

Impacto da alimentação de bovinos de corte terminados em confinamento: variáveis médias e marginais

Recebimento dos originais: 02/08/2020
Aceitação para publicação: 05/09/2021

Lorena Martins Oliveira

Graduada em Agronomia, IF Goiano (Campus Iporá)
Instituição: IF Goiano (Campus Iporá)
Endereço: Avenida Oeste, nº 350, Parque União, Iporá, GO
CEP 76.200-000
E-mail: lo2703lg@outlook.com

Rowberta Teixeira dos Santos

Graduada em Agronomia, IF Goiano (Campus Iporá)
Instituição: IF Goiano (Campus Iporá)
Endereço: Avenida Oeste, nº 350, Parque União, Iporá, GO
CEP 76.200-000
E-mail: rowberta@gmail.com

Matheus Silva Rodrigues

Graduado em Agronomia, IF Goiano (Campus Iporá)
Instituição: IF Goiano (Campus Iporá)
Endereço: Avenida Oeste, nº 350, Parque União, Iporá, GO
CEP 76.200-000
E-mail: matheusrodriguesipo@gmail.com

Marcelo Medeiros Santana

Mestre em Agronegócio, UFG
Instituição: IF Goiano (Campus Iporá)
Endereço: Avenida Oeste, nº 350, Parque União, Iporá, GO
CEP 76.200-000
E-mail: marcelo.santana@ifgoiano.edu.br

Alcido Elenor Wander

Doutor em Ciências Agrárias, Georg-August-Universität Göttingen
Instituição: Embrapa Arroz e Feijão
Endereço: Rodovia GO-462, km 12, Santo Antônio de Goiás, GO
CEP 75.375-000
E-mail: alcido.wander@embrapa.br

Eduardo Rodrigues de Carvalho

Doutor em Ciência Animal, UFG/Purdue University
Instituição: IF Goiano (Campus Iporá)
Endereço: Fazenda Escola, km 222, Iporá, GO
CEP 76.200-000
E-mail: eduardo.carvalho@ifgoiano.edu.br

Resumo

Este estudo buscou realizar a análise econômica de bovinos de corte de diferentes grupos genéticos e estratégias de alimentação terminados em confinamento a partir de dados primários das variáveis médias e marginais de custo, produtividade, receita e lucro. O registro das pesagens corporais ocorreu a cada 14 dias e os dados da análise econômica foram padronizados nesse mesmo intervalo. Os valores monetários de custo, preço da @ de carcaça, receita e lucro da época dos experimentos foram atualizados pela inflação acumulada até o mês de maio de 2020. Foram considerados dados de consumo de matéria seca (CMS), ganho de peso, conversão alimentar (kg de MS ingerida/kg de ganho de peso), peso de carcaça quente e rendimento de carcaça obtidos no período de 2014 a 2017. Em 2016 verificou-se aumento ($P < 0,05$) no custo da ração (1,16 R\$/kg de MS), custo com alimentação (R\$ 182,29/14 dias) e custo médio (R\$ 10,64/@ de carcaça). O ano de 2015 foi o que apresentou o maior ($P < 0,05$) preço da @ de carcaça (R\$ 188,20/@). A produtividade média (0,1287 @ de carcaça/kg de MS ingerida) e a receita marginal (R\$ 315,66/@ de carcaça) foram maiores ($P < 0,05$) em 2017 comparado aos demais anos. Concluiu-se que as variáveis médias e marginais são ferramentas úteis na análise econômica de bovinos de corte terminados em confinamento e podem auxiliar os pecuaristas a tomarem decisões adequadas de acordo com o custo da alimentação, potencial do ganho de peso dos animais e preço da @ de carcaça.

Palavras-chave: Carcaça. Custo. Receita.

1. Introdução

Historicamente, a atividade pecuária se conceitua como a arte de criar gado, seja para serviços de transporte por tração animal, para consumo de carne e leite das famílias rurais, ou para fins comerciais e industriais. No passado, a bovinocultura de corte não era bem-vista pelos agentes de desenvolvimento, os quais consideravam que a atividade se autossustentava, pois a base alimentar (pastagens) praticamente não tinha custo e engordar boi era “coisa de preguiçoso”, segundo a percepção destes agentes (PINTO; FRANCO, 2014).

A pecuária de corte brasileira se desenvolveu por muito tempo de forma quase extrativista, uma vez que os ciclos pecuários eram bem definidos e vinculados pelas oscilações de preço e estações do ano, conduzindo à situação atual onde a base da pecuária de corte ainda são as pastagens. Contudo, técnicas inadequadas de manejo têm levado a um processo contínuo de degradação com redução da produtividade de matéria seca e capacidade de lotação devido a não reposição de nutrientes e excesso de lotação, os quais resultam em perdas anuais superiores a um bilhão de reais na exploração pecuária (DIAS-FILHO, 2014).

Mesmo com o cenário de praticamente 85% dos 203,4 milhões de hectares de pastagens cultivadas apresentarem algum sinal de degradação, atualmente o Brasil é o

segundo maior produtor e o maior exportador mundial de carne bovina, com um abate 44,7 milhões de animais (equivalente a 9,06 milhões de toneladas de carcaça) e exportação de 2,04 milhões de toneladas de carcaça no ano de 2018 (ANUALPEC, 2019).

A fim de manter a posição de destaque da bovinocultura de corte no mercado interno e externo, os pecuaristas devem investir cada vez mais em conhecimento e tecnologia para atender a necessidade da indústria frigorífica e do consumidor final, melhorando os aspectos de padronização da carcaça e qualidade da carne bovina através da intensificação dos sistemas de produção (PACHECO et al., 2006).

Uma das formas de intensificação do sistema produtivo da carne bovina é a terminação em confinamento, responsável pela engorda de 4,059 milhões de animais de um total de 7,624 milhões de animais terminados em sistemas intensivos de produção (confinamento, semiconfinamento e pastagens de inverno) no ano de 2018 (ANUALPEC, 2019).

A terminação de bovinos de corte em confinamento apresenta algumas vantagens, tais como a redução da idade ao abate, produção de carcaça de melhor qualidade, maior giro do capital, maior oferta de carne bovina no período de escassez de forragem e consequente redução da ociosidade dos frigoríficos, aumento da oferta de forragem para as demais categorias do rebanho após a retirada dos animais que serão confinados, e, ainda, aproveitamento dos subprodutos agroindustriais como ingredientes de rações. Por outro lado, a arroba produzida no confinamento é mais cara em relação à terminação a pasto (LOPES; MAGALHÃES, 2005). Portanto, o êxito econômico da terminação em confinamento depende de alguns fatores, tais como o preço de aquisição e venda dos animais, custo de oportunidade e sistemas de alimentação que proporcionem melhores resultados de ganho de peso e qualidade da carcaça produzida, já que dietas mal balanceadas e um confinamento mal conduzido levarão ao aumento de todos os outros custos, os quais são dependentes do plano nutricional (FERNANDES et al., 2007).

Em vista das recentes mudanças na cadeia produtiva da carne bovina, a avaliação econômica de bovinos de corte terminados em confinamento se torna essencial, pois nem sempre bons resultados zootécnicos resultam em bons indicadores econômicos. O balanceamento adequado das dietas é fundamental para a viabilidade técnica e econômica de um confinamento, uma vez que o custo com a alimentação é um dos itens mais onerosos deste sistema de terminação, variando de 12 a 48% do custo total de produção (LOPES et al., 2011) ou 66 a 77% do custo total de produção, desconsiderando-se o valor da aquisição dos animais na entrada do confinamento (PACHECO et al., 2014). Desse total, aproximadamente 2/3

representam os concentrados energéticos e proteicos, de modo que a qualidade e o valor nutricional dos alimentos volumosos são importantes para a redução dos custos com alimentação (PACHECO et al., 2006; MOREIRA et al., 2009).

Portanto, devido à importância crescente da engorda de bovinos de corte em confinamento e à importância da alimentação neste sistema de terminação de animais e o seu impacto sobre os custos de produção, objetivou-se neste trabalho realizar a análise econômica de bovinos de corte de diferentes grupos genéticos e estratégias de alimentação terminados em confinamento a partir de dados primários das variáveis médias e marginais de custo, produtividade, receita e lucro, cujos resultados de consumo de matéria seca (CMS), ganho de peso, conversão alimentar (kg de MS ingerida/kg de ganho de peso), peso de carcaça quente e rendimento de carcaça estão reportados em Maia et al. (2017), Custodio et al. (2018), Maia et al. (2018) e Dias et al. (2019). A análise econômica da terminação de bovinos em confinamento é importante e a metodologia proposta é inovadora, pois não há estudos na literatura que já tenham utilizado a abordagem metodológica utilizada neste trabalho.

2. Referencial Analítico

O referencial analítico deste trabalho descreve os conceitos de custo médio (CMe), custo marginal (CMg), produtividade média (PMe), produtividade marginal (PMg), receita total (RT), receita marginal (RMg) e Lucro (L), bem como a importância da avaliação destes itens em diversos ramos empresariais, urbanos ou rurais.

2.1. Custo médio (CMe)

O CMe está diretamente relacionado com o volume de produção ou venda, ou seja, são os valores consumidos ou aplicados que têm seu crescimento vinculado à quantidade produzida pela empresa. Tem seu valor determinado em função das oscilações na atividade da empresa, variando de valor na proporção direta do nível da atividade. Em geral, são os custos com fertilizantes, defensivos, combustíveis, manutenção, mão-de-obra, serviços de máquinas, equipamentos, dentre outros (SILVA et al., 2008).

Nas empresas agropecuárias, as unidades produzidas, dependendo do sistema produtivo analisado, serão as sacas de determinado produto, número de animais ou quilogramas de peso vivo do animal produzido. Os valores de CMe, por ser obtido a partir da divisão do custo total pelo número de unidades produzidas, estarão estritamente atrelados à

escala de produção, pois quanto mais unidades obtidas, maior a diluição dos custos fixos (VIANA; SILVEIRA, 2008).

