

MÁRCIA DE OLIVEIRA FRANCO

LEVEDURA SECA DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA FÊMEAS LEITEIRAS

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

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011**

MÁRCIA DE OLIVEIRA FRANCO

LEVEDURA SECA DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA FÊMEAS LEITEIRAS

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

Aprovada em 22 de fevereiro de 2011

Prof. José Maurício de Souza Campos
(Co-orientador)

Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Co-orientador)

Prof. Edenio Detmann

Prof^a. Rilene Ferreira Diniz Valadares

Marcos Inácio Marcondes
(Orientador)

“A alegria está na luta, na tentativa, no sofrimento envolvido.

Não na vitória propriamente dita.”

Mahatma Gandhi

*Ao Eterno e Poderoso Deus
À minha mãe, Lucélia, pelo exemplo de garra,
pela luta e amor incondicional*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia da pelo apoio e oportunidade na realização deste curso;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo;

Ao INCT de Ciência Animal pelo apoio dessa pesquisa;

Ao professor José Maurício de Souza Campos, pela firme orientação, pelos valiosos ensinamentos, pela paciência, incentivo e disposição durante esse período de trabalho e convivência. Agradeço-o pela constante confiança e pelas várias oportunidades que me foram oferecidas;

Ao professor Marcos Inácio Marcondes, pelo apoio e ajuda na condução e conclusão deste trabalho. Agradeço a quem admiro pelo extremo profissionalismo, competência e pelo exemplo de humildade e presteza;

Aos professores Sebastião de Campos Valadares Filho, Edenio Detmann e Rilene Ferreira Diniz Valadares por aceitarem participar desta dissertação, oferecendo seus vastos conhecimentos para o engrandecimento deste trabalho.

Aos estagiários Bruno, Rafaela, Adriane, Agenor e Denise pela dedicação e ajuda na condução do experimento e por terem se tornado meus amigos;

Aos funcionários da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Gado de Leite (UEPE-GL), da fábrica de ração e do laboratório de nutrição animal, pela importante ajuda e apoio na realização do experimento e pela valiosa amizade;

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos transmitidos, pela competência, dedicação e apoio, pela prontidão e por estarem sempre dispostos a auxiliar no que fosse necessário;

À todos os meus amigos e colegas, pela amizade, companheirismo e apoio nesse período de convivência, onde partilhamos de muitos esforços, alegrias, tristezas, risadas, choros, entusiasmos, decepções, brincadeiras, contra-tempos, farras, decepções, alegrias etc... Por terem participado da minha formação, meu muito obrigada;

“...A generosidade dos amigos muitas vezes transcende os limites do imaginável...”
(Miguel Ignatios);

À Zootecnia, pela paixão e amor a profissão;

À Deus pelo discernimento durante toda essa trajetória, por me dar forças nos momentos em que mais precisei, pela sabedoria e por sempre iluminar meus caminhos;

À todos que, de alguma forma, direta ou indiretamente, colaboraram para a realização deste sonho e que desejaram que este momento tão importante em minha vida se concretizasse...

BIOGRAFIA

MÁRCIA DE OLIVEIRA FRANCO, filha de Maurício Franco e Lucélia Maria de Oliveira, nasceu dia 4 de janeiro de 1987, em Campestre, MG.

No ano de 2005, ingressou na Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, onde obteve o título de Zootecnista, colando grau no dia 17 de julho de 2009.

Em julho de 2009, iniciou o curso de mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa – UFV, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, defendendo tese em fevereiro de 2011.

SUMÁRIO

<u>SUMÁRIO.....</u>	<u>vii</u>
<u>RESUMO.....</u>	<u>viii</u>
<u>ABSTRACT.....</u>	<u>x</u>
<u>INTRODUÇÃO GERAL.....</u>	<u>1</u>
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>5</u>
<u>Desempenho produtivo de fêmeas leiteiras alimentadas com levedura seca de cana-de-açúcar.....</u>	<u>8</u>
<u>INTRODUÇÃO.....</u>	<u>10</u>
<u>MATERIAL E MÉTODOS.....</u>	<u>11</u>
<u>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</u>	<u>17</u>
<u>CONCLUSÕES.....</u>	<u>27</u>
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>27</u>
<u>Avaliação de equações de predição do peso vivo de novilhas em crescimento.....</u>	<u>32</u>
<u>INTRODUÇÃO.....</u>	<u>36</u>
<u>MATERIAL E MÉTODOS.....</u>	<u>37</u>
<u>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</u>	<u>39</u>
<u>CONCLUSÕES.....</u>	<u>49</u>
<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</u>	<u>50</u>
<u>CONCLUSÕES GERAIS.....</u>	<u>52</u>

RESUMO

FRANCO, Márcia de Oliveira, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, Fevereiro de 2011. **Levedura seca de cana-de-açúcar para fêmeas leiteiras.** Orientador: Marcos Inácio Marcondes. Co-orientadores: José Maurício de Souza Campos e Sebastião de Campos Valadares Filho.

Objetivou-se avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pela levedura seca de cana-de-açúcar, na alimentação de novilhas leiteiras sobre os consumos e as digestibilidades aparentes totais dos nutrientes, o desempenho, o balanço de nitrogênio, produção de proteína microbiana e estudar modelos de predição de peso vivo. Foram utilizadas 24 novilhas leiteiras da raça Holandesa, puras e mestiças, com peso médio inicial de 178 kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Foram utilizadas quatro dietas isonitrogenadas constituídas de níveis crescentes de substituição de farelo de soja por levedura seca de cana-de-açúcar com silagem de milho como volumoso. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para o consumo de matéria seca (MS) em kg/dia e % do peso vivo, MS de volumoso em kg/dia, matéria orgânica (MO) em kg/dia, proteína bruta (PB) em kg/dia, extrato etéreo (EE) em kg/dia, fibra em detergente neutro (FDN) em kg/dia e % do PV, carboidratos não-fibrosos (CNF) em kg/dia e nutrientes digestíveis totais (NDT) em kg/dia, entretanto houve aumento ($P<0,05$) do consumo de concentrado em kg/dia com a elevação do nível de inclusão de levedura na dieta. Não houve diferença ($P>0,05$) para os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, EE, FDN e para NDT observado de acordo com os níveis de inclusão, porém a digestibilidade do CNF sofreu decréscimo linear ($P<0,05$). Não foi observada diferença significativa para comprimento corporal (CC) em cm/dia, altura de garupa (AG) em cm/dia e largura de peito (LP) em cm/dia. O ganho de peso (GP) em kg, ganho de peso diário (GPD) em kg/dia, perímetro torácico (PT) em cm/dia e largura de garupa (LG) em cm/dia sofreu aumento linear ($P<0,05$). O ganho de peso em relação ao crescimento corporal não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) para as medidas de PT, CC, AG, AC, LG e LP em kg/cm. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para ureia na urina (UUR) em mg/dL, nitrogênio ureico no plasma (NUP) em mg/dL, nitrogênio microbiano (Nmic) em g/dia e eficiência microbiana (Emic) em g PB/kg NDT. Equações de predição de peso corporal com base em medidas lineares propostas por Heinrichs et al. (1992) e Reis et al. (2008), não se mostraram eficientes em predizer o

peso de fêmeas leiteiras em crescimento, entretanto as equações propostas por Reis et al. (2008) aproximam-se dos valores observados com maior precisão que os modelos de Heinrichs et al. (1992). O perímetro torácico mostrou-se como a medida corporal de maior correlação com o peso vivo observado. Desta maneira, a levedura seca pode então substituir o farelo de soja sem contudo provocar efeitos deletérios na produção de novilhas leiteiras em crescimento e equações de predição de peso vivo devem ser utilizadas com cautela.

ABSTRACT

FRANCO, Márcia de Oliveira, M.Sc. Universidade Federal de Viçosa, February of 2011. **Dry yeast of cane sugar to the female dairy.** Adviser: Marcos Inácio Marcondes. Co-advisers: José Maurício de Souza Campos and Sebastião de Campos Valadares Filho.

The objective was to evaluate the effect of replacing soybean meal by dried yeast of cane sugar in the diet of dairy heifers on intake and total apparent digestibility of nutrients, performance, nitrogen balance, microbial protein production and to study models to predict weight. Were used 24 Holstein dairy heifers, purebred and crossbred with initial weight of 178 kg, distributed in a completely randomized design with four treatments and six repetitions. Were used four isonitrogenous diets consisting of increasing levels of substitution of soybean meal by yeast dry cane sugar with corn silage as roughage. There was no significant difference ($P>0.05$) for the consumption of dry matter (DM) in kg/day and % of body weight, DM of forage in kg/day, organic matter (OM) in kg/day, crude protein (CP) in kg/day, ether extract (EE) in kg/day, neutral detergent fiber (NDF) in kg/day and % of BW, no fiber carbohydrates (NFC) in kg/day and total digestible nutrients (TDN) in kg/day, however there was an increase ($P<0.05$) of concentrate consumption in kg/day with increasing inclusion level of yeast in the diet. There was no difference ($P>0.05$) for digestibility coefficients of DM, OM, CP, EE, NDF and TDN observed according to the levels of inclusion, but the digestibility of NFC suffered a decrease ($P<0,05$). There was no significant difference in body length (BL) in cm/day, rump height (RH) in cm/day and chest width (CW) in cm/day. Weight gain (WG) in kg, average daily gain (ADG) in kg/day, heart girth (HG) in cm/day and rump height (RH) in cm/day experienced a linear increase ($P<0.05$). Weight gain in relation to the body growth was not significantly different ($P>0.05$) for measurements of HG, BL, RH, WH, RW and CW in kg/cm. There was no significant difference ($P>0.05$) for urea in the urine (UUR) in mg/dL, plasma urea nitrogen (PUN) in mg/dL, microbial nitrogen (Nmic) in g/day and microbial efficiency (Emic) g CP/kg TDN. Prediction equations of body weight based on linear measurements proposed by Heinrichs et al. (1992) and Reis et al. (2008), were not efficient in predicting the weight of growing dairy females, however, the equations proposed by Reis et al. (2008) approximate the observed values more accurately than models by Heinrichs et al.

(1992). Heart girth proved to be the best body measure correlated with the body weight observed. Thus, dry yeast can then replace soybean meal without bringing deleterious effects on production of dairy heifers in the process of growth and prediction equations of body weight should be used with caution.

