

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O CRESCIMENTO E
DESENVOLVIMENTO DE FÊMEAS BRANGUS**

FREDY ANDREY LOPEZ GONZALEZ
Zootecnista
Universidad de Antioquia[†]
Tecnólogo em Ciência da Computação
Corporación Universitaria Adventista[†]
[†]Colômbia

Dissertação apresentada como um dos requisitos para à obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia
Área de concentração Produção Animal

Porto Alegre (Rio Grande do Sul), Brasil
Abril, 2015

CIP - Catalogação na Publicação

LOPEZ GONZALEZ, FREDY ANDREY
EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O CRESCIMENTO E
DESENVOLVIMENTO DE FÊMEAS BRANGUS / FREDY ANDREY
LOPEZ GONZALEZ. -- 2015.
77 f.

Orientador: José Fernando Piva Lobato.
Coorientador: Jaime Urdapilleta Tarouco.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Programa
de Pós-Graduação em Zootecnia, Porto Alegre, BR-RS,
2015.

1. crescimento de novilhas de corte. 2. área do
músculo longissimus. 3. espessura de gordura na
picanha. 4. espessura de gordura subcutânea. I. Piva
Lobato, José Fernando, orient. II. Urdapilleta
Tarouco, Jaime, coorient. III. Título.

FREDY ANDREY LOPEZ GONZALES
Zootecnista

DISSERTAÇÃO

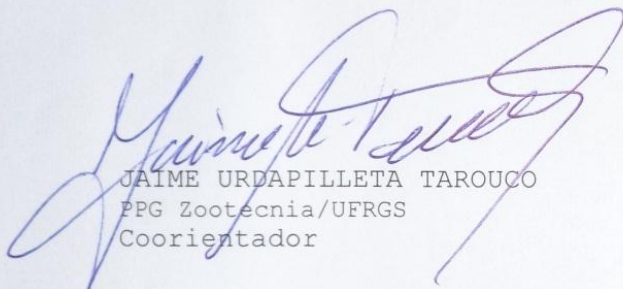
Submetida como parte dos requisitos
para obtenção do Grau de

MESTRE EM ZOOTECCNIA

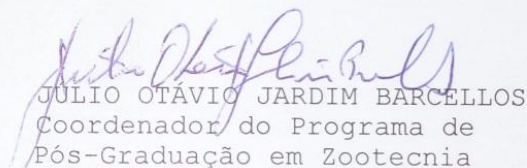
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Faculdade de Agronomia
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre (RS), Brasil

Aprovado em: 31.03.2015
Pela Banca Examinadora


Homologado em: 28.09.2015
Por



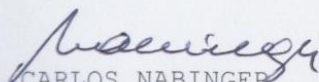
JAIME URDAPILLETA TAROUCO
PPG Zootecnia/UFRGS
Coorientador



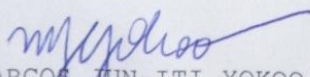
JULIO OTÁVIO JARDIM BARCELLOS
Coordenador do Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia



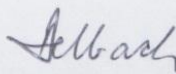
HAROLD OSPINA PATIÑO
PPG ZOOTECCNIA-UFRGS



CARLOS NABINGER
PPG ZOOTECCNIA-UFRGS



MARCOS JUN-ITI YOKOO
EMBRAPA - PECUÁRIA SUL



PEDRO ALBERTO SELBACH
Diretor da Faculdade de Agronomia

AGRADECIMENTOS

Ao eterno, pela vida maravilhosa que me concedeu e pelas pessoas que ele colocou ao meu redor.

Agradeço a toda minha família, em especial a minha querida mãe, Marilce González, pela educação, por todo o apoio e amor concedidos sempre. Aos meus queridos irmãos Yeison e July Margarita pelo companheirismo e parceria ao longo das nossas vidas. Aos meus prezados avós Carmen e Arturo pelo afeto e pelas suas orações para comigo, e a minha tia Elsy pelo seu carinho e apoio familiar em todo momento.

A minha família no Brasil, família Heller Pereira, agradeço por todo o acolhimento recebido, pelo carinho e atenção concedidos. Em especial a minha amada namorada Carolina, pelo seu amor, carinho, cuidado e por estar sempre ao meu lado. Também agradeço aos meus sogros, Natanael e Carmem, e aos avós Kurt e Alice, por serem pessoas tão maravilhosas e queridas que me oportunizaram tantas coisas maravilhosas aqui no Brasil.

A professora Liliana Mahecha Ledesma por me incentivar a realizar a viagem que construiu meu projeto de vida, a grande viagem ao Brasil.

A meu amigo Gregorio Restrepo pelos ensinamentos de vida, por apoiar os primeiros passos da minha educação e por me colocar dentro do avião rumo a Porto Alegre, fato que jamais esquecerei.

Aos meus grandes amigos, em especial aos meus colegas Mateus Pivato, Andres Prato, José Castilho, Douglas Mena e Giovanna Rist pela amizade sincera e pela parceria.

Ao meu orientador, Jaime Tarouco, pela oportunidade em realizar meus dois anos de mestrado, ensinamentos e por todo o auxílio.

Agradeço ao professor Harold, por ter me recebido no Brasil, pela amizade, pela oportunidade e por todo o conhecimento adquirido.

Ao professor José Fernando Piva Lobato, muito obrigado pelos seus ensinamentos práticos e aplicáveis ao mundo real.

Ao professor Luis Fernando Batista Pinto pelo suporte estatístico.

Ao professor Júlio Barcellos, pelos conhecimentos adquiridos e por toda a oportunidade concedida.

Para todos aqueles que auxiliaram na realização dos experimentos na Estação Experimental Agrônoma (EEA) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), principalmente ao engenheiro agrônomo Marcelo Nicola e ao professor Renato Levien.

A secretária Ione, por estar sempre disposta a responder dúvidas referentes à pós-graduação, por ser tão prestativa e competente.

Ao Pós-Graduação em Zootecnia, professores e demais funcionários da UFRGS, por terem contribuído no meu crescimento humano, técnico e profissional.

E por último sem ser menos importante, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do governo brasileiro pelo apoio financeiro dos meus estudos de Pós-Graduação.

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO SOBRE O CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO DE FÊMEAS BRANGUS ¹

Autor: Fredy Andrey Lopez Gonzalez

Orientador: José Fernando Piva Lobato

Coorientador: Jaime Urdapilleta Tarouco

Resumo – O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta de crescimento e desenvolvimento tecidual de gordura e músculo, através de medidas seriadas obtidas por ultrassom em fêmeas Brangus após desmama, até os 16 meses de idade em diferentes manejos alimentares. O trabalho envolveu 43 fêmeas da raça Brangus. No início do estudo os animais apresentavam uma média de peso vivo (PV) ajustado aos 205 dias de idade de 172.9 ± 18.45 kg e foram distribuídos aleatoriamente em quatro tratamentos de manejo alimentar (MA). O tratamento 1 (T1, n = 9) com média de PV e erro padrão de 160.1 ± 2.5 kg, respectivamente. O tratamento 2 (T2, n = 9) 158.1 ± 4.4 kg, tratamento 3 (T3, n = 9) 167.3 ± 3.8 kg e tratamento 4 (T4, n = 16) 170.8 ± 3.6 kg. As características peso vivo, área do músculo *longissimus* (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) foram mensuradas dos 205 até os 485 dias de idade, enquanto que espessura de gordura na picanha (EGP) foi mensurada dos 261 até os 485 dias de idade. O peso vivo, AOL, EGS e EGP foram avaliados a cada 56 dias. O ganho médio diário (GMD) de PV apresentou uma grande influência no crescimento e na deposição dos tecidos muscular e adiposo, sendo necessários ganhos acima de 0.566 kg/dia, para que possa ocorrer o crescimento destes tecidos. A deposição de gordura de cobertura pode ser comprometida em animais que experimentam ganhos médios diários menores que 0.401 kg/dia na fase de recria, culminando com perda de escore corporal. Nas condições deste estudo, o manejo alimentar T4 mostrou impacto no aumento do peso vivo e deposição tecidual de gordura e músculo aos 16 meses de idade. O manejo alimentar com suplementação energética diária por um período de 112 dias durante o inverno sob condições de pastoreio, afetou positivamente a percentagem do peso vivo maduro aos 16 meses de idade, o crescimento e o desenvolvimento da área do músculo *longissimus*, espessura de gordura na costela e espessura de gordura na picanha. As magnitudes das taxas de ganho de peso vivo são determinantes na deposição tecidual de gordura e músculo. A ultrassonografia em tempo real é uma tecnologia que pode ser utilizada para estimar o desenvolvimento tecidual da gordura e músculo com medidas repetidas no tempo, para ser utilizada como ferramenta de manejo e método de seleção de novilhas de reposição para obtenção de eficiência no sistema de produção.

Palavras chave: área do músculo *longissimus*, espessura de gordura na picanha, espessura de gordura subcutânea

¹ Dissertação de Mestrado em Zootecnia – Produção Animal, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil. (74 p.) Abril, 2015.

EFFECT OF SUPPLEMENTATION ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF BRANGUS HEIFERS ¹

Author: Fredy Andrey Lopez Gonzalez

Adviser: José Fernando Piva Lobato

Co-Adviser: Jaime Urdapilleta Tarouco

Abstract – The objective of this study was to evaluate the growth and tissue development of fat and muscle through serial measurements obtained by ultrasound in Brangus females after weaning until 16 months of age under different feeding management. The study involved 43 Brangus breed females. At the begin of study the animals had an average body weight (BW) set at 205 days of age of 172.9 ± 18.45 kg and were randomized into four feeding management treatments (MA). Treatment 1 (T1, n = 9) with an average of BW and standard error of 160.1 ± 2.5 kg, respectively. Treatment 2 (T2, n = 9) 158.1 ± 4.4 kg, treatment 3 (T3, n = 9) 167.3 ± 3.8 kg and Treatment 4 (T4 n = 16) 170.8 ± 3.6 kg. The characteristics BW, rib eye area (REA), back fat thickness (BF), were measured from 205 to 485 days of age, while rump fat (RF) was measured from 261 to 485 days age. Body weight, REA, BF and RF were evaluated every 56 days. The average daily gain (ADG) had a strong influence on growth and deposition of muscle and fat tissues, requiring gains above of 0.566 kg/day, to occur growth of these tissues. The deposition of fat cover may be compromised in animals with average daily gain lower than 0.401 kg/day in the growing phase, culminating in loss of body score condition. In our study, feeding management T4 showed impact on the increase of body weight and tissue deposition of fat and muscle to 16 months of age. The feeding regime with daily energy supplementation for a period of 112 days during the winter under grazing conditions, positively affected the percentage of mature body weight at 16 months of age, growth and development of rib eye area, back fat thickness and rump fat. The magnitudes of live weight gain rates are crucial in tissue deposition of fat and muscle. The real-time ultrasound is a technology that can be used to estimate the tissue development of fat and muscle with repeated measures over time, to be used as a management tool and replacement heifer selection method for obtaining efficient production system.

Keywords: back fat thickness, rib eye area, rump fat

¹ Master of Science dissertation in Animal Science, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil. (74 p.) April, 2015.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
1.1 HIPÓTESE	13
1.2 OBJETIVOS	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.1.1 Objetivos Específicos	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Aspectos sobre qualidade da reposição de novilhas de corte.....	14
2.2 Crescimento animal	15
2.3 Curva de crescimento	16
2.4 Uso da ultrassonografia na estimativa da composição corporal	17
2.5 Características de carcaça obtidas por ultrassom.....	18
2.5.1 Espessura de gordura subcutânea (EGS).....	18
2.5.2 Área do músculo <i>longissimus</i> (AOL)	19
2.5.3 Espessura de gordura na picanha (EGP).....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Local e animais	21
3.2 Avaliações in vivo e equipamentos	22
3.3 Análise estatística	23
4. RESULTADOS	25
5. DISCUSSÃO	32
6. CONCLUSÕES	37
8. REFERÊNCIAS	38
9. APÊNDICES	48
10. VITA	77

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1. Manejos alimentares para cada tratamento**20**

Tabela 2. Médias \pm erro padrão, máximo, mínimo e coeficiente de variação para Peso Vivo, AOL, EGS e EGP para os manejos alimentares T1, T2, T3 e T4 nas idades (205, 261, 317, 373, 429 e 485 dias).....**24**

Tabela 3. Ganhos totais dos períodos e ganhos médios diários nos manejos alimentares T1, T2, T3 e T4, para Peso vivo, AOL, EGS e EGP nas idades (205, 261, 317, 373, 429 e 485 dias).....**25**

Tabela 4. Percentagem do peso vivo \pm percentagem do erro padrão em relação ao peso vivo da vaca adulta (485 kg) para os manejos alimentares T1, T2, T3 e T4 nas idades (205, 261, 317, 373, 429 e 485 dias).....**26**

RELAÇÃO DE FIGURAS

- Figura 1.** Evolução do peso vivo e a AOL (área do músculo *longissimus*) em função da idade das novilhas nos diferentes períodos de manejo alimentar.....**27**
- Figura 2.** Evolução da EGS (espessura de gordura subcutânea) e EGP (espessura de gordura na picanha) em função da idade das novilhas nos diferentes períodos de manejo alimentar.....**28**
- Figura 3.** Ganho total dos períodos para Peso vivo, AOL (área do músculo *longissimus*), EGS (espessura de gordura subcutânea) e EGP (espessura de gordura na picanha) em relação ao GMD (ganho médio diário de peso vivo) do período nos diferentes manejos alimentares.....**29**

RELAÇÃO DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AOL	Área de músculo <i>longissimus</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
CV	Coeficiente de variação
EEA	Estação Experimental Agronômica
EGP	Espessura de gordura na picanha
EGS	Espessura de gordura subcutânea
IGF-I	Fator de crescimento semelhante à insulina tipo I
MA	Manejo alimentar
NDT	Nutrientes digestíveis totais
PB	Proteína bruta
PV	Peso vivo
T1	Manejo alimentar 1
T2	Manejo alimentar 2
T3	Manejo alimentar 3
T4	Manejo alimentar 4
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UGC	Ultrasound Guidelines Council

1. INTRODUÇÃO

A bovinocultura é um dos principais destaques do agronegócio brasileiro no cenário mundial. Até 2023, com base no Mapa (2013) existe a expectativa de que a produção aumente 22%, o consumo da carne bovina 43% e as exportações 2.5% por ano.

Para que estas previsões se concretizem, faz-se necessário compreender e melhorar os sistemas de reposição de novilhas, pois como consequência disto, melhora-se a base genética do rebanho de vacas quando as novilhas são integradas, já que estas serão a base de produção do sistema (Hersom *et al.*, 2013).

Portanto, na pecuária de corte, o processo de crescimento e desenvolvimento em fêmeas de reposição merece especial atenção, pois este impacta a precocidade sexual, o início da atividade reprodutiva (Day *et al.*, 1986; Randel e Welsh, 2013), a taxa de retenção de novilhas e a longevidade da vaca (Endecott, R. L. *et al.*, 2013).

Este processo todo passa pela necessidade de compreender o crescimento e desenvolvimento dos tecidos corporais, o qual é um processo biológico complexo, que envolve interações entre fatores hormonais, nutricionais, genéticos e de metabolismo (Bultot *et al.*, 2002).

No região sul do Brasil, os sistemas de produção de bovinos de corte estão principalmente baseados em pastagens naturais, com o desmame de bezerras no outono e início da recria dos animais no inverno.

Estes períodos são caracterizados por apresentarem influencia negativa sobre a quantidade e qualidade das pastagens naturais, limitando o consumo de energia e proteína por parte dos animais (Berretta *et al.*, 2000). Isto pode resultar em redução no crescimento dos animais (Horn *et al.*, 2005; Viñoles *et al.*, 2009) e elevada idade por ocasião do início da reprodução.

Desta forma, regimes nutricionais após a desmama que ofereçam dietas de alta qualidade são positivamente associados a um melhor estado metabólico, estimulando uma alta taxa de crescimento ósseo, muscular e deposição de gordura (Hopper *et al.*, 1993; Hall *et al.*, 1995), podendo influenciar no subsequente desempenho na vida útil reprodutiva das fêmeas (Gunn *et al.*, 1995).

Estudos que abordam características de composição corporal em fêmeas de reposição foram realizados por Hopper *et al.* (1993) em animais da raça Angus e Santa Gertrudis. Buskirk *et al.* (1996) estudaram os efeitos da energia da dieta e da somatotropina bovina sobre as características de crescimento, fertilidade, e produção e composição do leite em novilhas.

Shaffer *et al.* (2011), avaliaram a relação entre o consumo alimentar residual e a fertilidade como determinante da idade à puberdade e taxa de concepção. Lardner *et al.* (2014) avaliaram os efeitos do desenvolvimento de novilhas a um peso alvo de acasalamento de 55 e 62% do peso de maturidade e o gerenciamento em um sistema de criação extensivo e intensivo, respectivamente.

Guggeri *et al.* (2014) compararam o crescimento e o desenvolvimento corporal, parâmetros endócrinos e idade à puberdade em

bezerras de desmame precoce desmamadas de forma tradicional com ou sem suplementação rica em energia e proteína durante a lactação.

No Brasil por sua vez, alguns estudos avaliaram o desempenho de novilhas de corte, considerando principalmente as características peso e ganho médio diário (Frizzo *et al.*, 2003; Pilau *et al.*, 2004; Barcellos *et al.*, 2014). Yokoo *et al.* (2014) confrontaram diferentes estruturas de (co)variâncias residuais e modelaram mudanças no desenvolvimento das características de crescimento e de carcaça em novilhas.

Apesar destes trabalhos, estudos avaliando o impacto de diferentes manejos alimentares sobre o crescimento das características de composição corporal ao longo do tempo são raros. Portanto, é escasso o conhecimento sobre como crescem e se desenvolvem as características área do músculo *longissimus*, espessura de gordura subcutânea entre a 12^a e a 13^a costela e no quadril sob diferentes regimes alimentares em condições de pastoreio. Características essas de grande importância em programas de seleção que objetivam melhorar a qualidade das novilhas de reposição nos rebanhos comerciais.

Neste contexto, é importante estudar, caracterizar e avaliar no animal vivo, o efeito de diferentes manejos alimentares sobre o crescimento e a composição corporal.

1.1 HIPOTESE

As características de composição corporal de novilhas Brangus podem apresentar alterações ao longo do tempo de acordo com o manejo alimentar.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a resposta de crescimento e desenvolvimento tecidual de gordura e músculo, através de medidas seriadas obtidas por ultrassom em fêmeas Brangus após desmama, até os 16 meses de idade em diferentes manejos alimentares.

1.2.1.1 Objetivos Específicos

Estimar o crescimento e desenvolvimento corporal representado pelo peso vivo, área do músculo *longissimus*, espessura de gordura subcutânea na costela e espessura de gordura na picanha.

Verificar o efeito de alterações do peso e ganho médio diário na composição corporal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos sobre qualidade da reposição de novilhas de corte

O desenvolvimento de novilhas de reposição é um componente crítico nos sistemas de produção de bovinos de corte (Grings *et al.*, 2007). Portanto, um dos objetivos de um sistema de desenvolvimento de novilhas é melhorar a base genética do rebanho quando as novilhas são integradas, pois a obtenção da puberdade e a retenção de fêmeas são características essenciais dentro de um empreendimento pecuário (Hersom *et al.*, 2013).

Diante disto, o componente principal que afeta a idade a puberdade e taxa de retenção de novilhas, bem como a longevidade da vaca é o manejo alimentar empregado durante as fases de desenvolvimento desta categoria (Endecott, R. *et al.*, 2013).

O tipo de sistema de desenvolvimento de novilhas tem profundos efeitos sobre o crescimento. Por muitos anos foram estabelecidas diretrizes, indicando que novilhas de reposição devem atingir 60 a 65% do seu peso adulto esperado para serem acasaladas (Patterson *et al.*, 1992). Porém, subsequentes pesquisas demonstraram que a quantidade de alimento oferecida aos animais pode ser reduzida sem maiores efeitos adversos no desenvolvimento.

Recentes estudos indicam que novilhas atingindo <55% do peso vivo adulto ao acasalamento têm capacidade reprodutiva semelhante às novilhas contemporâneas mais pesadas (Funston e Deutscher, 2004; Martin *et al.*, 2008). Entretanto, grande parte desses estudos foram realizados em situações de confinamento, sendo que são raros os resultados comparando sistemas de desenvolvimento de novilhas de reposição a pasto (Larson *et al.*, 2011).

A influência da nutrição e a taxa de crescimento à puberdade em novilhas de corte tem sido estudada por vários pesquisadores (Randel e Welsh, 2013). A taxa de crescimento pós-desmama é inversamente correlacionada com a idade à puberdade e pode ser influenciada pelo manejo alimentar (Wiltbank *et al.*, 1966; Arije e Wiltbank, 1974).

O "conceito de peso alvo" envolve um programa nutricional onde as novilhas são alimentadas para crescer a uma taxa prevista, de maneira que atinjam a puberdade ao início da época de reprodução (Lamond, 1970). O início da puberdade parece estar controlado pela quantidade total de crescimento em vez da taxa ou tempo de crescimento das novilhas (Varner *et al.*, 1977; Clanton *et al.*, 1983).

Segundo Hersom *et al.* (2013), não só o peso vivo, mas também a deposição de gordura é importante no quesito qualidade de novilhas de reposição. Eles afirmaram que a seleção de novilhas de corte com base no consumo residual tem vários resultados consistentes, tais que novilhas que apresentam baixos consumos residuais têm uma composição corporal com menos tecido adiposo. Isto leva a um maior tempo para atingir a puberdade e concepção. O que pode estar associado a uma menor deposição de gordura (Shaffer *et al.*, 2011; Randel e Welsh, 2013).