2.2. Custo marginal (CMg)

O custo marginal (CMg) é determinado pela variação do custo total em resposta a uma variação da quantidade produzida, ou seja, representa o custo individual de cada unidade adicional produzida, e assim sucessivamente, conforme ocorre a produção de mais ou menos bens ou produtos. É uma relação matemática que visa encontrar um ponto ótimo, onde o custo de produzir uma unidade a mais seja igual ao CMe de toda a produção. Dessa forma, o cálculo do CMg mostra em qual quantidade o produtor é mais eficiente (PINDICK; RUBINFELD, 2013).

O CMg pode também ser definido como custo incremental, que é o aumento do custo resultante da produção de uma unidade adicional do produto, ou seja, o CMg mede como variam os custos totais ao se aumentar ou diminuir a quantidade produzida, considerando um conceito prospectivo a fim de quantificar em que medida os custos de produção e fornecimento futuro irão variar (MONTEIRO, 2009; PINDICK; RUBINFELD, 2013).

Ao serem representados graficamente, o CMe e o CMg se comportam como uma parábola em “U”. Inicialmente decrescem, pois no início do processo de produção a empresa trabalha com reservas de capacidade (muito capital e pouca mão de obra), assim, o custo total cresce menos que a produção, fazendo que o CMe e CMg decresçam. Após certo nível de produção, o custo total passa a crescer mais que o aumento da produção, tornando o CMe e CMg crescentes (PINDYCK; RUBINFELD, 2013).

O número de bens produzidos quando o CMg é mínimo coincide com o ponto de menor valor da curva, de modo que o custo começa decrescente, atinge o valor mínimo e depois se torna crescente devido a dois fatores: diluição dos custos fixos em mais unidades (Q) e a Lei dos Rendimentos Decrescentes, em que quanto mais unidades de um insumo são utilizadas, menor o resultado que cada unidade desse insumo irá gerar no resultado final da produção (PINDYCK; RUBINFELD, 2013).

O CMg relaciona as variações de custo e quantidades produzidas e o CMe avalia a razão absoluta entre custo total e a produção. Assim, é possível afirmar que quando o $CMg < CMe$ significa que a operação está lucrativa. Ao adicionar mais unidades, o CMe é reduzido até que seja equivalente ao CMg. E quando $CMg = CMe$, encontra-se o ponto onde a produção oferece o menor CMe possível, sendo o ponto onde o processo produtivo atinge sua

maior eficiência. Porém, a partir do ponto em que $CMg > CMe$, a operação de produção de uma unidade extra de produto aumentará o CMe (VENDRUSCOLO; ALVES, 2009).

2.3. Produtividade média (PMe) e Produtividade marginal (PMg)

A análise da eficiência de cada fator de produção através da PMe e PMg decorrem da existência de uma função da produção. Essa função descreve, a partir da combinação específica dos fatores produtivos, a produção máxima que pode ser obtida ao considerar a tecnologia existente e um período de tempo (FELEMA et al., 2013).

A PMe de um fator é o resultado do quociente da produção total (PT) pela quantidade utilizada desse mesmo fator, enquanto a PMg é a variação da PT quando ocorre uma variação no fator de produção. Desta forma, a PMe é compreendida como a relação entre a quantidade total produzida com o que foi gasto para se obter essa produção, enquanto a PMg é a variação dessa produção entre um período específico e outro em relação à variação dos gastos para se obter as respectivas produções, ou seja, é o volume de produção adicional ocasionado pelo acréscimo de uma unidade do fator de produção, mantendo-se constante os demais fatores (MANSFIELD, 1978; PINDYCK; RUBINFELD, 2013).

A relação entre $PMe \times PMg$ permite a identificação da elasticidade parcial de produção (EPP), a qual possibilita verificar o que ocorre quando um fator varia e os demais são mantidos constantes, sendo, portanto, a razão entre as variações relativas na produção e nos fatores utilizados que indicam a sensibilidade da produção em relação à mudança do nível de uso dos fatores. À medida que se utilizam maiores quantidades do fator variável, a PMg desse fator aumenta para em seguida decrescer até eventualmente tornar-se negativa, conforme evidenciado na Figura 1 (MORALLES, 2010).

Em função do nível de uso dos fatores, a EPP permite identificar três estágios de produção (Figura 1). O estágio I (E1) ocorre quando a PT cresce até o ponto em que a PMg do fator variável se iguala à PMe desse fator em seu máximo, correspondendo aos rendimentos médios crescentes dos insumos. Se a produção está sendo realizada no estágio II (E2), a PT cresce até seu máximo e a PMg do fator variável é sempre decrescente até o ponto em que se iguala a zero, correspondendo aos rendimentos médios decrescentes. Quando a produção está sendo realizada no estágio III (E3), a PT é decrescente e a PMg do fator variável é decrescente e negativa, significando que as unidades adicionais do insumo variável provocam declínio na PT (BARROSO et al., 1971; BARBOSA et al., 2013; STRASSBURG et al., 2014).

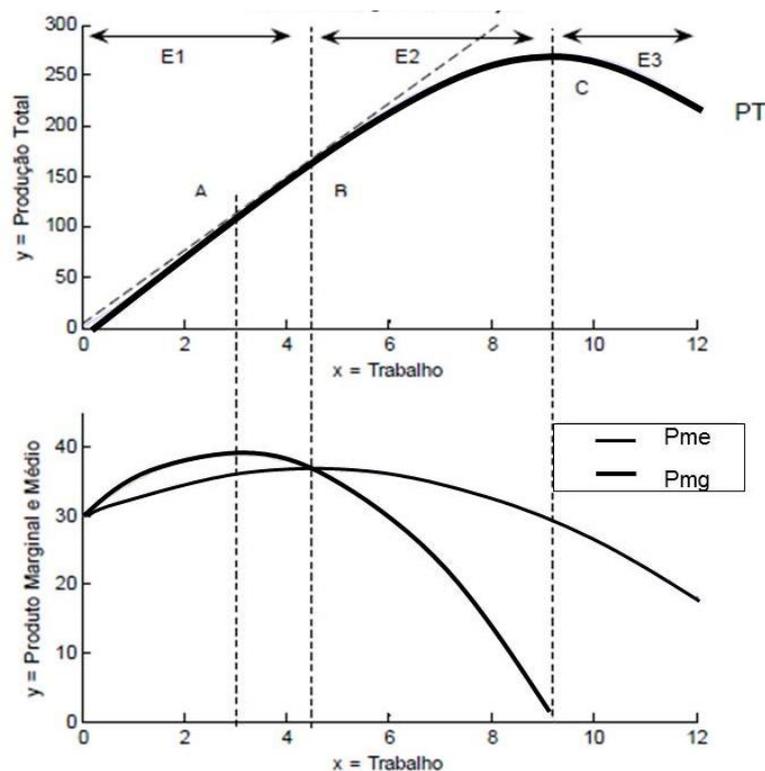


Figura 1: Os três estágios da produção em função da relação entre PME e PMg

Fonte: Moralles (2010)

Assim, os estágios E1 e E3 são considerados irracionais para a produção. No E1, a elevação da PMg significa que a necessidade do fator de produção é pequena, reduzindo o CMg. No E3 a PMg diminui e o CMg aumenta, além disso, é nesse ponto que a PMg de tal insumo é negativa. Considera-se, portanto, que a produção deve ocorrer nos limites do estágio II, ponto em que se tem a PME máxima do fator de produção (CORBETI, 2010; MORALLES, 2010).

A partir dessas relações é possível demonstrar como se comportam a PME e PMg em relação à produção por unidade de trabalho resultante do aumento das unidades de trabalho (Figura 2). Portanto, enquanto a adição ao total produzido (PMg) for maior do que a PME, a mesma deve crescer. Da mesma maneira, enquanto o incremento marginal (PMg) for menor que a PME, a mesma deve decrescer. Assim, as curvas de PMg e PME devem se interceptar no máximo da curva de PME ao considerar funções de produção de proporções variáveis (MORALLES, 2010).

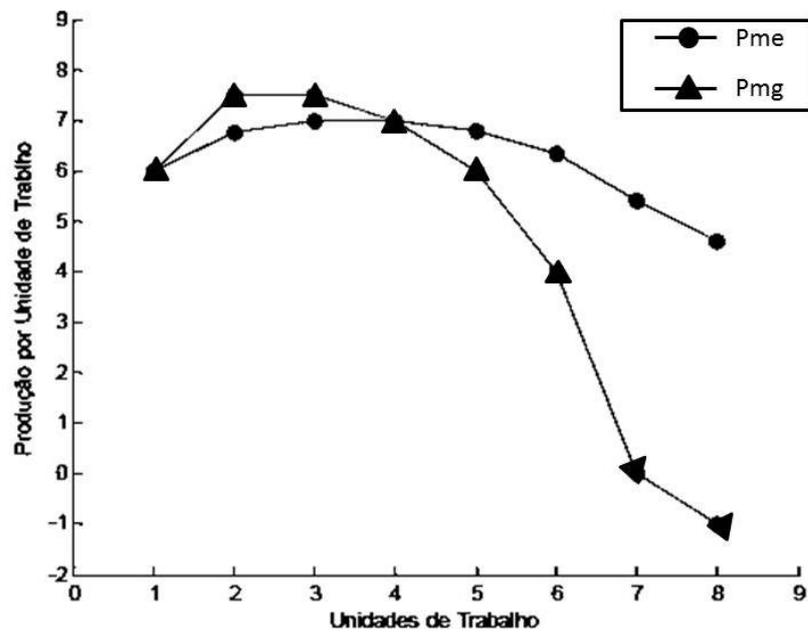


Figura 2: P_{me} e P_{mg} da produção por unidades de trabalho × unidades de trabalho

Fonte: Moralles (2010)

2.4. Receita total (RT), Receita Marginal (RMg) e Lucro (L)

A receita total (RT) é o quanto a empresa recebe pela venda do produto ao preço de mercado, ou seja, a RT é obtida pela multiplicação da quantidade vendida pelo preço de venda do bem ou serviço. O acréscimo da RT da empresa quando se vende uma unidade adicional de seu produto é denominado Receita Marginal (RMg), ou seja, representa a receita extra obtida com o aumento da quantidade vendida. Já o lucro (L) é a diferença entre a receita e o custo de produção (PINDYCK; RUBINFELD, 2013; VICECONTI; NEVES, 2013).