INTRODUÇÃO GERAL

A intensificação da produção de leite no Brasil provoca demanda crescente por fontes alternativas de suplementação animal, de forma que os custos de produção decorrentes da alimentação sejam reduzidos, uma vez que estes representam a maior parcela dos custos totais de produção. Além disso, após anos de importações, o Brasil vive a expectativa e necessidade de se firmar como grande exportador de leite e derivados lácteos. Existem também evidências que apontam o favorecimento do Brasil diante de outros países, pois muitos sofreram a redução de subsídios, assim como a União Européia (MDIC, 2011).

Neste contexto, os sistemas de produção de leite, para que sejam integrados, sustentáveis e modernos, devem considerar como imprescindíveis a fase de cria e recria de fêmeas para reposição do plantel, tornando assim a atividade mais competitiva do ponto de vista financeiro (Campos & Assis, 2005). A criação de bezerras constitui um dos fatores mais importantes em um sistema de produção de leite (Cunha & Matuscello, 2009). Além de se destinarem à reposição das matrizes do rebanho, a venda de bezerras e novilhas pode constituir parte expressiva da renda da atividade. Assim, os gastos com a criação de bezerras não devem ser considerados apenas como investimento na geração de produtos valorizados. Além disso, a produção de leite da futura vaca, oriunda do primeiro cruzamento entre bovinos da raça Holandesa com bovinos Zebu, constitui tecnologia emergente que vem sendo adotada por número crescente de produtores em várias regiões do Brasil (Madalena, 1998).

Recentemente, pesquisas relacionadas à criação de fêmeas vêm sendo direcionadas no sentido de encontrar fontes alternativas que reduzam os custos da atividade em geral, inclusive os decorrentes da alimentação. Assim, alternativas para redução de custos têm sido recomendadas e adotadas, em maior ou menor escala, desde que não acarretem prejuízos irreversíveis ao desenvolvimento dos animais (Cunha & Matuscello, 2009).

É possível produzir animais com idade ao primeiro parto de 24 meses; entretanto, para isso deve-se prover condições de ganho de peso acima de 800 g/dia, condição esta encontrada em sistemas de produção de leite de elevado nível de manejo,

que utilizam a silagem de milho como principal volumoso (Andrade, 1999). O consumo excessivo de nutrientes, principalmente os de origem energética, na fase pré-púbere pode acarretar diminuição da produção de leite futura do animal. Isso ocorre em função do desenvolvimento de tecido adiposo na glândula mamária no lugar de tecido secretor de leite (Niezen et al., 1996; NRC, 1996; Sejsen & Purup, 1997). A quantidade de células secretoras, ou tecido parenquimal, estão diretamente relacionadas à habilidade da glândula mamária de produzir leite, a qual é determinada durante o crescimento alométrico que ocorre antes da puberdade, dos 3 aos 10 meses de idade, quando o tecido mamário cresce mais rapidamente que outros tecidos corporais (Vandehaar, 1998). O acréscimo de energia na dieta pode acarretar não só em deposição de gordura na glândula mamária, como também gordura corporal, fator este indesejável, uma vez que pode provocar distocias ao parto, deslocamento de abomaso, cetose, reduzir o consumo voluntário no pós-parto e, assim, aumentar o intervalo de partos.

Entretanto, em estudos mais recentes demonstrou-se que o consumo de energia não é considerado mais como o fator mais importante do desenvolvimento do tecido secretor da glândula mamária e sim a relação entre proteína e energia na dieta (Vandeharr, 1998). Desta forma, caso se faça a incrementação dos níveis de energia, a concentração de proteína deve seguir a mesma tendência. De acordo com NRC (1978), novilhas pré-púberes devem receber 54 g de proteína bruta (PB) por Mcal de energia metabolizável. Em 1989, o NRC incrementou a recomendação para 60 g PB/Mcal para novilhas de 3 a 6 meses e 50 g PB/Mcal para novilhas de 6 a 12 meses, sendo que estas recomendações mantiveram-se no NRC (2001). Alguns pesquisadores mostraram que o aumento na densidade proteica em relação à energia da dieta reduziu as chances de queda na produção de leite futura e desenvolvimento inadequado da glândula mamária (Capuco et al., 1995; Pirlo et al., 1997).

Desta forma, percebe-se que para obtenção de ganhos de peso superiores a 800 g/dia em fêmeas em crescimento, o consumo de PB também deve ser incrementado. No entanto, dentro dos custos de produção, a maior parcela se deve a alimentação, e o ingrediente mais oneroso normalmente é a fonte proteica. A proteína é o segundo componente mais exigido pelos ruminantes, depois da energia, sendo esta classificada como atributo nutricional. A deficiência de compostos nitrogenados no rúmen limita o crescimento microbiano, reduzindo a digestibilidade da parede celular, o consumo e, conseqüentemente, o desempenho animal (Van Soest, 1994). Sendo assim, o suprimento de proteína em quantidade e qualidade, observando suas relações com os demais

ingredientes dietéticos é muito importante (Pina et al., 2006). Como as fontes proteicas podem ser consideradas os ingredientes mais onerosos na formulação de dietas, em virtude do elevado custo das fontes tradicionais como o farelo de soja, deve-se buscar alternativas para substituição.

Quando se trata de farelo de soja, este é considerado uma “commodity”, que se enquadra nos alimentos com preços determinados pelo mercado internacional. Desta maneira, independentemente do que ocorrer no mercado interno, o preço da soja vai variar de acordo com sua cotação no mercado internacional.

Qualquer que seja a fonte proteica, as estimativas das exigências de proteínas para ruminantes são complexas em função das alterações a que estas são submetidas no rúmen e, portanto, devem considerar, além das exigências de proteína para o animal, as exigências de nitrogênio e de energia para a síntese de proteína microbiana (Chizzotti, 2004). As disponibilidades ruminais de energia e nitrogênio são os fatores nutricionais que mais limitam o crescimento microbiano; com isso, a relação volumoso:concentrado da dieta pode influenciar no crescimento microbiano em razão na variação na disponibilidade de energia (Rennó et al., 2000).

Em virtude da sazonalidade dos preços de produtos como o milho grão e o farelo de soja, ingredientes que mais contribuem para a elevação dos custos de produção referentes à alimentação, tem havido crescente busca por alimentos “alternativos”, principalmente os subprodutos agro-industriais, que são ingredientes de baixo custo e encontrados facilmente em certas regiões em algumas épocas do ano (Aguiar, 2007).

Entre os alimentos não convencionais com uso potencial para substituir parcial ou totalmente o farelo de soja, incluem-se os produtos de origem microbiana, especificamente a levedura seca de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*), co-produto da indústria sulcraoalcooleira. Sua composição em PB é de 41%, constituídos em cerca de 80% de aminoácidos, 12% por ácidos nucléicos e 8% por nitrogênio amoniacal (Valadares Filho et al., 2010). Cerca de 7% do nitrogênio total ocorre como aminoácidos livres, ou seja, nitrogênio não proteico (NNP), além da alta concentração de vitaminas do complexo B. Estudando a composição química da levedura, Campos Neto (1987) verificou que a mesma contém proteínas com excelente balanço de aminoácidos essenciais, é rica em lisina e treonina e pode ser recomendada como suplemento proteico em dietas baseadas em grãos de cereais. De acordo com este autor, a levedura apresenta um nível relativamente elevado de minerais, com variação entre 9,8 e 14,4%, sendo o potássio o principal componente desta fração. O conteúdo de

gordura ou extrato etéreo varia com o substrato utilizado, podendo apresentar níveis de 0,9 a 1,6%.

Nas indústrias de álcool, devido à rápida velocidade de crescimento destes microorganismos, ocorre sempre excesso de produção de levedura, que pode ser usada para os mais diversos fins depois de desidratada, como por exemplo na alimentação animal (Grangeiro et al., 2001). A produção de levedura seca de cana-de-açúcar é proveniente do creme de levedura excedente do processo de fermentação do etanol, o qual, depois de centrifugado e separado do vinho, dirige-se para um grande secador (*spray dried*) em forma de cone com um disco interno girando em alta velocidade (500 rpm), com temperatura em torno de 100 °C. Desta forma, o creme sofre processo de secagem instantânea conservando ao máximo as propriedades nutricionais do produto. De início, a levedura quando surgiu como co-produto do setor sulcrocroleiro, era seca por prensagem em rolos, por isso seu valor nutritivo era baixo (Martins, 2009). Existem variações quanto à qualidade das diferentes leveduras produzidas nas diferentes destilarias, sugerindo-se cautela no que se refere ao nível máximo de inclusão (Moreira et al., 1994).

Segundo Santos (2009), a capacidade instalada de produção de levedura seca de cana-de-açúcar do Brasil é de 75 mil toneladas por ano e tem crescido à taxa de 4% ao ano. A previsão desse volume leva em conta que para cada 9 litros de etanol produzido, sobram cerca de 30 gramas de levedura seca, e que o país tinha previsão de chegar a 26 bilhões de litros processados na safra 2009/10. O potencial de produção de levedura pela indústria, considerando a tecnologia e produção presente, é de cerca de 500 mil toneladas por ano, ou seja, atualmente aproveita-se apenas 15% das leveduras disponíveis para processamento.

Então, desde que empregada na alimentação animal, permite-se a integração das cadeias de produção de agroenergia e da pecuária, otimizando a geração de emprego e renda e minimizando os passivos ambientais. Além de sustentável economicamente, o sistema deve ser sustentável de forma a não degradar ou reduzir impactos ambientais.

Quanto aos trabalhos realizados com ruminantes, ainda são escassos os estudos obtidos. Em algumas pesquisas demonstrou-se que a proteína do farelo de algodão pode ser totalmente substituída pela proteína da levedura seca de cana-de-açúcar na dieta de vacas em lactação (Machado et al., 1984) e novilhas (Prado et al., 2000). Este produto também pode substituir o farelo de soja na alimentação de caprinos em crescimento e terminação (Lima et al., 2009) e cabras em lactação (Lima, 2010).

Desta forma, tem-se então a necessidade de trabalhos para caracterizar e verificar o melhor aproveitamento dos excedentes do processamento industrial e, assim, agregar valor a este subproduto. Neste sentido, estudos que permitem gerar informações sobre a melhor forma de utilização dos co-produtos proteicos na alimentação de ruminantes fazem-se necessários para garantir a sustentabilidade da integração das cadeias de agroenergia e pecuária.

