabela 4 - Estimativas dos tamanhos ótimos de parcelas (X_c), coeficientes de variação (CV (%)), coeficientes de determinação (R^2) e estimativas dos parâmetros $\hat{a}$ e $\hat{b}$ da relação $CV = a/x^b$ pelo método de máxima curvatura modificado nas simulações para a variável ganho de peso.

Simulações	X_c	CV(%)	R^2	$\hat{a}$	$\hat{b}$
1	2,60	1,77	0,93	7,3711	0,7720
2	2,13	2,06	0,95	6,6005	0,5360

3	2,28	1,80	0,93	6,6080	0,6250
4	2,21	1,63	0,96	6,2519	0,6270
5	2,41	1,53	0,96	6,7145	0,7060
6	2,35	1,76	0,95	6,5105	0,6900
7	2,16	1,47	0,97	5,8981	0,6510
8	2,35	1,59	0,96	6,5876	0,6780
9	1,99	1,75	0,95	5,7827	0,5520
10	2,05	1,61	0,98	5,7147	0,6010

Fonte: elaborado pela autora

Na figura 3 pode-se visualizar os tamanhos ótimos de parcelas (X_C) com seus correspondentes pontos de máxima curvatura (CV (%)) para a variável ganho de peso, no qual os maiores tamanhos de parcelas encontrados foram nas simulações 1 (2,60) , 5 (2,41), 6 (2,35) e 8 (2,35) e em todos os ensaios as estimativas foram aproximadas para o próximo valor inteiro, visto que para todas as simulações foram obtidas como tamanho ótimo 2 ub (Tabela 4 e Figura 3).

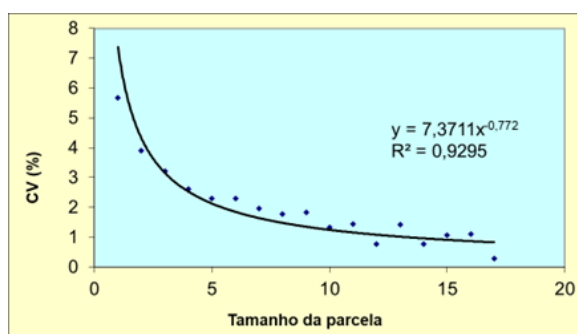
Em cruzamento de Angus, Campioni *et al.* (2020) encontrou valores de coeficiente de variação entre 6,36 a 0,03% para ganho de peso, trabalhando apenas com um animal por parcela, todavia caso utilizasse uma unidade a mais aumentaria a precisão dos resultados reduzindo a amplitude para 0,59, pois a variação obtida neste trabalho para o coeficiente de variação foi de 2,06 a 1,47%.

De acordo com as estimativas do parâmetro $\hat{a}$, no qual estima o CV(%) máximo sendo intercepto da regressão, quase não apresentou variação dos valores entre peso inicial e peso final, sendo o menor valor obtido 10,4410 (simulação 1) e o maior 12,6490 (Simulação 7) para

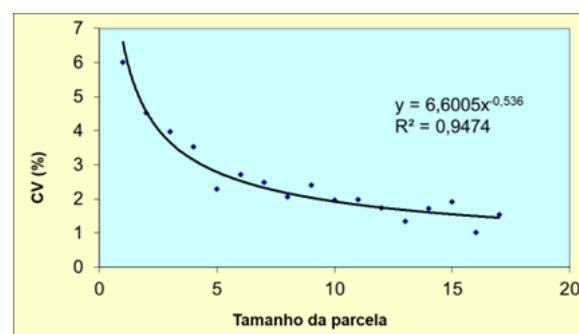
peso inicial e o menor valor de 9,3312 (simulação 8) e o maior 11,3690 (simulação 5) para peso final, porém ambas obtiveram valores que se diferenciaram de ganho de peso, que apresentou menor valor de 5,7147 (simulação 10) e maior valor de 7,3711 (simulação 1) indicando divergência apenas entre elas. Quanto a medida de variabilidade do material usado no estudo, representado pelo parâmetro $\hat{b}$, em que indicam alta variabilidade com valores próximo de um e baixa com valores próximos de zero, observa-se que as três variáveis indicaram alta variabilidade como podemos observar na tabela 2, 3 e 4.