Nas situações em que a receita gerada pela produção de uma unidade adicional supera o custo de fabricação, o empresário deve efetivar a fabricação do produto, já que esta unidade adicional contribuirá para aumentar o lucro ($RMg \geq CMg$). No entanto, caso o custo de produção desta unidade adicional supere a receita adicional ($RMg < CMg$), sua fabricação é inviável, pois contribui para a redução do lucro (NASCIMENTO; LOPES, 2010).

Deste modo, a empresa permanecerá fabricando uma unidade a mais do produto enquanto a RMg for \geq ao CMg da unidade adicional produzida. A maximização do lucro (L) ocorre quando a RMg for igual ao CMg, em que a diferença entre o CMg e a RMg for máxima (pontos A e B), como demonstrado na Figura 3. Se a RMg da empresa for igual ao preço de mercado, a empresa irá escolher uma quantidade tal que o preço seja igual ao CMg a

fim de garantir que a última unidade gasta para produzir o bem seja comercializada por um valor equivalente, maximizando os ganhos. Além disso, devido à hipótese de aversão ao risco da empresa, ela tende a reduzir a oferta de bens até o ponto em que RMg supere o CMg em um montante que seja suficiente para compensar o risco adicional (PINDYCK; RUBINFELD, 2013; CARMO; BITTENCOURT, 2014).

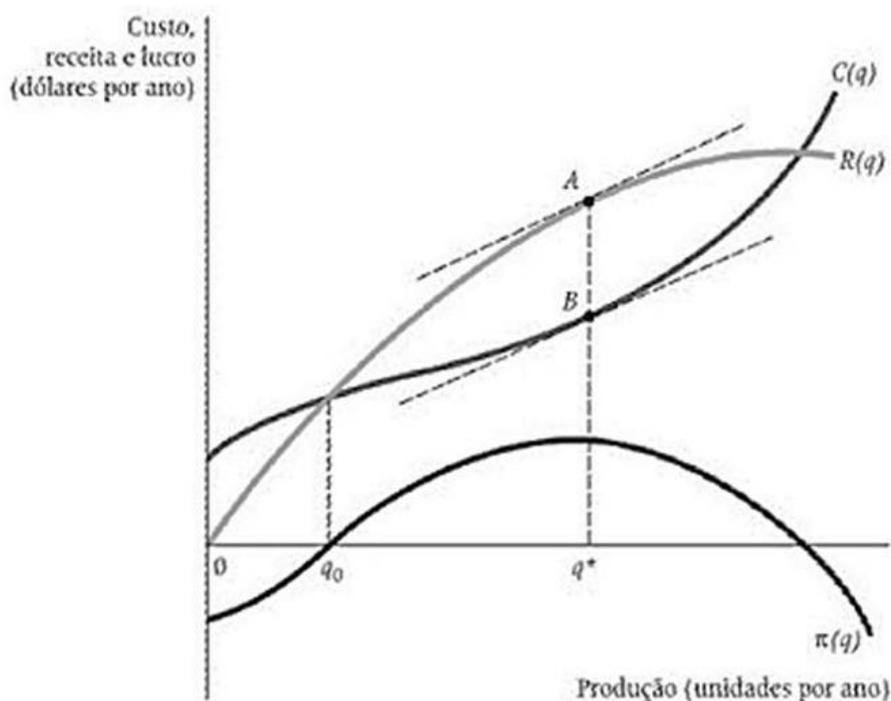


Figura 3: Variação da RMg (R), CMg (C) e L (π) em função das unidades produzidas (q).

Fonte: Pindyck; Rubinfeld (2013)

Na pecuária de corte, a maximização do lucro por animal também ocorre na intersecção entre as curvas da RMg e CMg, buscando encontrar o benefício marginal de se manter o boi vivo sem impactar o CMg. É na busca desse maior ganho que o pecuarista opta por segurar o boi por mais alguns dias na propriedade mesmo que os animais tenham atingido o peso de abate exigido pelos frigoríficos. Ao realizar essa opção, os gastos com alimentação irão aumentar, pois o animal apresenta as maiores taxas de ganho de peso até o estágio de maturação fisiológica, e a partir daí a taxa de ganho é reduzida, resultando em uma conversão alimentar menos eficiente, ou seja, a razão entre o CMS e o ganho de peso de um quilograma de peso corporal (PC) diminui em relação ao período anterior à maturação fisiológica (PEDRINOLA et al., 2009; BORTOLUZZO et al., 2011).

Além do aumento do custo com alimentação, a manutenção dos animais na fazenda que já atingiram o peso de abate pode aumentar o risco da atividade devido ao tempo

adicional para comercialização, além do maior risco com doenças e acidentes (MOREIRA et al., 2009; PACHECO et al., 2014).

É importante destacar que não foram encontrados na literatura estudos que realizaram a análise econômica de bovinos de corte terminados em confinamento utilizando os conceitos descritos neste Referencial Analítico, o que traz um grau de ineditismo do presente trabalho quanto a abordagem e o setor de aplicação.

3. Metodologia

A análise econômica do presente trabalho foi realizada com base nos dados primários dos confinamentos experimentais nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017, todos realizados no Setor de Bovinocultura da Fazenda Escola do IF Goiano (Campus Iporá). Nestes experimentos, os animais (bovinos machos não castrados) foram alimentados com diferentes dietas experimentais, cujos ingredientes e composições nutricionais estão descritos nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. Os confinamentos experimentais foram delineados conforme a Tabela 3, onde está reportado o número de animais utilizados, período de adaptação e coleta de dados, raça ou grupo genético, PC médio inicial, PC médio final, ganho de peso no período experimental e idade média inicial. Informações detalhadas sobre a resposta produtiva dos animais nessas pesquisas podem ser encontradas em Custodio et al. (2018), Dias et al. (2019), Maia et al. (2017) e Maia et al. (2018) para os experimentos realizados nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017, respectivamente.

Todos os animais utilizados nos confinamentos experimentais foram provenientes de rebanho externo de produtores parceiros ao IF Goiano (Campus Iporá).

Os animais foram identificados com brincos plásticos na orelha direita e alojados em baias individuais ($n = 12$) de 10 m^2 cada (2 m de largura \times 5 m de comprimento) e baias coletivas ($n = 8$) de 50 m^2 cada (5 m de largura \times 10 m de comprimento).

As dietas experimentais (Tabelas 1 e 2) foram formuladas e balanceadas para atender as exigências nutricionais diárias de bovinos de corte em confinamento com ganho de peso esperado de $1,8 \text{ kg/dia}$ para os anos de 2014 a 2016 e $1,5 \text{ kg/dia}$ para o ano de 2017 (NRC, 2000). Os animais foram alimentados *ad libitum* uma vez ao dia entre 05h00min e 07h00min horas em quantidades ajustadas diariamente para obtenção de 10 a 15% de sobras a fim de garantir o máximo consumo voluntário de matéria seca (MS).

Tabela 1: Ingredientes das dietas experimentais nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017

Ingredientes (% na MS)	2014			2015		2016 ³	2017		
Cana-de-açúcar <i>in natura</i> (Ci)	22,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Silagem de cana (SC)	-	22,0	-	31,5	31,5	11,0	-	38,3	40,1
Silagem de milho (SM)	-	-	32,0	-	-	-	48,0	-	-
Silagem de grãos úmidos de milho (SGU)	-	-	-	-	-	-	-	51,5	-
MDPS ¹	24,0	24,0	26,0	20,0	17,0	-	-	-	-
Milho grão triturado (MG)	40,5	40,5	29,5	-	-	66,0	-	-	49,5
Sorgo grão triturado (SG)	-	-	-	33,5	18,5	-	42,7	-	-
Farelo de soja	10,0	10,0	9,0	12,0	15,0	6,0	7,0	8,0	8,0
Casca de soja	-	-	-	-	-	13,0	-	-	-
Glicerol não refinado (G)	-	-	-	-	15,0	-	-	-	-
Ureia protegida	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5	-	-	-	-
Ureia	-	-	-	-	-	1,0	0,8	0,7	0,9
Núcleo mineral/vitamínico ²	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,0	1,5	1,5	1,5
Bicarbonato de sódio	-	-	-	-	-	1,0	-	-	-

¹Milho desintegrado com palha e sabugo; ²18% Ca; 20 g/kg P; 17g/kg Mg; 26,7g/kg S; 66,7 g/kg Na; 25,2 mg/kg Co; 416 mg/kg Cu; 490 mg/kg Fe; 25,2 mg/kg I; 832 mg/kg Mn; 7 mg/kg Se; 2.000 mg/kg Zn; 833,5 mg/kg Monenzina; 83.200 UI/kg vitamina A; 10.400 UI/kg vitamina D; 240 UI/kg vitamina E; ³Neste ano utilizou-se uma dieta fixa (descrita na Tabela) e uma dieta variável com níveis crescentes de carboidratos não fibrosos através do aumento gradativo do MG e decrescentes de proteína bruta através da redução gradativa do farelo de soja. A dieta variável era reformulada e balanceada a cada 14 dias de acordo com o peso corporal dos animais

A capacidade volumétrica dos comedouros nas baias individuais e coletivas era de 0,35 e 1,05 m³, respectivamente. O comprimento dos comedouros em cada baia coletiva era de 3,8 m. Todos os comedouros eram de cimento e revestidos com superfície lisa para facilitar a prensão das rações experimentais. Havia seis bebedouros ao longo das doze baias individuais (um bebedouro/dois animais) com capacidade individual de 240 L, enquanto nas baias coletivas existiam quatro bebedouros (um bebedouro/duas baias) com capacidade individual de 380 L. Os bebedouros eram munidos de boias automáticas permitindo a manutenção constante do nível de água tanto nas baias individuais quanto coletivas. As instalações experimentais do Setor de Bovinocultura atendem os preceitos de bem-estar animal e todos os protocolos experimentais dos quatro confinamentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) do IF Goiano sob os números 1/2014, 4/2015, 2284220216 e 6009010317, respectivamente para os anos de 2014, 2015, 2016 e 2017.