Assim, tem-se a necessidade de gerar estudos mais aprofundados quanto à alimentação de novilhas, aliando os fatores das necessidades dietéticas dos animais na fase pré-púbere e os fatores econômicos dentro do sistema de produção como um todo. Propôs-se então, o desenvolvimento deste trabalho para a avaliação do efeito da substituição do farelo de soja pela levedura seca de cana-se-açúcar na alimentação de fêmeas leiteiras com ganhos projetados de 800 g/dia e avaliar as equações de predição de peso corporal por meio de medidas corporais de perímetro torácico, altura de cernelha, largura de garupa, comprimento corporal e altura de garupa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, S.R. **Substituição do milho e do farelo de soja por levedura e ureia na alimentação de ovinos.** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007. 33p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007.
- ANDRADE, M.A.F. **Desempenho de novilhas Holandesas alimentadas com cana-de-açúcar como volumoso único.** Lavras: UFLA, 1999. 56p. (Dissertação – Mestrado).
- CAMPOS NETO, O. Utilização dos subprodutos da indústria sucroalcooleira na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 4, 1987, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBZ, 1987. p.129-152.
- CAMPOS, J.M.S.; ASSIS, A.J. Alimentação de Novilhas Leiteiras. In: III Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite, 2005, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2005, p.155-176.
- CAPUCO, A.V.; SMITH, J.J.; WALDO, D.R. et al. Influence of prepubertal dietary regimen on mammary growth of Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.12, p.2709-2725, 1995.
- CHIZZOTTI, M.L. **Excreção de creatinina, de compostos nitrogenados e digestibilidade em novilhas e vacas leiteiras em diferentes estádios fisiológicos e em novilhos alimentados com casca de algodão.** Viçosa, MG: UFV, 2004. 143p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.

- CUNHA, D.N.F.V; MARTUSCELLO, J.A. Criação de bezerras de rebanhos leiteiros em fase de aleitamento. In: SILVA, J.C.P.M.; OLIVEIRA, A.S.; VELOSO, C.M. (Ed.). **Manejo e administração na bovinocultura leiteira**. Viçosa: Suprema, 2009. p.29-53.
- DACCARETT, M.G.; BORTONE, E.J.; ISBELL, D.E. et al. Performance of Holstein heifers feed 100% or more of National Research Council requirements. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.606, 1993.
- GRENGEIRO, M.G.A.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; et al. Inclusão da Levedura de Cana-de-Açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em Dietas para Frangos de Corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.766-773, 2001.
- LIMA, L.S.; ALCALDE, C.R.; FREITAS, H.S. et al. Valor nutritivo de rações contendo levedura seca em cabras saanen. In: I Congresso Internacional sobre Uso da Levedura na Alimentação Animal, 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2009, p.169-170.
- LIMA, L.S. **Produção de leite de cabra e fermentação ruminal utilizando rações com levedura seca**, 2010. 65f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.
- MACHADO, P.F.; LIMA, U.A.; D'ARCE, R.D. et al. Valor nutritivo de levedura (*Saccharomyces sp*) para vacas em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.13. n.4, p.509 – 518, 1984.
- MADALENA, F.E. F1: onde estamos e aonde vamos. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, n.25, p.5-12, 1998.
- MARTINS, M.S. **Leveduras de cerveja e cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*), autolisada e íntegra na dieta de cães**. 2009. 93f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, São Paulo, 2009.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). 2011. Disponível em: <<http://www.mdic.com.br>>. Acesso em: 19 de dezembro de 2010.
- MOREIRA, I.; MURAKAMI, A. E.; SCAPINELLO. C. Utilização da levedura seca (*Saccharomyces spp*) na alimentação de suínos na fase de crescimento, **Revista Unimar**, Maringá, v.16 (Suplemento 1), n.2, p.111-121, 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, DC: NationalAcademy of Sciences, 6.ed., 1978. 90p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, DC: NationalAcademy of Sciences, 6.ed., 1989. 158p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, DC: NationalAcademy Press, 7.ed., 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, DC: NationalAcademy Press, 7.ed., 2001. 381p.
- NIEZEN, J.H.; GRIEVE, D.G.; MCBRIDE, B.W. et al. Effect of plane nutrition before and after 200 kilograms of body weight on mammary development of prepubertal Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.7, p.1255-1260, 1996.

- PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1543-1551, 2006.
- PIRLO, G.; CAPELLETTI, M.; MARCHETO, G. Effects of protein and energy allowances in the diets of prepubertal heifers on growth and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.4, p.730-739, 1997.
- PRADO, I.N.; MARTINS, A.S.; ALCALDE, C.R. et al. Desempenho de novilhas alimentadas com rações contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte proteica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.278-287, 2000.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; LEÃO, M.I. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1223-1234, 2000.
- SANTOS, G.D. Perspectivas brasileira e mundial da produção de leveduras. In: I Congresso Internacional sobre Uso da Levedura na Alimentação Animal, 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2009, p.1-4.
- SEJRSEN, K.; PURUP, S. Influence of prepubertal feeding level on milk yield potential of dairy heifers: A review. **Journal of Animal Science**, v.75, n.3, p.828-835, 1997.
- VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 3.ed. – Viçosa: UFV, DZO, 2010, 502p.
- VANDEHAAR, M.J. Current concepts in feeding dairy replacements. **9th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium**. Gainesville, FL. January, 15-16, 1998. Proceedings.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

Desempenho produtivo de fêmeas leiteiras alimentadas com levedura seca de cana-de-açúcar

Resumo - Objetivou-se avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pela levedura seca de cana-de-açúcar, na alimentação de novilhas leiteiras sobre os consumos e as digestibilidades aparentes totais dos nutrientes, o desempenho, o balanço de nitrogênio e produção microbiana. Foram utilizadas 24 novilhas leiteiras da raça Holandesa, sendo 12 puras e 12 mestiças, com peso médio inicial de 178 kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Foram utilizadas quatro dietas isonitrogenadas constituídas de níveis crescentes de substituição de farelo de soja por levedura seca de cana-de-açúcar com silagem de milho como volumoso. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para o consumo de matéria seca (MS) em kg/dia e % do peso vivo, MS de volumoso em kg/dia, matéria orgânica (MO) em kg/dia, proteína bruta (PB) em kg/dia, extrato etéreo (EE) em kg/dia, fibra em detergente neutro (FDN) em kg/dia e % do PV, carboidratos não-fibrosos (CNF) em kg/dia e nutrientes digestíveis totais (NDT) em kg/dia, entretanto houve aumento ($P<0,05$) do consumo de concentrado em kg/dia com a elevação do nível de inclusão de levedura na dieta. Não houve diferença ($P>0,05$) para os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, EE, FDN e para NDT observado de acordo com os níveis de inclusão, porém a digestibilidade do CNF sofreu decréscimo linear ($P<0,05$). Não foi observada diferença significativa para comprimento corporal (CC) em cm/dia, altura de garupa (AG) em cm/dia e largura de peito em cm/dia. O ganho de peso (GP) em kg, ganho de peso diário (GPD) em kg/dia, perímetro torácico (PT) em cm/dia e largura de garupa (LG) em cm/dia sofreu aumento linear ($P<0,05$). O ganho de peso em relação ao crescimento corporal não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) para as medidas de PT, CC, AG, AC, LG e LP em kg/cm. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para ureia na urina (UUR) em mg/dL, nitrogênio ureico no plasma (NUP) em mg/dL, nitrogênio microbiano (Nmic) em g/dia e eficiência microbiana (Emic) em g PB/kg NDT. Desta maneira, a levedura seca pode então substituir o farelo de soja sem contudo provocar efeitos deletérios na produção de novilhas leiteiras em crescimento.

Palavras-chave: balanço do nitrogênio, consumo, digestibilidade

Performance of dairy females fed yeast dry cane sugar

Abstract - The objective was to evaluate the effect of replacing soybean meal by dried yeast of cane sugar in the diet of dairy heifers on intake and total apparent digestibility of nutrients, performance, nitrogen balance and microbial production. Were used 24 Holstein dairy heifers, 12 purebred and 12 crossbred with initial weight of 178 kg, distributed in a completely randomized design with four treatments and six repetitions. Were used four isonitrogenous diets consisting of increasing levels of substitution of soybean meal by yeast dry cane sugar with corn silage as roughage. There was no significant difference ($P>0.05$) for the consumption of dry matter (DM) in kg/day and % of body weight, DM of forage in kg/day, organic matter (OM) in kg/day, crude protein (CP) in kg/day, ether extract (EE) in kg/day, neutral detergent fiber (NDF) in kg/day and % of BW, no fiber carbohydrates (NFC) in kg/day and total digestible nutrients (TDN) in kg/day, however there was an increase ($P<0.05$) of concentrate consumption in kg/day with increasing inclusion level of yeast in the diet. There was no difference ($P> 0.05$) for digestibility coefficients of DM, OM, CP, EE, NDF and TDN observed according to the levels of inclusion, but the digestibility of NFC suffered a decrease ($P<0,05$). There was no significant difference in body length (BL) in cm/day, rump height (RH) in cm/day and chest width (CW) in cm/day. Weight gain (WG) in kg, average daily gain (ADG) in kg/day, heart girth (HG) in cm/day and rump height (RH) in cm/day experienced a linear increase ($P<0.05$). Weight gain in relation to the body growth was not significantly different ($P>0.05$) for measurements of HG, BL, RH, WH, RW and CW in kg/cm. There was no significant difference ($P>0.05$) for urea in the urine (UUR) in mg/dL, plasma urea nitrogen (PUN) in mg/dL, microbial nitrogen (Nmic) in g/day and microbial efficiency (Emic) g CP/kg TDN. Thus, dry yeast can replace soybean meal without bringing deleterious effects on production of growing dairy heifers.

Keywords: digestibility, intake, nitrogen balance

INTRODUÇÃO

A fase pós desmama constitui um desafio na maioria dos sistemas de produção de leite bovino no Brasil, pois em geral, as fêmeas costumam ser tratadas como categoria de menos prioridade, quando comparadas com animais em produção. Entretanto, isso constitui grave erro que pode comprometer a sustentabilidade do sistema de produção, uma vez que o sucesso produtivo da futura vaca adulta é dependente dos bons manejos, inclusive alimentar, durante a fase de recria (Marcondes et al., 2009).

Para se obter melhor desempenho reprodutivo é necessário que os animais iniciem a vida reprodutiva e que tenham o primeiro parto a uma idade mais precoce, dentro dos limites fisiológicos que não comprometam seu desempenho futuro (Borges, 2009). Na projeção da idade ao primeiro parto para 24 meses, deve-se buscar ganhos de peso acima de 800 g por dia.