A forte influência das reservas de gordura corporal no retorno ao estro após o parto, indica que a seleção de novilhas de corte mais magras

pode afetar o desempenho reprodutivo em relação à puberdade e acasalamento pós-parto de novilhas de primeira cria (Randel e Welsh, 2013). O que está relacionado com o afirmado por Brody (1945), ao sugerir que a puberdade ocorre num ponto de inflexão da curva de crescimento, correspondendo a uma mudança na composição corporal, passando o animal de um estado magro para um estado de deposição de gordura.

Desta forma, o consumo energético é a consideração nutricional primária para o desenvolvimento reprodutivo de novilhas de corte (Maas, 1987). Portanto, a suplementação energética em muitas ocasiões é necessária em sistemas de cria, especialmente em aqueles à base de forragens de baixa qualidade (Schillo *et al.*, 1992; Roberts *et al.*, 1997). Assim, a inclusão de ingredientes energéticos na dieta pode ser benéfica para o crescimento e o desenvolvimento de novilhas que consomem tais forragens (Cappellozza *et al.*, 2014).

Clanton *et al.* (1983), sugeriram que o fato de novilhas apresentarem rápidas taxas de ganho de peso vivo durante os últimos três meses antes do acasalamento, poderia diminuir os custos de alimentação através da manutenção de uma novilha mais leve no período pós-desmame. Novilhas de corte, particularmente *Bos taurus*, devem atingir a puberdade aos 12 meses de idade para maximizar a longevidade (Lesmeister *et al.*, 1973).

A ingestão de energia influencia a puberdade por outros mecanismos além do ganho de peso vivo, incluindo a modulação de hormônios conhecidos para mediar o processo de puberdade, tais como insulina e fator de crescimento semelhante à insulina tipo I (IGF-I) (Schillo *et al.*, 1992). O que está de acordo com Ciccio *et al.* (2005), ao relatarem que suplementos à base de amido aceleram a puberdade em novilhas de corte, independentemente do ganho de peso vivo.

Portanto, a inclusão de ingredientes energéticos como o amido em suplementos, pode beneficiar ainda mais o desenvolvimento reprodutivo de novilhas que consomem forragem de estação fria de baixa qualidade. Desta maneira, favorecendo as concentrações circulantes de mediadores nutricionais da puberdade.

2.2 Crescimento animal

A carne bovina se produz através do crescimento dos tecidos corporais. A compreensão desse processo nos bovinos, pode nos levar a encontrar métodos para gerir o processo produtivo em direção à busca de melhorias na eficiência ou para atingir um produto mais desejável (Berg e Butterfield, 1976). O crescimento animal é um fenômeno biológico complexo, que envolve as interações entre fatores hormonais, nutricionais, genéticos e de metabolismo (Bultot *et al.*, 2002), e é definido como o aumento do tamanho, decorrente de mudanças na capacidade funcional de vários órgãos e tecidos do animal, que ocorrem desde a concepção até a maturidade (Sillence, 2004).

Hammond (1959) relata que crescimento animal inicia na etapa pré-natal com a fecundação do óvulo e termina quando o organismo alcança o peso adulto e a conformação própria da espécie. Apresenta-se um aumento quantitativo da massa corporal, que se define como o ganho de peso por unidade de tempo (Agudelo Gómez *et al.*, 2009).

Segundo Owens *et al.* (1993), embora o crescimento dos diferentes tecidos se desenvolva de forma paralela, a velocidade com que estes ocorrem difere, portanto há uma ordem estrita para seu desenvolvimento. O primeiro a terminar o seu desenvolvimento é o tecido nervoso, seguido do esquelético, posteriormente o muscular e por último é realizada a acumulação do tecido adiposo.

O aumento de peso se produz por três causas: hiperplasia (multiplicação celular); hipertrofia (aumento do tamanho das células) e metaplasia (transformação das células). Portanto, o crescimento animal se dá como uma resposta celular que obedece a diferentes fatores que podem ser inerentes ao animal ou alheios a este (Hammond, 1959).

Neste sentido, para que haja acumulação de tecidos, é necessário que as taxas de síntese superem as respectivas taxas de degradação, o que ocorre quando o consumo de energia é maior que o custo de manutenção. Isso significa que o aumento de peso é o resultado final de um complexo controle integrado do metabolismo proteico e energético como uma unidade (Dijkstra *et al.*, 2005).

A hiperplasia e hipertrofia são os determinantes do crescimento da massa muscular. Koohmaraie *et al.* (2002) destaca que o tamanho do músculo é determinado pelo balanço entre a quantidade de proteína muscular sintetizada e a quantidade de proteína muscular degradada. Qualquer combinação possível que resulte num saldo positivo nesta equação (acrécimo de proteína muscular = quantidade de proteína muscular sintetizada - quantidade de proteína muscular degradada) irá resultar em hipertrofia muscular.

A capacidade de armazenar gordura como triglicerídeos depende do peso do animal, do local no corpo e da alimentação. Os animais jovens têm maior capacidade acumular tecido adiposo intermuscular desde o desmame até os 350 kg de peso vivo e depois diminui (Pothoven e Beitz, 1975). Posteriormente, aumenta a acumulação no tecido subcutâneo, onde aumenta com o incremento do peso vivo do animal (Pothoven e Beitz, 1973).

Berg e Butterfield (1976) relatam que o sexo influencia o crescimento dos tecidos e a composição corporal, as fêmeas tendem a iniciar a fase deposição de gordura com menor peso em relação aos machos castrados, e os machos castrados com menor peso do que os touros.

2.3 Curva de crescimento

No atual sistema de produção de carne, os produtores estão cada vez mais preocupados com a composição tecidual do crescimento animal e com as características quantitativas e qualitativas da carcaça. Portanto, a técnica de análise de medidas repetidas é de fundamental importância na produção animal e dentre essas análises, sobressaem às curvas de crescimento, que relacionam o desenvolvimento corporal e a idade dos animais (Espigolan *et al.*, 2013)

A curva traduz a forma de crescimento do indivíduo, onde é acelerado na fase de pós-natal até a puberdade, ocorrendo uma desaceleração até os estágios mais avançados da idade, quando a taxa de crescimento é reduzida (Alves, 2003).

Por outro lado, Whittemore (1986) sustenta que o crescimento é linear desde o nascimento até a idade adulta, e que a forma da curva é o produto de restrições que o animal sofre. Segundo este autor, o distanciamento desta linha demonstra a falta de conhecimento para fornecer aos animais os nutrientes necessários em cada fase do crescimento.

Portanto, a aplicação da estimativa da curva de crescimento destina-se a análise de medidas repetidas oriundas da variação aleatória entre dados dentro de animal, possibilitando modelar o padrão de resposta do desenvolvimento em qualquer fase da idade do animal (De Freitas, 2005).

2.4 Uso da ultrassonografia na estimativa da composição corporal

A história da tecnologia do ultrassom iniciou com o desenvolvimento dos efeitos piezoelétricos no ano de 1880 pelos irmãos Curie. A primeira aplicação prática destas ondas foi sugerida por Langevin em 1917 e, primeiramente, utilizada na Segunda Guerra Mundial (1940) na forma de sonar (Sound Navigation and Ranging) para detectar submarinos (Tarouco, 2004).

O termo “ultrassom” se refere às ondas de som ou vibrações numa frequência acima da amplitude audível pelo ouvido humano. Nos Estados Unidos o ultrassom tem sido usado para diagnósticos de imagens de tecidos moles na indústria animal, desde meados dos anos 50 (Wild, 1950). Entretanto, no Brasil, os primeiros estudos com bovinos de corte somente foram divulgados na década de 90 (Tarouco *et al.*, 2005).

Temple *et al.* (1956) reportaram a aplicação do uso do ultrassom para medir a espessura de gordura no gado vivo. No final da década de 50, a técnica foi desenvolvida para medir a profundidade e área do músculo em bovinos por Stouffer *et al.* (1959).

Recio *et al.* (1986) reportaram que os recentes avanços na tecnologia de ultrassom poderiam levar a um novo interesse pela sua utilização, visando estimar a composição corporal nos animais de corte.

Revisões sobre o desenvolvimento desta técnica e sua aplicabilidade em bovinos foram realizadas por Stouffer (1966), Barton (1967), Simm (1983), Turlington (1990), Houghton e Turlington (1992), Wilson (1992) e Wilson (1999). Portanto, a ultrassonografia é considerada uma técnica viável, confiável e aceitável em relação a seu custo-benefício (Houghton e Turlington, 1992) para fornecer determinações precisas, rápidas e acuradas da composição das carcaças bovinas (Lambe *et al.*, 2010).

Na ciência da carne, o uso da ultrassonografia em tempo real tem seguido diferentes estratégias e objetivos. Em geral, mensurações seriadas têm sido realizadas para descrever e avaliar o crescimento dos tecidos corporais (Da Luz, Silva, Pereira, *et al.*, 2003; Da Luz, Silva, Putrino, *et al.*, 2003; Lambe *et al.*, 2010) e para estimar atributos de carcaça em animais vivos (Brethour, 2000).

A ultrassonografia é uma tecnologia bem estabelecida, utilizada em programas de melhoramento e diferentes sistemas de produção e já foi descrita em várias publicações (Bergen *et al.*, 1997; Crews e Kemp, 2001; Herring e Kemp, 2001; Da Luz, Silva, Pereira, *et al.*, 2003; Tarouco *et al.*, 2005; Baker *et al.*, 2006; Macneil e Northcutt, 2008)

Segundo Alliston (1982), a ultrassonografia pode ser utilizada com vários propósitos experimentais e práticos, para estudos de alterações seriadas na composição dos animais sob diferentes regimes nutricionais e ambientais; permite o monitoramento sequencial da alteração da composição corporal de um animal individual com uma mínima perturbação do crescimento; diminui a variabilidade do material experimental, bem como o custo em delineamentos experimentais complexos.

Emenheiser *et al.* (2014) destaca que o uso da ultrassonografia permite avaliar de forma objetiva os depósitos energéticos, podendo também trazer benefício para padronizar medidas de escore de condição corporal e auxiliar na tomada de decisão de manejos nutricionais em bovinos de corte.

2.5 Características de carcaça obtidas por ultrassom

2.5.1 Espessura de gordura subcutânea (EGS)

É uma medida em milímetros (mm) que se avalia entre o espaço intercostal da 12^a e 13^a costela sobre o músculo *longissimus*, consistindo em uma simples medida ou estimativa da profundidade do tecido, a $\frac{3}{4}$ de distância a partir do lado medial do músculo *longissimus* para seu lado lateral, esta é a medida mais comum de gordura subcutânea na carcaça e está diretamente relacionada com parâmetros reprodutivos (Buskirk *et al.*, 1996).

Diversos são os estudos fazendo uso da tecnologia de ultrassom para estimar a composição corporal em novilhas de reposição, considerando dentre suas avaliações a espessura de gordura subcutânea.

Lardner *et al.* (2014) visando determinar o efeito do sistema de desenvolvimento no crescimento, trabalhou com 176 novilhas de reposição da raça Angus e considerou entre outras características, a espessura de gordura subcutânea como indicadora do efeito sistema.

Fitzsimons *et al.* (2013), trabalhando com novilhas da raça Simmental, determinaram a composição corporal de novilhas de corte com diferente consumo alimentar residual.

Yokoo *et al.* (2014) por sua vez conduziu um trabalho sobre medidas repetidas objetivando estudar as características de crescimento e carcaça avaliadas por ultrassom. As medidas foram obtidas em 120 novilhas, sendo 60 $\frac{1}{2}$ Braunvieh x $\frac{1}{4}$ Santa Gertrudes $\frac{1}{4}$ x Nelore e 60 $\frac{1}{2}$ Santa Gertrudes x $\frac{1}{2}$ Nelore.

Visando determinar a acurácia do ultrassom para a medida de espessura de gordura subcutânea, (Greiner *et al.*, 2003) realizaram um trabalho de pesquisa com 534 novilhos de dois anos de idade, e encontraram um coeficiente de correlação de 0.89 entre as mensurações feitas na carcaça e as realizadas por ultrassom. Além disso, neste trabalho conclui-se que o ultrassom pode ser usado para descrever características de carcaça em animais vivos, realizar seleção e ser usado como ferramenta de gestão de decisões em um sistema de produção. No entanto, Tarouco *et al.* (2005) destacam que a técnica de ultrassonografia tem potencial para avaliar de forma acurada a espessura de gordura subcutânea, quando realizada por técnicos experientes e bem treinados.

Houghton e Turlington (1992) reportaram uma correlação média de 0,86 entre avaliações de carcaça e realizadas por ultrassom entre a entre a 12^a

e 13ª costela. Tarouco *et al.* (2005) avaliaram 162 animais da raça Braford para determinar a exatidão do ultrassom para estimar a espessura de gordura subcutânea no sítio anatômico entre a 12ª e 13ª costelas. Os animais foram mensurados por ultrassom dentro de 24 horas antes do abate, obtendo-se um coeficiente de correlação simples de 0.95 entre a medida por ultrassom e a da carcaça. Portanto, a tecnologia de ultrassonografia para avaliar composição corporal é uma estimativa acurada das características de carcaça em bovinos de corte e pode auxiliar o produtor e a indústria na tomada de decisões.

2.5.2 Área do músculo *longissimus* (AOL)

Esta medida representa uma secção transversal em centímetros quadrados (cm²) do músculo *longissimus* entre a 12ª e a 13ª costela. É uma determinação de imagem bidimensional em comprimento e profundidade. Este ponto anatômico é o mais usual para estimar-se o total de músculo do animal (Williams, 2002), pois está característica tem uma estreita relação com a puberdade em novilhas (Minick *et al.*, 2002)

A ultrassonografia é uma tecnologia consolidada para avaliação da área do músculo *longissimus* em novilhas de reposição. Şentürklü *et al.* (2015) avaliaram o efeito de score de frame sobre o crescimento em 100 novilhas, os autores encontraram que novilhas com baixo frame apresentaram maior área do músculo *longissimus* por unidade de peso vivo quando comparadas com novilhas de maior frame.

Em um estudo realizado por Guggeri *et al.* (2014) os autores compararam diferentes sistemas de gestão sobre o desenvolvimento de novilhas de reposição, relatando que a característica área do músculo *longissimus* explicou 19% da variação da idade à puberdade quando avaliadas 46 novilhas da raça Hereford.

Nash *et al.* (2000) por sua vez, realizaram um estudo visando monitorar as mudanças na área do musculo *longissimus* ao longo do tempo, fazendo uso da tecnologia de ultrassonografia em tempo real. Os resultados deste trabalho apresentaram um crescimento linear para AOL com uma taxa média de crescimento de 0.38 cm².

Em estudos que avaliaram a associação entre medidas obtidas no animal vivo e posteriormente na sua carcaça; Houghton e Turlington (1992), Realini *et al.* (2001), Tait *et al.* (2005) e Tarouco *et al.* (2005) obtiveram coeficientes de correlação simples de 0.73, 0.69, 0.56, e 0.96 para a área de olho de lombo.

2.5.3 Espessura de gordura na picanha (EGP)

Medida realizada na intersecção dos músculos *Gluteus medius* e *Biceps femoris*, localizados paralelamente entre os ossos ílio e ísquio. A espessura de gordura na picanha esta associada com o desenvolvimento de novilhas de corte (Minick *et al.*, 2002) e é um indicador do total de gordura da carcaça (Williams, 2002).

A avaliação da característica espessura de gordura na picanha usando a tecnologia de ultrassonografia em novilhas de reposição está amplamente reportada e consolidada (Fitzsimons *et al.*, 2013; Guggeri *et al.*, 2014; Lardner *et al.*, 2014; Yokoo *et al.*, 2014; Şentürklü *et al.*, 2015).

O estudo de Peña *et al.* (2014) revelou uma correlação de moderada a alta positiva quando relacionadas a espessura de gordura subcutânea e a espessura de gordura na picanha, sendo estas de 0,78 a 0,65 para a primeira e última avaliação, respectivamente. No mesmo trabalho encontrou-se que em cada avaliação por ultrassom, os valores de espessura de gordura na picanha foram superiores quando comparados com os de espessura de gordura subcutânea, acordando com Dean (2006) e Tait *et al.* (2005), quem encontrou no seu trabalho que a espessura de gordura na picanha se deposita mais cedo do que a gordura subcutânea entre a 12^a e a 13^a costela.

Mcphee *et al.* (2012) salienta que diferenças entre sexo, genótipo e nível de energia da dieta, possibilitam que a taxa de crescimento tenha influencia significativa na deposição de gordura subcutânea entre a 12^a e a 13^a costela e a picanha.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo experimental foi realizado e aprovado de acordo com as diretrizes da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEUA-UFRGS).

3.1 Local e animais

O estudo foi conduzido na Estação Experimental Agronômica (EEA) da UFRGS, Brasil, localizada na região denominada de Depressão Central (30°05'27''S e 51°40'18''W, e altitude de 46m).

O clima da região é classificado, segundo Köpen, como subtropical úmido (Cfa), com verões quentes, e a precipitação média de 1440 mm bem distribuídas ao longo do ano (Bergamaschi, 2003). Os solos da área experimental correspondem às unidades de mapeamento São Jerônimo (Argilossolo Vermelho Distrófico Típico – PUD7), Arroio dos Ratos (Argilúvico Eutrófico Abruptico - Fte) e Banhado (Gleissolo Háptico Eutrófico Vértico - Gxe), segundo Streck *et al.* (2008) O relevo da área é ondulado, sendo que nas áreas altas, topo e encosta das coxilhas, os solos são do tipo Argilossolo Vermelho-Amarelo, os quais apresentam textura franco-argilo-arenosa a franco argilosa, são profundos e bem drenados.

O trabalho envolveu 43 fêmeas da raça Brangus nascidas na primavera (Setembro-Novembro) de 2012, executado no período de 16 abril de 2013 (desmama) até 21 de janeiro de 2014.

No início do estudo os animais apresentavam uma média de peso vivo (PV) ajustado aos 205 dias de idade de 172.9 ± 18.45 kg e foram distribuídos aleatoriamente em quatro tratamentos de manejo alimentar (MA). O tratamento 1 (T1, n = 9) com média de PV e erro padrão de 160.1 ± 2.5 kg, respectivamente. O tratamento 2 (T2, n = 9) 158.1 ± 4.4 kg, tratamento 3 (T3, n = 9) 167.3 ± 3.8 kg e tratamento 4 (T4, n = 16) 170.8 ± 3.6 kg.

Entre 16 de abril a 17 de julho de 2013 (92 dias, outono - inverno), todos os animais pertenceram a um mesmo grupo de manejo, sendo que no mês de abril os animais permaneceram em pastagem de milheto (*Pennisetum americanum*) e suplementados com uma quantidade de ração que compreendia 1.5% do seu PV. A ração foi composta por 87% de milho, 10% de soja e 3% de sal mineral com 80 g de fósforo por kg; apresentando 17% de proteína bruta (PB) e 79 % de nutrientes digestíveis totais (NDT), com frequência de consumo de três vezes por semana. A pastagem de milheto oferecida neste período, foi implantada posteriormente à época de plantio com o propósito de atender a demanda de alimento à desmama.

Em maio, os animais foram alocados em uma pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* e receberam a ração três vezes por semana. No período de primeiro de junho até 17 de julho (46 dias, outono - inverno) todos os animais dos diferentes tratamentos foram alocados em pastagem de aveia (*Avena strigosa*) recebendo ração com a mesma frequência anteriormente mencionada.

De 18 de julho até sete de novembro (112 dias, inverno - primavera), os animais dos tratamentos T2, T3 e T4 foram alocados em pastagem de Azevem (*Lolium multiflorum* Lam.), neste período as novilhas foram

suplementadas diariamente com níveis crescentes de milho quebrado. Os animais do T1 só receberam 40 g/dia/animal de sal mineralizada na mesma pastagem, atuando como tratamento controle, T2 recebeu 0.5% de milho em relação ao PV, T3 recebeu 1% de milho em relação ao PV e o T4 recebeu 1.5% de milho em relação ao PV.

Posteriormente, de oito de novembro até 31 de dezembro (53 dias, primavera – verão), os animais dos quatro tratamentos foram alocados em pastagem natural diferida com oferta de forragem moderada (12% PV), recebendo sal mineralizado ad libitum com 80 g de fósforo por kg. Por fim, nos últimos 21 dias do estudo, correspondentes ao mês de janeiro de 2014 (verão), todos os animais permaneceram em pastagem de milheto (*Pennisetum americanum*) recebendo sal mineral com 80 g de fósforo por kg (Tabela 1).

Tabela 1

Manejes alimentares para cada tratamento.

Ano	Mês	T1, T2, T3 e T4			
	abril	Pastagem de milheto (<i>Pennisetum americanum</i>) + Ração			
	maio	Pastagem de <i>Brachiaria decumbens</i> + Ração			
	junho	Pastagem de aveia (<i>Avena strigosa</i>) + Ração			
		T1	T2	T3	T4
2013	julho				
	agosto	,0,0	0.5% de milho em	1.0% de milho em	1.5% de milho em
	setembro	0.0%	relação ao PV	relação ao PV	relação ao PV
	outubro				
	novembro	T1, T2, T3 e T4			
		Pastagem natural diferida			
	dezembro	Pastagem natural diferida			
2014	janeiro	Pastagem de milheto (<i>Pennisetum americanum</i>)			

T1: tratamento 1, T2: tratamento 2, T3: tratamento 3 e T4: tratamento 4, PV: peso vivo, Ração: composta por 87% de milho, 10% de soja e 3% de sal mineral (80 g de fósforo por kg), apresentando 17% de proteína bruta e 79% de nutrientes digestíveis totais.

3.2 Avaliações in vivo e equipamentos

O início das medidas seriadas no animal vivo ocorreu em abril de 2013 (outono), totalizando seis avaliações para cada tratamento, as quais corresponderam aos 205, 261, 317, 373, 429 e 485 dias de idade dos animais.