Os dados da análise econômica de cada animal foram padronizados em períodos de 14 dias, seguindo-se o mesmo intervalo das pesagens corporais, as quais foram registradas nos dias 1, 14, 28, 42, 56, 70 e 84 dias em relação ao início do experimento após um jejum de sólidos de doze horas. O CMS de cada animal em intervalos de 14 dias foi obtido pela

somatória do CMS diário nos seguintes intervalos (1° ao 14° dia, 15° ao 28° dia, 29° ao 42° dia, 43° ao 56° dia, 57° ao 70° dia e 71° ao 84° dia).

Tabela 2: Composição nutricional das dietas experimentais nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017

Composição nutricional	2014			2015		2016						2017			
	Ci	SC	SM	SG	G	Fixa	V1	V2	V3	V4	V5	V6	SM	SGU	MG
MS, %	67,60	63,88	57,20	63,20	61,40	72,51	71,95	72,49	73,91	71,50	73,15	74,41	48,38	45,48	49,98
PB, % da MS	13,46	14,75	13,86	12,20	12,10	13,71	16,06	15,93	14,69	14,34	13,29	12,00	12,13	11,21	11,17
EE, % da MS	-	-	-	-	-	4,38	4,85	4,96	4,66	4,44	4,83	4,23	2,59	3,09	2,54
FDN, % da MS	38,71	38,77	39,98	34,10	30,00	38,43	42,11	36,69	42,64	37,36	36,77	38,02	40,30	36,53	42,78
FDA, % da MS	12,33	12,29	12,64	-	-	21,71	20,40	16,20	23,17	19,95	19,96	18,27	23,38	23,06	25,03
Celulose, % da MS	2,93	1,66	2,10	-	-	17,15	14,27	13,41	18,38	16,49	16,63	14,45	-	-	-
Hemicelulose, % da MS	26,38	26,49	27,35	-	-	16,72	21,71	20,49	19,47	17,41	16,81	19,75	-	-	-
Lignina, % da MS	9,40	10,63	10,47	-	-	4,57	6,13	2,79	4,79	3,46	3,33	3,82	-	-	-
EB (Mkal/kg de MS)	-	-	-	4,20	4,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cinzas, % da MS	4,94	5,15	6,11	4,90	6,1	5,98	6,32	5,32	5,73	5,69	5,62	4,93	5,41	4,11	4,90
NDT, % da MS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70,75	71,79	69,45
CNF, % da MS	-	-	-	-	-	37,50	30,66	37,10	32,28	38,17	39,49	40,82	39,58	45,06	39,62

MS = matéria seca, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, EB = energia bruta, NDT = nutrientes digestíveis totais, CNF = carboidratos não fibrosos, Ci = Cana-de-açúcar *in natura*, SC = silagem de cana, SM = silagem de milho, SG = sorgo grão, G = glicerol não refinado, Fixa = dieta com níveis nutricionais constantes, V1 a V6 = dietas com níveis nutricionais variáveis (crescentes de CNF e decrescentes de PB) oferecida em intervalos de 14 dias (1° ao 14° dia, 15° ao 28° dia, 29° ao 42° dia, 43° ao 56° dia, 57° ao 70° dia e 71° ao 84° dia), SGU = silagem de grãos úmidos de milho, MG = milho grão

O custo da ração em R\$/kg de MS foi obtido pela multiplicação do valor da ração em matéria natural (MN) pela % de MS da ração oferecida, conforme demonstrado abaixo:

$$\text{Custo da ração em R\$/kg de MS} = \text{R\$/kg da ração em MN} \times 100 \div \% \text{ MS da ração oferecida}$$

O custo com alimentação (CA) para cada animal em intervalos de 14 dias foi calculado da seguinte forma:

$$\text{CA (R\$/14dias)} = \text{CMS em 14 dias} \times \text{R\$/kg da ração em MS}$$

Para o cálculo do aumento proporcional do rendimento de carcaça a cada intervalo de 14 dias, utilizou-se o dado do rendimento de carcaça quente (RCQ) de cada animal obtido após o abate, considerando-se que no início dos experimentos os animais tinham um rendimento de carcaça inicial (RCI) de 50% (KUSS et al., 2009). O resultado da diferença entre o RCQ e o RCI foi dividido por cinco pesagens em 2014 e seis pesagens corporais para os demais anos, sendo este valor acrescido, cumulativamente, a cada intervalo de 14 dias.

A P_{Me} e o custo médio C_{Me} foram determinados conforme Pindyck e Rubinfeld, (2013):

$$P_{Me} (\text{@ de carcaça/kg de MS ingerida}) = \text{@ de carcaça} \div \text{CMS (14 days)}$$

$$C_{Me} (\text{R\$/@ de carcaça}) = \text{CA (R\$/14 days)} \div \text{@ de carcaça}$$

Tabela 3: Descrição dos confinamentos experimentais nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017

Item	2014	2015	2016	2017
Nº de bovinos machos não castrados	24	28	36	30
Período de adaptação (dias)	14	14	14	7
Período experimental (dias)	70	84	84	84
Raça/grupo genético	F1 Red Norte × Nelore	Nelore	18 Nelore e 18 F1 Angus × Nelore	Nelore
PC inicial médio (kg)	447,4	440,6	402,5 (Nelore) / 419,6 (F1)	411,4
PC final médio (kg)	619,5	576,7	546,6 (Nelore) / 599,1 (F1)	552,8
Ganho de peso no período experimental (kg)	172,1	136,1	144,1 (Nelore) / 179,5 (F1)	141,4
Idade inicial média (meses)	21,7	21,5	24	20

PC = peso corporal

A P_{Mg} foi obtida a partir do quociente da variação da @ de carcaça produzida pela variação do CMS em intervalos de 14 dias, a qual indica o aumento no peso da carcaça com a adição de um quilo de MS ingerida. De maneira semelhante, o C_{Mg} foi determinado pelo quociente da variação do CA pela variação de @ de carcaça produzida em intervalos de 14 dias, indicando o aumento do CA em função da adição de uma @ de carcaça produzida (PINDYCK; RUBINFELD, 2013).

$$P_{Mg} (\text{@ de carcaça/kg de MS ingerida}) = \Delta \text{@ de carcaça} \div \Delta \text{CMS (14 dias)}$$

$$C_{Mg} (\text{R\$/@ de carcaça}) = \Delta \text{CA (R\$/14 dias)} \div \Delta \text{@ de carcaça}$$

Os preços da carcaça (R\$/@) utilizados para os cálculos da receita total (RT) foram obtidos pelo CEPEA (2019) durante o período de realização dos quatro confinamentos experimentais. O lucro (L) foi determinado pela subtração da RT menos o CA e menos o preço de aquisição dos animais. Conforme descrito anteriormente, todos os animais utilizados nos confinamentos experimentais foram provenientes de rebanho externo de pecuaristas parceiros ao IF Goiano (Campus Iporá). Entretanto, para fins de análise econômica, considerou-se o preço de aquisição dos animais na região do Oeste Goiano, o qual foi de R\$

1.185,00/cabeça em 2014, R\$ 1.721,50/cabeça em 2015, R\$ 1.847,50/cabeça em 2016 e R\$ 1.545,00/cabeça em 2017 (ANUALPEC, 2019).

$$RT \text{ (R\$)} = @ \text{ de carcaça} \times \text{preço da arroba (R\$/@)}$$

$$L \text{ (R\$)} = RT - CA - \text{preço de aquisição do animal}$$

A RMg foi obtida através do quociente da variação da RT pela variação da @ de carcaça produzida nos intervalos de 14 dias, o que demonstra um incremento de receita com a adição de uma @ de carcaça produzida (PINDYCK; RUBINFELD, 2013).

$$RMg \text{ (R\$/@ de carcaça)} = \Delta RT \div \Delta @ \text{ de carcaça}$$

Os valores monetários do custo da ração (R\$/kg de MS), CA (R\$/14 dias), CMe (R\$/@ de carcaça), CMg (R\$/@ de carcaça), preço da carcaça (R\$/@), RT (R\$), Lucro (R\$) e RMg (R\$/@ de carcaça) foram atualizados pelo Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI) entre os meses de julho, agosto e setembro de 2014, 2015, 2016 e 2017 (época de realização dos experimentos) até o mês de maio de 2020 (FGV, 2020).

Para um melhor entendimento dos cálculos da análise econômica, os mesmos estão demonstrados na Tabela 4, tomando como exemplo o boi de brinco nº 180, raça Nelore, alojado em baia individual e alimentado com a ração à base de silagem de milho no confinamento experimental de 2017.

Os dados foram analisados pelo sistema livre R (R CORE TEAM, 2014) em um modelo misto com medidas repetidas no tempo, considerando-se o ano do confinamento experimental e intervalos de 14 dias como efeitos fixos e animal como aleatório, considerando cada animal como uma unidade experimental, independente da ração e tipo de alojamento.

No modelo estatístico incluiu-se o efeito de ano (2014, 2016, 2016 e 2017), intervalos de 14 dias (1º ao 14º dia, 15º ao 28º dia, 29º ao 42º dia, 43º ao 56º dia, 57º ao 70º dia e 71º ao 84º dia) e a interação entre ano \times intervalos de 14 dias. Quando um efeito fixo foi significativo ($P \leq 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Os valores reportados nas tabelas de resultados representam as médias dos quadrados mínimos e erro padrão das médias (EPM).