O desempenho animal é definido pelo consumo voluntário de alimentos em quantidades suficientes para alcançar seus requerimentos de manutenção e produção. Ganhos de peso acima de 800 g/dia em novilhas constituem realidade em sistemas de produção de leite de elevado nível de manejo, para que haja compensação dos elevados custos de produção com a fase de recria (Campos & Assis, 2005). Para tais condições, o volumoso mais utilizado é a silagem de milho, somado ao milho como fonte energética e o farelo de soja como fonte proteica. Entretanto, caso a relação energia:proteína esteja desbalanceada, alguns problemas podem surgir, como o acúmulo excessivo de gordura na glândula mamária ao invés de tecido parenquimal, o que gera efeitos deletérios na produção da futura vaca (Niezen et al., 1996; NRC, 1996; Sejsten & Purup, 1997).

Quando se trata de atender as exigências de proteína dos ruminantes, um dos grandes entraves é promover maneiras eficientes de substituir o farelo de soja por fontes proteicas alternativas sem, contudo, comprometer o desenvolvimento dos animais, uma vez que a nutrição animal conta com forte concorrência pelo uso deste insumo.

Neste contexto, surge a levedura seca de cana-de-açúcar, que se destaca pela tendência de aumento de oferta nos próximos anos, preços competitivos e composição química que se adequa à alimentação de animais ruminantes como substituto de fontes proteicas. Sua composição em proteína bruta (PB) é de 41% compostos por cerca de 80% de aminoácidos, 12% em ácidos nucleicos e 8% em nitrogênio amoniacal (Valadares Filho et al., 2010). Cerca de 7% do nitrogênio total ocorre como

aminoácidos livres, ou seja, nitrogênio não proteico (NNP), além de alta concentração de vitaminas do complexo B.

A produção de levedura seca de cana-de-açúcar é proveniente do creme de levedura excedente do processo de fermentação do etanol, o qual depois de centrifugado e separado do vinho, dirige-se para um grande secador (*spray dried*) em forma de cone com um disco interno girando em alta velocidade (500 rpm) com temperatura em torno de 100°C. Desta forma, o creme sofre processo de secagem instantânea conservando ao máximo as propriedades nutricionais do produto (Martins, 2009).

Ainda são escassos os estudos obtidos com ruminantes. Alguns resultados demonstram que a proteína do farelo de algodão pode ser totalmente substituída pela proteína da levedura seca de cana-de-açúcar na dieta de vacas em lactação (Machado et al., 1984) e novilhas (Prado et al., 2000). Este produto também pode substituir o farelo de soja na alimentação de caprinos em crescimento e terminação (Lima et al., 2009) e cabras em lactação (Lima, 2010).

Sendo assim, frente aos escassos trabalhos e necessidade de alimentos que substituam a farelo de soja, propôs-se o desenvolvimento deste trabalho para avaliação da substituição do farelo de soja pela levedura seca de cana-de-açúcar, na alimentação de fêmeas leiteiras.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão em Gado de Leite, sendo a fase de campo realizada entre os meses de agosto e dezembro de 2009, as amostras foram processadas e analisadas no Laboratório de Nutrição Animal, ambos do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Foram utilizadas 24 novilhas da raça Holandesa, puras e mestiças, com peso médio inicial de 178 kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições, sendo 12 animais da raça Holandesa e 12 mestiços Holandês x Zebu. Foram utilizadas quatro dietas experimentais, constituídas de níveis de substituição de farelo de soja por levedura seca de cana-de-açúcar nas proporções de 0; 33%; 66% e 100%, com base na MS, que corresponderam aos níveis de 0,0; 5,15; 10,31 e 15,46% de levedura na MS total da dieta e 0; 30,34; 60,64 e 90,94% na ração concentrada. As rações foram formuladas de forma a possibilitar a obtenção de ganho

de peso de 0,80 kg/dia, segundo o NRC (2001). As dietas foram ajustadas com mistura ureia/sulfato de amônia de forma a serem isonitrogenadas, com base na MS (Tabela 1 e Tabela 2 e Tabela 3).

Tabela 1 - Proporção dos ingredientes das dietas e das rações concentradas em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela levedura seca de cana-de-açúcar mais ureia

Ingrediente	Nível de substituição (% base da MS) ¹			
	0%	33%	67%	100%
Dieta				
Silagem de Milho	83,000	83,000	83,000	83,000
Farelo de Soja	16,400	10,933	5,467	-
Ureia /Sulfato de amônio(9:1)	0,000	0,310	0,625	0,940
Levedura	-	5,157	10,308	15,460
Suplemento Mineral	0,600	0,600	0,600	0,600
Concentrado				
Farelo de Soja	96,471	64,312	32,157	-
Ureia/Sulfato de amônio(9:1)	-	1,824	3,676	5,530
Levedura	-	30,335	60,636	90,941
Suplemento Mineral	3,529	3,529	3,529	3,529

¹Nível de substituição ao farelo de soja

A alimentação foi realizada duas vezes ao dia, sendo 50% oferecido às oito horas da manhã e 50% às dezesseis horas. A silagem de milho fornecida a vontade e foi fornecido 1 kg (base na matéria natural) de concentrado por animal, o que correspondeu a uma relação volumoso:concentrado na dieta de 83:17 (base da MS) no início do experimento. A oferta foi ajustada diariamente de forma a permitir sobras de 10% (base da MS).

Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, com comedouros individuais de concreto e bebedouros automáticos, com 8,0 m² de área, sendo que 5,6 m² com piso cimentado e 2,4 m² de cama, utilizando cepilho de madeira como material absorvente na cama, sendo essas limpas diariamente.

O experimento compreendeu um período de adaptação de 28 dias, onde as novilhas receberam tratamento contra endo e ectoparasitas, bem como vitamina ADE e três períodos experimentais de 28 dias cada, totalizando 84 dias de experimento.

As novilhas foram pesadas ao início do período experimental e a cada 28 dias. Foram medidas também as alturas de cernelha e garupa, o perímetro torácico, as larguras de peito e garupa e o comprimento corporal, para se avaliar o desenvolvimento ponderal, utilizando-se de uma régua graduada e uma trena metálica.

Tabela 2 - Composição química dos ingredientes utilizados na dieta experimental

Ítem	Farelo de soja	Levedura	Silagem de milho
Matéria seca, %	88,59	90,48	31,88
Matéria orgânica ¹	93,78	94,33	94,99
Proteína bruta ¹	51,05	45,54	6,36
Proteína degradável no rúmen ^{1,3}	60,60	94,58	60,00
Proteína não degradável no rúmen ^{1,3}	39,40	5,42	40,00
Extrato etéreo ¹	2,02	0,90	2,29
Carboidratos não-fibrosos ¹	16,05	46,91	40,39
Fibra em detergente neutro ¹	15,96	1,91	51,77
Fibra em detergente neutro ²	14,08	0,98	45,95
Fibra em detergente ácido ¹	9,42	0,34	30,88
Matéria mineral ¹	6,22	5,67	5,01
Nutrientes digestíveis totais ⁴	80,73	88,75	63,45

¹ % da MS; ² corrigido para cinzas e proteínas; ³ valor tabelado - Valadares Filho, et al. (2010), dado em porcentagem da PB; ⁴ NDT estimado pelas equações do NRC (2001)

As mensurações foram feitas com os animais em estação forçada, isto é, membros anterior e posterior na perpendicular sobre um piso plano, formando um paralelogramo retangular, de forma que, visto de perfil, seus membros, para cada bípede, se encobrem e vistos de frente ou detrás estão na vertical e igualmente apoiados no piso (Hoffman, 1997).

Diariamente, foram feitas pesagens das quantidades das dietas fornecidas e das sobras de cada animal para estimativa do consumo e amostragens das dietas e sobras para posterior análise de matéria seca (Silva & Queiroz, 2002). Periodicamente foram feitas análises dos ingredientes utilizados para ajuste das dietas ao longo dos períodos experimentais. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas (-20 °C). Ao final de cada período de 28 dias, as amostras de silagem e de sobras de cada animal foram descongeladas em temperatura ambiente e homogeneizadas manualmente, fazendo-se uma amostra composta por animal, para cada período.

No segundo período experimental, os indicadores externos óxido crômico (Cr₂O₃) e dióxido de titânio (TiO₂) foram fornecidos durante dez dias, sendo fornecido cinco dias antes do início do período de coletas fecais para adaptação. A coleta de fezes foi feita por seis dias consecutivos a intervalos de 26 horas (entre o 12º e 17º dia), em horários diferentes, sendo no primeiro dia às 8 horas. Essas foram coletadas no reto, sendo acondicionadas em sacos plásticos devidamente etiquetadas, guardada em congelador e ao final do período de coleta feita uma amostra composta de cada animal,

com base no peso seco ao ar. Também foram retiradas amostras de sobras e alimentos fornecidos durante esse período de coleta de fezes. O óxido crômico foi administrado na dosagem de 10g/animal/dia em uma aplicação por via oral com o auxílio de uma sonda e foi utilizado para determinação da excreção fecal. O dióxido de titânio foi ministrado no concentrado na quantificação de 15g/kg, a fim de estimar o consumo individual do mesmo e obter a relação volumoso:concentrado na dieta ingerida pelo animal.