O peso vivo foi avaliado individualmente utilizando uma balança eletrônica (scaleTrue-test GR 3000®) e os animais tiveram jejum de sólidos e líquidos de 12 horas no momento da aquisição. As características peso vivo, AOL e EGS foram mensuradas dos 205 até os 485 dias de idade, enquanto que EGP foi mensurada dos 261 até os 485 dias de idade.

Foi realizado o ajuste por idade para todas as características avaliadas, iniciando aos 205 dias de idade, e com espaçamento a cada 56 dias entre coletas. O ajuste considerou o ganho de cada período de avaliação, com o intuito de colocar os animais de cada tratamento em igualdade de condições.

O peso vivo das vacas adultas do rebanho foi estimado visando calcular e atribuir as respectivas percentagens de peso vivo adulto ao longo do crescimento e desenvolvimento das novilhas de todos os manejos alimentares.

Para coleta das imagens por ultrassom, os animais foram imobilizados em um tronco de contenção, e os sítios anatômicos avaliados foram determinados por palpação para sua correta localização. Óleo vegetal foi usado como acoplante acústico visando assegurar um melhor contato entre o transdutor e a superfície do sítio anatômico de medida no animal. A guia acústica foi utilizada para ajuste do transdutor à conformação dos animais. Nos sítios anatômicos das medidas foi realizada a limpeza e a tricotomia da área a ser avaliada, evitando desta forma a interferência na transmissão do feixe de onda sonora.

Para a aquisição das imagens por ultrassom utilizou-se uma unidade principal – eco câmera da marca Aloka SSD 500V equipado com um transdutor linear UST 5049 de 3,5 MHz de frequência com 17,2 cm de comprimento. As medidas da área do músculo *longissimus* (AOL) e espessura de gordura subcutânea (EGS) foram obtidas no sítio anatômico entre o espaço intercostal da 12^a e 13^a costelas, com o auxílio da guia acústica. A medida de AOL foi realizada, delimitando a área total do músculo utilizando como unidade de medida centímetros quadrados (cm²). Para obtenção da EGS, foi medida a profundidade do tecido adiposo no sítio anatômico a $\frac{3}{4}$ de distância a partir do lado medial do músculo *longissimus* para seu lado lateral, utilizando como unidade de medida milímetros (mm).

Para a avaliação da espessura de gordura na picanha (EGP) o transdutor foi disposto paralelamente entre os ossos ílio e ísquio e a profundidade do tecido foi medida exatamente na intersecção dos músculos *gluteus medius* e *biceps femoris*, utilizando como unidade de medida milímetros (mm).

Após estes procedimentos as imagens foram armazenadas no disco rígido de um computador portátil e interpretadas posteriormente com um software específico. Uma imagem por animal foi capturada para as características de AOL, EGS e EGP. As imagens foram coletadas e interpretadas por um técnico certificado pela UGC (Ultrassound Guidelines Council) e analisadas de acordo com os protocolos do laboratório CUPlab-Brasil, UFRGS-RS- Brasil.

3.3 Análise estatística

As características sofreram transformação para atender as pressuposições da análise da variância. O peso vivo, AOL e EGS foram transformadas para LOG(10), enquanto EGP foi transformada pela raiz quadrada. Para avaliar o efeito do dia (205, 261, 317, 373, 429 e 485 dias de idade) e do manejo alimentar (T1, T2, T3, e T4), foi realizada uma análise de variância com medida repetida no tempo para as características peso vivo, AOL, EGS e EGP. Estas foram previamente ajustadas para 205 dias de idade (idade inicial dos animais) com intervalos de 56 dias, até os 485 dias de idade (idade final).

No modelo estatístico foram incluídos os efeitos do tratamento (manejo alimentar), dia (dias de idade) e a interação tratamento x dia. Os

fatores tratamento e dia, quando significativos na ANOVA, tiveram seus níveis comparados pelo teste Tukey e realizada a análise de regressão, respectivamente. Na análise de regressão foram testados os efeitos linear e quadrático e os critérios de escolha do modelo de regressão foram os níveis de significância de cada análise, os coeficientes de determinação e o teste – t para avaliar os parâmetros de cada modelo.

Quando a interação tratamento x dia foi significativa, procedeu-se a avaliação de cada fator dentro dos níveis do outro fator, O procedimento MIXED do software Sas (2004) foi utilizado nas análises, sendo escolhido o método da Máxima Verossimilhança Restrita (REML) e a matriz de covariâncias não estruturada. O nível de significância adotado em todas as análises foi de 10%.

4. RESULTADOS

As características descritivas das fêmeas em crescimento de cada tratamento estão contidas na Tabela 2. Não foram observadas diferenças significativas entre as médias de peso vivo, AOL, EGS e EGP aos 205 dias de idade dos animais.

O crescimento foi linear e diferente entre tratamentos, apresentando um aumento de peso vivo em função do tempo em todo o período. Os coeficientes de regressão para peso vivo em T2, T3 e T4, foram 17, 12 e 24% superiores, respectivamente, em relação a T1 (Figura1), havendo uma satisfatória explicação dos modelos, com coeficientes de determinação de 0.82, 0.89, 0.87 e 0.86 para T1, T2, T3 e T4, respectivamente.

As fêmeas de T4 foram mais pesadas que as de T1 aos 485 dias de idade ($P = 0.0841$), conseguindo atingir 66 e 58% do peso vivo em relação ao peso vivo da vaca adulta (485 kg), respectivamente (Tabela 4). Em estes tratamentos foi possível observar que no período dos 429 aos 485 dias de idade, o ganho de peso vivo foi 3.6 vezes superior para os animais de T4. Neste mesmo período, foram evidenciados ganhos médios diários (GMD) de PV, de 0.045 e 0.161 kg para as novilhas de T1 e T4, respectivamente (Figura 3; Tabela 2 e 3).

A área do músculo *longissimus* cresceu linearmente em todo o período, com alteração de 4.00, 8.78, 8.25 e 7.54 $\text{cm}^2/100$ dias para T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Os modelos de crescimento explicaram as trajetórias de alteração desta característica com valores dos coeficientes de determinação de 0.29, 0.74, 0.78 e 0.61 para T1, T2, T3 e T4, respectivamente.

As fêmeas de T4 foram superiores para AOL em relação as fêmeas de T2 ($P = 0.0649$) e T1 ($P = 0.0423$) aos 261 e 485 dias de idade, respectivamente. Por sua vez, T3 foi maior que T1 aos 429 ($P = 0.1001$) e 485 ($P = 0.0617$) dias de idade (Tabela 2).

No período de 205 a 261 dias de idade as fêmeas do T4 apresentaram um ganho 88% superior de AOL em relação a T2. As fêmeas de T3 demonstraram um incremento de 5.50 cm^2 , por outro lado, os animais de T1 sofreram uma diminuição de 0.36 cm^2 dos 373 aos 429 dias de idade. As novilhas do T3 e T4 apresentaram um aumento 0.15 e 1.09 cm^2 de AOL, respectivamente, enquanto que os animais do T1 sofreram perdas de 1.36 cm^2 (Tabela 3).

Todos os grupos de manejo alimentar apresentaram aumento da AOL nos períodos de 205 a 261, 261 a 317 e 317 aos 373 dias de idade, com um GMD mínimo observado de 0.228 kg/dia. No entanto, as fêmeas de T1, T2 e T3 apresentaram diminuição ou mantiveram a AOL dos 429 aos 485 dias de idade, apresentando um GMD máximo de 0.128 kg/dia.

Considerando o período total de avaliação (280 dias), as fêmeas do T1 não apresentaram crescimento médio de espessura de gordura subcutânea na costela. Entretanto, dos 251 aos 317 e dos 317 aos 373, houve ganhos de 0.54 e 0.22 mm, respectivamente (Tabela 3). Esta mesma característica, se ajustou a um modelo linear para as fêmeas dos manejos alimentares T2, T3 e T4, com coeficientes de determinação de 0.31, 0.14 e 0.25, demonstrando aumentos de 0.78, 0.75 e 0.88 mm/100 dias, respectivamente (Fig. 2).

Tabela 2

Médias ± erro padrão, máximo, mínimo e coeficiente de variação para Peso Vivo, AOL, EGS e EGP para os manejos alimentares T1, T2, T3 e T4 nas idades (205, 261, 317, 373, 429 e 485 dias).

Idade (dias)	Peso Vivo (kg)															
	T1				T2				T3				T4			
	Média±erro	Máximo	Mínimo	CV	Média±erro	Máximo	Mínimo	CV	Média±erro	Máximo	Mínimo	CV	Média±erro	Máximo	Mínimo	CV
205	160.1±2.5	170,824	149,424	4,7%	158.1±4.4	175,31	138,12	8,23%	167.3±3.8	179,79	152,10	6,00%	170.8±3.6	195,22	144,92	8,05%
261	182.5±4.6	207,92	167,38	7,5%	172.7±3.6	183,45	149,35	6,20%	180.0±3.0	195,89	169,19	4,47%	189.0±4.0	222,29	160,91	8,25%
317	225.5±6.2	261,67	207,53	8,2%	208.4±5.6	243,19	187,16	8,02%	219.9±7.5	243,86	187,72	8,96%	230.4±6.0	287,69	200,00	9,99%
373	263.7±6.0	305,64	245,82	6,8%	256.3±6.3	289,86	225,62	7,38%	266.9±7.9	292,00	234,99	7,82%	280.7±6.3	337,00	238,63	8,69%
429	279.5±7.4	329,90	252,25	7,9%	286.6±7.1	313,25	247,20	7,37%	298.6±6.9	320,89	276,68	6,11%	311.8±6.3	355,93	263,76	7,75%
485	282.0±9.1 ^b	348,90	257,41	9,7%	293.7±7.5 ^{ab}	316,51	256,23	7,10%	300.2±8.8 ^{ab}	336,86	265,82	7,80%	320.8±6.6 ^a	364,27	277,06	7,92%
	AOL (cm²)															
205	36.46±1.28	40,96	29,44	10,4%	35.19±1.18	42,19	32,02	10,00%	39.30±0.89	43,19	36,03	6,77%	40.05±1.14	49,42	32,29	11,3%
261	40.11±1.48 ^{ab}	48,65	35,20	11,0%	35.86±0.93 ^b	41,10	32,43	7,73%	40.64±0.97 ^{ab}	43,51	34,87	7,15%	41.31±1.00 ^a	46,87	34,82	9,6%
317	45.65±1.88	58,82	38,63	12,3%	41.87±1.75	52,05	38,18	12,49%	49.15±1.04	54,81	45,53	6,33%	48.06±1.41	57,35	40,65	11,7%
373	48.79±2.66	67,64	40,81	16,2%	49.68±1.87	59,21	44,53	11,21%	53.90±0.69	57,72	51,36	3,86%	54.13±1.26	64,93	47,03	9,3%
429	48.43±2.65	66,32	40,02	16,2%	56.10±2.18	71,96	50,78	11,61%	59.40±1.76	64,63	50,11	8,86%	57.27±1.78	73,33	42,95	12,3%
485	47.07±2.13 ^{bc}	52,58	38,56	12,4%	54.78±1.88 ^{ab}	62,03	44,98	9,54%	59.55±2.21 ^a	65,50	47,38	10,57%	58.37±2.04 ^a	76,32	42,17	13,8%
	EGS (mm)															
205	2.07±0.24	3,57	0,98	33,5%	2.24±0.32	4,40	1,25	40,2%	2.53±0.18	3,60	2,00	20,8%	2.51±0.26	4,47	1,21	39,0%
261	2.03±0.21	3,58	1,48	29,5%	2.09±0.31	4,40	1,50	41,9%	2.35±0.33	4,89	1,73	39,4%	2.44±0.20	3,95	1,45	31,3%
317	2.57±0.36	4,88	1,60	39,6%	2.57±0.34	4,63	1,55	37,4%	2.85±0.55	6,71	1,60	52,0%	3.04±0.31	6,08	1,68	37,6%
373	2.79±0.45	5,91	1,71	44,5%	3.42±0.50	6,81	2,00	40,5%	3.94±0.79	8,86	1,82	53,7%	3.97±0.45	7,99	1,85	41,8%
429	2.44±0.35	4,82	1,54	40,1%	3.96±0.43	6,37	2,35	30,8%	4.19±0.80	8,30	2,25	51,3%	4.42±0.45	8,10	1,96	37,5%
485	2.10±0.29 ^b	3,26	1,24	34,5%	3.57±0.54 ^{ab}	6,95	2,00	37,3%	3.17±0.72 ^{ab}	7,35	1,42	52,5%	4.23±0.44 ^a	7,25	1,69	38,3%
	EGP (mm)															
261	2.69±0.23	3,70	1,60	25,6%	1.92±0.19	2,70	1,26	29,6%	2.67±0.43	5,86	1,75	46,6%	2.47±0.21	3,92	0,50	32,9%
317	3.34±0.31	4,89	1,97	27,1%	2.87±0.47	6,37	1,88	47,0%	4.05±0.51	7,39	2,82	36,7%	4.10±0.28	6,17	2,14	27,0%
373	3.66±0.38	5,54	2,00	30,1%	3.66±0.32	5,17	2,60	26,0%	5.36±0.48	8,01	3,42	26,6%	5.50±0.39	7,51	1,47	27,5%
429	3.35±0.40 ^b	5,66	1,68	35,1%	4.46±0.30 ^{ab}	5,84	3,04	20,2%	5.65±0.44 ^{ab}	7,31	3,96	23,0%	5.94±0.52 ^a	9,44	2,14	33,6%
485	2.81±0.34 ^b	3,96	1,34	31,0%	3.74±0.47 ^{ab}	5,50	1,14	33,2%	4.57±0.51 ^{ab}	7,10	2,97	30,5%	5.67±0.57 ^a	9,61	2,06	38,4%

T1: tratamento 1, T2: tratamento 2, T3: tratamento 3, T4: tratamento 4, CV: coeficiente de variação, AOL: área do músculo *longissimus*, EGS: espessura de gordura subcutânea, EGP: espessura de gordura na picanha, médias seguidas de letras diferentes na linha por característica diferem pelo teste - Tukey a 10% de significância.

Tabela 3

Ganhos totais dos períodos e ganhos médios diários nos manejos alimentares T1, T2, T3 e T4, para Peso vivo, AOL, EGS e EGP nas idades (205, 261, 317, 373, 429 e 485 dias).

Peso vivo								
Idade	T1		T2		T3		T4	
	Ganho no período (kg)	GMD (kg/dia)	Ganho no período (kg)	GMD (kg/dia)	Ganho no período (kg)	GMD (kg/dia)	Ganho no período (kg)	GMD (kg/dia)
205	0,0	0,000	0,0	0,000	0,0	0,000	0,0	0,000
261	22,5	0,401	14,6	0,261	12,8	0,228	18,3	0,326
317	43,0	0,768	35,7	0,637	39,9	0,713	41,3	0,738
373	38,2	0,682	47,9	0,856	46,9	0,838	50,3	0,899
429	15,8	0,281	30,3	0,541	31,7	0,566	31,1	0,555
485	2,5	0,045	7,1	0,128	1,7	0,030	9,0	0,161
AOL								
Idade	Ganho no período (cm ²)	GMD (cm ² /dia)	Ganho no período (cm ²)	GMD (cm ² /dia)	Ganho no período (cm ²)	GMD (cm ² /dia)	Ganho no período (cm ²)	GMD (cm ² /dia)
205	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000
261	3,65	0,065	0,67	0,012	1,33	0,024	1,26	0,022
317	5,54	0,099	6,01	0,107	8,51	0,152	6,75	0,120
373	3,14	0,056	7,80	0,139	4,74	0,085	6,08	0,108
429	-0,36	-0,006	6,42	0,115	5,50	0,098	3,14	0,056
485	-1,36	-0,024	-1,31	-0,023	0,15	0,003	1,09	0,019
EGS								
Idade	Ganho no período (mm)	GMD (mm/dia)	Ganho no período (mm)	GMD (mm/dia)	Ganho no período (mm)	GMD (mm/dia)	Ganho no período (mm)	GMD (mm/dia)
205	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000
261	-0,04	-0,001	-0,15	-0,003	-0,18	-0,003	-0,07	-0,001
317	0,54	0,010	0,49	0,009	0,50	0,009	0,60	0,011
373	0,22	0,004	0,85	0,015	1,08	0,019	0,93	0,017
429	-0,35	-0,006	0,54	0,010	0,25	0,004	0,44	0,008
485	-0,34	-0,006	-0,39	-0,007	-1,02	-0,018	-0,18	-0,003
EGP								
Idade	Ganho no período (mm)	GMD (mm/dia)	Ganho no período (mm)	GMD (mm/dia)	Ganho no período (mm)	GMD (mm/dia)	Ganho no período (mm)	GMD (mm/dia)
261	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000	0,00	0,000
317	0,65	0,012	0,96	0,017	1,38	0,025	1,64	0,029
373	0,32	0,006	0,79	0,014	1,31	0,023	1,39	0,025
429	-0,30	-0,005	0,80	0,014	0,29	0,005	0,44	0,008
485	-0,54	-0,010	-0,72	-0,013	-1,07	-0,019	-0,27	-0,005

T1: tratamento 1, T2: tratamento 2, T3: tratamento 3, T4: tratamento 4, GMD: ganho médio diário, AOL: área do músculo longissimus, EGS: espessura de gordura subcutânea e EGP: espessura de gordura na picanha.

Tabela 4

Percentagem do peso vivo \pm percentagem do erro padrão em relação ao peso vivo da vaca adulta (485 kg) para os manejos alimentares T1, T2, T3 e T4 nas idades (205, 261, 317, 373, 429 e 485 dias).

Idade	T1	T2	T3	T4
	Média \pm erro	Média \pm erro	Média \pm erro	Média \pm erro
205	33.0 \pm 0.5	32.6 \pm 0.9	34.5 \pm 0.8	35.2 \pm 0.7
261	37.6 \pm 0.9	35.6 \pm 0.7	37.1 \pm 0.6	39.0 \pm 0.8
317	46.5 \pm 1.3	43.0 \pm 1.2	45.3 \pm 1.5	47.5 \pm 1.2
373	54.4 \pm 1.2	52.8 \pm 1.3	55.0 \pm 1.6	57.9 \pm 1.3
429	57.6 \pm 1.5	59.1 \pm 1.5	61.6 \pm 1.4	64.3 \pm 1.3
485	58.1 \pm 1.9	60.6 \pm 1.6	61.9 \pm 1.8	66.1 \pm 1.4

T1: tratamento 1, T2: tratamento 2, T3: tratamento 3 e T4: tratamento 4.

As fêmeas de T4 apresentaram 2 vezes mais EGS quando comparadas com os animais de T1 ($P = 0.0756$) aos 485 dias de idade, com GMD de peso vivo neste mesmo período de 0.161 e 0.045 kg para T4 e T1, respectivamente. No entanto, ocorreu uma diminuição de 0.18 e 0.34 mm de EGS dos 429 aos 485 dias de idade em T4 e T1, respectivamente (Tabela 2 e 3; Figura 3).

Através da visualização dos ganhos por período para a espessura de gordura subcutânea na costela, foi possível evidenciar perdas em todos os grupos de manejo alimentar no período de 205 aos 261 dias de idade, de 0.04, 0.15, 0.18 e 0.07 mm e no período de 429 aos 485 dias de idade, de 0.34, 0.39, 1.02 e 0.18 mm, para T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Nestes dois períodos (205 aos 261 e 429 aos 485 dias de idade), os GMDs de peso vivo não ultrapassaram 0.401 kg/dia, ficando evidente que mesmo com ganho de peso moderado, ocorreu perda de condição corporal pela diminuição da espessura de gordura subcutânea. Todas as fêmeas (T1, T2, T3 e T4) apresentaram ganho na EGS nos períodos de 261 a 317 e 317 a 373 dias de idade, evidenciando-se que o menor GMD de peso vivo para ocorrer aumento de tecido adiposo na costela foi de 0.637 kg/dia nestes dois períodos (Figura 3).

As taxas de crescimento da espessura de gordura na picanha ao longo dos períodos foram diferentes ($P = 0.0287$) entre os grupos de manejo alimentar. O modelo que melhor descreveu a evolução desta característica foi o quadrático, apresentando coeficientes de determinação de 0.13, 0.44, 0.43 e 0.43 para as fêmeas do T1, T2, T3 e T4, respectivamente. As fêmeas de T4 foram 77.3 e 101.7% superiores na deposição de EGP aos 429 ($P = 0.0198$) e 485 ($P = 0.0185$) dias de idade, quando comparadas com as novilhas de T1. Os GMDs de peso vivo foram de 0.555 e 0.281 kg/dia para T4 e T1, respectivamente, nos períodos de idade dos 373 aos 429. Já dos 429 aos 485 dias de idade, T4 e T1 apresentaram GMDs 0.161 e 0.045 kg/dia, respectivamente.

Todos os grupos de fêmeas sofreram diminuição de tecido adiposo no quadril no período dos 429 aos 485 dias de idade. O GMD de PV neste período, não superou os 0.161 kg/dia. Por outro lado, todas as fêmeas (T1, T2, T3 e T4) apresentaram aumento na EGP nos períodos de 261 a 317 e 317 a 373 dias de idade, observando-se que o menor GMD de peso vivo para ocorrer aumento de tecido adiposo no quadril foi de 0.637 kg/dia nestes dois períodos (Figura 3).