Tabela 4: Demonstração dos cálculos da análise econômica em intervalos de 14 dias usando como exemplo o boi de brinco nº 180, raça Nelore, alojado em baia individual e alimentado com ração à base de silagem de milho no confinamento experimental de 2017

Item	Dias relativos ao início do experimento					
	14	28	42	56	70	84
Ração oferecida (kg MN)	319,1	402,5	379,7	366,1	394,2	384,9
Custo da ração (R\$/kg MN)	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
% MS da ração oferecida	71,97	46,57	54,53	47,21	46,14	41,31
Ração oferecida (kg MS)	229,65	187,46	207,04	172,82	181,87	159,02
Sobras (kg MN)	40,0	61,2	53,9	34,2	37,2	40,5
% MS das sobras	64,33	48,88	52,33	54,68	53,46	53,93
Sobras (kg MS)	25,73	29,91	28,20	18,70	19,89	21,84
CMS (kg/14 dias)	203,92	157,55	178,83	154,12	161,98	137,18
Custo da ração (R\$/kg MS)	0,49	0,75	0,64	0,74	0,76	0,85
CA (R\$/14 dias)	99,92	118,16	114,45	114,04	123,10	116,60
Carcaça (@)	16,07	18,34	18,90	19,46	21,46	23,27
PMe (@ carcaça /kg MS)	0,08	0,12	0,11	0,13	0,13	0,17
CMe (R\$/@ carcaça)	6,22	6,44	6,05	5,86	5,73	5,01
PMg (@ carcaça /kg MS)	-	-0,05	0,03	-0,02	0,25	-0,07
CMg (R\$/@ carcaça)	-	8,03	-6,62	-0,73	4,53	-3,59
Preço da carcaça (R\$/@)	150,54	150,17	156,64	169,37	175,89	174,38
RT (R\$)	2.419,17	2.754,11	2.960,49	3.295,94	3.774,59	4.057,82
Lucro (R\$)	439,50	753,97	968,82	1.305,63	1.788,07	2.076,77
RMg (R\$/@ carcaça)	-	147,55	368,53	599,01	239,32	156,48

MN = matéria natural, MS = matéria seca, CMS = kg de MS da ração oferecida – kg de MS das sobras, CA = custo com alimentação, PMe = produtividade média, CMe = custo médio, PMg = produtividade marginal, CMg = custo marginal, RT = receita total, RMg = receita marginal. Os dados de PMg, CMg e RMg aos 14 dias após o início dos experimentos estão ausentes por não haver um intervalo anterior para a realização dos cálculos. Lucro = RT – CA – preço de aquisição do animal na região do Oeste Goiano no ano de 2017 (R\$ 1.545,00 acrescido do índice de 1,211985 que representa a inflação medida pelo IGP-DI acumulada entre julho, agosto e setembro/2017 até maio/2020 segundo a FGV)

4. Resultados e Discussão

Os dados da análise econômica dos confinamentos experimentais dos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017 encontram-se na Tabela 5. Houve diferença ($P < 0,05$) no CMS entre os anos analisados, sendo superior nos anos de 2014 (161,03 kg MS/14 dias), 2015 (159,48 kg MS/14 dias) e 2016 (156,88 kg MS/14 dias) em relação ao ano de 2017 (135,43 kg MS/14 dias).

O CMS é uma variável complexa em animais ruminantes, sendo influenciado por vários fatores, tais como a composição nutricional (teores de fibra em detergente neutro, energia e proteína), tamanho médio das partículas da ração, frequência da alimentação durante o dia, disponibilidade do alimento no comedouro, espaço linear do comedouro, número de

refeições diárias, quantidade de MS ingerida/refeição, potencial produtivo do animal, categoria animal, estado fisiológico do animal, condições ambientais, estresse e sanidade (PEREIRA et al., 2003; GESUALDI JÚNIOR et al., 2006).

O CMS é reduzido quando a ração contém maior relação volumoso/concentrado (V/C), contudo, o CMS é aumentado quando essa relação se inverte. Animais alimentados com rações de alta proporção V/C têm o seu CMS limitado pelo maior enchimento do rúmen e menor taxa de passagem da digesta ruminal, ao passo que animais alimentados com dietas de baixa relação V/C (maior densidade energética) têm seu consumo controlado pela demanda energética do animal e por fatores metabólicos. A fração fibrosa da ração preenche os espaços do retículo-rúmen e leva mais tempo para deixar estes compartimentos gástricos, utilizando-se dos mecanismos de digestão, ruminação e passagem por mais tempo, resultando na menor ingestão de alimentos (MERTENS, 1987; ALLEN, 2000; FORBES, 2003). No ano de 2017 a relação V/C média das dietas foi de 42,1/57,9 (base na MS) e teor médio de FDN de 39,87% na MS, sendo, numericamente, superiores aos demais anos.

O grau de maturação fisiológica também exerce influência sobre o CMS, uma vez que bovinos de corte com maior PC ao início do confinamento tendem a apresentar maior ingestão de alimentos (OWENS et al., 1993). Este relato é condizente com o observado no presente trabalho, pois em 2014 e 2015 os animais iniciaram o confinamento com PC médio numericamente maior (Tabela 3) e aumentaram ($P < 0,05$) o CMS em relação a 2017 (Tabela 5), ano em que os animais iniciaram o confinamento com PC numericamente menor (Tabela 3). Entretanto, ao se comparar o CMS versus PC médio inicial entre os anos de 2016 e 2017, observa-se que a inferência reportada por Owens et al. (1993) não foi válida, uma vez que o PC médio inicial entre os animais da raça Nelore e F1 Aberdeen Angus \times Nelore utilizados em 2016 foi praticamente igual aos animais de 2017 (Tabela 3), todavia, o CMS em 2016 foi superior ($P < 0,05$) a 2017 (Tabela 5), demonstrando que a resposta sobre o CMS envolve uma associação complexa entre fatores dietéticos, ambientais e inerentes ao potencial produtivo do animal.

Tabela 5: Análise econômica dos confinamentos experimentais em intervalos de 14 dias nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017*

Item	Ano				EPM ⁹	Valores de P		
	2014	2015	2016	2017		Ano	Dia ¹⁰	Ano \times Dia
CMS ¹ (kg/14 dias)	161,03 ^a	159,48 ^a	156,88 ^a	135,43 ^b	5,26	<0,05	<0,05	<0,05
Custo da ração (R\$/kg MS)	0,88 ^c	0,79 ^b	1,16 ^d	0,71 ^a	0,01	<0,05	<0,05	<0,05
CA ² (R\$/14 dias)	142,63 ^b	125,74 ^b	182,29 ^c	96,54 ^a	5,19	<0,05	<0,05	<0,05
Carcaça (@)	18,43	17,87	17,25	17,02	0,45	0,07	<0,05	<0,05

PM ^{e3} (@ carcaça/kg MS)	0,1199ab	0,1136b	0,1113b	0,1287a	0,0029	<0,05	<0,05	<0,05
CM ^{e4} (R\$/@ carcaça)	7,49b	7,07b	10,64c	5,68a	0,21	<0,05	<0,05	<0,05
PM ^{g5} (@ carcaça/kg MS)	0,0102	-0,4514	-0,5664	0,0536	0,6597	0,78	0,60	0,96
CM ^{g6} (R\$/@ carcaça)	6,93	-1,64	1,30	9,53	5,03	0,22	<0,05	0,18
Preço da carcaça (R\$/@)	177,33c	188,20a	183,32b	160,52d	0,64	<0,05	<0,05	-
RT ⁷ (R\$)	3.397,21a	3.362,44a	3.156,87a	2.745,52b	81,19	<0,05	<0,05	<0,05
Lucro (R\$)	1.558,26a	953,44b	765,42b	774,61b	77,91	<0,05	<0,05	<0,05
RM ^{g8} (R\$/@ carcaça)	238,74b	203,86bc	149,62c	315,66a	23,38	<0,05	<0,05	<0,05

*Os valores reportados na Tabela 5 se referem às médias dos quadrados mínimos de um animal em cada ano de confinamento experimental. ¹Consumo de matéria seca, ²Custo com alimentação, ³Produtividade média, ⁴Custo médio, ⁵Produtividade marginal, ⁶Custo marginal, ⁷Receita total, ⁸Receita marginal, ⁹Erro padrão da média, ¹⁰Intervalos de 14 dias (1° ao 14° dia, 15° ao 28° dia, 29° ao 42° dia, 43° ao 56° dia, 57° ao 70° dia e 71° ao 84° dia), a, b, c e d: letras diferentes na mesma linha indicam diferença ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey

Apesar da resposta ($P < 0,05$) entre os anos analisados sobre o CMS, não houve efeito ($P > 0,05$) de ano sobre o ganho de carcaça em @ (Tabela 5). Em pesquisas com bovinos de corte terminados em confinamento, é comum haver efeito entre os tratamentos sobre o CMS e não sobre o ganho de peso ou @ de carcaça, pois nem sempre aumentos no CMS se traduzem em um maior desempenho animal. Outra causa provável para a ausência de resposta ($P > 0,05$) na produção de @ de carcaça entre os anos analisados foi o balanceamento adequado das rações para atender as necessidades nutricionais diárias de cada raça ou grupo genético, resultando em uma adequada conversão da MS do alimento ingerido em carne.

A produção de carcaça, assim como o CMS, é uma variável complexa e resultante da interação de diversos fatores que contribuem para uma maior ou menor produção de @ por animal a partir de influências genéticas associadas às técnicas de manejo, nutrição, reprodução e sanidade. O conhecimento da composição corporal, das exigências de energia e proteína para ganho de peso, bem como do valor nutricional dos alimentos para o balanceamento adequado das rações a um menor custo são essenciais para o aproveitamento do potencial genético dos animais para a produção de carne com qualidade (BERG; BUTTERFIELD, 1976; GOULART et al., 2008).

O custo da ração nos anos de 2014 (R\$ 0,88 /kg MS), 2015 (R\$ 0,79/kg MS) e 2017 (R\$ 0,71/kg MS) foi inferior ($P < 0,05$) em relação a 2016 (R\$ 1,16/kg MS; Tabela 5) em parte devido à maior relação V/C nos anos com menor ($P < 0,05$) custo. Nos anos de 2014, 2015 e 2017, a proporção de volumoso utilizado (*in natura* ou ensilado) representou em média 33,17% da composição das rações com base na MS, enquanto que em 2016 a proporção de volumoso (silagem de cana-de-açúcar) foi de 11% com base na MS (Tabela 1). O aumento na relação V/C em rações de bovinos de corte terminados em confinamento significa um potencial redutor do custo do kg da MS, pois o alimento volumoso normalmente é produzido

na própria propriedade, comparado aos concentrados energéticos e proteicos que são geralmente adquiridos externos à propriedade e sujeitos às oscilações de preço do mercado.