Tabela 3 - Composição química dos concentrados e dietas completos utilizados, em porcentagem, com base na MS

Item	Nível de substituição			
	0%	33%	67%	100%
	Concentrado			
Matéria seca	88,99	89,77	90,56	91,34
Matéria orgânica	90,47	88,93	87,35	85,78
Proteína bruta	49,25	46,65	44,03	41,41
Extrato etéreo	1,95	1,57	1,20	0,82
Carboidratos não-fibrosos	15,48	24,55	33,61	42,66
Fibra em detergente neutro	15,40	10,84	6,29	1,74
Fibra em detergente neutro	13,58	9,35	5,12	0,89
Fibra em detergente ácido	9,09	6,16	3,24	0,31
Matéria mineral	9,53	11,07	12,64	14,22
Nutrientes digestíveis totais	77,88	78,84	79,77	80,71
	Dieta			
Matéria seca	41,59	41,72	41,86	41,99
Matéria orgânica	94,22	93,96	93,69	93,43
Proteína bruta	13,65	13,21	12,76	12,32
Extrato etéreo	2,23	2,17	2,10	2,04
Carboidratos não-fibrosos	36,16	37,70	39,24	40,78
Fibra em detergente neutro	45,59	44,81	44,04	43,26
Fibra em detergente neutro	40,45	39,73	39,01	38,29
Fibra em detergente ácido	27,18	26,68	26,18	25,68
Matéria mineral	5,78	6,04	6,31	6,57
Nutrientes digestíveis totais ¹	65,90	66,07	66,23	66,38

¹NDT estimado pelas equações do NRC (2001)

O teor de dióxido de titânio nas fezes foi avaliado segundo Myers et al. (2004). Foram utilizadas 0,5 g de amostra de fezes, que foram digeridas em tubos de proteína a uma temperatura de 400 °C durante 2 horas. Na digestão foram utilizados 15 mL de ácido sulfúrico e 5 g da mistura digestora (8 g de sulfato de cobre, CuSO₄ e 80 g de

sulfato de sódio, Na₂SO₄). Decorridas 2 horas, foi feita a adição lenta de 10 mL de H₂O₂ (30%) e, posteriormente, a mistura foi transferida para um béquer e completada com água destilada até 100 g. O material do béquer foi transferido para balões de 100 mL, onde foram adicionadas mais 3 gotas de H₂O₂ (30%). Uma curva padrão foi preparada com a digestão e processamento de 0, 2, 4, 6, 8 e 10 mg de dióxido de titânio e as leituras realizadas em espectrofotômetro com comprimento de onda de 410 nm.

A determinação da concentração de cromo nas fezes foi feita pela espectrofotometria de absorção atômica, conforme Williams et al. (1962). A produção fecal (PF), utilizando-se óxido crômico, foi calculada pela fórmula:

PF (kg MS/dia) = (g de Cr ingerido por dia / concentração do indicador nas fezes em g Cr/kg MS).

Ainda no segundo período, foram realizadas coletas de amostras *spot* de urina no horário da alimentação pela manhã (8h) e na alimentação da tarde (16h) durante eliminação espontânea. Posteriormente, as amostras foram misturadas em quantidades iguais para constituir uma amostra composta de urina. Essa foi homogeneizada e filtrada, sendo retiradas alíquotas de 10 mL, que foram diluídas em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036 N (Valadares et al., 1999). Outra alíquota de 50 mL foi armazenada na sua forma concentrada. Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em recipientes plásticos, devidamente identificados, e congeladas para posteriores análises de ureia, nitrogênio total, creatinina, ácido úrico e alantoína.

Foram feitas, também, coletas de sangue aproximadamente quatro horas após a alimentação, utilizando tubos de ensaio com anticoagulante. O sangue foi centrifugado a 3.600 g por 20 minutos imediatamente após a coleta, sendo então retiradas amostras de plasma, que foram acondicionadas em recipientes de vidro e congeladas a -15 °C, para posterior avaliação da concentração de nitrogênio ureico.

As amostras dos alimentos, sobras e fezes foram secas em estufas ventilada a 60 °C. O material seco foi processado em moinho de facas (1mm).

O preparo das amostras compostas dos alimentos fornecidos e das sobras, bem como as análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE) e fibra em detergente ácido (FDA) seguiram as especificações descritas em Silva & Queiroz (2002). A fibra em detergente neutro (FDN) foi avaliada conforme metodologia de Van Soest et al. (1991).

A determinação de nitrogênio não proteico (NNP) dos alimentos foi realizada segundo Licitra et. al. (1996).

Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) das dietas foram calculados como proposto por Detmann e Valadares Filho (2010), sendo:

$$\text{CNF} = 100 - \text{MM} - \text{EE} - \text{FDN}_{\text{cp}} - \text{PB}$$

Nas amostras de urina foram feitas as análises de ureia, nitrogênio total, creatinina, ácido úrico e alantoína. O volume urinário total diário foi estimado dividindo-se as excreções urinárias diárias de creatinina pelos valores observados de concentração de creatinina na urina (Valadares Filho & Valadares, 2001).

A excreção diária de creatinina (EC, g/dia) foi estimada conforme proposto por Chizzotti et al. (2006):

$$\text{EC} = 0,9772 + 0,0250 \times \text{PV}.$$

Em que PV: peso vivo dos animais.

O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido e o total de nitrogênio excretado nas fezes e na urina.

A análise de alantoína na urina foi feita pelo método colorimétrico, segundo Fujihara et al. (1987), descrito por Chen & Gomes (1992) e as determinações de creatinina, ácido úrico e ureia foram realizadas por meio de kits comerciais (Labtest).

A excreção total de DP foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina, expressas em mmol/dia. As purinas absorvidas (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de DP (Y, mmol/dia), por meio da equação:

$$Y = \frac{X - 0,236\text{PV}^{0,75}}{0,84}$$

Em que 0,84 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e $0,236 \times \text{PV}^{0,75}$ a contribuição endógena para excreção de purinas (Orellana Boero et al., 2001).

A síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen (Y, g N/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), por meio da equação:

$$Y = (70 \times X) / (0,83 \times 0,116 \times 1000)$$

Em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol); 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116, a relação N-purina:N total nas bactérias (Chen & Gomes, 1992).

Os resultados foram submetidos à análise de variância em modelo misto considerando os níveis de levedura como efeito fixo, grau de sangue como efeito aleatório do modelo (controle local) e o erro (aleatório), ao nível de significância de 5% de probabilidade para o erro do tipo I, utilizando-se o programa *Statistical Analysis System*, versão 9.2 (SAS, Institute, 2008). Adotou-se também, quando necessário, exclusão de pontos com resíduo de Student $> |2|$, evitando assim, a interferência de *outliers*.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se efeito linear do nível de inclusão de levedura ($P < 0,05$) para os consumos de concentrado e g PB/kg de NDT (Tabela 4). O consumo de concentrado manifestou efeito linear crescente em função do nível de inclusão. Através da observação dos animais do tratamento com máxima inclusão de levedura, pode-se identificar que não houveram resíduos do concentrado no fundo do cocho, pois a levedura possui alta higroscopicidade que fez com que se aderisse as partículas de silagem facilitando o consumo.

Pode se observar que houve redução linear do consumo de g PB/kg de NDT com o aumento do nível de inclusão de levedura na dieta ($P < 0,05$), este fato pode ter ocorrido devido a menor quantidade de proteína encontrada na levedura em comparação com o farelo de soja, como encontrado na Tabela 2, e também a menor quantidade de proteína nas dietas e concentrados de acordo com os níveis de inclusão (Tabela 3). Os valores de PB da levedura e do farelo de soja foram diferentes daqueles preditos, e mesmo que as dietas fossem isonitrogenadas, essa correção com ureia pode não ter sido suficiente para manter consumos constantes.

Quanto as demais variáveis (Tabela 4), não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para os consumos de MS, MS %PV, MS de volumoso, MS de concentrado, MO, PB, EE, FDN, FDNcp, CNF e NDT, em função dos níveis de inclusão de levedura, evidenciando-se assim, que de forma geral a inclusão de levedura não provocou efeitos deletérios nos consumos. A ingestão de matéria seca é o principal fator nutricional responsável pelas variações existentes na produção animal (Crampton et al., 1960), seguido da transformação de nutrientes digestíveis da dieta em produto animal (Noller, 1997).

Tabela 4 - Médias e erro padrão da média (EPM) para os consumos de novilhas leiteiras em função dos níveis de substituição de farelo de soja por levedura seca de cana-de-açúcar

Ítem	Níveis de substituição				EPM	Efeito	
	0%	33%	67%	100%		L ¹	Q ²
Consumo de matéria seca (kg/dia)	5,21	5,76	5,63	5,61	0,142	0,702	0,295
Consumo de matéria seca (%PV)	2,33	2,19	2,50	2,40	0,096	0,308	0,945
Consumo de volumoso	4,42	4,96	4,82	4,80	0,142	0,649	0,295
Consumo de concentrado	0,79	0,80	0,80	0,81	0,003	0,001 ³	0,868
Consumo de matéria orgânica	4,81	5,38	5,30	5,34	0,138	0,825	0,309
Consumo de proteína bruta	0,65	0,70	0,71	0,73	0,011	0,163	0,306
Consumo de extrato etéreo	0,116	0,126	0,120	0,116	0,003	0,421	0,269
Consumo de fibra em detergente neutro (kg/dia)	2,14	2,35	2,25	2,21	0,064	0,502	0,290
Consumo de fibra em detergente neutro (%PV)	0,96	0,93	1,08	0,95	0,139	0,678	0,388
Consumo de carboidratos não-fibrosos	1,91	2,20	2,22	2,28	0,063	0,862	0,301
Consumo de nutrientes digestíveis totais	3,63	3,87	3,89	3,89	0,114	0,437	0,610
Consumo g PB/kg NDT	208,50	191,33	181,50	173,00	0,008	0,002 ⁴	0,555

¹L: efeito linear da levedura; ²Q: efeito quadrático da levedura; ³Y= 0,7912 + 0,000208X; ⁴Y= 206,03 – 0,3430X

Segundo Van Soest (1994), fatores da fisiologia animal, como a preferência, podem desempenhar papel importante na escolha e seleção dos alimentos, com base no sabor e cor. Através do consumo voluntário de matéria seca, pode-se determinar a quantidade de nutrientes ingeridos e se obter estimativas da quantidade de produto animal elaborado (Mertens 1987; Van Soest, 1994). Assim, para tais condições, o consumo de matéria seca foi o mesmo independente do tratamento e ainda faz com que a ingestão dos outros nutrientes da dieta fosse os mesmos. Pela observação dos animais durante a parte de campo deste experimento, percebia-se grande aceitação da dieta mesmo no tratamento com a inclusão máxima de levedura, evidenciando ser um alimento palatável. Além disso, o enchimento e distensão ruminal são influenciados diretamente pela contribuição da parede celular na dieta e a taxa fermentativa depende das características intrínsecas dos carboidratos, assim a alta qualidade dos ingredientes utilizados para formulação das rações parece não ter promovido grandes efeitos sobre o consumo. Os resultados encontrados estão de acordo com os dados da literatura para novilhas mestiças (Prado et al., 2000) e novilhas Nelore (Medroni et al., 2000), em que não foi evidenciado efeito da inclusão de levedura na dieta sobre os consumos de MS, MO e FDN. Contudo, é relatado que a palatabilidade pode ser um fator limitante no uso de altas proporções de levedura em dietas para novilhas mestiças (Lanna et al., 1995). Os resultados obtidos não estão de acordo com aqueles de Medroni et al. (2000) para o consumo de PB, pois estes autores encontraram redução da ingestão de proteína quando o farelo de soja é completamente substituído pela levedura seca em dietas de novilhas da raça Nelore. Os autores justificaram que essa diferença pode ter ocorrido devido a uma menor quantidade de proteína fornecida pelas rações com levedura. Entretanto, Prado et al. (2000) em experimento com novilhas mestiças, quando a levedura foi utilizada exclusivamente como fonte de proteína em substituição ao farelo de algodão, não encontraram diferença significativa para consumo de PB.