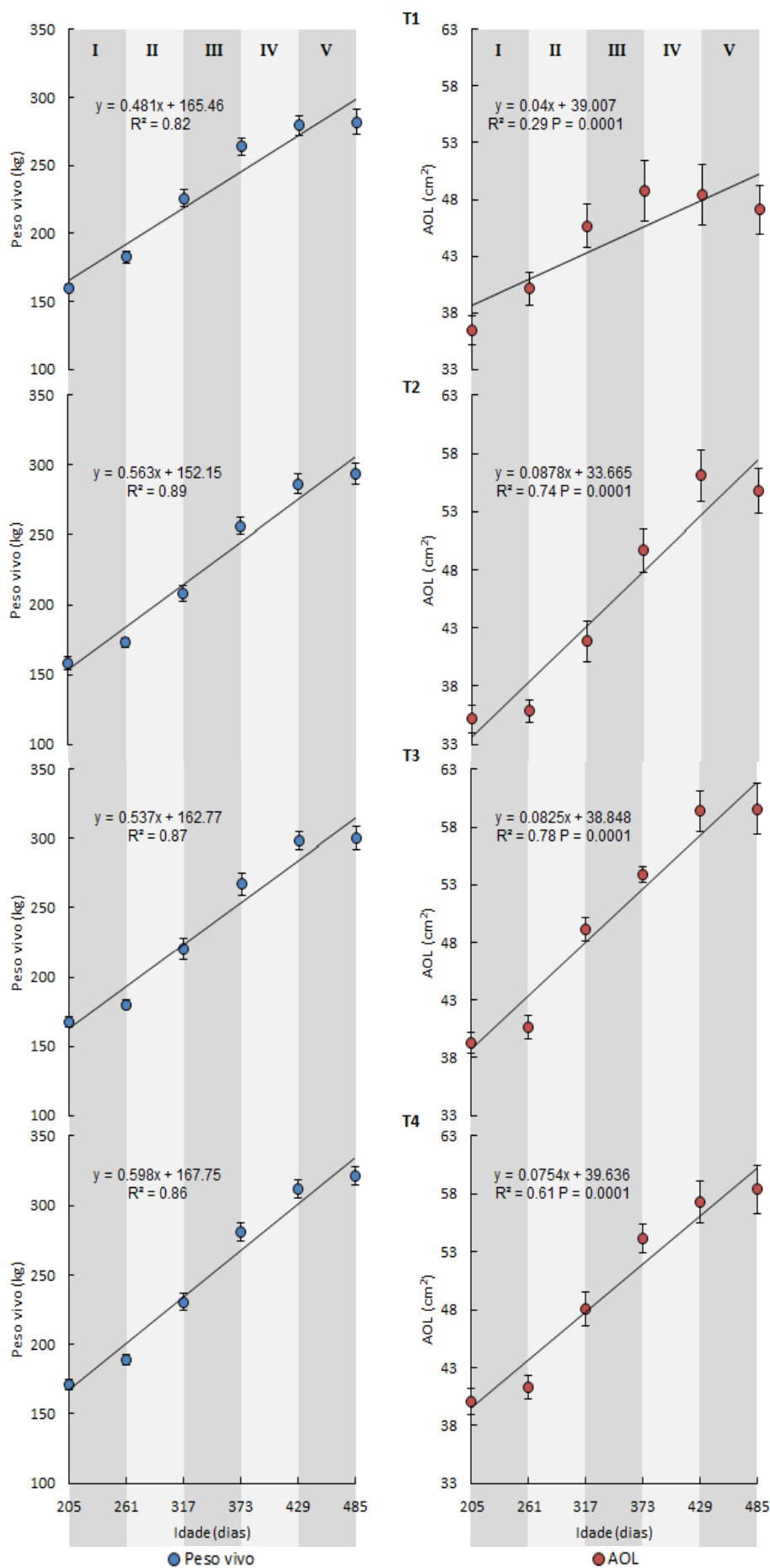


Figura 1. Evolução do Peso vivo e a AOL (área do músculo *longissimus*) em função da idade das novilhas; T1: tratamento 1, T2: tratamento 2, T3: tratamento 3 e T4: tratamento 4, nos diferentes períodos de manejo alimentar, I: 16/04/2013 a 11/06/2013 (outono), 14 dias de *Pennisetum americanum* e suplementação a 1.5% em relação ao PV, com uma frequência de três vezes por semana, 31 dias de *Brachiaria decumbens* + ração três vezes por semana, e 11 dias de *Avena strigosa* + ração três vezes por semana; II: 11/06/2013 a 06/08/2013 (inverno), 36 dias de *Avena strigosa* + ração três vezes por semana e 20 dias de *Lolium multiflorum* Lam + nível de suplementação segundo a tabela 1; III: 06/08/2013 a 01/10/2013 (inverno - primavera), 56 dias de *Lolium multiflorum* Lam + nível de suplementação segundo a tabela 1; IV: 01/10/2013 a 26/11/2013 (primavera), 37 dias de *Lolium multiflorum* Lam + níveis de suplementação segundo a tabela 1, e 19 dias de pastagem natural diferida (oferta de forragem moderada, 12% PV); V: 26/11/2013 a 21/01/2014 (primavera - verão), 35 dias de pastagem natural diferida (oferta de forragem moderada, 12% PV) e 21 dias de *Pennisetum americanum*.

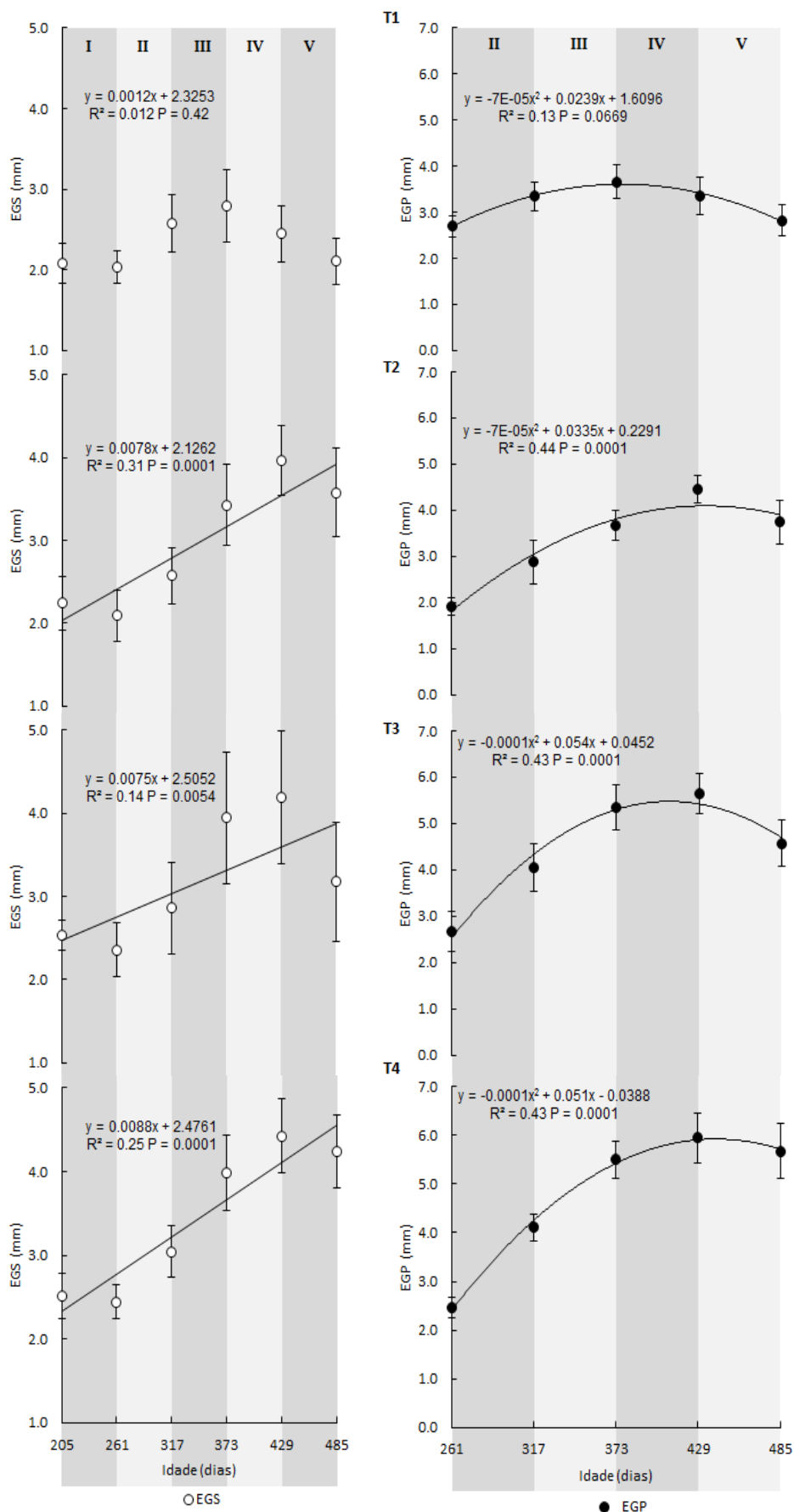


Figura 2. Evolução da EGS (espessura de gordura subcutânea) e EGP (espessura de gordura na picanha) em função da idade das novilhas; T1: tratamento1, T2: tratamento 2, T3: tratamento 3 e T4: tratamento 4, nos diferentes períodos de manejo alimentar, I: 16/04/2013 a 11/06/2013 (outono), 14 dias de *Pennisetum americanum* e suplementação a 1.5% em relação ao PV, com uma frequência de três vezes por semana, 31 dias de *Brachiaria decumbens* + ração três vezes por semana, e 11 dias de *Avena strigosa* + ração três vezes por semana; II: 11/06/2013 a 06/08/2013 (inverno), 36 dias de *Avena strigosa* + ração três vezes por semana e 20 dias de *Lolium multiflorum* Lam + nível de suplementação segundo a tabela 1; III: 06/08/2013 a 01/10/2013 (inverno - primavera), 56 dias de *Lolium multiflorum* Lam + nível de suplementação segundo a tabela 1; IV: 01/10/2013 a 26/11/2013 (primavera), 37 dias de *Lolium multiflorum* Lam + níveis de suplementação segundo a tabela 1, e 19 dias de pastagem natural diferida (oferta de forragem moderada, 12% PV); V: 26/11/2013 a 21/01/2014 (primavera - verão), 35 dias de pastagem natural diferida (oferta de forragem moderada, 12% PV) e 21 dias de *Pennisetum americanum*.

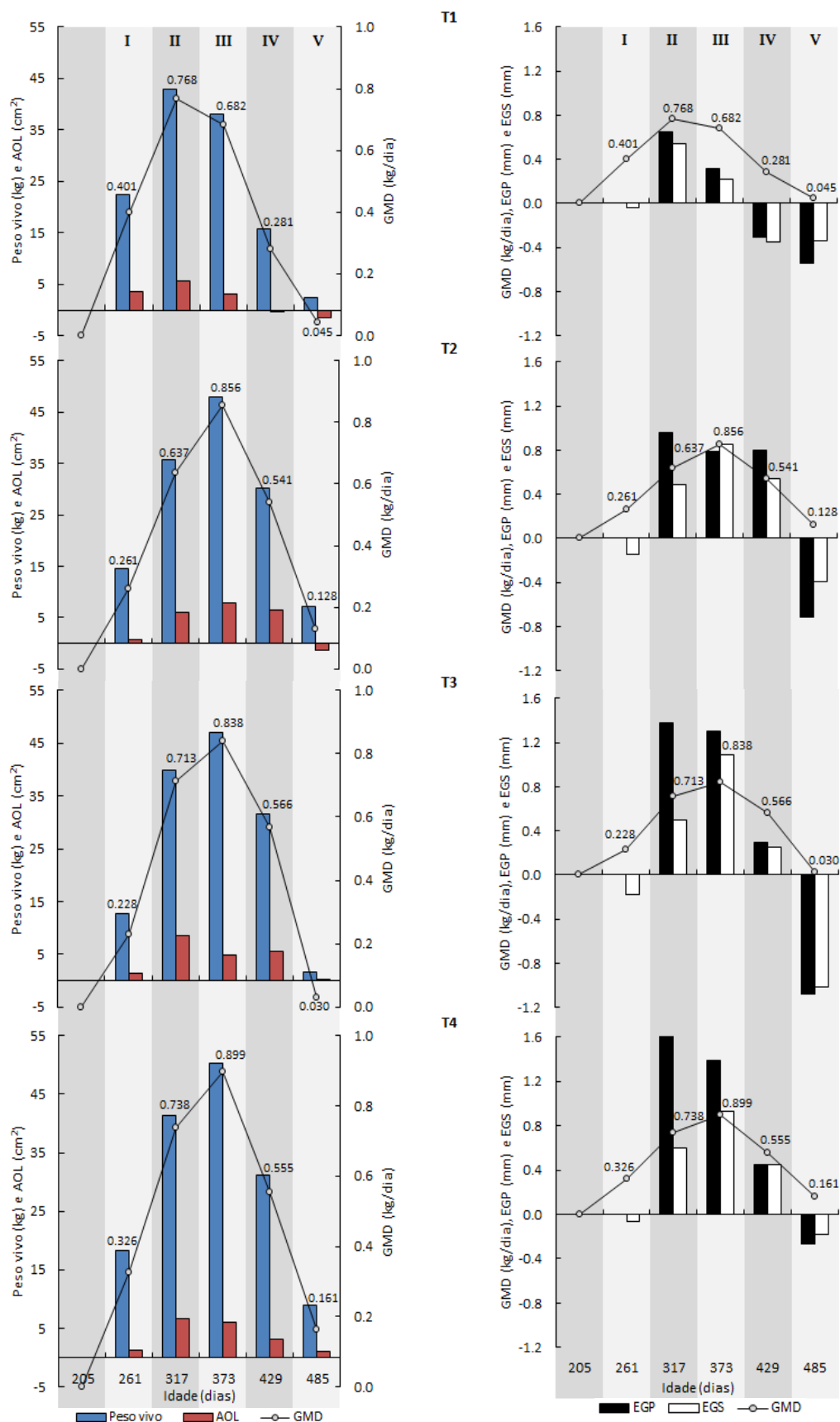


Figura 3. Ganho total dos períodos para Peso vivo, AOL (área do músculo *longissimus*) (esquerda), EGS (espessura de gordura subcutânea) e EGP (espessura de gordura na picanha) (direita) em relação ao GMD (ganho médio diário de peso vivo) do período para T1: tratamento1, T2: tratamento 2, T3: tratamento 3 e T4: tratamento 4, nos diferentes períodos de manejo alimentar, I: 16/04/2013 a 11/06/2013 (outono), 14 dias de *Pennisetum americanum* e suplementação a 1.5% em relação ao PV, com uma frequência de três vezes por semana, 31 dias de *Brachiaria decumbens* + ração três vezes por semana, e 11 dias de *Avena strigosa* + ração três vezes por semana; II: 11/06/2013 a 06/08/2013 (inverno), 36 dias de *Avena strigosa* + ração três vezes por semana e 20 dias de *Lolium multiflorum* Lam + nível de suplementação segundo a tabela 1; III: 06/08/2013 a 01/10/2013 (inverno - primavera), 56 dias de *Lolium multiflorum* Lam + nível de suplementação segundo a tabela 1; IV: 01/10/2013 a 26/11/2013 (primavera), 37 dias de *Lolium multiflorum* Lam + níveis de suplementação segundo a tabela 1, e 19 dias de pastagem natural diferida (oferta de forragem moderada, 12% PV); V: 26/11/2013 a 21/01/2014 (primavera - verão), 35 dias de pastagem natural diferida (oferta de forragem moderada, 12% PV) e 21 dias de *Pennisetum americanum*.

5. DISCUSSÃO

Neste estudo, o aumento do peso vivo ocorreu de forma linear nos quatro manejos alimentares. Entretanto, diferentes coeficientes de regressão foram observadas, 0.481, 0.563, 0.537 e 0.598 kg/dia para T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Estes coeficientes estão de acordo com os obtidos por Hopper *et al.* (1993), sendo de 0.560 kg/dia, trabalhando com novilhas de reposição da raça Angus e Santa Gertrudis. Em um outro estudo realizado por Roberts *et al.* (2007), trabalharam com novilhas $\frac{1}{2}$ Red Angus x $\frac{1}{4}$ Charolais x $\frac{1}{4}$ Tarentaise, obtendo coeficientes de crescimento para peso vivo de 0.520 e 0.650 kg/dia.

Em contraste, os coeficientes apresentados no presente trabalho são menores aos apresentados por Hall *et al.* (1995), 1.168 kg/dia; Nash *et al.* (2000), 1.583 kg/dia; e Moriel *et al.* (2014), 0.760 kg/dia, que trabalharam com novilhas meio sangue Hereford x Britânico, novilhas meio sangue Angus x Limousin e novilhas mestiças Britânicas x Brahman, respectivamente. O coeficiente de regressão para peso vivo apresentado pelas novilhas do T4 foi 2.6 vezes inferior ao apresentado pelas novilhas avaliadas por Nash *et al.* (2000) em um período de 120 dias. Esta diferença se deve provavelmente a que essas novilhas foram mantidas em confinamento, consumindo uma dieta rica em energia e proteína (55% de cevada, 25% de batata, e 10% de feno de alfafa), além do maior peso inicial dos animais e o grau de sangue utilizado pelos autores citados.

As fêmeas do manejo alimentar T4 foram mais pesadas que as de T1 aos 485 dias de idade ($P = 0.0841$), 282.0 ± 9.1 e 320.8 ± 6.6 kg de PV, conseguindo atingir 66 e 58% do peso vivo em relação ao peso vivo da vaca adulta do rebanho estudado (485 kg), respectivamente. Esta diferença pode ser explicada pelos ganhos de PV e GMDs que ocorreram a partir dos períodos de 317 aos 373, 373 aos 429 e 429 aos 485 dias de idade, onde foi possível evidenciar que as novilhas do manejo alimentar T1 apresentaram ganhos de PV 24, 49 e 72% inferiores em relação as fêmeas de T4, respectivamente.

Nos mesmos períodos se constatou que os GMDs de PV das novilhas de T4 foram 32, 97 e 258% superiores, respectivamente, quando comparado com as novilhas de T1 (Tabela 3; Figura 3). Esta resposta pode estar associada a uma maior disponibilidade de nutrientes por parte da dieta das novilhas de T4, as quais nos períodos de 317 aos 373 dias de idade, pastejaram *Lolium multiflorum* Lam com suplementação de milho a 1.5% do PV, enquanto que as novilhas de T1 foram manejadas sem suplementação na mesma pastagem. No período de 373 aos 429 dias de idade o manejo anterior foi estendido por mais 37 dias.

A ingestão de milho por parte dos animais neste período provavelmente poderia estar associada ao incremento de ácidos graxos voláteis e produção de ácido propiônico, consequentemente aumentando a glicose disponível para o aumento de massa corporal (Noviandi *et al.*, 2014). Isto foi constatado em um estudo trabalhando com novilhas de reposição dos grupos genéticos Braford e Angus x Hereford, respectivamente, onde foi demonstrado um efeito positivo entre maiores GMDs de PV com melhores níveis de IGF-I (Barcellos *et al.*, 2014).

Cappellozza *et al.* (2014) por sua vez, constataram que novilhas com suplementação rica em energia (milho quebrado) por um período de 160 dias foram 100, 88, 29 e 10% superiores em GMD de peso vivo, e níveis de concentração plasmática de IGF-I, insulina e glicose, respectivamente, quando comparadas com as novilhas do tratamento controle.

Os resultados obtidos concordam com Pilau *et al.* (2004), que avaliando a recria de 109 novilhas da raça Charolês e suas cruzas com Nelore, sob níveis crescentes de suplementação energética em pastagem de *Avena strigosa* Schreb mais *Lolium multiflorum* Lam, obtiveram um aumento na velocidade de crescimento (peso vivo) conforme o incremento do nível de suplementação energética sob condições de pastoreio.

Frizzo *et al.* (2003) avaliando o efeito de níveis de suplementação energética, utilizando farelo de arroz integral associado à polpa cítrica (0.0, 0.7 e 1.4 % do PV por dia) no desempenho produtivo e reprodutivo por um período de 112 dias em 64 bezerras de corte Charolês e suas cruzas com Nelore (7 meses de idade e peso médio de 192 kg ao início do estudo); e mantidas em pastagem cultivada de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) mais azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), concluíram que os níveis de suplementação não interferiram no peso à puberdade, sendo este de 261 kg aos 264 dias de idade.

A característica AOL cresceu de forma linear nas novilhas de todos os manejos alimentares, mas demonstrando taxas de crescimento média diferentes entre T1, T2, T3 e T4. A superioridade obtida entre as novilhas do T4 e T2 ($P = 0.0649$) aos 261 dias de idade, entre T4 e T1 ($P = 0.0423$) e T3 e T1 ($P = 0.0617$) aos 485 dias de idade, pode estar associada ao fato de que as novilhas do T4 e T3 foram manejadas por um período de 112 dias (durante os períodos II, III e IV, Figura 1) em pastagem de *Lolium multiflorum* Lam + 1.5% e 1.0% do peso vivo de suplementação energética (milho), respectivamente. Enquanto que os manejos alimentares T1 e T2 foram o controle e suplementadas com 0.5% na mesma pastagem, respectivamente (Tabela 1).

Este padrão de crescimento linear esta de acordo com o descrito por Nash *et al.* (2000), $AOL = 0.38 \cdot X + 48.51$, mas contrario ao constatado por Yokoo *et al.* (2014), que descreveram uma curva de crescimento seguindo um modelo quadrático, $AOL = 1.14 \cdot X - 0.0013 \cdot X^2 - 225$, trabalhando com 120 novilhas, sendo 60 $\frac{1}{2}$ Braunvieh x $\frac{1}{4}$ Santa Gertrudes $\frac{1}{4}$ x Nelore e 60 $\frac{1}{2}$ Santa Gertrudes x $\frac{1}{2}$ Nelore. Este efeito quadrático ocorreu provavelmente devido à falta de forragem que ocorreu por volta dos 439 dias de idade durante o período experimental.

Neste estudo, foi evidenciado que para ocorrer manutenção ou aumento de área do músculo *longissimus* foi preciso de um ganho de PV igual ou superior que 15.8 kg (0.281kg/dia). Já quando ocorreu diminuição da AOL, o ganho de PV não ultrapassou os 7 kg (0.128 kg/dia) (Tabela 3; Figura 3).