Figura 3 – Relação entre os coeficientes de variação (CV%) e tamanhos de parcela em unidades básicas nas dez simulações de reamostragem para a variável ganho de peso em Angus pelo método da máxima curvatura modificado.

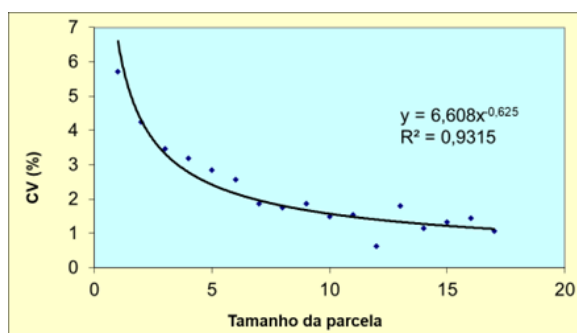
Simulação 1



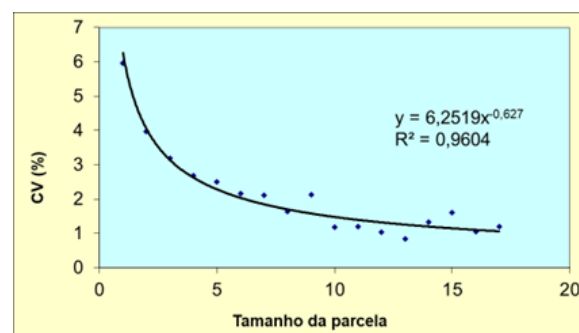
Simulação 2



Simulação 3

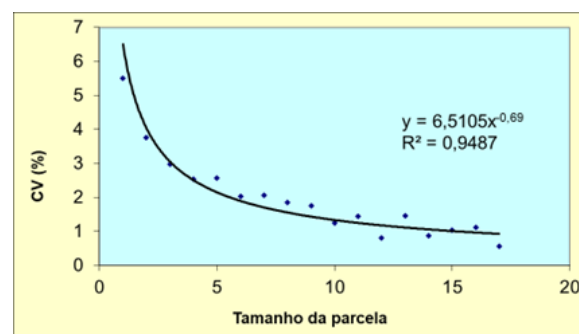
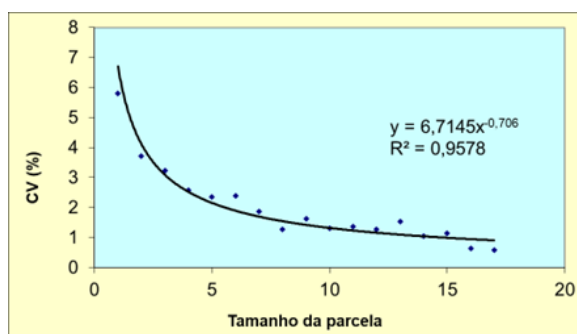


Simulação 4



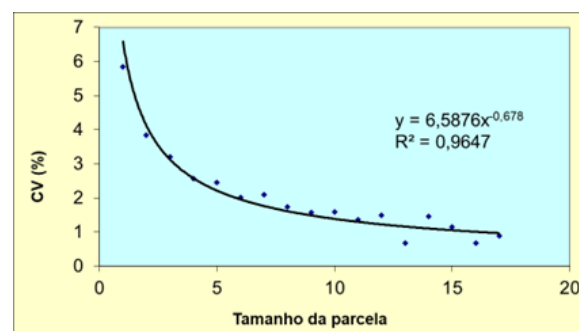
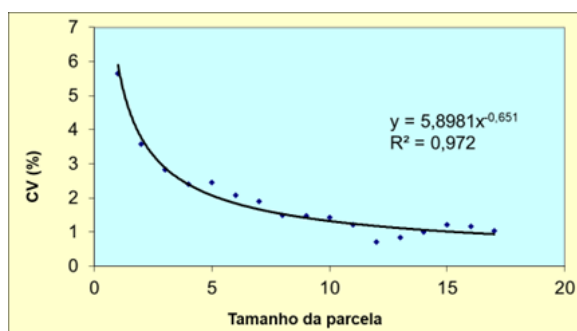
Simulação 5