Prado et al. (2000) não encontraram diferença significativa para consumo de CNF, assim como neste trabalho, em experimento com novilhas mestiças quando a levedura foi utilizada como fonte de proteína em substituição ao farelo de algodão, embora o autor não tenha citado a proporção CNF dos ingredientes.

Mesmo que não tenha havido grandes efeitos sobre o consumo dos nutrientes, recomenda-se cautela no uso de levedura em dieta de animais em crescimento até que se

tenham informações suficientes na literatura sobre o efeito de limitação de consumo provocado pela mesma. Segundo Desmonts (1968) o método de secagem e obtenção da levedura pode causar diferenças quanto à qualidade final do produto. Nos trabalhos relacionados acima, as formulações possuem níveis de inclusão de levedura na dieta próximos aos do presente trabalho, já que a relação volumoso:concentrado é próxima e a substituição da fonte proteica por levedura seca foi total. Portanto são necessários estudos correlacionando o método de secagem com o consumo animal para melhor entendermos o efeito da palatabilidade deste alimento.

Observou-se efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para o CDCNF (Tabela 5) de acordo com os níveis de inclusão, entretanto as dietas com maior proporção de levedura (Tabela 3) são mais ricas em CNF e embora não tenha havida significância do consumo (Tabela 4), a digestibilidade sofreu redução. Efeito este contraditório, pois a maior disponibilidade de CNF deveria proporcionar elevação da digestibilidade e não redução como no presente caso, tal fato pode estar sendo explicado por alguma particularidade dos CNF da levedura seca de cana-de-açúcar. Yamada et al. (2003) relataram que a redução da digestibilidade pode estar relacionada com a espessa parede celular da levedura, o que dificulta a proteólise enzimática na célula com conseqüente redução do aproveitamento proteico. Já Aguiar et al. (2007) não encontraram diferença significativa para CDCNF em até 30% de inclusão de levedura na dieta de ovinos, assim como Martins et al. (2000) estudando a inclusão de levedura em substituição ao farelo de algodão na dieta de novilhas mestiças que também não obtiveram diferença estatística para CDCNF, apresentando média de 67,75%.

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) da substituição de farelo de soja por levedura seca de cana-de-açúcar para CDMS, CDMO, CDPB, CDEE, CDFDN e NDT. Os resultados encontrados estão de acordo com dados da literatura para bezerros Holandeses (Sampaio et al., 2000) e novilhas mestiças (Martins et al., 2000), em que não foi observado efeito da inclusão de levedura na dieta sobre o CDMO. Entretanto, foi relatado que houve aumento linear do CDMO em dietas de cabras saanen (Lima et al., 2009). Quanto ao CDEE, Freitas et al. (2009) obtiveram efeito linear decrescente para a inclusão de levedura seca nas rações, sendo explicado pelos autores que este fato ocorreu em função do menor teor de extrato etéreo na levedura. Aguiar et al. (2007), assim como no presente trabalho, não encontraram efeito significativo para CDEE até a inclusão de 30% de levedura em substituição ao farelo de soja. De acordo com Van Soest (1994), dificilmente a digestibilidade deste componente é afetada pela dieta.

Tabela 5 - Médias e erro padrão da média (EPM) para os coeficientes de digestibilidades aparentes em função dos níveis de substituição de farelo de soja por levedura seca de cana-de-açúcar

Ítem	Níveis de substituição				EPM	Efeito	
	0%	33%	67%	100%		L ¹	Q ²
CDMS	63,90	62,69	65,12	61,92	1,283	0,642	0,621
CDMO	68,61	67,46	69,84	69,76	0,882	0,711	0,766
CDPB	68,17	66,76	68,52	72,02	0,622	0,143	0,212
CDEE	85,57	84,23	87,54	91,21	1,495	0,137	0,259
CDFDN	59,76	53,12	70,10	64,34	2,086	0,099	0,916
CDCNF	80,84	83,80	67,01	73,15	1,849	0,012 ³	0,587
NDT	69,41	69,31	68,57	69,17	0,654	0,782	0,754

¹L: efeito linear da levedura; ²Q: efeito quadrático da levedura; ³Y= 82,3505 – 0,1218X

Os valores de Ezequiel et al. (2000) para CDPB corroboram com os encontrados neste trabalho, já que também não houve diferença para a substituição de farelo de soja por levedura seca na dieta de ovinos.

Observou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) para GP (kg), GPD (kg/dia), PT (cm/dia) e LG (cm/dia) como demonstrado na Tabela 6. De acordo com a inclusão de levedura seca de cana de açúcar na dieta das novilhas em substituição ao farelo de soja, os animais apresentaram maior incremento no ganho de peso e crescimento físico nas variáveis comprimento corporal e largura de peito.

Houve efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para AC (cm/dia) (Tabela 6), pois os animais do tratamento com substituição total da levedura seca de cana-de-açúcar por farelo de soja não cresceram em altura tanto quanto os demais, entretanto os dados encontrados para todos os tratamentos estão dentro dos padrões adequados de crescimento estabelecidos para esta categoria animal.

Não foi evidenciado efeito significativo ($P > 0,05$) para as variáveis CC (cm/dia) e AG (cm/dia) assim como apresentado na Tabela 6. Prado et al. (2000), não verificaram diferenças para o GPD para novilhas mestiças alimentadas com levedura seca em substituição ao farelo de algodão. Medroni et al. (2000) em experimento com novilhas Nelore não encontrou diferenças para GPD quando a levedura substituiu totalmente o farelo de soja. Já Aguiar et al. (2007) encontraram redução linear para ganho de peso com a inclusão de levedura em até 30% de substituição ao farelo de soja em dietas de ovinos. De acordo com Crampton et al. (1960), 70% da variação no desempenho animal parece ser condicionada pelo consumo, o que parece não ter ocorrido no presente experimento, já que não houveram grandes diferenças no consumo voluntário (Tabela 4) e ainda assim havendo diferenças no desempenho.

As medidas corporais isoladamente não indicam se o crescimento corporal e a maturação fisiológica das novilhas estão sendo adequados, porém, se utilizadas em conjunto com outros parâmetros zootécnicos, podem auxiliar na avaliação do desenvolvimento desses animais. Além disso, é importante o monitoramento do desempenho dos animais, já que dieta e taxa de crescimento tem um efeito direto na idade à primeira parição e produtividade por dia de vida do rebanho (Heinrichs, 1992).

Tabela 6 - Ganho de peso (GPD) e crescimentos corporais diários absoluto e relativo em função dos níveis de substituição de farelo de soja por levedura seca de cana-de-açúcar

Ítem	Níveis de substituição				EPM	Efeito	
	0%	33%	67%	100%		L ¹	Q ²
Crescimento Diário Absoluto							
Ganho de peso (kg)	65,167	74,400	70,500	81,667	3,181	0,034 ³	0,944
Ganho de peso diário (kg/dia)	0,776	0,886	0,839	0,972	0,038	0,034 ⁴	0,944
Perímetro torácico (cm/dia)	0,167	0,185	0,190	0,210	0,008	0,040 ⁵	0,945
Comprimento corporal (cm/dia)	0,113	0,117	0,139	0,155	0,009	0,289	0,674
Altura de garupa (cm/dia)	0,094	0,090	0,092	0,088	0,005	0,680	0,943
Altura de cernelha (cm/dia)	0,095	0,099	0,092	0,088	0,005	0,002 ⁶	0,565
Largura de garupa (cm/dia)	0,051	0,042	0,061	0,064	0,004	0,040 ⁷	0,335
Largura de peito (cm/dia)	0,057	0,060	0,065	0,064	0,003	0,889	0,504
Crescimento Relativo							
Perímetro torácico (kg/cm)	4,651	4,493	4,628	4,744	0,207	0,755	0,651
Comprimento corporal (kg/cm)	6,628	8,001	6,551	6,061	0,418	0,323	0,242
Altura de garupa (kg/cm)	8,656	9,133	11,118	11,713	0,710	0,416	0,849
Altura de cernelha (kg/cm)	8,565	8,885	9,750	10,693	0,782	0,073	0,799
Largura de garupa (kg/cm)	17,012	16,982	14,663	17,834	1,327	0,983	0,460
Largura de peito (kg/cm)	13,431	13,669	14,281	14,566	0,487	0,368	0,982

¹L: efeito linear da levedura; ²Q: efeito quadrático da levedura; ³Y= 50,2422 + 0,6124X; ⁴Y= 0,5981 + 0,00729X; ⁵Y= 0,1675 + 0,000411X; ⁶Y= 0,07549 - 0,0019X; ⁷Y= 0,04695 + 0,000176X

Neste trabalho, os níveis de inclusão de levedura não influenciaram significativamente no padrão de crescimento de fêmeas leiteiras alimentadas com levedura seca em substituição ao farelo de soja, quando consideradas em relação ao peso. Assim, a velocidade de crescimento corporal dos animais está de acordo com o ganho médio diário independente do nível de inclusão de levedura, pois o ganho de peso em relação às medidas corporais são iguais entre os tratamentos, demonstrando que os animais do experimento ganharam peso e cresceram em relação às medidas corporais de forma semelhante entre os níveis de inclusão. A ingestão de matéria seca é o principal fator nutricional responsável pelas variações existentes na produção animal (Crampton et al., 1960) e já que não houveram diferenças no consumo de matéria seca, o desempenho também não sofreu grandes interferências dos níveis de inclusão.

Em relação ao GP/cm AC, embora não tenha havido diferença entre os tratamentos, os valores obtidos foram altos em comparação com os preconizados pela associação brasileira de gado holandês que é de 6 kg/cm de ganho em AC (Machado, 1993), sendo que o presente trabalho obteve 9,5 kg/cm de ganho em AC, podendo ser indicativo de acúmulo de gordura corporal e mamária.