Portanto, pode-se verificar que para provocar alterações na área do músculo *longissimus* é preciso um GMD de peso vivo acima de 0.281 kg/dia e esses ganhos, foram atingidos em todos os manejos alimentares nos períodos II e III que corresponderam a manejos em pastagem de melhor qualidade (*Avena strigosa* e *Lolium Multiflorum* Lam) e suplementação (Tabela 1, 3; Figura 3).

O aumento linear de AOL se deve provavelmente ao aumento de peso vivo, que por sua vez ocorre como consequência de GMDs de peso vivo contínuos e acima de níveis mínimos (0.281 kg/dia) (Tabela 3; Figura 1). É por isso que a maioria dos estudos sobre composição corporal avaliam o músculo *longissimus*, devido ao seu ímpeto de crescimento que melhor representa a carcaça como o todo (Berg e Butterfield, 1976). As alterações fenotípicas da área do músculo *longissimus* estão em grande parte associadas à diferença de peso entre os animais (Truscott *et al.*, 1980), o que está de acordo com a tabela 3 deste estudo.

A característica EGS apresentou um crescimento linear conforme o aumento de peso vivo e AOL nas novilhas dos manejos alimentares T2, T3 e T4, o que está de acordo com Nash *et al.* (2000). Entretanto os animais do T1 não apresentarão crescimento ($P = 0.42$) quando considerado o período total do experimento. Isto pode ser explicado provavelmente devido ao manejo alimentar a que foram submetidas as novilhas. Os animais do T1 foram manejadas por um período de 112 dias (durante os períodos II, III e IV, Figura 1) em pastagem de *Lolium multiflorum* Lam, posteriormente 54 dias em pastagem natural e finalizando com 21 dias em *Pennisetum americanum*. Já as novilhas do T2, T3 e T4 no período de 112 dias anteriormente citado, foram manejadas na mesma pastagem mais suplementação energética de 0.5, 1.0 e 1.5% em relação ao peso vivo (Tabela 1). Estes manejos alimentares tiveram um efeito no crescimento e desenvolvimento da EGS, permitindo observar diferenças ($P = 0.0756$) entre as novilhas do T1 e T4 aos 485 dias de idade.

Esta resposta pode estar relacionada ao aumento do peso vivo associado ao crescimento muscular, como demonstrado nos dados apresentados na tabela 3 deste estudo. Pode-se apreciar que as novilhas do T4 demonstraram um ganho 32.6% superior (131.8 kg) ao apresentado pelos animais do T1 (99.4 kg) no período de 261 a 485 dias de idade. Esta diferença no aumento de peso vivo no período anteriormente citado (32.4 kg), permitiu que as novilhas do manejo alimentar T4 depositassem duas vezes mais EGS ($P = 0.0756$) em relação aos animais do T1 (Tabela 2).

Estes resultados concordam com os obtidos por Roberts *et al.* (2007); Fitzsimons *et al.* (2013) e Lardner *et al.* (2014) em estudos realizados com novilhas de reposição. Roberts *et al.* (2007) trabalhando com novilhas $\frac{1}{2}$ Red Angus x $\frac{1}{4}$ Charolais x $\frac{1}{4}$ Tarentaise, evidenciaram que com GMDs de peso vivo 25% superiores (0.520 a 0.650 kg/dia) foi possível que as novilhas atingissem 20% a mais de EGS (3.28 a 3.96 mm), além disso os autores observaram que novilhas com maior EGS foram 6% superiores na característica taxa de prenhez.

Já em um trabalho realizado por Fitzsimons *et al.* (2013), avaliando novilhas da raça Simmental foi possível constatar que a EGS foi 20% maior nos animais que apresentaram 7.3% a mais de GMD de peso vivo (0.550 a 0.590 kg/dia) em um período de 120 dias. Lardner *et al.* (2014) por sua vez, trabalhando com novilhas de reposição da raça Angus, obtiveram aumentos de 40% no GMD (0.5 a 0.7 kg/dia) representando incrementos de 41% na EGS (2.2 a 3.1 mm) em um período de 202 dias.

Este processo biológico de crescimento está de acordo com Shahin e Berg (1985) que demonstraram que a quantidade de gordura se deposita

com o aumento da taxa de ganho de peso, aumento do peso corporal e com o avanço da idade. Desta maneira, a taxa de crescimento na recria afeta a composição corporal de novilhas de reposição, pois um crescimento acelerado nesta fase produz mais gordura subcutânea (Wilkins *et al.*, 2009).

Além disso, as diferenças na espessura de gordura podem estar associadas a reservas de energia totais nas novilhas (Hopper *et al.*, 1993). A gordura corporal é provavelmente um indicador da disponibilidade relativa de energia para a atividade reprodutiva (Hall *et al.*, 1995). Portanto, melhores regimes nutricionais após desmama estão associados positivamente com o estado metabólico que estimula o crescimento ósseo, muscular e a taxa de deposição de gordura (Hopper *et al.*, 1993; Hall *et al.*, 1995). Desta forma, os baixos GMDs de peso vivo após a desmama, como ocorreu no manejo alimentar T1, poderiam estar associados a um atraso na idade à puberdade (Wiltbank *et al.*, 1966; Short e Bellows, 1971; Greer *et al.*, 1983).

Neste estudo, quando ocorrido aumento de EGS foi observado que o ganho de PV quando foi igual ou superior que 31.7 kg (0.566 kg/dia), os ganhos de EGS foram iguais ou superiores que 0.25 mm (0.004 mm/dia). Já quando houve diminuição da EGS o ganho de PV não ultrapassou os 22.5 kg de PV (0.401 kg/dia).

Desta forma, verificou-se que o GMD de peso vivo mínimo requerido para gerar alterações na quantidade de gordura de cobertura na costela foi de 0,566 kg/dia. Sendo que esses ganhos, foram atingidos nos períodos II, III ou IV, e com GMDs mais acentuados nos períodos II e III, nos manejos alimentares T3 e T4 (Tabela 3; Figura 3).

A espessura de gordura na picanha se ajustou a um modelo de crescimento quadrático ao longo do período de estudo. Os modelos das novilhas do T2, T3 e T4 apresentaram uma moderada explicação do crescimento, 0.44, 0.43 e 0.43, respectivamente. Já o modelo dos animais do T1 apresentou uma explicação razoável de 0.13. Este padrão de crescimento pode ser devido a que a deposição, manutenção e diminuição da gordura subcutânea, tanto na picanha quanto na costela ocorrem conforme as taxas de ganho de peso vivo do animal (Shahin e Berg, 1985). Desta forma, a espessura de gordura subcutânea (picanha e costela), segundo a ordem de deposição tecidual, é a última a ser depositada (Owens *et al.*, 1993), mas as primeiras a serem mobilizadas quando ocorrem baixas taxas de GMD (Di Marco *et al.*, 2007), fato que foi evidenciado no período de 429 a 485 dias de idade das novilhas.

Neste período foram observados GMDs de PV de 0.045, 0.128, 0.030 e 0.161 kg/dia, para T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Resultando na diminuição da espessura de gordura de cobertura em todos os manejos alimentares, constando-se que a diminuição do sítio anatômico da EGP ocorreu com maior velocidade, do que o sítio da EGS. (Tabela 3; Figura 3).

De forma semelhante como ocorrido com o crescimento e desenvolvimento da EGS, as novilhas do manejo alimentar T4 também apresentaram superioridade no acúmulo de EGP quando comparadas com as novilhas do T1. Com a exceção que esta diferença se apresentou aos 429 ($P = 0.0198$) e 485 ($P = 0.0185$) dias de idade. Isto permite inferir que a síntese de gordura subcutânea apresenta diferença na velocidade de deposição nos

diferentes sítios anatômicos estudados, indicando que a deposição de gordura na garupa inicia a sua deposição mais precocemente do que a EGS. Estes resultados são semelhantes aos trabalhos realizados por Tait (2002) e Yokoo *et al.* (2014).

De acordo com o explicado anteriormente, as diferenças de EGP obtidas aos 429 e 485 dias de idade podem ser explicadas pelas taxas de GMDs de peso vivo, como demonstrado nos dados apresentados na tabela 3 deste estudo. Onde pode ser observado que as novilhas do T4 apresentaram um GMD de peso vivo 26.7 (0.577 a 0.731 kg/dia) e 32.5% (0.444 a 0.588) superior que as novilhas do T1 no período de 261 a 429 e 261 a 485 dias de idade, respectivamente. Como já foi discutido, as taxas de GMD de peso vivo tiveram diferentes impactos devido aos períodos de suplementação diferenciados que ocorreram nas novilhas do T1 e T4 (Tabela 1; Figura 2 e 3).

Esta diferença no GMD de peso vivo impactou positivamente na quantidade de EGP em T4, sendo que foi 77.3 e 102% superior aos 429 e 485 dias de idade, respectivamente, quando comparada com as novilhas do manejo alimentar do T1. Impactos semelhantes do GMD de peso vivo sobre a EGP também foram observados por Lardner *et al.* (2014), que trabalhando com novilhas de reposição evidenciaram que aumentos de 40% no GMD de peso vivo (0.5 a 0.7 kg/dia) representaram incrementos de 107% na EGP (1.4 a 2.9 mm) em um período de 202 dias. No mesmo estudo, evidenciou-se que as novilhas com maior EGP foram 7,6% superiores na característica taxa de prenhez.

Já no estudo de Fitzsimons *et al.* (2013) foi possível constatar que a EGP foi 21.4% maior (1.4 a 1.7 mm) nas novilhas que apresentaram 7.3% a mais de GMD de peso vivo (0.550 a 0.590 kg/dia) em um período de 120 dias.

Neste estudo, quando ocorreu aumento de EGP, foi observado que quando os ganhos de PV foram iguais ou superiores a 31.7 kg (0.566 kg/dia), os incrementos de EGP foram iguais ou superiores a 0.29 mm (0.005 mm/dia). Já quando houveram decréscimos da EGP, o ganho de PV não ultrapassou os 15.8 kg de PV (0.281 kg/dia). Portanto, verificou-se que o GMD de peso vivo mínimo requerido para gerar alterações na quantidade de gordura de cobertura no quadril foi 0.566 kg/dia. Sendo esses ganhos atingidos nos períodos II, III ou IV. Os maiores GMD foram observados nos períodos II e III, nos manejos alimentares T3 e T4. Estes períodos e manejos alimentares correspondem aos maiores níveis de suplementação diária no inverno, 1.0 e 1.5% em relação ao PV (Tabela 3; Figura 3).

De forma geral pode-se inferir que o ganho médio diário de PV apresenta uma grande influência no crescimento e na deposição dos tecidos muscular e adiposo, sendo necessários ganhos acima de 0.566 kg/dia, para que possa ocorrer o crescimento destes tecidos.

A deposição de gordura de cobertura pode ser comprometida em animais que experimentam ganhos médios diários menores que 0.401 kg/dia na fase de recria, culminando com perda de escore corporal.

Nas condições deste estudo, o manejo alimentar T4 mostrou impacto no aumento do peso vivo e deposição tecidual de gordura e músculo aos 16 meses de idade.

6. CONCLUSÕES

O manejo alimentar com suplementação energética diária por um período de 112 dias durante o inverno sob condições de pastoreio, afetou positivamente a percentagem do peso vivo maduro aos 16 meses de idade, o crescimento e o desenvolvimento da área do músculo *longissimus*, espessura de gordura na costela e espessura de gordura na picanha.

As magnitudes das taxas de ganho de peso vivo são determinantes na deposição tecidual de gordura e músculo.

A ultrassonografia em tempo real é uma tecnologia que pode ser utilizada para estimar o desenvolvimento tecidual da gordura e músculo com medidas repetidas no tempo, para ser utilizada como ferramenta de manejo e método de seleção de novilhas de reposição para obtenção de eficiência no sistema de produção.

8. REFERÊNCIAS

AGUDELO GÓMEZ, D. A.; CERÓN MUÑOZ, M. F.; RESTREPO, L. F. Modelación de las funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, Medellín, v. 21, n. 1, p. 39-58, 2009. ISSN 2256-2958.

ALLISTON, J. C. The use of a dam scanner ultrasonic machine to predict the body composition of Hereford bulls. **Animal Production**, Pencaitland, UK, v. 35, p. 361-365, 1982.

ALVES, D. D. Crescimento compensatório em bovinos de corte. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 98, n. 546, p. 61-67, 2003.

ARIJE, G. F.; WILTBANK, J. N. Prediction of Age and Weight at Puberty in Beef Heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 38, n. 4, p. 803-810, 1974. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2134/jas1974.384803x> >. Acesso em: 20 de abril de 2015.

BAKER, M. et al. Using ultrasound measurements to predict body composition of yearling bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 10, p. 2666-2672, 2006. ISSN 0021-8812.

BARCELLOS, J. O. J. et al. Higher feeding diets effects on age and liveweight gain at puberty in crossbred Nelorex Hereford heifers. **Tropical animal health and production**, Edinburgh, v. 46, n. 6, p. 953-960, 2014. ISSN 0049-4747.

BARTON, R. The relation between live animal conformation and the carcass of cattle. **Animal breeding abstracts**, Farnham Royal, v. 33, n. 1, p.1-22, 1967.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University Press, 1976. ISBN 0424000024.

BERGAMASCHI, H. **Clima da Estação Experimental da UFRGS (e região de abrangência)**. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

BERGEN, R. et al. Use of real-time ultrasound to evaluate live animal carcass traits in young performance-tested beef bulls. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 9, p. 2300-2307, 1997. ISSN 0021-8812.

BERRETTA, E. J. et al. Camposin Uruguay. In: GRASSLAND Ecophysiology and Grazing Ecology. New York, USA: CAB International, 2000. p. 377-394. ISBN 0851999409.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023**. Brasília: Mapa/ACS, 2013. 96 p.

BRETHOUR, J. Using serial ultrasound measures to generate models of marbling and backfat thickness changes in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 8, p. 2055-2061, 2000. ISSN 0021-8812.

BRODY, S. **Bioenergetics and growth**: with special reference to the efficiency complex in domestic animals. [S.l.]: Reinhold, 1945.

BULTOT, D. et al. Performances and meat quality of Belgian Blue, Limousin and Aberdeen Angus bulls fattened with two types of diet. **Bone**, New York, v. 77, n. 11, p. 12, 2002.

BUSKIRK, D. et al. Growth, reproductive performance, mammary development, and milk production of beef heifers as influenced by prepubertal dietary energy and administration of bovine somatotropin. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, p. 2649-2662, 1996. ISSN 0021-8812.

CAPPELLOZZA, B. I. et al. Supplementation based on protein or energy ingredients to beef cattle consuming low-quality cool-season forages: I. Forage disappearance parameters in rumen-fistulated steers and physiological responses in pregnant heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, n. 6, p. 2716-2724, 2014. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2013-7441> >. Acesso em: 20 de abril de 2015.

CICCIOLI, N. H. et al. Incidence of puberty in beef heifers fed high- or low-starch diets for different periods before breeding. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 11, p. 2653-2662, 2005. Disponível em: < <http://dx.doi.org/2005.83112653x> >. Acesso em: 02 de março de 2015.

CLANTON, D. C.; JONES, L. E.; ENGLAND, M. E. Effect of Rate and Time of Gain after Weaning on the Development of Replacement Beef Heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 56, n. 2, p. 280-285, 1983. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2134/jas1983.562280x> >. Acesso em: 25 de abril de 2015.

CREWS, D.; KEMP, R. Genetic parameters for ultrasound and carcass measures of yield and quality among replacement and slaughter beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 12, p. 3008-3020, 2001. ISSN 0021-8812.

DA LUZ, S. et al. Correlações entre características de carcaça avaliadas por ultra-som e pós-abate em novilhos Nelore, alimentados com altas proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 1236-1242, 2003.

DA LUZ, S. et al. Estimativa do peso e do rendimento de carcaça de tourinhos Brangus e Nelore, por medidas de ultra-sonografia. **Revista Brasileira de Zootecnia** Viçosa, MG, v. 32, n. 5, p. 1227-1235, 2003.

DAY, M. et al. Effects of restriction of dietary energy intake during the prepubertal period on secretion of luteinizing hormone and responsiveness of

the pituitary to luteinizing hormone-releasing hormone in heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 62, n. 6, p. 1641-1648, 1986. ISSN 0021-8812.

DE FREITAS, A. R. Curvas de crescimento na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 3, p. 786-795, 2005.

DEAN, D. T. **Evaluation of ultrasound and other sources of information to predict beef carcass traits and final carcass value**. Texas: Texas A&M University, 2006.

DI MARCO, O.; BARCELOS, J.; COSTA, E. Crescimento de bovinos de corte. Porto Alegre: Departamento de Zootecnia da UFRGS/NESPRO, 2007.

DIJKSTRA, J.; FORBES, J. M.; FRANCE, J. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Oxfordshire: CABI, 2005. ISBN 1845931459.

EMENHEISER, J. et al. Use of ultrasound scanning and BCS to evaluate composition traits in mature beef cows. **Journal of Animal Science**, Champaign, p. jas. 2014-7920, 2014. ISSN 0021-8812.

ENDECOTT, R. et al. Joint Alpharma-Beef Species Symposium: Implications of beef heifer development systems and lifetime productivity. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 3, p. 1329-1335, 2013. ISSN 1525-3163.

ESPIGOLAN, R. et al. Aplicação de modelos não-lineares para descrever a evolução de características de crescimento e carcaça em bovinos da raça Hereford. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 513-519, 2013. ISSN 0103-8478.

FITZSIMONS, C. et al. Methane emissions, body composition, and rumen fermentation traits of beef heifers differing in residual feed intake. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 12, p. 5789-5800, 2013. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2013-6956> >. Acesso em: 15 de fevereiro de 2015.

FRIZZO, A. et al. Suplementação energética na recria de bezerras de corte mantidas em pastagem de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 643-652, 2003.

FUNSTON, R. N.; DEUTSCHER, G. H. Comparison of target breeding weight and breeding date for replacement beef heifers and effects on subsequent reproduction and calf performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 10, p. 3094-3099, 2004. Disponível em: < <http://dx.doi.org//2004.82103094x> >. Acesso em: 07 de abril de 2015.

GREER, R. C. et al. Estimating the Impact of Management Decisions on the Occurrence of Puberty in Beef Heifers. **Journal of Animal Science**,

Champaign, v. 56, n. 1, p. 30-39, 1983. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2134/jas1983.56130x> >. Acesso em: 18 de abril de 2015.

GREINER, S. et al. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 3, p. 676-682, 2003. ISSN 0021-8812.

GRINGS, E. E. et al. Beef heifer development within three calving systems. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 8, p. 2048-2058, 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2006-758> >. Acesso em: 28 de abril de 2015.

GUGGERI, D. et al. Effect of different management systems on growth, endocrine parameters and puberty in Hereford female calves grazing Campos grassland. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 167, n. 0, p. 455-462, 2014. ISSN 1871-1413. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1871141314003345> >. Acesso em: 15 de abril de 2015.

GUNN, R.; SIM, D.; HUNTER, E. Effects of nutrition in utero and in early life on the subsequent lifetime reproductive performance of Scottish Blackface ewes in two management systems. **Animal Science**, Pinicuik, v. 60, n. 02, p. 223-230, 1995. ISSN 1748-748X.

HALL, J. B. et al. Body composition and metabolic profiles associated with puberty in beef heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 11, p. 3409-3420, 1995. Disponível em: <<https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/abstracts/73/11/3409> >. Acesso em: 19 de abril de 2015.

HAMMOND, J. **Avances en fisiología zootécnica**. Zaragoza: Acribia, 1959. 363 p.

HERRING, W.; KEMP, D. The use of ultrasound technology in genetic selection decisions. In: RANGE BEEF COW SYMPOSIUM, 17., 2001, Casper. Anais... Casper: Proceedings, The Range Beef Cow Symposium, 2001. p.82.

HERSOM, M. J.; BODINE, T. N.; HERRING, A. JOINT ALPHARMA-BEEF SPECIES SYMPOSIUM: Redefining the Replacement Heifer Paradigm. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 3, p. 1321-1322, 2013. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2013-6277> >. Acesso em: 22 de abril de 2015.

HOPPER, H. W. et al. Effect of prepubertal body weight gain and breed on carcass composition at puberty in beef heifers. **Journal of Animal Science** Champaign, v. 71, n. 5, p. 1104-1111, 1993 1993. Disponível em: < <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/abstracts/71/5/1104> >. Acesso em: 14 de abril de 2015.

HORN, G. et al. Designing supplements for stocker cattle grazing wheat pasture. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 13, p. E69-E78, 2005. ISSN 0021-8812.

HOUGHTON, P.; TURLINGTON, L. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 3, p. 930-941, 1992. ISSN 0021-8812.

KOOHMARAIE, M. et al. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? **Meat Science**, Barking, v. 62, n. 3, p. 345-352, 2002. ISSN 0309-1740.

LAMBE, N. et al. The prediction of carcass composition and tissue distribution in beef cattle using ultrasound scanning at the start and/or end of the finishing period. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 131, n. 2, p. 193-202, 2010. ISSN 1871-1413.

LAMOND, D. The influence of undernutrition on reproduction in the cow. **Animal Breeding Abstracts**, Edinburgh, v. 38, p.359-372, 1970.

LARDNER, H. et al. Effect of development system on growth and reproductive performance of beef heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, n. 7, p. 3116-3126, 2014. ISSN 1525-3163.

LARSON, D. M.; CUPP, A. S.; FUNSTON, R. N. Heifer development systems: A comparison of grazing winter range or corn residue. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 8, p. 2365-2372, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2010-3767> >. Acesso em: 23 de abril de 2015.

LESMEISTER, J. L.; BURFENING, P. J.; BLACKWELL, R. L. Date of First Calving in Beef Cows and Subsequent Calf Production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 36, n. 1, p. 1-6, 1973. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2134/jas1973.3611> >. Acesso em: 20 de outubro de 2014.