Além da baixa relação V/C, outro fator que contribuiu para o aumento ($P<0,05$) do custo da ração em 2016 foi a adição da casca de soja como fonte de fibra não forragem. Inicialmente estava previsto o uso da silagem de milho como fonte de volumoso no confinamento de 2016, mas devido à ocorrência de um veranico de 20 dias na região de Iporá durante a fase de enchimento de grãos na cultura do milho, o que causou a perda de quase 100% da cultura, houve a necessidade da substituição da silagem de milho pela silagem de cana-de-açúcar, além da inclusão da casca de soja como fonte de fibra não forragem para viabilizar a realização do experimento.

O custo da casca de soja em 2016 foi de R\$ 0,69/kg MN e sua inclusão foi de 13% do total da MS da ração (Tabela 1) para complementar a carência de alimento volumoso naquele ano, ao passo que o custo da silagem de cana-de-açúcar foi de R\$ 0,08/kg MN, porém com 11% do total da MS da ração (Tabela 1), sendo, portanto, determinante no aumento ($P<0,05$) do custo da ração de 2016 (R\$ 1,16/kg MS) comparado aos demais anos, além da baixa relação V/C da dieta discutida acima.

Houve diferença ($P<0,05$) entre os anos de confinamento sobre o CA (Tabela 5), sendo o maior custo ($P<0,05$) verificado em 2016 (R\$ 182,29/14 dias) devido ao aumento ($P<0,05$) no custo da ração experimental (R\$ 1,16/kg MS). Em contrapartida, o menor ($P<0,05$) CA foi observado em 2017 (R\$ 96,54/14 dias) devido à redução ($P<0,05$) tanto no CMS (135,43 kg MS/14 dias) quanto no custo da dieta (R\$ 0,71/kg MS; Tabela 5).

A PMe (@ de carcaça/kg de MS ingerida) diferiu entre os anos analisados (Tabela 5), sendo mais alta ($P<0,05$) em 2017 (0,1287 @/kg MS) e mais baixa ($P<0,05$) em 2015 e 2016 (0,1136 e 0,1113 @/kg MS, respectivamente). Este resultado pode ser interpretado pelo menor ($P<0,05$) CMS em 2017, uma vez que o ganho de @ de carcaça foi semelhante ($P>0,05$) entre os anos analisados (Tabela 5).

O aumento ($P<0,05$) no CA no ano de 2016 (R\$ 182,29/14 dias) impactou ($P<0,05$) negativamente o CMe neste mesmo ano (R\$ 10,64/@ de carcaça produzida), ao passo que o ano de 2017 apresentou o menor ($P<0,05$) CMe (R\$ 5,68/@ de carcaça produzida). Portanto, de acordo com os dados descritos na Tabela 5, infere-se que o CA e o CMe são variáveis diretamente proporcionais na análise econômica de bovinos de corte terminados em confinamento, ou seja, à medida que o CA aumenta, o CMe também aumenta, e vice-versa.

Observou-se aumento ($P<0,05$) na RT nos anos de 2014 (R\$ 3.397,21) 2015 (R\$ 3.362,44) e 2016 (R\$ 3.156,87) em relação a 2017 (R\$ 2.745,52) pelo fato do preço da @ do

boi ter sido superior ($P < 0,05$) nesses mesmos anos comparado a 2017 (R\$ 177,33; R\$ 188,20; R\$ 183,32 e R\$ 160,52 para 2014, 2015, 2016 e 2017, respectivamente, Tabela 5). Portanto, é possível afirmar que o aumento ($P < 0,05$) na RT nesses três anos foi influenciado pelo aumento ($P < 0,05$) no preço da @ do boi, uma vez que a quantidade de @ de carcaça produzida não diferiu ($P > 0,05$) entre os anos analisados (Tabela 5).

O ano de 2014 apresentou o maior ($P < 0,05$) L em relação aos demais anos (R\$ 1.558,26; R\$ 953,44; R\$ 765,42 e R\$ 774,61; respectivamente para os anos de 2014, 2015, 2016 e 2017, Tabela 5). Conforme descrito na Metodologia, os animais utilizados nos quatro confinamentos experimentais foram oriundos de pecuaristas parceiros ao IF Goiano (Campus Iporá) que emprestaram seus animais para a realização dos experimentos. Entretanto, para a análise econômica de acordo com a realidade de confinamentos comerciais, considerou-se não somente o CA, mas também o preço de aquisição dos animais na região do Oeste Goiano, que foi numericamente menor em 2014 (R\$ 1.185,00/cabeça) comparado a 2015 (R\$ 1.721,50/cabeça), 2016 (R\$ 1.847,50/cabeça) e 2017 (R\$ 1.545,00/cabeça), o que pode ter influenciado no maior ($P < 0,05$) L em 2014, mesmo com a ausência de resposta ($P > 0,05$) entre os anos de 2014, 2015 e 2016 sobre a RT (Tabela 5).

Desta forma, os dados do presente trabalho sugerem que são necessárias futuras análises econômicas envolvendo não somente o custo com alimentação do confinamento, mas também o custo durante a cria, recria, mão de obra e depreciação da infraestrutura física do confinamento a fim de se obterem informações detalhadas do custo e receita de bovinos de corte terminados em confinamento.

A análise das variáveis marginais é importante para demonstrar a relação entre o uso de um determinado insumo para o incremento de uma unidade produzida (STRASSBURG et al., 2014) a fim de se avaliar os melhores indicadores econômicos de animais de corte terminados em confinamento. Neste trabalho, observou-se que não houve diferença ($P > 0,05$) entre os anos avaliados sobre a PMg e CMg.

Os resultados negativos de PMg em 2015 (-0,4514 @/kg MS) e 2016 (-0,5664 @/kg MS) descritos na Tabela 5 podem ser compreendidos ao se analisar a relação entre CMS versus @ de carcaça produzida (Figura 4), onde se observa que a taxa do ganho de @ de carcaça nas primeiras quinzenas de avaliação é mais alta e diminui ligeiramente nos intervalos finais, porém, o CMS se apresentou variável no decorrer dos experimentos. Inicialmente, o CMS é crescente, tende a uma estabilização e depois decresce nas quinzenas finais de avaliação quando os animais atingiram o peso à maturidade. Ao atingir este estágio fisiológico, o animal reduz a taxa de deposição muscular e aumenta a deposição de gordura,

com isso necessita ingerir menos alimento para atender suas necessidades nutricionais diárias (OWENS et al, 1993), o que pode resultar em valores negativos de PMg dependendo da taxa de redução do CMS ao se agregar os dados de PMg aos intervalos de 14 dias em uma única média, conforme reportado na Tabela 5 nos anos de 2015 e 2016.

De acordo com a EPP descrita no referencial teórico, é possível afirmar que no presente trabalho ocorreram somente os estágios E1 e E2 de produção, uma vez que os animais permaneceram ganhando @ de carcaça até o término dos confinamentos experimentais, porém a menores taxas. A PMg negativa nos anos de 2015 e 2016 (Tabela 5) ocorreu em função do decréscimo do CMS entre os intervalos avaliados, e não pela redução do ganho em @ de carcaça dos animais.

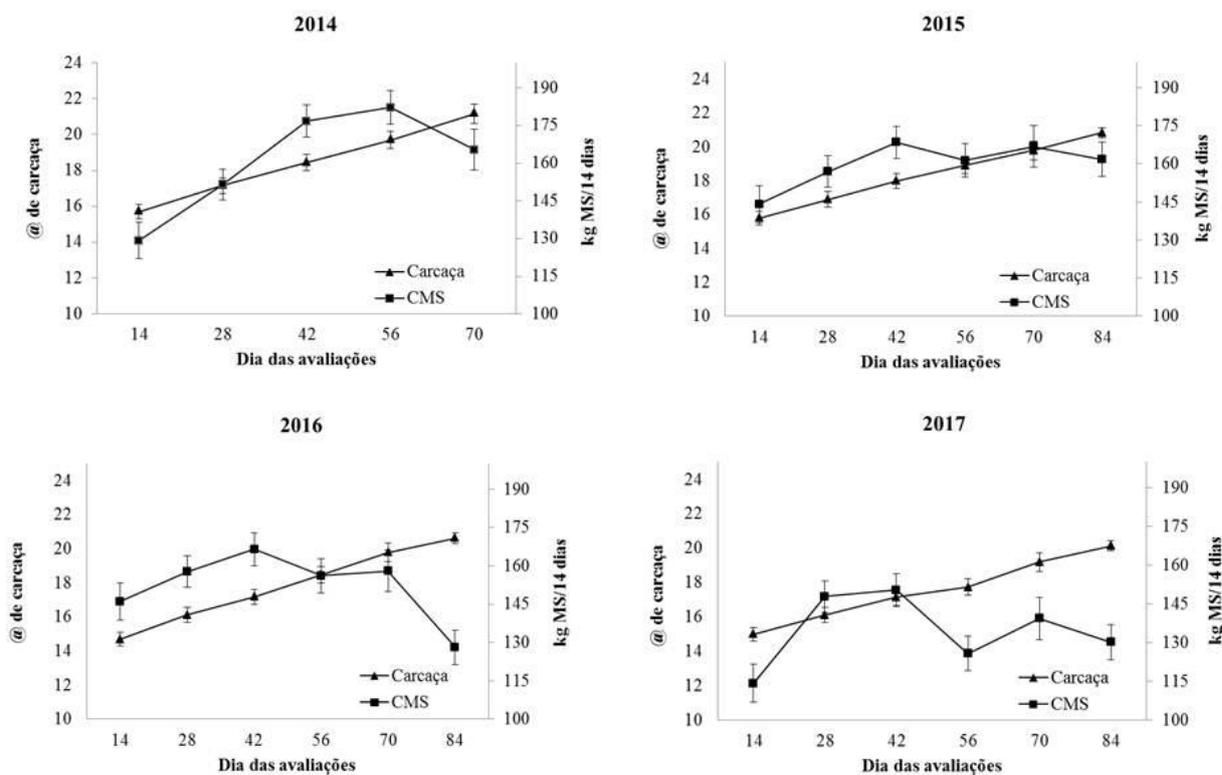


Figura 4: Ganho de @ de carcaça × CMS (kg MS/14 dias) dos confinamentos experimentais nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017

O E1 é o momento em que a $PMg > PMe$, assim, a elasticidade do produto com relação ao insumo variável é > 1 . Isso ocorre quando a variação no ganho de @ de carcaça entre dois intervalos é maior que a PMe no mesmo intervalo, por exemplo, quando a variação da @ de carcaça produzida entre o 29º ao 42º dia é superior à PMe do dia 42. No E2, o ganho

em @ de carcaça cresce a taxas menores e a PMg é decrescente e inferior à PMe, portanto, a elasticidade do produto total em relação ao insumo variável é < 1 . A partir desse ponto, o incremento no ganho de @ de carcaça ocorre em taxas menores entre dois intervalos de 14 dias, sendo que a PMg pode atingir valores negativos quando houver redução do CMS entre dois intervalos consecutivos.