Simulação 6



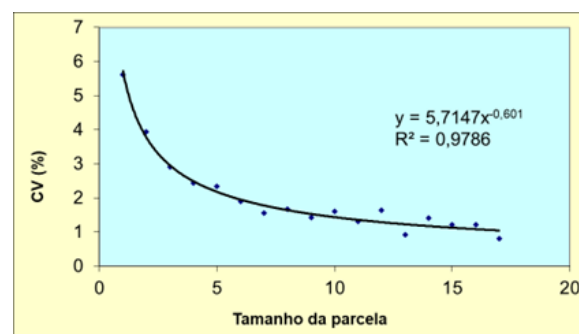
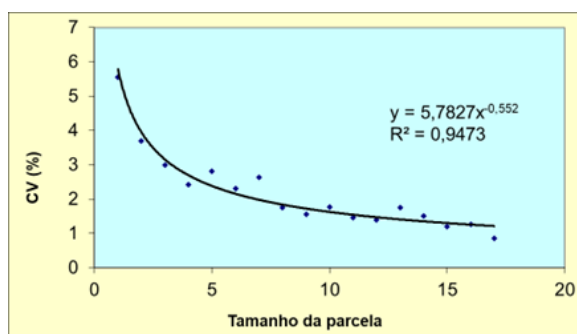
Simulação 7

Simulação 8



Simulação 9

Simulação 10



Fonte: elaborado pela autora

Os resultados alcançados, levando em conta a grande dificuldade de se encontrar trabalhos de tamanho ótimo de parcelas com animais, estão dentro do padrão esperado, ou seja, os tamanhos ótimos de parcelas não foram estabelecidos de forma escassa ou excessivo, considerando que com o aumento da unidade básica, o coeficiente de variação sofre uma influência direta, tendo em vista que este diminui mesmo quando o tamanho da parcela se manteve constante.

Em todas as variáveis o coeficiente de determinação (R^2) apresentou valores próximo de 1, ou seja, o grau de explicação da variação do CV(%) em termos da variável tamanhos

ótimos de parcela (X_C) foi muito bom e explicaram de 90% a 98% das variações que ocorreram nas simulações.

Todos os resultados discutidos nesse trabalho são de suma importância para os pesquisadores da área zootécnica, pois estima-se valores que servem de base para recomendações técnicas, auxiliando no planejamento experimental com bovinos da raça Angus, visto que o mal planejamento pode levar à diversos gastos desnecessários e baixa precisão no experimento.

4 CONCLUSÃO

O tamanho ótimo de parcela varia conforme a variável, sendo recomendado em experimentos com bovinos da raça Angus, 3 unidades básicas por parcela para peso inicial e peso final e 2 animais por parcela para ganho de peso.

5 REFERÊNCIAS

ABIEC - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. BEEF REPORT, Perfil da Pecuária no Brasil 2021. Disponível em: <<https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2021/>>. Acesso em: 06 set. 2023.

ANGUS. Manual do criador. Associação Brasileira de Angus. Porto Alegre/RS. 2013. Disponível em: https://angus.org.br/wpcontent/uploads/2018/04/ManualdoCriador_WEB.pdf. Acesso em: 06 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. Beef Report: perfil da pecuária no Brasil. São Paulo: ABIEC, 2020. Disponível em: <http://abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2020/>. Acesso em: 06 set. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES - ABIEC. Beef Report 2022: perfil da pecuária no Brasil. Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2022/>. Acesso em: 17 set. 2023.