MAAS, J. Relationship between nutrition and reproduction in beef cattle. **The Veterinary clinics of North America. Food animal practice**, Philadelphia, v. 3, n. 3, p. 633-646, 1987. ISSN 0749-0720.

MACNEIL, M.; NORTHCUTT, S. National cattle evaluation system for combined analysis of carcass characteristics and indicator traits recorded by using ultrasound in Angus cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 10, p. 2518-2524, 2008. ISSN 0021-8812.

MARTIN, J. L. et al. Effect of prebreeding body weight or progestin exposure before breeding on beef heifer performance through the second breeding season. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 2, p. 451-459,

2008. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2007-0233> >. Acesso em: 21 de julho de 2014.

MCPHEE, M. et al. Effects of backgrounding and finishing growth rates on P8 fat and intramuscular fat in *Bos taurus* steers. **Animal Production Science**, Melbourne, v. 52, n. 5, p. 354-364, 2012. ISSN 1836-5787.

MINICK, J. A. et al. Relationship between body composition and reproduction in heifers. In: BEEF RESEARCH REPORT, 2001, Ames: Iowa State University, 2002. p. 145-148.

MORIEL, P. et al. Effects of calf weaning age and subsequent management system on growth and reproductive performance of beef heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, n. 7, p. 3096-3107, 2014. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2013-7389> >. Acesso em: 20 de janeiro de 2015.

NASH, S. A. et al. Case Study: Monitoring Changes in Carcass Quality Across Time-on-Feed using Real-Time Ultrasound to Optimize Marketing Endpoints. **The Professional Animal Scientist**, [Savoy], v. 16, n. 3, p. 202-205, September 1, 2000 2000. Disponível em: < <http://pas.fass.org/content/16/3/202.abstract> >. Acesso em: 14 de novembro de 2014.

NOVIANDI, C. T. et al. Effects of energy supplementation in pasture forages on in vitro ruminal fermentation characteristics in continuous cultures. **The Professional Animal Scientist**, Savoy, v. 30, n. 1, p. 13-22, February 1, 2014. Disponível em: < <http://pas.fass.org/content/30/1/13.abstract> >. Acesso em: 01 de fevereiro de 2015.

OWENS, F. N.; DUBESKI, P.; HANSON, C. F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 11, p. 3138-3150, 1993 1993. Disponível em: < <https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/abstracts/71/11/3138> >. Acesso em: 20 de abril de 2014.

PATTERSON, D. et al. Management considerations in heifer development and puberty. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 4018-4035, 1992. ISSN 0021-8812.

PEÑA, F. et al. Use of serial ultrasound measures in the study of growth- and breed-related changes of ultrasonic measurements and relationship with carcass measurements in lean cattle breeds. **Meat Science**, Barking, v. 96, n. 1, p. 247-255, 2014. ISSN 0309-1740. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917401300329X> >. Acesso em: 20 de janeiro de 2015.

PILAU, A. et al. Recria de novilhas de corte com diferentes níveis de suplementação energética em pastagem de aveia preta e azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 2104-2113, 2004.

POTHOVEN, M. A.; BEITZ, D. C. Effect of adipose tissue site, animal weight, and long-term fasting on lipogenesis in the bovine. **The Journal of nutrition**, v. 103, n. 3, p. 468-475, 1973. ISSN 0022-3166.

_____. Changes in fatty acid synthesis and lipogenic enzymes in adipose tissue from fasted and fasted-refed steers. **The Journal of nutrition**, v. 105, n. 8, p. 1055-1061, 1975. ISSN 0022-3166.

RANDEL, R.; WELSH, T. JOINT ALPHARMA-BEEF SPECIES SYMPOSIUM: Interactions of feed efficiency with beef heifer reproductive development. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 91, n. 3, p. 1323-1328, 2013. ISSN 1525-3163.

REALINI, C. et al. Gluteus medius and rump fat depths as additional live animal ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 6, p. 1378-1385, 2001. ISSN 0021-8812.

RECIO, H. et al. Use of real-time ultrasound for predicting beef cutability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. Suppl 1, p. 260, 1986.

ROBERTS, A. J. et al. Circulating insulin-like growth factor I, insulin-like growth factor binding proteins, growth hormone, and resumption of estrus in postpartum cows subjected to dietary energy restriction. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 7, p. 1909-1917, 1997. Disponível em: < <http://dx.doi.org/1997.7571909x> >. Acesso em: 20 de abril de 2014.

ROBERTS, A. J. et al. Effects of restricted feeding of beef heifers during the postweaning period on growth, efficiency, and ultrasound carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 10, p. 2740-2745, 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2007-0141> >. Acesso em: 21 de julho de 2015.

SAS. **Statistics, Version 9.0**. Cary, NC, USA: SAS Institute, Inc., 2004.

SCHILLO, K. K.; HALL, J. B.; HILEMAN, S. M. Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 3994-4005, 1992. Disponível em: < <http://dx.doi.org/1992.70123994x> >. Acesso em: 20 de agosto de 2014.

ŞENTÜRKLÜ, S. et al. Effect of heifer frame score on growth, fertility, and economics. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Suweon, v. 28, n. 1, p. 69-78, 2015. Disponível em: < <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0->

84920177886&partnerID=40&md5=016e8a86ac1472ff758b8f1c3c39ace7 >. Acesso em: 20 de agosto de 2015.

SHAFFER, K. S. et al. Residual feed intake, body composition, and fertility in yearling beef heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 4, p. 1028-1034, 2011. ISSN 1525-3163.

SHAHIN, K. A.; BERG, R. Growth patterns of muscle, fat and bone, and carcass composition of double muscled and normal cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 65, n. 2, p. 279-293, 1985. ISSN 0008-5286.

SHORT, R. E.; BELLOWS, R. A. Relationships among Weight Gains, Age at Puberty and Reproductive Performance in Heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 32, n. 1, p. 127-131, 1971. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2134/jas1971.321127x>>. Acesso em: 25 de abril de 2014.

SILLENCE, M. Technologies for the control of fat and lean deposition in livestock. **The Veterinary Journal**, London, v. 167, n. 3, p. 242-257, 2004. ISSN 1090-0233.

SIMM, G. The use of ultrasound to predict the carcass composition of live cattle-a review. **Animal Breeding Abstracts**, Edinburgh, p.853-875, v. 58, n.12, 1983.

STOUFFER, J. Objective technical methods for determining carcass value in live animals with special emphasis on ultrasonics. **World Review of Animal Production**, Rome, v. 1, p. 59, 1966.

STOUFFER, J.; WALLENTINE, M.; WELLINGTON, G. Ultrasonic measurement of fat thickness and loin eye area on live cattle and hogs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 18, p. 1483, 1959.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: Emater/RS-ASCAR, 2008. 222 p. ISBN 8598842044.

TAIT, R.; WILSON, D.; ROUSE, G. Prediction of retail product and trimmable fat yields from the four primal cuts in beef cattle using ultrasound or carcass data. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 6, p. 1353-1360, 2005. ISSN 0021-8812.

TAROUCO, J. U. **Utilização do ultra-som para predição de características de carcaça em bovinos**. 2004. 182 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

TAROUCO, J. U. et al. Relação entre medidas ultra-sônicas e espessura de gordura subcutânea ou área de olho de lombo na carcaça em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 34, n. 6, p. 2074-2084, 2005.

TEMPLE, R. et al. Ultrasonic and conductivity methods for estimating fat thickness in live cattle. **Proceedings Western Section, American Society of Animal Production, [S.I.]**, v. 7, p. 477, 1956.

TRUSCOTT, T.; TULLOH, N.; WHITFIELD, D. A seriatim study, using ultrasonic measurements, of fat depth and m. longissimus area in Hereford bulls, steers and heifers under grazing conditions. **Animal Production**, Pencaitland, v. 30, n. 02, p. 199-209, 1980. ISSN 1748-748X.

TURLINGTON, L. **Live animal evaluation of swine and sheep using ultrasonics**. 1990. M. Sc. Thesis - Kansas State Univ., Manhattan, KS, 1990.

VARNER, L. W.; BELLOWS, R. A.; CHRISTENSEN, D. S. A Management System for Wintering Replacement Heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 44, n. 2, p. 165-171, 1977. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2134/jas1977.442165x> >. Acesso em: 14 de maio de 2014.

VIÑOLES, C. et al. Estado actual de la investigación vinculada a la Producción Animal Limpia, Verde y Ética en Uruguay. **Agrociencia**, Montevideo, v. 13, n. 3, p. 59-79, 2009. ISSN 1510-0839.

WHITTEMORE, C. T. An approach to pig growth modeling. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 2, p. 615-621, 1986. ISSN 0021-8812.

WILD, J. J. The use of ultrasonic pulses for the measurement of biologic tissues and the detection of tissue density changes. **Surgery**, Saint Louis, v. 27, n. 2, p. 183-188, 1950. ISSN 0039-6060.

WILKINS, J. et al. Performance of steer progeny of sires differing in genetic potential for fatness and meat yield following post-weaning growth at different rates. 1. Growth and live-animal composition. **Animal Production Science**, Melbourne, v. 49, n. 6, p. 515-524, 2009. ISSN 1836-5787.

WILLIAMS, A. Ultrasound applications in beef cattle carcass research and management. **Journal of Animal Science** Champaign, v. 80, n. Suppl 2, p. E183-E188, 2002.

WILSON, D. **Centralized ultrasound processing**. Atlantic: Iowa State University, 1999. (Study guides).

WILSON, D. E. Application of ultrasound for genetic improvement. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 3, p. 973-983, 1992. ISSN 0021-8812.

WILTBANK, J. N. et al. Effects of Heterosis on Age and Weight at Puberty in Beef Heifers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 25, n. 3, p. 744-751, 1966. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.2134/jas1966.253744x> >. Acesso em: 01 de setembro de 2014.

YOKOO, M. J.-I. et al. Medidas repetidas no estudo de características de crescimento e carcaça avaliadas por ultrassom em novilhas de corte cruzadas. **Boletim de Indústria Animal**, Nova odessa, v. 71, p. 200-210, 2014.

9. APÊNDICES

Apêndice 2 - Entrada dos dados para análise estatística das variáveis Sistema, Dia, Peso, AOL, EGS e EGP.

Brinco	Sistema	Dia	Peso	AOL	EGS	EGP
2849	S1	0	149.42	38.37	2.68	.
2855	S1	0	155.24	34.22	1.96	.
2857	S1	0	162.1	37.47	3.57	.
2859	S1	0	152.38	33.24	1.82	.
2861	S1	0	169.78	39.4	2.64	.
2867	S1	0	156.65	40.96	1.89	.
2879	S1	0	159.96	29.44	2.42	.
2885	S1	0	170.82	40.82	1.77	.
2897	S1	0	166.46	35.94	0.98	.
2849	S1	56	167.38	36.27	2.06	3.39
2855	S1	56	172.33	35.2	1.87	2.13
2857	S1	56	178.43	40.15	3.58	3.55
2859	S1	56	168.87	37.81	1.86	2.42
2861	S1	56	189.08	41.42	1.92	2.82
2867	S1	56	176.24	43.92	2.12	2.59
2879	S1	56	194.54	36.2	2.4	3.7
2885	S1	56	207.92	48.65	1.6	2.4
2897	S1	56	192.59	43.3	1.48	1.6
2849	S1	112	213.53	41.95	1.6	4
2855	S1	112	211.57	38.63	2.31	2.86
2857	S1	112	213.88	45.32	4.88	4.51
2859	S1	112	207.53	43.71	2.24	3.29
2861	S1	112	227.06	47.77	2.76	3.39
2867	S1	112	216.27	48.29	2	2.82
2879	S1	112	245.31	45.07	4.13	4.89
2885	S1	112	261.67	58.82	2.74	2.87
2897	S1	112	239.33	43.88	1.97	1.97
2849	S1	168	250.55	45.52	1.71	3.89
2855	S1	168	259.45	40.81	1.91	4.11
2857	S1	168	245.82	48.35	5.91	5.54
2859	S1	168	257.8	47.94	3.74	3.5
2861	S1	168	263	54.17	3.85	4.92
2867	S1	168	255.04	49.27	2.17	2.9
2879	S1	168	277.15	48.59	3.26	4.21
2885	S1	168	305.64	67.64	2.65	2.59
2897	S1	168	263.8	41.53	2	2
2849	S1	224	261.8	46.04	2	3.43
2855	S1	224	275.21	40.31	1.54	3.94
2857	S1	224	252.25	45	4.82	5.66
2859	S1	224	275.7	49.76	3.44	3.63

2861	S1	224	278.66	53.63	2.93	4.43
2867	S1	224	276.1	49.1	2.31	2.09
2879	S1	224	296.61	50.53	2.85	3.61
2885	S1	224	329.9	66.32	1.94	2.63
2897	S1	224	276.2	40.02	1.63	1.68
2849	S1	280	267.82	45.85	2	2.85
2855	S1	280	269.48	38.56	1.4	3.01
2857	S1	280	257.41	42.85	3.26	3.96
2859	S1	280	275.36	.	.	.
2861	S1	280	281.5	50.47	2.34	3.84
2867	S1	280	288.27	49.1	2.12	2.28
2879	S1	280	294.95	52.58	3.04	3.22
2885	S1	280	348.9	.	.	.
2897	S1	280	264.45	38.56	1.24	1.34
2849	S1	336	259.76	44.46	1.94	2.31
2855	S1	336	270.79	36.71	1.28	2.4
2857	S1	336	240.18	40.6	2.05	2.6
2859	S1	336	293.45	.	.	.
2861	S1	336	266.4	47.09	1.96	3.19
2867	S1	336	273.8	47.04	1.86	2.32
2879	S1	336	279.14	48.84	2.71	2.43
2885	S1	336	367.78	.	.	.
2897	S1	336	253.36	37.17	1.2	1.71
2849	S1	392	258.75	39.11	1.69	1.9
2855	S1	392	267.23	34.67	1.23	2.4
2857	S1	392	237.64	38.1	1.59	1.99
2859	S1	392	314.33	.	.	.
2861	S1	392	255.2	43.43	1.86	2.42
2867	S1	392	260.56	41.8	1.5	2.12
2879	S1	392	266.41	42.58	2.15	1.46
2885	S1	392	386.62	.	.	.
2897	S1	392	243.69	35.8	1.2	2.17
2849	S1	448	254.36	37.71	1.44	1.6
2855	S1	448	263.8	33.76	1.32	2.16
2857	S1	448	234.29	36.73	1.39	1.6
2859	S1	448	348.37	.	.	.
2861	S1	448	251.86	41.44	1.59	1.86
2867	S1	448	248.54	37.5	1.4	1.73
2879	S1	448	281.16	42.07	1.77	1.67
2885	S1	448	.	.	.	.
2897	S1	448	246.71	35.92	1.5	1.16
2739	S2	0	165.99	32.28	2.35	.
2719	S2	0	164.83	33.08	1.78	.
2755	S2	0	167.71	42.19	4.4	.

2773	S2	0	175.31	38.39	3.26	.
2775	S2	0	146.57	35.09	1.25	.
2801	S2	0	149.68	34.83	2.7	.
2815	S2	0	171.09	38.1	2.25	.
2881	S2	0	148.21	32.02	1.57	.
2905	S2	0	138.12	32.13	1.99	.
2739	S2	56	175.44	32.43	1.92	1.26
2719	S2	56	172.1	35.05	1.63	2.66
2755	S2	56	179.71	36.08	4.4	1.67
2773	S2	56	179.68	36.79	2.68	1.89
2775	S2	56	162.57	34.44	1.54	1.52
2801	S2	56	175.86	36.14	2.7	2.7
2815	S2	56	183.45	38.9	1.67	1.38
2881	S2	56	149.35	32.73	1.5	1.86
2905	S2	56	179.17	41.1	1.99	2.69
2739	S2	112	206.7	38.21	3.36	1.97
2719	S2	112	198.7	38.37	1.55	2.92
2755	S2	112	202.29	38.3	4.63	3.71
2773	S2	112	207	40.63	2.19	2.25
2775	S2	112	196.03	40.66	1.88	1.88
2801	S2	112	216	43.26	3.63	2.7
2815	S2	112	223.89	49.73	2.3	3.16
2881	S2	112	187.16	38.18	1.88	2
2905	S2	112	243.19	52.05	3.21	6.37
2739	S2	168	260	48.04	4.48	2.94
2719	S2	168	248.84	44.55	2.56	3.88
2755	S2	168	240.86	49.35	6.81	5.17
2773	S2	168	259.57	51.33	3.57	3.12
2775	S2	168	247.51	44.53	2	2.6
2801	S2	168	266.45	49.36	4.51	3.43
2815	S2	168	289.86	58.46	3.27	4.89
2881	S2	168	225.62	44.67	2.15	2.82
2905	S2	168	274.13	59.21	3.71	4.64
2739	S2	224	305.45	71.96	4.43	5.84
2719	S2	224	293.55	53.5	4.25	5.29
2755	S2	224	276.33	57.78	6.37	4.71
2773	S2	224	299.56	55.25	4.75	3.78
2775	S2	224	280.8	52.1	2.96	3.04
2801	S2	224	302.36	54.32	5.27	4.51
2815	S2	224	313.25	60.2	4.11	5.46
2881	S2	224	247.2	50.78	2.35	3.94
2905	S2	224	267.28	51.84	2.83	3.99
2739	S2	280	316.51	62.03	3.66	4.77
2719	S2	280	310.48	57.92	4.47	5.5

2755	S2	280	283.92	56.54	5.08	3.91
2773	S2	280	313.07	56.17	4.22	3.96
2775	S2	280	293.61	51	2.73	1.14
2801	S2	280	314.48	58.89	6.95	4.44
2815	S2	280	314.3	57.76	3.43	4.65
2881	S2	280	.	.	.	.
2905	S2	280	256.23	44.98	2	3.31
2739	S2	336	310.02	56.72	3.19	4.08
2719	S2	336	312.09	57.07	4.56	5.56
2755	S2	336	280.5	52.2	4.59	3.33
2773	S2	336	322.68	56.98	3.75	4.11
2775	S2	336	287.09	47.4	2.15	0.39
2801	S2	336	332.8	59.19	7.18	4.16
2815	S2	336	321.95	56.81	3.05	4.21
2881	S2	336	.	.	.	.
2905	S2	336	239	41.9	0.99	2.85
2739	S2	392	320.35	54.79	2.94	3.68
2719	S2	392	327.36	55.98	4.12	5.85
2755	S2	392	276.84	49.2	3.78	2.76
2773	S2	392	337.09	56.95	3.86	4.37
2775	S2	392	270.16	42.11	1.69	1.12
2801	S2	392	333.14	56.1	6.05	3.9
2815	S2	392	340.24	57	2.98	4.06
2881	S2	392	.	.	.	.
2905	S2	392	222.06	38.93	0.01	2.39
2739	S2	448	337.65	52.86	2.68	3.28
2719	S2	448	337.55	54.88	3.69	6.14
2755	S2	448	273.27	47.06	2.76	2.2
2773	S2	448	352.36	56.91	3.97	4.62
2775	S2	448	254.38	36.25	1.29	1.84
2801	S2	448	325.5	53.01	4.92	3.65
2815	S2	448	359.58	57.18	2.91	3.92
2881	S2	448	.	.	.	.
2905	S2	448	225.26	37.41	0.97	2.07
2767	S3	0	.	43.19	2	.
2845	S3	0	.	37.61	2.2	.
2729	S3	0	169.92	42.94	3.23	.
2733	S3	0	179.79	41.08	2.17	.
2789	S3	0	167.45	36.03	2.32	.
2813	S3	0	166.09	40.69	3.6	.
2831	S3	0	176.82	37.12	2.78	.
2889	S3	0	152.1	37.06	2.28	.
2895	S3	0	156.47	38.81	2.67	.
2767	S3	56	.	42.83	2	2.12

2845	S3	56	.	40.92	1.89	2.44
2729	S3	56	169.19	41.49	2.58	2.46
2733	S3	56	176.88	42.75	1.73	1.92
2789	S3	56	177.64	34.87	1.74	1.75
2813	S3	56	178.45	41.85	2.8	2.74
2831	S3	56	179	36.9	2.2	2
2889	S3	56	180.24	41.58	2.55	3.73
2895	S3	56	195.89	43.51	4.89	5.86
2767	S3	112	.	48.68	1.78	2.83
2845	S3	112	.	54.81	3.16	4.33
2729	S3	112	187.72	45.53	2.08	3.17
2733	S3	112	199.2	50.98	1.73	2.99
2789	S3	112	225.05	45.66	1.6	2.82
2813	S3	112	222	52.42	4.26	5.59
2831	S3	112	232.33	46.68	3.53	3.78
2889	S3	112	230.51	49.26	3.91	4.6
2895	S3	112	243.86	49.17	6.71	7.39
2767	S3	168	.	51.36	1.82	3.42
2845	S3	168	.	56.42	4.62	6.71
2729	S3	168	234.99	54.19	2.76	5.35
2733	S3	168	242.69	57.72	2.92	4.73
2789	S3	168	284.94	54.25	2.92	5.77
2813	S3	168	270.86	54.29	7.79	8.01
2831	S3	168	292	52.4	4	3.9
2889	S3	168	267	52.06	4.22	4.7
2895	S3	168	272.27	52.75	8.86	6.43
2767	S3	224	.	57.24	2.25	4.53
2845	S3	224	.	64.63	4.17	7.31
2729	S3	224	284.83	62.1	3.49	6.87
2733	S3	224	276.68	63.41	3.2	5.73
2789	S3	224	320.89	64.1	2.31	5.76
2813	S3	224	304.62	63.54	8.3	7.23
2831	S3	224	320.3	58.55	6.65	3.99
2889	S3	224	283.14	50.11	3.61	3.96
2895	S3	224	289.79	52.93	8.27	6.13
2767	S3	280	.	58.1	1.42	2.97
2845	S3	280	317	65.5	3.3	5.1
2729	S3	280	291.7	61.65	3.03	5.12
2733	S3	280	286.68	65.15	2.44	4.71
2789	S3	280	.	.	.	.
2813	S3	280	300.96	61.67	6.47	7.1
2831	S3	280	336.86	61.23	4.13	3.68
2889	S3	280	265.82	47.38	2.88	3.03
2895	S3	280	285.66	52.73	7.35	5.93