Assim como os valores negativos de PMg em 2015 e 2016, o valor negativo do CMg no ano de 2015 (-R\$ 1,64/@ carcaça) descrito na Tabela 5 pode ser interpretado ao se observar a relação entre o CA versus @ de carcaça produzida em intervalos de 14 dias (Figura 5). Esta relação mostra que o CA sofre variações em diferentes períodos do confinamento devido às oscilações no CMS, uma vez que o CA é obtido pela multiplicação entre CMS em intervalos de 14 dias \times custo da ração em R\$/kg MS. Em todos os anos analisados, observou-se que o CA tende a cair no terço final dos confinamentos experimentais, o que explica o valor negativo do CMg em 2015 (Tabela 5) devido ao nível de redução do CA quando os dados do CMg foram agregados aos intervalos de 14 dias em uma única média.

Este resultado demonstra uma exceção ao conceito clássico de maximização do lucro quando a RMg = CMg (PINDYCK; RUBINFELD, 2013), uma vez que o valor do CMg em 2015 de -R\$ 1,64/@ carcaça foi resultante do decréscimo do CMS entre os intervalos avaliação, e não em função da redução na quantidade de @ de carcaça produzida.

Diferentemente do ocorrido com a PMg e o CMg, a RMg foi alterada ($P < 0,05$) entre os anos avaliados (Tabela 5). O ano de 2017 foi o que apresentou a maior ($P < 0,05$) RMg (R\$ 315,66/@ de carcaça), sugerindo que a produção adicional de uma @ de carcaça gerou maior ($P < 0,05$) receita quando comparada aos demais anos, ou seja, 2017 foi o ano em que o benefício marginal de manter os animais no confinamento por um período mais longo compensou o seu CMg, pois foi o ano com o menor ($P < 0,05$) CA (R\$ 96,54/14 dias), porém com produção de @ de carcaça semelhante ($P > 0,05$) aos demais anos (Tabela 5).

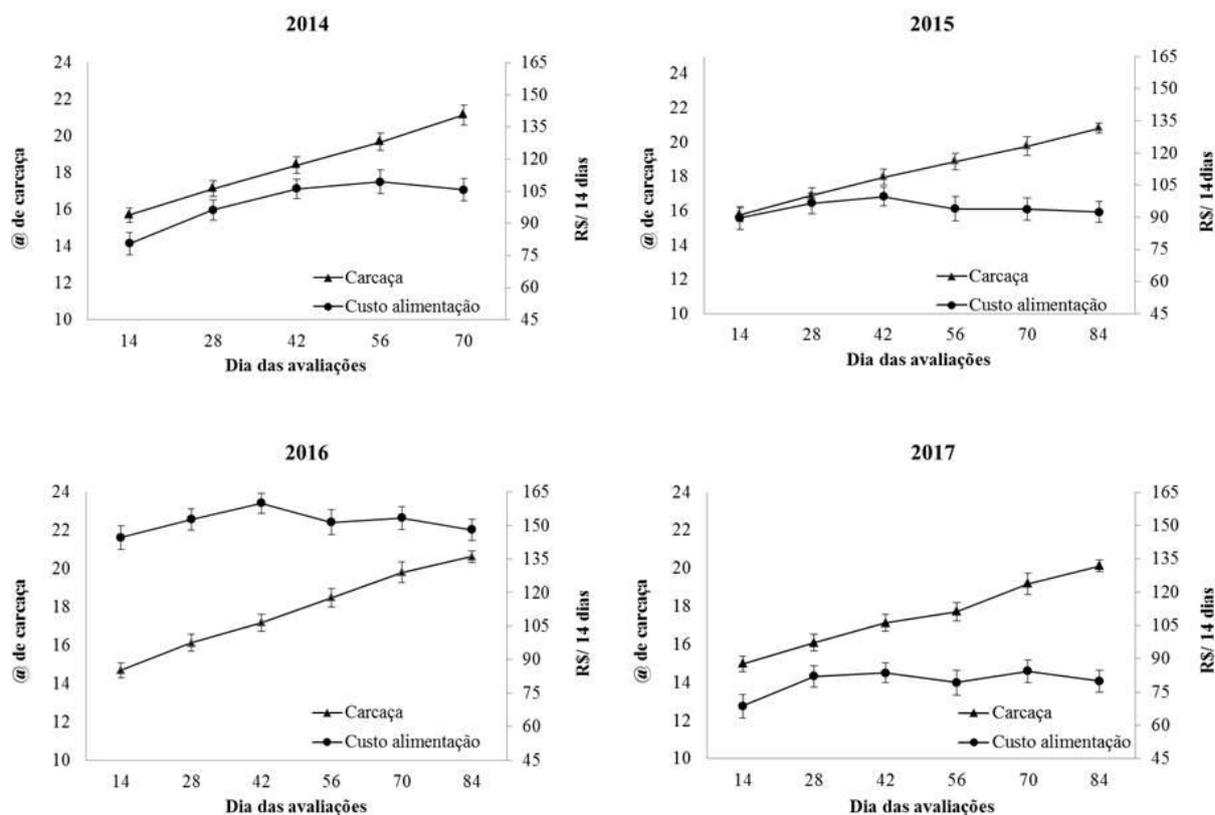


Figura 5: Ganho de @ de carcaça × Custo com alimentação (R\$/14 dias) dos confinamentos experimentais nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017

A utilização da RMg em confinamentos de bovinos de corte pode contribuir de forma valiosa na decisão do momento ideal do abate e comercialização dos animais. Conforme os dados reportados na Tabela 6, a qual se trata da análise descritiva da produção de @ de carcaça e RMg (R\$/@ de carcaça) em relação aos dias de avaliação dos confinamentos experimentais, é possível verificar que, em geral, os animais atingiram 18 @ de carcaça entre 42 a 56 dias após o início dos experimentos, o qual é considerado o peso mínimo exigido pelos frigoríficos para o abate de animais machos (DIAS, 2006). Da mesma forma, observou-se que, de forma geral, os maiores valores numéricos de RMg foram atingidos nesse mesmo intervalo, ou seja, caso essa variável fosse aplicada em confinamentos comerciais, o pecuarista estaria antecipando o abate e aumentando a RMg, e ainda diminuindo os gastos com alimentação e mão-de-obra, além da redução de riscos com doenças e eventuais acidentes com os animais.

Tabela 6: Análise descritiva da produção de @ de carcaça e receita marginal em relação aos dias das avaliações dos confinamentos experimentais nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017

Dias das avaliações ¹	2014		2015		2016		2017	
	Carcaça (@)	RMg (R\$/@)						
14	15,70	-	15,79	-	14,69	-	14,98	-
28	17,15	184,72	16,89	158,73	16,12	189,13	16,09	144,39
42	18,44	317,85	17,98	207,23	17,17	117,84	17,12	267,94
56	19,69	261,98	18,90	222,96	18,49	139,69	17,72	563,20
70	21,15	190,43	19,78	226,50	19,79	151,80	19,18	287,12
84	-	-	20,83	281,16	20,62	142,04	20,11	153,47

¹Dias após o início dos confinamentos experimentais. Os dados de 14 dias após o início dos experimentos estão ausentes por não haver um intervalo anterior para a realização dos cálculos. Os dados de 84 dias no ano de 2014 estão ausentes porque o experimento teve duração de 70 dias

5. Considerações Finais

Este trabalho teve por objetivo realizar a análise econômica de bovinos de corte de diferentes grupos genéticos e estratégias de alimentação terminados em confinamento a partir de dados primários das variáveis médias e marginais de custo, produtividade, receita e lucro.

De acordo com as informações obtidas no presente trabalho, a aplicação das variáveis médias e marginais são ferramentas úteis na análise econômica de bovinos de corte terminados em confinamento, pois:

- possibilita que os produtores rurais e todo o segmento da carne bovina possam tomar decisões adequadas e pautadas nos custos e receitas de confinamentos em diferentes cenários de raça/grupo genético, plano nutricional e preço da @ de carcaça; e
- permite ponderar qual o melhor momento para o abate e comercialização de bovinos de corte confinados.

Assim sendo, uma abordagem metodológica inovadora passa a estar disponível aos pesquisadores que realizam estudos de avaliação de viabilidade econômica no contexto da produção animal. Estudos que utilizem esta abordagem metodológica no contexto da pecuária de corte, suinocultura e avicultura de corte, dentre outras, são muito bem vindos e podem trazer novos resultados e aprimoramentos metodológicos à abordagem aqui proposta.

6. Referências

ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 83, n 7, p. 1598-1624, 2000.

ANUALPEC. *Anuário da Pecuária Brasileira*. São Paulo: Agribusiness Intelligence|Informa, 2019. 280 p.

BARBOSA, W. F.; NASCIMENTO, S. M.; JUSTO, W. R.; SOUSA, E. P. Análise econômica da produção de mel natural na microrregião do Cariri, CE e em Moreilândia, PE. *Revista Ciências Administrativas*, v. 19, n. 1, p. 307-327, 2013.

BARROSO, N. A.; ALBUQUERQUE, J. J. L.; SILVA, A. V. Ponto ótimo de abate de frangos, ano agrícola 1966. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 6, p. 19-25. 1971.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. *New concepts of cattle growth*. Australia: Sydney University Press, 1976. 225 p.