BANDEIRA, C. T. *et al.* Suficiência amostral para estimar a média de caracteres produtivos de centeio. *Revista de Ciências Agrárias*, Lisboa, v. 42, n. 3, p. 751-760, 2019.

BERRY, E. M. *et al.* The significance of nonsignificance. *QJM*, v.91, p.647-653, 1998.

CARGNELUTTI FILHO, A. Plot size related to numbers of treatments and replications, and experimental precision in dwarf pigeon pea. *Bragantia*, Campinas, v. 77, n. 2, p. 212-220, 2018.

CAMPIONI, L. R. *et al.* Desempenho e qualidade de carcaça de animais terminados em confinamento provenientes do cruzamento de raças bovinas de corte e de leite e análise econômica do sistema. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 6, p. 37950-37961, 2020.

DAMY, S. B. *et al.* Aspectos fundamentais da experimentação animal-aplicações em cirurgia experimental. *Revista da Associação Médica Brasileira*, v. 56, p. 103-111, 2010.

FARIA, G. A. *et al.* Tamanho ótimo de parcelas para experimentos de estabelecimento *in vitro* em espécies do gênero passiflora. *Research, Society and Development*, Vargem Grande Paulista, SP, v. 9, n. 10, p. e8859109354-e8859109354, 2020.

FERREIRA, M. R. A.; FARIA, G. A.; FERREIRA, A. F. A. Cálculo do tamanho da parcela em experimentos com bovinos Mestiços $\frac{1}{2}$ Nelore Po X $\frac{1}{2}$ Angus. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*. 55., 2018, Goiânia. Anais [...] Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2018. p. 1-5. Disponível em: <http://www.adaltech.com.br/anais/zootecnia2018/resumos/trab-1926.pdf>. Acesso em: 17 set. 2023.

HEATH, O.V.S. *A estatística aplicada à pesquisa científica*. 5 ed. São Paulo: EPU, 1981. 95p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa Trimestral do Abate de Animais - 2º trimestre de 2023. Brasília, DF: IBGE, 2023.

LESSMAN, K. J; ATKINS, R. E. Tamanho Ótimo de Parcela e Eficiência Relativa de Projetos de Rede para Testes de Rendimento de Sorgo Grão 1. *Crop science*, v. 3, n. 6, pág. 477-481, 1963.

LISBOA, R. M. Indicadores produtivos e econômico-financeiros para avaliação de sistemas pecuários bovinos de corte. 2022.

LOPES, B. G. et al. Calculation of the ideal plot size for experiments using eucalyptus. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 8, p. e565985712-e565985712, 2020.

MARINHO, J. R. O agronegócio da pecuária de corte em Araguaína (TO): territorialidade e representação simbólica. 2019. 130. Dissertação (Mestrado em Estudos de Cultura e Território) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Estudos de Cultura e Território, Araguaína, 2019.

MEIER, V. D.; LESSMAN, K. J. Estimation of Optimum Field Plot Shape and Size for Testing Yield in *Crambe abyssinica* Hochst. 1. *Crop Science*, Madison, v. 11, n. 5, p. 648-650, 1971.

NEIVA JÚNIOR, A. P. et al. Viabilidade econômica do confinamento de novilhos Nelore e F1 (Angus x Nelore) com grão de milho inteiro na região de Lavras–MG. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 483-501. 2020.

SILVEIRA, V. C. Avaliação do Efeito de Atributos Intrínsecos e Extrínsecos na Formação de Valor pelo Cliente: o caso do mercado de touros certificados da raça Nelore. 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/4601>. Acesso em: 17 set. 2023.

SMITH, H. Fairfield. An empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. **The Journal of Agricultural Science**, v. 28, n. 1, p. 1-23, 1938.