2767	S3	336	.	57.13	1.14	2.36
2845	S3	336	333.78	60.55	2.97	4.37
2729	S3	336	287.39	56.72	3.13	3.71
2733	S3	336	281.33	59.11	2.1	3.15
2789	S3	336	.	.	.	.
2813	S3	336	305.95	61.97	6.06	7.1
2831	S3	336	354.36	61.55	3.5	3.46
2889	S3	336	250.04	41.93	2.28	2.34
2895	S3	336	273.17	50.56	4.81	5.09
2767	S3	392	.	54.98	1.22	2.36
2845	S3	392	332.76	55.61	2.65	3.65
2729	S3	392	307.07	59.45	4.15	4.51
2733	S3	392	265.36	50.98	1.73	2.29
2789	S3	392	.	.	.	.
2813	S3	392	319.96	64.48	6.65	7.1
2831	S3	392	358.44	61.07	3.5	3.28
2889	S3	392	243.42	35.56	1.72	1.73
2895	S3	392	261.46	48.02	1.96	4.12
2767	S3	448	.	52.84	1.29	2.36
2845	S3	448	335.6	51.5	2.22	2.96
2729	S3	448	309.62	62.17	5.17	5.31
2733	S3	448	247.54	40.9	1.32	2.09
2789	S3	448	.	.	.	.
2813	S3	448	334.22	66.99	7.23	7.1
2831	S3	448	362	60.6	3.5	3.1
2889	S3	448	242	42.62	1.41	2.1
2895	S3	448	260	40.14	1.6	2.32
2735	S4	0	195.22	44.76	1.95	.
2759	S4	0	189.88	37.49	3.11	.
2833	S4	0	175.29	42.79	3.56	.
2869	S4	0	.	43.75	2.75	.
2679	S4	0	174.84	49.42	4.28	.
2751	S4	0	175.64	47.43	4.47	.
2757	S4	0	159.27	40.2	1.21	.
2781	S4	0	167.81	37.52	4.07	.
2787	S4	0	156.55	38.72	2.06	.
2795	S4	0	170.83	41.06	2.41	.
2803	S4	0	175.84	41.62	3.74	.
2851	S4	0	180.86	36.19	2.1	.
2871	S4	0	144.92	39.57	1.65	.
2877	S4	0	185.24	32.29	2	.
2891	S4	0	155.83	35.71	2.74	.
2907	S4	0	162.21	36.22	1.27	.
2735	S4	56	203.95	46.5	1.45	1.45

2759	S4	56	196.43	36.69	3.47	2.66
2833	S4	56	196.86	41.75	3.23	2.82
2869	S4	56	.	46.57	1.93	2.71
2679	S4	56	186.48	43.31	3.12	0.5
2751	S4	56	185.82	45.39	3.6	2.33
2757	S4	56	174.55	34.82	1.79	2.05
2781	S4	56	185.26	39.48	3.27	3.41
2787	S4	56	160.91	37.26	2.57	2.47
2795	S4	56	176.65	38.01	1.75	1.96
2803	S4	56	184.21	38.64	3.95	3.92
2851	S4	56	196.6	38.9	2.13	2.62
2871	S4	56	170.71	46.87	1.54	2.47
2877	S4	56	222.29	40.1	2.09	3.17
2891	S4	56	197	44.86	2.87	2.61
2907	S4	56	207.11	44.7	2.25	3.75
2735	S4	112	233.24	52.36	2.11	3.5
2759	S4	112	224.9	41.82	3.45	5.06
2833	S4	112	244.86	55.61	4.77	4.16
2869	S4	112	.	49.97	1.68	3.49
2679	S4	112	207.86	40.65	2.29	4.05
2751	S4	112	217.76	50.74	3.13	5.18
2757	S4	112	215.43	42.04	2	3.03
2781	S4	112	223.92	50.8	4.71	6.17
2787	S4	112	200	42.03	3.57	3.8
2795	S4	112	207.35	42.49	1.87	2.14
2803	S4	112	230	45.75	3.86	5.7
2851	S4	112	239.22	44.32	2.72	2.71
2871	S4	112	224.67	57.35	2.69	4.41
2877	S4	112	287.69	49.03	3.01	5.59
2891	S4	112	257.2	53.8	6.08	3.63
2907	S4	112	257.84	55.12	4	4.32
2735	S4	168	289.16	61.67	3.16	5.83
2759	S4	168	274	51.27	5.19	7.35
2833	S4	168	303.75	60.86	7.99	5.04
2869	S4	168	.	53.54	2.85	4.41
2679	S4	168	256.51	47.91	2.78	7.1
2751	S4	168	265.29	56.35	3.62	6.7
2757	S4	168	282.24	54.82	2.65	5.16
2781	S4	168	274.49	56.71	7.14	7.1
2787	S4	168	251.86	50.1	5.64	5.73
2795	S4	168	238.63	47.03	1.85	1.47
2803	S4	168	286	50.69	5.76	7.51
2851	S4	168	295.98	49.23	3.23	4.3
2871	S4	168	274.71	64.93	4.39	6.69

2877	S4	168	337	54.34	3.37	6.19
2891	S4	168	308.45	55.38	6.26	4.88
2907	S4	168	287.64	54.74	3.09	4.72
2735	S4	224	340.09	73.33	5.28	7.97
2759	S4	224	313.93	52.08	6.71	9.44
2833	S4	224	332.11	65.36	6.2	4.26
2869	S4	224	.	58.05	2.73	5.41
2679	S4	224	301	56.91	4.98	7.51
2751	S4	224	303	61.51	4.56	6.94
2757	S4	224	339.45	57.85	5	7.48
2781	S4	224	306	60.78	8.1	8.62
2787	S4	224	287.15	54.59	5.92	5.69
2795	S4	224	263.76	42.95	1.96	2.14
2803	S4	224	320.4	52.56	6.8	8.46
2851	S4	224	327.54	53.2	2.48	4.77
2871	S4	224	292.97	65.88	4.52	6.54
2877	S4	224	355.93	57.35	2.97	4.93
2891	S4	224	317	60.13	5.45	4.39
2907	S4	224	290.15	50.63	2.73	3.52
2735	S4	280	359.93	76.32	6.97	8.87
2759	S4	280	326.97	55.35	6.27	9.61
2833	S4	280	328.96	70.49	5.49	4.26
2869	S4	280	.	60.89	2.79	6.2
2679	S4	280	311.82	58.79	5	7.81
2751	S4	280	315.48	64.52	4.74	6.72
2757	S4	280	358.65	61.99	5.27	7.16
2781	S4	280	311.63	61.19	7.25	8.05
2787	S4	280	297.03	56.21	5.68	5.74
2795	S4	280	277.06	42.17	1.69	2.06
2803	S4	280	323.46	55.63	6.39	7.9
2851	S4	280	333.77	53.32	2.7	3.48
2871	S4	280	292.45	60.03	3.35	5.42
2877	S4	280	364.27	56.51	2.81	4.58
2891	S4	280	326.86	62.46	4.92	4.3
2907	S4	280	299	46.74	2.34	2.4
2735	S4	336	371.91	71.99	6.64	9.09
2759	S4	336	333.09	60.32	5.88	9.16
2833	S4	336	320.05	64.85	5.56	5.86
2869	S4	336	.	58.05	2.53	5.8
2679	S4	336	294.59	51.75	4.08	5.11
2751	S4	336	324.2	64.82	5.18	6.74
2757	S4	336	361	65.74	4.43	6.13
2781	S4	336	312	60.65	6.7	7.79
2787	S4	336	307.27	55	5.16	5.75

2795	S4	336	275.41	42.9	1.3	1.62
2803	S4	336	330.86	57.18	5.94	7.73
2851	S4	336	320.14	50.01	2.78	3.08
2871	S4	336	277.41	53.89	2.45	4.16
2877	S4	336	372.8	55.12	2.85	4.14
2891	S4	336	332.91	62.02	4.59	4.85
2907	S4	336	289.84	46.23	1.73	1.99
2735	S4	392	393.93	71.23	5.69	9.05
2759	S4	392	347.02	59.34	6.06	9.59
2833	S4	392	332.39	59.21	5.64	7.46
2869	S4	392	.	55.22	2.28	5.4
2679	S4	392	321.77	52.29	4.51	5.54
2751	S4	392	338.66	67.07	6.78	8.05
2757	S4	392	368.96	64.32	3.99	5.69
2781	S4	392	321.93	60.17	6.7	8.34
2787	S4	392	314.55	51.4	4.29	5.46
2795	S4	392	265.66	39.52	1.09	1.54
2803	S4	392	345.69	57.14	5.65	8.17
2851	S4	392	331.85	46.7	2.85	2.68
2871	S4	392	262.65	47.37	1.89	2.74
2877	S4	392	378.4	53.74	2.88	3.7
2891	S4	392	335.4	61.59	4.26	5.39
2907	S4	392	267.75	44.98	0.26	1
2735	S4	448	413.78	70.47	4.75	9.02
2759	S4	448	362.8	58.36	6.24	10.03
2833	S4	448	346.19	53.8	5.74	9
2869	S4	448	.	52.08	1.91	4.2
2679	S4	448	329.41	52.84	4.95	5.98
2751	S4	448	345.28	69.33	8.38	9.36
2757	S4	448	383.73	62.91	3.56	5.26
2781	S4	448	335.16	59.7	6.7	8.88
2787	S4	448	318.11	47.8	3.42	5.17
2795	S4	448	257.01	34.63	0.94	1.59
2803	S4	448	359.95	57.11	5.36	8.61
2851	S4	448	340	46.93	2.78	3.35
2871	S4	448	255	46.35	1.48	1.85
2877	S4	448	381	52.46	3.54	4.53
2891	S4	448	337.89	66.71	7.29	7.75
2907	S4	448	267.75	43.94	0.58	0.68

Peso. Apêndice 3 – Resultados das análises estatísticas para a variável

The Mixed Procedure

Model Information

Data Set	WORK.FREDY1
Dependent Variable	Pesoajus_T
Covariance Structure	Unstructured
Subject Effect	Brinco(Sistema)
Estimation Method	REML
Residual Variance Method	None
Fixed Effects SE Method	Prasad-Rao-Jeske- Kackar-Harville
Degrees of Freedom Method	Kenward-Roger

Class Level Information

Class	Levels	Values
Sistema	4	S1 S2 S3 S4
Brinco	43	2679 2719 2729 2733 2735 2739 2751 2755 2757 2759 2767 2773 2775 2781 2787 2789 2795 2801 2803 2813 2815 2831 2833 2845 2849 2851 2855 2857 2859 2861 2867 2869 2871 2877 2879 2881 2885 2889 2891 2895 2897 2905
Dia	6	0 56 112 168 224 280

Dimensions

Covariance Parameters	21
Columns in X	35
Columns in Z	0
Subjects	43
Max Obs Per Subject	6
Observations Used	239
Observations Not Used	19
Total Observations	258

Iteration History

Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	-792.19001021	
1	2	-1107.28353204	0.00391989
2	1	-1110.35257397	0.00072123
3	1	-1110.95998953	0.00003389
4	1	-1110.98651292	0.00000014
5	1	-1110.98661825	0.00000000

Convergence criteria met.

Estimated R Matrix for Brinco(Sistema) 2849 S1

Row	Col1	Col2	Col3	Col4	Col5	Col6
1	0.000982	0.000486	0.000083	0.000187	0.000469	0.000620
2	0.000486	0.000962	0.000989	0.000761	0.000593	0.000568
3	0.000083	0.000989	0.001476	0.001157	0.000674	0.000527
4	0.000187	0.000761	0.001157	0.001144	0.000887	0.000821
5	0.000469	0.000593	0.000674	0.000887	0.001036	0.001111
6	0.000620	0.000568	0.000527	0.000821	0.001111	0.001341

Estimated R Correlation Matrix for Brinco(Sistema) 2849 S1

Row	Col1	Col2	Col3	Col4	Col5	Col6
1	1.0000	0.4996	0.06861	0.1764	0.4652	0.5406
2	0.4996	1.0000	0.8301	0.7253	0.5937	0.5003
3	0.06861	0.8301	1.0000	0.8906	0.5454	0.3749
4	0.1764	0.7253	0.8906	1.0000	0.8150	0.6627
5	0.4652	0.5937	0.5454	0.8150	1.0000	0.9424
6	0.5406	0.5003	0.3749	0.6627	0.9424	1.0000

Covariance Parameter Estimates

Cov Parm	Subject	Estimate
UN(1,1)	Brinco(Sistema)	0.000982
UN(2,1)	Brinco(Sistema)	0.000486
UN(2,2)	Brinco(Sistema)	0.000962
UN(3,1)	Brinco(Sistema)	0.000083
UN(3,2)	Brinco(Sistema)	0.000989
UN(3,3)	Brinco(Sistema)	0.001476
UN(4,1)	Brinco(Sistema)	0.000187
UN(4,2)	Brinco(Sistema)	0.000761
UN(4,3)	Brinco(Sistema)	0.001157
UN(4,4)	Brinco(Sistema)	0.001144
UN(5,1)	Brinco(Sistema)	0.000469
UN(5,2)	Brinco(Sistema)	0.000593
UN(5,3)	Brinco(Sistema)	0.000674
UN(5,4)	Brinco(Sistema)	0.000887
UN(5,5)	Brinco(Sistema)	0.001036
UN(6,1)	Brinco(Sistema)	0.000620
UN(6,2)	Brinco(Sistema)	0.000568
UN(6,3)	Brinco(Sistema)	0.000527
UN(6,4)	Brinco(Sistema)	0.000821
UN(6,5)	Brinco(Sistema)	0.001111
UN(6,6)	Brinco(Sistema)	0.001341

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood	-1111.0
AIC (smaller is better)	-1069.0
AICC (smaller is better)	-1064.2
BIC (smaller is better)	-1032.0

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
20	318.80	<.0001

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num	Den	F Value	Pr > F
	DF	DF		
Sistema	3	37.2	4.48	0.0087
Dia	5	31.9	527.62	<.0001
Sistema*Dia	15	55.1	1.32	0.2234

Least Squares Means

Effect	Sistema	Dia	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|
Sistema*Dia	S1	0	2.2045	0.01045	36.3	211.04	<.0001
Sistema*Dia	S1	56	2.2615	0.01034	36.3	218.71	<.0001
Sistema*Dia	S1	112	2.3533	0.01281	36.1	183.78	<.0001
Sistema*Dia	S1	168	2.4212	0.01127	36.4	214.77	<.0001
Sistema*Dia	S1	224	2.4464	0.01073	36.9	227.97	<.0001
Sistema*Dia	S1	280	2.4503	0.01221	36	200.71	<.0001
Sistema*Dia	S2	0	2.1990	0.01045	36.3	210.51	<.0001
Sistema*Dia	S2	56	2.2374	0.01034	36.3	216.37	<.0001
Sistema*Dia	S2	112	2.3189	0.01281	36.1	181.09	<.0001
Sistema*Dia	S2	168	2.4088	0.01127	36.4	213.68	<.0001
Sistema*Dia	S2	224	2.4573	0.01073	36.9	228.98	<.0001
Sistema*Dia	S2	280	2.4680	0.01228	36.6	200.90	<.0001
Sistema*Dia	S3	0	2.2235	0.01166	38.1	190.75	<.0001
Sistema*Dia	S3	56	2.2554	0.01157	37.9	194.92	<.0001
Sistema*Dia	S3	112	2.3424	0.01444	37.1	162.27	<.0001
Sistema*Dia	S3	168	2.4264	0.01245	38.7	194.85	<.0001
Sistema*Dia	S3	224	2.4751	0.01148	37.9	215.60	<.0001
Sistema*Dia	S3	280	2.4775	0.01304	36.7	189.95	<.0001
Sistema*Dia	S4	0	2.2325	0.008092	36.3	275.91	<.0001
Sistema*Dia	S4	56	2.2766	0.008010	36.3	284.23	<.0001
Sistema*Dia	S4	112	2.3625	0.009919	36.1	238.19	<.0001
Sistema*Dia	S4	168	2.4483	0.008732	36.4	280.38	<.0001
Sistema*Dia	S4	224	2.4939	0.008313	36.9	300.02	<.0001
Sistema*Dia	S4	280	2.5063	0.009457	36	265.04	<.0001
Sistema	S1		2.3562	0.009097	36.7	259.02	<.0001
Sistema	S2		2.3482	0.009100	36.7	258.06	<.0001
Sistema	S3		2.3667	0.009871	38.8	239.76	<.0001
Sistema	S4		2.3867	0.007046	36.7	338.71	<.0001

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: Pesoajus_T

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	2.35893	2.35893	1301.23	<.0001
Error	237	0.42965	0.00181		
Corrected Total	238	2.78857			

Root MSE	0.04258	R-Square	0.8459
Dependent Mean	2.36715	Adj R-Sq	0.8453
Coeff Var	1.79869		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > |t|
Intercept	1	2.22198	0.00488	455.64	<.0001
Dia	1	0.00104	0.00002887	36.07	<.0001

AOL. Apêndice 4 – Resultados das análises estatísticas para a variável

The Mixed Procedure

Model Information

Data Set	WORK.FREDY1
Dependent Variable	AOLajus_T
Covariance Structure	Unstructured
Subject Effect	Brinco(Sistema)
Estimation Method	REML
Residual Variance Method	None
Fixed Effects SE Method	Prasad-Rao-Jeske- Kackar-Harville
Degrees of Freedom Method	Kenward-Roger

Class Level Information

Class	Levels	Values
Sistema	4	S1 S2 S3 S4
Brinco	43	2679 2719 2729 2733 2735 2739 2751 2755 2757 2759 2767 2773 2775 2781 2787 2789 2795 2801 2803 2813 2815 2831 2833 2845 2849 2851 2855 2857 2859 2861 2867 2869 2871 2877 2879 2881 2885 2889 2891 2895 2897 2905
Dia	6	0 56 112 168 224 280

Dimensions

Covariance Parameters	21
Columns in X	35
Columns in Z	0
Subjects	43
Max Obs Per Subject	6
Observations Used	254
Observations Not Used	4
Total Observations	258

Iteration History

Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	-695.13878740	
1	3	-907.94620084	0.00165768
2	1	-909.26303954	0.00024298
3	1	-909.44136470	0.00000744
4	1	-909.44642868	0.00000001

Convergence criteria met.

Estimated R Matrix for Brinco(Sistema) 2849 S1

Row	Col1	Col2	Col3	Col4	Col5	Col6
1	0.001911	0.000772	0.000125	0.000388	0.000547	0.000700
2	0.000772	0.001572	0.001418	0.001047	0.000656	0.000413
3	0.000125	0.001418	0.002217	0.001765	0.001184	0.000846
4	0.000388	0.001047	0.001765	0.001995	0.001714	0.001453
5	0.000547	0.000656	0.001184	0.001714	0.002815	0.002749
6	0.000700	0.000413	0.000846	0.001453	0.002749	0.003248

Estimated R Correlation Matrix for Brinco(Sistema) 2849 S1

Row	Col1	Col2	Col3	Col4	Col5	Col6
1	1.0000	0.4456	0.06060	0.1985	0.2358	0.2810
2	0.4456	1.0000	0.7595	0.5913	0.3118	0.1829
3	0.06060	0.7595	1.0000	0.8390	0.4741	0.3153
4	0.1985	0.5913	0.8390	1.0000	0.7234	0.5707
5	0.2358	0.3118	0.4741	0.7234	1.0000	0.9090
6	0.2810	0.1829	0.3153	0.5707	0.9090	1.0000

Covariance Parameter Estimates

Cov Parm	Subject	Estimate
UN(1,1)	Brinco(Sistema)	0.001911
UN(2,1)	Brinco(Sistema)	0.000772
UN(2,2)	Brinco(Sistema)	0.001572
UN(3,1)	Brinco(Sistema)	0.000125
UN(3,2)	Brinco(Sistema)	0.001418
UN(3,3)	Brinco(Sistema)	0.002217
UN(4,1)	Brinco(Sistema)	0.000388
UN(4,2)	Brinco(Sistema)	0.001047
UN(4,3)	Brinco(Sistema)	0.001765
UN(4,4)	Brinco(Sistema)	0.001995
UN(5,1)	Brinco(Sistema)	0.000547
UN(5,2)	Brinco(Sistema)	0.000656
UN(5,3)	Brinco(Sistema)	0.001184
UN(5,4)	Brinco(Sistema)	0.001714
UN(5,5)	Brinco(Sistema)	0.002815
UN(6,1)	Brinco(Sistema)	0.000700
UN(6,2)	Brinco(Sistema)	0.000413
UN(6,3)	Brinco(Sistema)	0.000846
UN(6,4)	Brinco(Sistema)	0.001453
UN(6,5)	Brinco(Sistema)	0.002749
UN(6,6)	Brinco(Sistema)	0.003248

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood	-909.4
AIC (smaller is better)	-867.4
AICC (smaller is better)	-863.0
BIC (smaller is better)	-830.5

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
20	214.31	<.0001

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Sistema	3	38.7	5.88	0.0021
Dia	5	35	77.50	<.0001
Sistema*Dia	15	60.8	2.14	0.0195