BORTOLUZZO, A. B.; PEDRINOLA, P. D.; MARTINS, S. R. *Tempo ideal para abate de gado de corte via maximização do lucro*. Insper Working Papers, 2011.

CARMO, A. S. S.; BITTENCOURT, M. V. L. O efeito da volatilidade da taxa de câmbio sobre o comércio internacional: uma investigação empírica sob a margem da ótica extensiva sob a ótica da margem extensiva. *Estudos Econômicos*, v. 44, n. 4, p. 815-845, 2014.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. *Consulta ao banco de dados do site*. 2019. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/consultas-ao-banco-de-dados-do-site.aspx>>. Acesso em: 13 ago. 2019.

CORBETI, C. M. C. *Análise de risco para os sistemas de plantio na cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul*. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul- PUCRS. Porto Alegre, 2010.

CUSTODIO, S. A. S.; SILVA, D. A. L.; GOULART, R. O.; DIAS, K. M.; PAIM, T. P.; CARVALHO, E. R. Desempenho de bovinos de corte em confinamento alimentados com diferentes forragens e alojados em baias individuais ou coletivas. *Archives of Veterinary Science*, v. 23, n. 1, p. 33-43, 2018.

DIAS, F. Impactos do aumento de peso e acabamento da carcaça sobre os custos de processamento e valor comercial da carne de bovinos. *II Seminário de Revisão dos Critérios de Seleção das Raças Zebuínas*. Associação Nacional dos Confinadores – ASSOCON, 2006. 42 p.

DIAS, K. M. SANTOS, R. T.; RODRIGUES, M. S.; CLAUDIO, F. L.; CALGARO JUNIOR, G.; ALVES, E. M.; PAIM, T. P.; CARVALHO, E. R. Substituting sorghum grain with crude glycerol in diets for beef cattle. *Archivos de Zootecnia*, v. 68, n. 261, p. 128-136, 2019.

DIAS-FILHO, M. B. *Diagnóstico das pastagens no Brasil*. Embrapa Amazônia Oriental- Documentos, 402, 2014. 36 p.

FELEMA, J.; RAIHER, A. P.; FERREIRA, C. R. Agropecuária Brasileira: desempenho regional e determinantes de produtividade. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 51, n. 3, p. 555-574, 2013.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W.; PERECIN, D.; OLIVEIRA, E. A.; TÚLIO, R. R. Avaliação econômica e desempenho de machos e fêmeas Canchim em confinamento alimentados com dietas à base de silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 36, n. 4, p. 855-864, 2007.

FORBES, J. M. The multifactorial nature of food intake control. *Journal of Animal Science*, v. 81, n. 14, suplemento 2, E139-E144, 2003.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FGV. *Índice Geral de Preços – Disponibilidade Interna (IGP-DI)*. Maio/2020. Disponível em: <<http://www14.fgv.br/fgvdados20/default.aspx>>. Acesso em: 13 jun. 2020.

GESUALDI JÚNIOR, A.; QUEIROZ, A. C.; RESENDE, F. D.; ALEONI, G. F.; RAZOOK, A. G.; FIGUEIREDO, L. A.; GESUALDI, A. C. L. S.; DETMANN, E. Desempenho produtivo e eficiência bioeconômica de bovinos Nelore e Caracu selecionados para peso aos 378 dias de idade recebendo alimentação à vontade ou restrita. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n. 2, p. 576-583, 2006.

GOULART, R. S.; ALENCAR, M. M.; POTT, E. B.; CRUZ, G. M.; TULLIO, R. R.; ALLEONI, G. F.; LANNA, D. P. D. Composição corporal e exigências líquidas de proteína e energia de bovinos de quatro grupos genéticos terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 5, p. 926-935, 2008.

KUSS, F.; LÓPEZ, J.; BARCELLOS, J. O. J.; RESTLE, J.; MOLETTA, J. L.; PEROTTO, D. Características da carcaça de novilhos não-castrados ou castrados terminados em confinamento e abatidos aos 16 ou 26 meses de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 3, p. 515-522, 2009.

LOPES, L. M.; LADEIRA, M. M.; MACHADO NETO, O. R.; SILVEIRA, A. R. M. C.; REIS, R. P.; CAMPOS, F. R. Viabilidade econômica da terminação de novilhos Nelore e Red Norte em confinamento na região de Lavras-MG. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 4, p. 774-780. 2011.

LOPES, M. A.; MAGALHÃES, G. P. Análise da rentabilidade da terminação de bovinos de corte em condições de confinamento: um estudo de caso. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia*, Minas Gerais, v. 57, n. 3, p. 374-379, 2005.

MAIA, M. S.; LOURENÇO, J. L.F.; OLIVEIRA, L. M.; RODRIGUES, M. S.; SANTOS, R. T.; CARVALHO, E. R. Desempenho de bovinos de corte alimentados com três formas de utilização do milho. In: *Anais do Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológica do IF Goiano, Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação do Campus Rio Verde e Seminário de Avaliação dos Programas de Pós-Graduação do IF Goiano*. Anais... Rio Verde (GO) IF Goiano, 2018. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/7ceict/109393-DESEMPENHO-DE-BOVINOS-DE-CORTE-ALIMENTADOS-COM-TRES-FORMAS-DE-UTILIZACAO-DO-MILHO>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

MAIA, M. S.; OLIVEIRA, L. M.; COSTA, I. O.; RODRIGUES, M. S.; SANTOS, R. T.; CARVALHO, E. R. Avaliação de duas estratégias nutricionais e dois grupos genéticos de

bovinos de corte: ganho de peso e carcaça. In: *Anais do Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológica do Instituto Federal Goiano*. Anais... Urutaí (GO) Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, 2017. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/ceictifgoiano/59545-AVALIACAO-DE-DUAS-ESTRATEGIAS-NUTRICIONAIS-E-DOIS-GRUPOS-GENETICOS-DE-BOVINOS-DE-CORTE--GANHO-DE-PESO-E-CARCACA>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

MANSFIELD, E. *Microeconomia: Teoria e Aplicações*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1978.

MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *Journal of Animal Science*, v. 64, n. 5, p. 1548-1558, 1987.

MONTEIRO, M. A. P. *Tarifas no setor de saneamento e custo incremental de desenvolvimento: uma análise preliminar*. Agência Reguladora dos Serviços Públicos Delegados do Estado do Ceará – ARCE, 2009.

MORALLES, H. F. *A influência das variáveis gerenciamento, P&D e treinamento - diferido - na função de produção de empresas do setor de bens de capital brasileiro*. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo - EESC/USP. São Carlos, 2010.

MOREIRA, S. A.; THOMÉ, K. M.; FERREIRA, P. S.; BOTELHO FILHO, F. B. Análise econômica da terminação de gado de corte em confinamento dentro da dinâmica de uma propriedade agrícola. *Custos e @gronegocio on line*, v. 5, n. 3, p. 132-152, 2009.

NASCIMENTO, F. S.; LOPES, H. C. Estratégias de determinação de preço no setor moveleiro de Santa Maria (RS). *Perspectiva Econômica*, v. 6, n. 1, p. 91-109, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7th revised edition. Washington, DC: National Academy Press, 2000. 242 p.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. *Journal of Animal Science*, v. 71, n. 11, p. 3138-3150, 1993.

PACHECO, P. S.; RESTLE, J.; VAZ, F. N.; FREITAS, A. K.; PADUA, J. T.; NEUMANN, M.; ARBOITTE, M. Z. Avaliação econômica da terminação em confinamento de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, n.1, p. 309-320, 2006.

PACHECO, P. S.; SILVA, R. M.; PADUA, J. T.; RESTLE, J.; TAVEIRA, R. Z.; VAZ, F. N.; PASCOAL, L. L.; OLEGARIO, J. L.; MENEZES, F. R. Análise econômica da terminação de novilhos em confinamento recebendo diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 35, n. 2, p. 999-1012, 2014.

PEDRINOLA, P. D.; BORTOLUZZO, A. B.; MARTINS, S. R. *Modelagem do tempo ideal para abate de bois usando séries temporais*. Insper Working Papers, 2009.

PEREIRA, E. S.; ARRUDA, A. M. V.; MIZUBUTI, I. Y.; SILVA, L. D. F. Consumo voluntário em ruminantes. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 24, n. 1, p. 191-196, 2003.

PINDICK, R. S.; RUBINFELD, D. L. *Microeconomia*. 8ª ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2013. 742 p.

PINTO, M. A. B. A.; FRANCO, C. Custos de produção de gado bovino em regime de confinamento: análise do método de custeio por absorção em uma propriedade rural em Tangará da Serra - MT. *Revista UNEMAT de Contabilidade*, v. 3, n.5, 401-418, 2014.

R CORE TEAM. *A language and environment for statistical computing*. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2014. Disponível em: <<http://www.R-project.org>>. Acesso em: 03 out. 2019.

SILVA, D. O.; PESTANA, E.; SOUZA, G. R.; KANEKO, H. S. I. *Gestão de custos com ênfase em confinamento bovino*. 106 p. UNISALESIANO - Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium. Lins, 2008.

STRASSBURG, U.; OLIVEIRA, N. M.; PIACENTI, C. A.; PIFFER, M. Notas sobre a função de produção agropecuária agregada do Paraná. *Revista de Política Agrícola*, v. 23, n. 3, p. 18-28, 2014.

VENDRUSCOLO, M. I.; ALVES, T. W. Estudo da economia de escala do setor de telecomunicações móveis do Brasil pós-privatizações. *Revista Contabilidade & Finanças*, v. 20, n. 49, p. 63-78, 2009.

VIANA, J. G. A.; SILVEIRA, V.C.P. Análise econômica e custos de produção aplicados aos sistemas de produção de ovinos. In: *Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*, 46, Rio Branco (AC), 2008. Anais... Rio Branco: SOBER, 2008.

VICECONTI, P. E. V.; NEVES, S. *Introdução à economia*. 12ª ed. São Paulo: Saraiva, 2013. 576 p.