Least Squares Means

Effect	Sistema	Dia	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|
Sistema*Dia	S1	0	1.5619	0.01457	39	107.19	<.0001
Sistema*Dia	S1	56	1.6033	0.01322	39	121.29	<.0001
Sistema*Dia	S1	112	1.6595	0.01570	39	105.72	<.0001
Sistema*Dia	S1	168	1.6884	0.01489	39	113.39	<.0001
Sistema*Dia	S1	224	1.6852	0.01769	39	95.29	<.0001
Sistema*Dia	S1	280	1.6728	0.01950	38.9	85.80	<.0001
Sistema*Dia	S2	0	1.5465	0.01457	39	106.14	<.0001
Sistema*Dia	S2	56	1.5547	0.01322	39	117.62	<.0001
Sistema*Dia	S2	112	1.6220	0.01570	39	103.34	<.0001
Sistema*Dia	S2	168	1.6962	0.01489	39	113.91	<.0001
Sistema*Dia	S2	224	1.7490	0.01769	39	98.90	<.0001
Sistema*Dia	S2	280	1.7387	0.01922	37.5	90.48	<.0001
Sistema*Dia	S3	0	1.5945	0.01457	39	109.43	<.0001
Sistema*Dia	S3	56	1.6090	0.01322	39	121.73	<.0001
Sistema*Dia	S3	112	1.6916	0.01570	39	107.77	<.0001
Sistema*Dia	S3	168	1.7316	0.01489	39	116.29	<.0001
Sistema*Dia	S3	224	1.7738	0.01769	39	100.30	<.0001
Sistema*Dia	S3	280	1.7749	0.01922	37.5	92.36	<.0001
Sistema*Dia	S4	0	1.6027	0.01093	39	146.66	<.0001
Sistema*Dia	S4	56	1.6161	0.009914	39	163.01	<.0001
Sistema*Dia	S4	112	1.6818	0.01177	39	142.86	<.0001
Sistema*Dia	S4	168	1.7335	0.01117	39	155.22	<.0001
Sistema*Dia	S4	224	1.7580	0.01326	39	132.54	<.0001
Sistema*Dia	S4	280	1.7662	0.01425	36.4	123.96	<.0001
Sistema	S1		1.6452	0.01185	38.9	138.85	<.0001
Sistema	S2		1.6512	0.01184	38.7	139.50	<.0001
Sistema	S3		1.6959	0.01184	38.7	143.28	<.0001
Sistema	S4		1.6930	0.008870	38.6	190.88	<.0001

----- Tratamento 1 -----

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: AOLajus_T

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.07322	0.07322	20.14	<.0001
Error	50	0.18176	0.00364		
Corrected Total	51	0.25498			

Root MSE	0.06029	R-Square	0.2872
Dependent Mean	1.64162	Adj R-Sq	0.2729
Coeff Var	3.67271		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > |t|
Intercept	1	1.58751	0.01467	108.20	<.0001
Dia	1	0.00040194	0.00008956	4.49	<.0001

----- Tratamento 2 -----

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: AOLajus_T

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.33927	0.33927	148.42	<.0001
Error	51	0.11658	0.00229		
Corrected Total	52	0.45585			

Root MSE	0.04781	R-Square	0.7443
Dependent Mean	1.65029	Adj R-Sq	0.7392
Coeff Var	2.89711		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > |t|
Intercept	1	1.53407	0.01158	132.46	<.0001
Dia	1	0.00084607	0.00006945	12.18	<.0001

----- Tratamento 3 -----

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: AOLajus_T

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.25104	0.25104	178.60	<.0001
Error	51	0.07169	0.00141		
Corrected Total	52	0.32272			

Root MSE	0.03749	R-Square	0.7779
Dependent Mean	1.69366	Adj R-Sq	0.7735
Coeff Var	2.21362		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > |t|
Intercept	1	1.59370	0.00908	175.49	<.0001
Dia	1	0.00072778	0.00005446	13.36	<.0001

----- Tratamento 4 -----

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: AOLajus_T

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.38347	0.38347	144.88	<.0001
Error	94	0.24880	0.00265		
Corrected Total	95	0.63227			

Root MSE	0.05145	R-Square	0.6065
Dependent Mean	1.69303	Adj R-Sq	0.6023
Coeff Var	3.03877		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > |t|
Intercept	1	1.60052	0.00931	171.94	<.0001
Dia	1	0.00066084	0.00005490	12.04	<.0001

EGS. Apêndice 5 – Resultados das análises estatísticas para a variável

The Mixed Procedure

Model Information

Data Set	WORK.FREDY1
Dependent Variable	EGSajus_T
Covariance Structure	Unstructured
Subject Effect	Brinco(Sistema)
Estimation Method	REML
Residual Variance Method	None
Fixed Effects SE Method	Model-Based
Degrees of Freedom Method	Between-Within

Class Level Information

Class	Levels	Values
Sistema	4	S1 S2 S3 S4
Brinco	43	2679 2719 2729 2733 2735 2739 2751 2755 2757 2759 2767 2773 2775 2781 2787 2789 2795 2801 2803 2813 2815 2831 2833 2845 2849 2851 2855 2857 2859 2861 2867 2869 2871 2877 2879 2881 2885 2889 2891 2895 2897 2905
Dia	6	0 56 112 168 224 280

Dimensions

Covariance Parameters	21
Columns in X	35
Columns in Z	0
Subjects	43
Max Obs Per Subject	6
Observations Used	254
Observations Not Used	4
Total Observations	258

Iteration History

Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	-104.34293051	
1	2	-364.29047200	0.00353260
2	1	-365.95443999	0.00056076
3	1	-366.20111070	0.00002300
4	1	-366.21044734	0.00000005
5	1	-366.21046615	0.00000000

Convergence criteria met.

Estimated R Matrix for Brinco(Sistema) 2849 S1

Row	Col1	Col2	Col3	Col4	Col5	Col6
1	0.02463	0.01636	0.01116	0.01532	0.01524	0.01553
2	0.01636	0.01901	0.01703	0.01778	0.01626	0.01648
3	0.01116	0.01703	0.02959	0.02778	0.02037	0.01892
4	0.01532	0.01778	0.02778	0.03469	0.02782	0.02646
5	0.01524	0.01626	0.02037	0.02782	0.03193	0.03262
6	0.01553	0.01648	0.01892	0.02646	0.03262	0.03750

Estimated R Correlation Matrix for Brinco(Sistema) 2849 S1

Row	Col1	Col2	Col3	Col4	Col5	Col6
1	1.0000	0.7560	0.4134	0.5241	0.5435	0.5111
2	0.7560	1.0000	0.7180	0.6921	0.6599	0.6170
3	0.4134	0.7180	1.0000	0.8669	0.6627	0.5679
4	0.5241	0.6921	0.8669	1.0000	0.8358	0.7337
5	0.5435	0.6599	0.6627	0.8358	1.0000	0.9428
6	0.5111	0.6170	0.5679	0.7337	0.9428	1.0000

Covariance Parameter Estimates

Cov Parm	Subject	Estimate
UN(1,1)	Brinco(Sistema)	0.02463
UN(2,1)	Brinco(Sistema)	0.01636
UN(2,2)	Brinco(Sistema)	0.01901
UN(3,1)	Brinco(Sistema)	0.01116
UN(3,2)	Brinco(Sistema)	0.01703
UN(3,3)	Brinco(Sistema)	0.02959
UN(4,1)	Brinco(Sistema)	0.01532
UN(4,2)	Brinco(Sistema)	0.01778
UN(4,3)	Brinco(Sistema)	0.02778
UN(4,4)	Brinco(Sistema)	0.03469
UN(5,1)	Brinco(Sistema)	0.01524
UN(5,2)	Brinco(Sistema)	0.01626
UN(5,3)	Brinco(Sistema)	0.02037
UN(5,4)	Brinco(Sistema)	0.02782
UN(5,5)	Brinco(Sistema)	0.03193
UN(6,1)	Brinco(Sistema)	0.01553
UN(6,2)	Brinco(Sistema)	0.01648
UN(6,3)	Brinco(Sistema)	0.01892
UN(6,4)	Brinco(Sistema)	0.02646
UN(6,5)	Brinco(Sistema)	0.03262
UN(6,6)	Brinco(Sistema)	0.03750

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood	-366.2
AIC (smaller is better)	-324.2
AICC (smaller is better)	-319.8
BIC (smaller is better)	-287.2

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
20	261.87	<.0001

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Sistema	3	39	2.34	0.0882
Dia	5	39	29.40	<.0001
Sistema*Dia	15	39	2.08	0.0336

Least Squares Means

Effect	Sistema	Dia	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|
Sistema*Dia	S1	0	0.3171	0.05232	39	6.06	<.0001
Sistema*Dia	S1	56	0.3081	0.04596	39	6.70	<.0001
Sistema*Dia	S1	112	0.4107	0.05734	39	7.16	<.0001
Sistema*Dia	S1	168	0.4464	0.06209	39	7.19	<.0001
Sistema*Dia	S1	224	0.3882	0.05956	39	6.52	<.0001
Sistema*Dia	S1	280	0.3231	0.06547	39	4.94	<.0001
Sistema*Dia	S2	0	0.3504	0.05232	39	6.70	<.0001
Sistema*Dia	S2	56	0.3204	0.04596	39	6.97	<.0001
Sistema*Dia	S2	112	0.4110	0.05734	39	7.17	<.0001
Sistema*Dia	S2	168	0.5352	0.06209	39	8.62	<.0001
Sistema*Dia	S2	224	0.5984	0.05956	39	10.05	<.0001
Sistema*Dia	S2	280	0.5533	0.06495	39	8.52	<.0001
Sistema*Dia	S3	0	0.4044	0.05232	39	7.73	<.0001
Sistema*Dia	S3	56	0.3726	0.04596	39	8.11	<.0001
Sistema*Dia	S3	112	0.4563	0.05734	39	7.96	<.0001
Sistema*Dia	S3	168	0.5959	0.06209	39	9.60	<.0001
Sistema*Dia	S3	224	0.6223	0.05956	39	10.45	<.0001
Sistema*Dia	S3	280	0.5017	0.06495	39	7.72	<.0001
Sistema*Dia	S4	0	0.3999	0.03924	39	10.19	<.0001
Sistema*Dia	S4	56	0.3881	0.03447	39	11.26	<.0001
Sistema*Dia	S4	112	0.4835	0.04300	39	11.24	<.0001
Sistema*Dia	S4	168	0.5998	0.04657	39	12.88	<.0001
Sistema*Dia	S4	224	0.6458	0.04467	39	14.46	<.0001
Sistema*Dia	S4	280	0.6273	0.04841	39	12.96	<.0001
Sistema	S1		0.3656	0.04871	39	7.51	<.0001
Sistema	S2		0.4614	0.04869	39	9.48	<.0001
Sistema	S3		0.4922	0.04869	39	10.11	<.0001
Sistema	S4		0.5241	0.03651	39	14.36	<.0001

----- Tratamento 1 -----

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: EGSajus_T

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.01597	0.01597	0.65	0.4251
Error	50	1.23522	0.02470		
Corrected Total	51	1.25119			

Root MSE	0.15718	R-Square	0.0128
Dependent Mean	0.36669	Adj R-Sq	-0.0070
Coeff Var	42.86401		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > |t|
Intercept	1	0.34141	0.03825	8.93	<.0001
Dia	1	0.00018774	0.00023347	0.80	0.4251

----- Tratamento 2 -----

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: EGSajus_T

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.56456	0.56456	22.58	<.0001
Error	51	1.27487	0.02500		
Corrected Total	52	1.83943			

Root MSE	0.15811	R-Square	0.3069
Dependent Mean	0.46411	Adj R-Sq	0.2933
Coeff Var	34.06636		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > |t|
Intercept	1	0.31420	0.03830	8.20	<.0001
Dia	1	0.00109	0.00022966	4.75	<.0001

----- Tratamento 3 -----

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: EGSajus_T

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.31272	0.31272	8.47	0.0054
Error	51	1.88401	0.03694		
Corrected Total	52	2.19673			

Root MSE	0.19220	R-Square	0.1424
Dependent Mean	0.49726	Adj R-Sq	0.1255
Coeff Var	38.65226		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > |t|
Intercept	1	0.38568	0.04656	8.28	<.0001
Dia	1	0.00081229	0.00027918	2.91	0.0054

----- Tratamento 4 -----

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: EGSajus_T

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.93852	0.93852	31.22	<.0001
Error	94	2.82592	0.03006		
Corrected Total	95	3.76444			

Root MSE	0.17339	R-Square	0.2493
Dependent Mean	0.52407	Adj R-Sq	0.2413
Coeff Var	33.08456		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > |t|
Intercept	1	0.37933	0.03137	12.09	<.0001
Dia	1	0.00103	0.00018503	5.59	<.0001

EGP. Apêndice 6 – Resultados das análises estatísticas para a variável

The Mixed Procedure

Model Information

Data Set	WORK.FREDY2
Dependent Variable	EGPajus_T
Covariance Structure	Unstructured
Subject Effect	Brinco(Sistema)
Estimation Method	REML
Residual Variance Method	None
Fixed Effects SE Method	Model-Based
Degrees of Freedom Method	Between-Within

Class Level Information

Class	Levels	Values
Sistema	4	S1 S2 S3 S4
Brinco	43	2679 2719 2729 2733 2735 2739 2751 2755 2757 2759 2767 2773 2775 2781 2787 2789 2795 2801 2803 2813 2815 2831 2833 2845 2849 2851 2855 2857 2859 2861 2867 2869 2871 2877 2879 2881 2885 2889 2891 2895 2897 2905
Dia	5	56 112 168 224 280

Dimensions

Covariance Parameters	15
Columns in X	30
Columns in Z	0
Subjects	43
Max Obs Per Subject	5
Observations Used	211
Observations Not Used	4
Total Observations	215

Iteration History

Iteration	Evaluations	-2 Res Log Like	Criterion
0	1	173.05969296	
1	2	0.46352262	0.02239238
2	1	-4.46603012	0.00683640
3	1	-5.92144694	0.00104091
4	1	-6.12690244	0.00003468
5	1	-6.13324238	0.00000005
6	1	-6.13325059	0.00000000

Convergence criteria met.

Estimated R Matrix for Brinco(Sistema) 2849 S1

Row	Col1	Col2	Col3	Col4	Col5
1	0.07801	0.05414	0.02080	0.002934	0.004010
2	0.05414	0.09619	0.07277	0.04521	0.05298
3	0.02080	0.07277	0.1049	0.09266	0.09551
4	0.002934	0.04521	0.09266	0.1230	0.1271
5	0.004010	0.05298	0.09551	0.1271	0.1593

Estimated R Correlation Matrix for Brinco(Sistema) 2849 S1

Row	Col1	Col2	Col3	Col4	Col5
1	1.0000	0.6250	0.2300	0.02995	0.03597
2	0.6250	1.0000	0.7244	0.4157	0.4280
3	0.2300	0.7244	1.0000	0.8157	0.7388
4	0.02995	0.4157	0.8157	1.0000	0.9077
5	0.03597	0.4280	0.7388	0.9077	1.0000

Covariance Parameter Estimates

Cov Parm	Subject	Estimate
UN(1,1)	Brinco(Sistema)	0.07801
UN(2,1)	Brinco(Sistema)	0.05414
UN(2,2)	Brinco(Sistema)	0.09619
UN(3,1)	Brinco(Sistema)	0.02080
UN(3,2)	Brinco(Sistema)	0.07277
UN(3,3)	Brinco(Sistema)	0.1049
UN(4,1)	Brinco(Sistema)	0.002934
UN(4,2)	Brinco(Sistema)	0.04521
UN(4,3)	Brinco(Sistema)	0.09266
UN(4,4)	Brinco(Sistema)	0.1230
UN(5,1)	Brinco(Sistema)	0.004010
UN(5,2)	Brinco(Sistema)	0.05298
UN(5,3)	Brinco(Sistema)	0.09551
UN(5,4)	Brinco(Sistema)	0.1271
UN(5,5)	Brinco(Sistema)	0.1593

Fit Statistics

-2 Res Log Likelihood	-6.1
AIC (smaller is better)	23.9
AICC (smaller is better)	26.6
BIC (smaller is better)	50.3

Null Model Likelihood Ratio Test

DF	Chi-Square	Pr > ChiSq
14	179.19	<.0001

Type 3 Tests of Fixed Effects

Effect	Num DF	Den DF	F Value	Pr > F
Sistema	3	39	6.00	0.0018
Dia	4	39	34.59	<.0001
Sistema*Dia	12	39	2.25	0.0277

Least Squares Means

Effect	Sistema	Dia	Estimate	Standard Error	DF	t Value	Pr > |t|
Sistema*Dia	S1	56	1.6407	0.09310	39	17.62	<.0001
Sistema*Dia	S1	112	1.8287	0.1034	39	17.69	<.0001
Sistema*Dia	S1	168	1.9134	0.1080	39	17.72	<.0001
Sistema*Dia	S1	224	1.8322	0.1169	39	15.67	<.0001
Sistema*Dia	S1	280	1.6782	0.1362	39	12.32	<.0001
Sistema*Dia	S2	56	1.3861	0.09310	39	14.89	<.0001
Sistema*Dia	S2	112	1.6965	0.1034	39	16.41	<.0001
Sistema*Dia	S2	168	1.9149	0.1080	39	17.74	<.0001
Sistema*Dia	S2	224	2.1130	0.1169	39	18.08	<.0001
Sistema*Dia	S2	280	1.9358	0.1344	39	14.40	<.0001
Sistema*Dia	S3	56	1.6352	0.09310	39	17.56	<.0001
Sistema*Dia	S3	112	2.0138	0.1034	39	19.48	<.0001
Sistema*Dia	S3	168	2.3154	0.1080	39	21.45	<.0001
Sistema*Dia	S3	224	2.3777	0.1169	39	20.34	<.0001
Sistema*Dia	S3	280	2.1399	0.1344	39	15.92	<.0001
Sistema*Dia	S4	56	1.5717	0.06982	39	22.51	<.0001
Sistema*Dia	S4	112	2.0272	0.07754	39	26.15	<.0001
Sistema*Dia	S4	168	2.3460	0.08097	39	28.97	<.0001
Sistema*Dia	S4	224	2.4388	0.08768	39	27.82	<.0001
Sistema*Dia	S4	280	2.3832	0.09979	39	23.88	<.0001
Sistema	S1		1.7786	0.08705	39	20.43	<.0001
Sistema	S2		1.8093	0.08695	39	20.81	<.0001
Sistema	S3		2.0964	0.08695	39	24.11	<.0001
Sistema	S4		2.1534	0.06515	39	33.05	<.0001

----- Tratamento 1 -----

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: EGPajus_T

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.42997	0.21498	2.90	0.0669
Error	40	2.96965	0.07424		
Corrected Total	42	3.39962			

Root MSE	0.27247	R-Square	0.1265
Dependent Mean	1.78534	Adj R-Sq	0.0828
Coeff Var	15.26163		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > |t|
Intercept	1	1.33660	0.19689	6.79	<.0001
Dia	1	0.00652	0.00271	2.41	0.0208
dia2	1	-0.00001887	0.00000804	-2.35	0.0240

----- Tratamento 2 -----

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: EGPajus_T

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	2.74608	1.37304	16.47	<.0001
Error	41	3.41812	0.08337		
Corrected Total	43	6.16420			

Root MSE	0.28874	R-Square	0.4455
Dependent Mean	1.81005	Adj R-Sq	0.4184
Coeff Var	15.95190		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > |t|
Intercept	1	0.87125	0.20742	4.20	0.0001
Dia	1	0.01004	0.00284	3.54	0.0010
dia2	1	-0.00002158	0.00000835	-2.59	0.0134

----- Tratamiento 3 -----

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: EGPajus_T

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	3.09665	1.54833	15.20	<.0001
Error	41	4.17737	0.10189		
Corrected Total	43	7.27402			

Root MSE	0.31920	R-Square	0.4257
Dependent Mean	2.09662	Adj R-Sq	0.3977
Coeff Var	15.22439		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > |t|
Intercept	1	0.95391	0.22930	4.16	0.0002
Dia	1	0.01361	0.00314	4.34	<.0001
dia2	1	-0.00003311	0.00000923	-3.59	0.0009

----- Tratamiento 4 -----

The REG Procedure
 Model: MODEL1
 Dependent Variable: EGPajus_T

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	8.40441	4.20220	28.67	<.0001
Error	77	11.28469	0.14655		
Corrected Total	79	19.68910			

Root MSE	0.38282	R-Square	0.4269
Dependent Mean	2.15337	Adj R-Sq	0.4120
Coeff Var	17.77790		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr > |t|
Intercept	1	0.91881	0.20527	4.48	<.0001
Dia	1	0.01319	0.00279	4.72	<.0001
dia2	1	-0.00002843	0.00000816	-3.49	0.0008

10. VITA

Fredy Andrey Lopez Gonzalez, filho de Bernabe Lopez Lopez e Marilce Gonzalez Gonzalez, nasceu em 21 de julho de 1985 na cidade de Bogotá D. C, Colômbia.

Cursou o ensino fundamental no Colégio Nuestra Señora de la Candelaria e parte do ensino médio no mesmo colégio. Continuou o ensino médio no Colégio Integrado del Carare, concluindo esta etapa no Instituto Adventista del Carare no município de cimitarra Santander, Colômbia.

Em 2003 iniciou seu primeiro curso superior na cidade de Medellín na Corporación Universitaria Adventista, onde se formou como Tecnólogo em Ciência da Computação no ano de 2005.

Na mesma cidade, em 2006 ingressou ao curso de Zootecnia na Universidade de Antioquia, onde desenvolveu atividades no laboratório de informática aplicada às ciências animais e laboratório em reprodução animal. Em 2012 teve a oportunidade de realizar um intercâmbio acadêmico com a Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil, onde desenvolveu seu trabalho de conclusão de curso realizado na Estação Experimental Agronômica da mesma instituição, trabalho intitulado como “*Desempenho Reprodutivo de Novilhas Suplementadas com Diferentes Fontes Energéticas*” sob a orientação do professor Harold Ospina Patiño.

Ingressou no curso de mestrado do Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em abril de 2013, na área de concentração produção animal, como bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sob a orientação do professor José Fernando Piva Lobato e coorientação do professor Jaime Urdapilleta Tarouco. Sua dissertação foi submetida a exame em abril de 2015.