Em comparação dos consumos observados com os preconizados pelo NRC (2001), observa-se que os consumos de MS e PB foram inferiores aos preditos (Tabela 7). Já o consumo de NDT, em média excedeu às exigências preditas. Para tanto, a relação g PB/kg NDT ficou abaixo das exigências calculadas com base no NRC. Esse fato pode implicar desbalanceamento da relação proteína:energia da dieta, o que faz com que haja maior deposição de gordura, inclusive na glândula mamária, provocando assim efeitos deletérios na produção de leite da futura vaca (Niezen et al., 1996; NRC, 1996; Sejsen & Purup, 1997).

Tabela 7 - Consumos observados no experimento e preditos pelo NRC (2001), para novilhas pesando 230 Kg e com ganho de peso 0,885 kg/dia, em função dos níveis substituição de farelo de soja por levedura seca de cana-de-açúcar

Itens	Níveis de substituição				Médias	Consumos preditos
	0%	33%	67%	100%		
Matéria seca	5,21	5,76	5,63	5,61	5,55	5,70
Proteína bruta	0,65	0,70	0,71	0,73	0,70	0,79
Nutrientes digestíveis totais	3,63	3,87	3,89	3,89	3,82	3,68
g PB/kg NDT	208,50	191,33	181,50	173,00	188,58	216

Não se observou diferença significativa ($P > 0,05$) para a uréia na urina (mg/dL), NRC (2001)

degradação e aproveitamento dos compostos proteicos de ambas as fontes são igualmente utilizados.

A ureia é a forma primária de excreção de N em mamíferos e a concentração de ureia no plasma sanguíneo é bastante conhecida por refletir ineficiência na utilização da PB dietética (Broderick & Clayton, 1997). Os teores de nitrogênio ureico no plasma parecem não ter refletido variações no metabolismo proteico, pois se manteve constante mesmo no nível máximo de substituição do farelo de soja pela levedura seca (Tabela 8). Apesar do nitrogênio ureico no plasma ter elevada correlação positiva com os teores de PB da dieta (Broderick & Clayton, 1997), Van Soest (1994) relatou que a quantidade de ureia reciclada é relativamente independente do nitrogênio dietético, desde que o tamanho do pool de ureia na corrente sanguínea esteja sob o controle homeostático fisiológico, e tende a ser constante. Assim, é possível que o pool de ureia no plasma não tenha sido afetado pelo nitrogênio dietético.

Hoffman et al. (2001), trabalhando com novilhas leiteiras consumindo dietas com níveis crescentes de PB, encontraram aumento linear na quantidade de nitrogênio ureico no plasma em função dos tratamentos, entretanto no presente trabalho, as fontes proteicas foram diferentes, porém as dietas isonitrogenadas, o que justifica uma homeostasia sanguínea.

A amônia absorvida pelo trato digestivo é convertida à ureia pelo fígado e excretada na urina ou transferida para o intestino e degradada por microrganismos. Para uma dada dieta, a quantidade de ureia que é reciclada para o rúmen através da saliva ou da parede ruminal, é diretamente relacionada com o consumo de N e a degradabilidade do N dietético (Obara et al., 1991), assim já que o consumo de PB se manteve constante com o incremento de levedura na dieta (Tabela 4), a quantidade de substrato proteico para ser metabolizado no rúmen também foi constante e então a perda de ureia na urina foi estável entre os tratamentos, além disso, a digestibilidade se manteve inalterada (Tabela 5) em função dos níveis de inclusão.

De acordo com os resultados encontrados na literatura, não há efeito da inclusão de levedura sobre a excreção de ureia na urina para cabritos (Alcalde et al., 2009), ovinos (Ezequiel et al., 2000) e bezerros Holandeses (Sampaio et al., 2000).

Tabela 8 - Compostos nitrogenados e eficiência microbiana em função dos níveis de substituição de farelo de soja por levedura seca de cana-de-açúcar

Ítem	Níveis de substituição				EPM	Efeito	
	0%	33%	67%	100%		L ¹	Q ²
Ureia na urina (mg/dL)	852,10	800,27	705,46	654,38	34,127	0,102	0,995
Nitrogênio ureico no plasma (mg/dL)	17,42	21,74	16,22	14,90	1,194	0,203	0,232
Nitrogênio microbiano (g/dia)	73,85	71,26	74,48	76,18	1,963	0,573	0,603
Eficiência microbiana (g PB/kg NDT)	134,09	123,41	127,13	123,97	2,307	0,205	0,442

¹L: efeito linear da levedura; ²Q: efeito quadrático da levedura

A síntese de proteína microbiana depende, em grande parte, da disponibilidade de carboidratos e de N no rúmen (Clark et al., 1992; NRC, 2001), de modo que o crescimento microbiano é maximizado pela sincronização entre a disponibilidade da energia fermentável e o N degradável no rúmen (Russell et al., 1992; NRC, 1996). Sendo assim, pode-se inferir que no presente experimento não houve limitação do crescimento microbiano para nenhuma das dietas apresentadas, pois independente do nível de inclusão, havia N e CNF suficiente para promover máxima eficiência microbiana, já que a média obtida foi de 127,15 g PB/kg NDT, valor próximo ao preconizado pelo NRC (2001) de 130 g PB/kg NDT.

CONCLUSÕES

A levedura seca de cana-de-açúcar pode substituir totalmente o farelo de soja em dietas de novilhas em crescimento, sem que afete o consumo e o desenvolvimento físico de fêmeas leiteiras em crescimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCALDE, C.R.; FREITAS, H.S.; LIMA, L.S. et al. Balanço de nitrogênio em cabritos recebendo rações contendo levedura seca. In: I Congresso Internacional sobre Uso da Levedura na Alimentação Animal, 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2009, p.197-198.
- AMORIM, L.S. Manejo do balanço energético negativo e escore corporal. In: SILVA, J.C.P.M.; OLIVEIRA, A.S.; VELOSO, C.M. (Ed.). **Manejo e administração na bovinocultura leiteira**. Viçosa: Suprema, 2009. p. 129-150.
- AGUIAR, S.R. FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V. et al. Desempenho de ovinos em confinamento, alimentados com níveis crescentes de levedura e ureia. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 29, n. 4, p. 411-416, 2007.
- ANDRADE, M.A.F. **Desempenho de novilhas Holandesas alimentadas com cana-de-açúcar como volumoso único**. Lavras: UFLA, 1999. 56p. (Dissertação – Mestrado).
- BORGES, A.M. Fisiologia e eficiência reprodutiva de bovinos leiteiros. In: SILVA, J.C.P.M.; OLIVEIRA, A.S.; VELOSO, C.M. (Ed.). **Manejo e administração na bovinocultura leiteira**. Viçosa: Suprema, 2009. p. 151-213.

- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.
- CAMPOS NETO, O. Utilização dos subprodutos da indústria sucroalcooleira na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 4, 1987, Brasília, DF. **Anais...** Brasília, DF: SBZ, 1987. p.129-152.
- CAMPOS, J.M.S.; ASSIS, A.J. Alimentação de novilhas leiteiras. In: III Simpósio mineiro de nutrição de gado de leite, Belo Horizonte, 2005. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG. p.155-176.
- CHIZZOTTI, M. L. ; [VALADARES FILHO, S.C.](#); [VALADARES, R.F.D.](#) et al. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.1813-1821, 2006.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.1, p.138-146, 2007.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details.** INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. (occasional publication). 1992. 21p.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.
- CRAMPTON, E.W.; DONEFER, E.; LLOYD, L.E.A. Nutritive value index for forages. **Journal of Animal Science**, v.19, n.2, p.538-554, 1960.
- DACCARETT, M.G.; BORTONE, E.J.; ISBELL, D.E. et al. Performance of Holstein heifers feed 100% or more of National Research Council requirements. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.606, 1993.
- DESMONTS, R. Utilização do levedo na alimentação da criança. *Pediatria Prática*, v.39, n.7, p.7-18, 1968.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.. **On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets.** *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.62, n.4, p.980-984, 2010.
- DUTRA, A.R.; QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, J.C. et al. Efeitos dos níveis de fibra e de fontes de proteínas sobre o consumo e digestão dos nutrientes em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p.787-796, 1997.
- EZEQUIEL, J.M.B.; SAMPAIO, A.A.M.; SEIXAS, J.R.C. et al. Balanço de Nitrogênio e Digestão Total da Proteína e da Energia de Rações Contendo Farelo de Algodão, Levedura de Cana-de-Açúcar ou Ureia, em Ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2332-2337, 2000.
- FERNANDES, H.J. PAULINO, M.F.; MARTINS, R.G.R. et al. Ganho de Peso, Conversão Alimentar, Ingestão Diária de Nutrientes e Digestibilidade de Garrotes Não-Castrados de Três Grupos Genéticos em Recria e Terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2403-2411, 2004.
- FREITAS, H.S.; ALCALDE, C.R.; LIMA, L.S. et al. Digestibilidade total em cabritos recebendo rações contendo levedura seca. In: I Congresso Internacional sobre Uso

- da Levedura na Alimentação Animal, 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2009, p.191-192.
- FUJIHARA, T.; ORSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal of Agricultural Science**, v.109, n.1, p.7-12, 1987.
- HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. University of Florida, 2000.(Bulletin, 339).
- HEINRICH, A.J.; ROGERS, G.W.; COOPER, J.B. Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.12, p.3576 – 3581, 1992.
- HOFFMAN, P.C. Optimum body size of Holstein replacement heifers. **Journal of Animal Science**. v.75. n.3, p.836-845, 1997.
- HOFFMAN, P.C.; ESSER, N.M.; BAUMAN, L.M. et al. Short communication: Effect of dietary protein on growth and nitrogen balance of Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**. v.84, n.4, p.843-847, 2001.
- LANNA, D.P.D.; BOIN, C.; FOX, D.G. et al. A. Substituição do farelo de soja por levedura para animais em crescimento recebendo bagaço de cana hidrolisado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995. Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p. 197- 198.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- LIMA, L.S.; ALCALDE, C. R.; FREITAS, H. S. et al. Valor nutritivo de rações contendo levedura seca em cabras saanen. In: I Congresso Internacional sobre Uso da Levedura na Alimentação Animal, 2009, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA, 2009, p.169-170.
- LIMA, L.S. **Produção de leite de cabra e fermentação ruminal utilizando rações com levedura seca**, 2010. 65f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2010.
- MACHADO, P.F. Criação de novilhas – Padrões de crescimento e necessidades nutricionais. **Gado Holandês**, n,416. p.19 – 21, 1993.
- MACHADO, P.F.; LIMA, U.A.; D'ARCE, R.D. et al. Valor nutritivo de levedura (*Saccharomyces sp*) para vacas em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.13. n.4, p.509 – 518, 1984.
- MADALENA, F.E. **F1: onde estamos e aonde vamos**. Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, n.25, p.5-12, 1998.
- MARCONDES, M.I.; SILVA, J.C.P.M.; VELOSO, C.M. et al. Manejo de novilhas leiteiras. In: SILVA, J.C.P.M.; OLIVEIRA, A.S.; VELOSO, C.M. (Ed.). **Manejo e administração na bovinocultura leiteira**. Viçosa: Suprema, 2009. p. 29-53.
- MARTINS, A.S.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte proteica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.269-277, 2000.
- MARTINS, M.S. **Leveduras de cerveja e cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*), autolisada e íntegra na dieta de cães**. 2009. 93f. Dissertação (Mestrado em

- Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, São Paulo, 2009.
- MEDRONI, S.; PRADO, I.N.; NASCIMENTO, W.G. et al. Efeito da combinação de dietas contendo milho ou triticale e farelo de soja ou levedura sobre o desempenho de novilhas nelore terminadas em confinamento. **Acta Scientiarum**, v.22, n.3, p.787-791, 2000.
- MERTENS, D.R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Journal of Animal Science**, v.64, n. 5, p.1548-1558, 1987.
- MYERS, W.D.; LUDDEN, P.A.; NAYIGIHUGU, V. et al. Technical Note: a procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science**, v.82, n.1, p.179-183, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, DC: NationalAcademy Press, 7.ed., 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington, DC: NationalAcademy Press, 7.ed., 2001. 381p.
- NIEZEN, J.H.; GRIEVE, D.G.; MCBRIDE, B.W. et al. Effect of plane nutrition before and after 200 kilograms of body weight on mammary development of prepubertal Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.7, p.1255-1260, 1996.
- NOLLER, C.R. Nutritional requirements of the grazing animal. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p.145.
- OBARA, Y.; DELLOW, D.W.; NOLAN, J.V. The influence of energy-rich supplements on nitrogen kinetics in ruminants. In: TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. (Eds.) **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. Tokyo: Academic Press. p.515-539, 1991.
- ORELLANA BOERO, P.; BALCELLS, J.; MARTÍN-ORÚE, S.M. et al. Excretion of purine derivatives in cows: endogenous contribution and recovery of exogenous purine bases. **Livestock Production Science**, v.68, n.2-3, p.243-250, 2001.
- ORSKOV, E.R. 1982. **Protein nutrition in ruminants**. Londres: Academic Press. 160p.
- PRADO, I.N.; MARTINS, A.S.; ALCALDE, C.R. et al. Desempenho de novilhas alimentadas com rações contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte proteica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.278-287, 2000.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; LEÃO, M.I. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1223-1234, 2000.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**. v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SAMPAIO, A.A.M.; VIEIRA, P.F.; BRITO, R.M. Digestão total e parcial de nutrientes em bovinos alimentados com rações contendo levedura, ureia ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.589-597, 2000.
- SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT(r) 9.2 User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute Inc., 2008. 7857p.

- SEJRSEN, K.; PURUP, S. Influence of prepuberal feeding level on milk yield potential of dairy heifers: A review. **Journal of Animal Science**, v.75, n.3, p.828-835, 1997.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.
- VALADARES FILHO, S.C. Nutrição, Avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2000, Viçosa. **Anais ...** Viçosa: SBZ, 2000. p.267-337.
- VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 3.ed. – Viçosa: UFV, DZO, 2010, 502p.
- VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.D.F. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: II SIMLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO. Lavras. **Anais...** p.229-247, 2001.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, S.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. **Nutricional ecology of the ruminant**. 2. Ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VILELA, D. Perspectivas para a produção de leite no Brasil. In: Sinleite – Avanços em produção e manejo de bovinos leiteiros, 3., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002. p.225-248.
- YAMADA, E.A.; ALVIM, I.D.; SANTUCCI, M.C.C. et al. Composição centesimal e valor proteico de levedura residual da fermentação etanólica e de seus derivados. **Revista de nutrição**, v.16, n.4, p.423-432, 2003.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, **Proceeding...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.
- WESTON, R. Animal factors affecting feed intake. In: NUTRITIONAL LIMITS TO ANIMAL PRODUCTION FROM PASTURES, 1982, Sta. Lucia. **Proceedings...** Sta. Lucia: Queens, 1982. p.183-198.
- WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; ISMAA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, n.3, p.381- 385, 1962.

Avaliação de equações de predição do peso vivo de novilhas em crescimento

Resumo - Objetivou-se através deste trabalho estudar os modelos de predição de peso vivo por meio de medidas corporais de perímetro torácico (PT), altura de cernelha (AC), largura de garupa (LG), comprimento corporal (CC) e altura de garupa (AG) propostos por Heinrichs et al. (1992) e Reis et al. (2008). Foram analisados os pesos e medidas corporais de 24 novilhas leiteiras, sendo 12 animais da raça Holandesa e 12 mestiças $\frac{1}{2}$ Holandês $\frac{1}{2}$ Zebu. Os pesos e medidas foram monitorados 4 vezes em cada animal, sendo realizados a intervalos de um mês, perfazendo um total de 96 dados. As equações de predição foram testadas para todos os animais e separadamente para mestiças e Holandesas. As equações propostas por Heinrichs et al. (1992) foram H1: $PV = 102,71 - 2,876 \times PT + 0,02655 \times PT^2$; H2: $PV = 632,13 - 16,837 \times AC + 0,11989 \times AC^2$; H3: $PV = 5,28 - 1,613 \times LG + 0,23436 \times LG^2$; e H4: $PV = 96 - 3,24 \times CC + 0,03432 \times CC^2$ e os modelos de Reis et al. (2008): R1: $PV = 1717 - 35,167 \times PT + 0,23897 \times PT^2 - 0,0004626 \times PT^3$ e R2: $PV = 7581 - 4,151 \times PT - 180,201 \times AG + 0,024932 \times PT^2 + 1,456103 \times AG^2 - 0,00383079 \times AG^3$. Houve maior correlação do perímetro torácico com o peso ($c = 0,9386$). As equações avaliadas foram inadequadas para predição do peso corporal de novilhas leiteiras em crescimento. A equação H4 foi aquela apresentou os melhores resultados de predição, tendo um baixo desvio médio, uma alta acurácia e precisão e a maior proporção do erro de seu modelo concentrado no erro aleatório (EA). As equações H1 e H2 predizem com alta presença de vício (QV). O modelo H3 é o que prediz pesos com maior variabilidade, produzindo estimativa com uma alta proporção de vício. Observa-se que foi obtido menor presença de vício associado à maior contribuição do EA nas equações propostas por Reis et al. (2008). Para animais mestiços, as equações de Heinrichs et al. (1992) predizem com alta presença de vício, entretanto, a H2 e H3 foram as que apresentaram a melhor predição, pois apresentou valor de CCC mais próximo de 1. As equações de Reis et al. (2008) apresentaram menor presença de vício associado a maior contribuição do EA. Houve alta presença de vício para todos os modelos avaliados em novilhas Holandesas, porém com exceção da equação H1, todas as equações apresentaram uma baixa acurácia, mesmo com alta precisão, o que implicou em baixos valores de CCC, sendo a equação H3 aquela que apresentou o pior ajuste, com erros de predição tanto sistemáticos quanto no vício.

Dentre as equações geradas, o modelo a partir do perímetro torácico foi aquele que apresentou melhor ajuste, menor AIC e alto coeficiente de determinação ajustado (R^2 0,90). Na avaliação conjunta das medidas corporais, o perímetro torácico e comprimento corporal foram as de maior significância e obteve-se a equação: $PV = -372,89 + 2,8072 \times PT + 1,6087 \times CC$. Sendo a de menor AIC (AIC = 633,1), com coeficiente de determinação de 0,95 e coeficiente de variação de 4,38% quando comparadas àquelas que contem apenas uma variável. Assim, as equações que melhor se ajustam são as H1, R1 e R2, porém quando utilizadas mais de uma medida corporal, a acurácia de predição aumenta.

Palavras-chave: Heinrichs, medidas corporais, Reis

Evaluation of prediction equations of body weight of dairy heifers in growth

Abstract – It was aimed to evaluate BW predicting models through measurements of heart girth (HG), withers height (WH), rump width (RW), body length (BL) and rump height (RH), proposed by Heinrichs et al. (1992) and Reis et al. (2008). Were analyzed body weights and measures from 24 dairy heifers, being 12 Holstein and 12 crossbred: ½ Holstein ½ Zebu. Weights and measures were monitored four times in each animal and were performed at intervals of one month, for a total of 96 data. The prediction equations were tested for all animals and separately for crossbred and Holstein. The equations proposed by Heinrichs et al. (1992) were H1: $BW = 102,71 - 2,876 \times HG + 0,02655 \times HG^2$; H2: $BW = 632,13 - 16,837 \times WH + 0,11989 \times HW^2$; H3: $BW = 5,28 - 1,613 \times RW + 0,23436 \times RW^2$; and H4: $BW = 96 - 3,24 \times BL + 0,03432 \times BL^2$ and the Reis et al. (2008) models: R1: $BW = 1717 - 35,167 \times HG + 0,23897 \times HG^2 - 0,0004626 \times HG^3$ and R2: $BW = 7581 - 4,151 \times HG - 180,201 \times RH + 0,024932 \times HG^2 + 1,456103 \times RH^2 - 0,00383079 \times RH^3$. The greatest correlation was between the heart girth and the weight ($c = 0.9386$). The equations evaluated were inadequate to predict body weight of dairy heifers in process of growth. The equation H4 showed the best fitting, with a low average deviation, high accuracy and precision and the greatest proportion of the error on the random error (RE). The equations H1 and H2 predicted with high presence of bias. The equation H3 predicts BW being the most variable, with high proportion of bias. The equations proposed by Reis et al. (2008) had the bias associated with a greater RE contribution. For crossbreed, the equations of Heinrichs et al. (1992) predicted BW with high presence of bias, however, the H2 and H3 were those with the best prediction, because their CCC were close to 1. The equations proposed by Reis et al. (2008) showed a lower presence bias associated with a higher RE. For Holstein there was a high presence of bias for all equations. Except the H1 equation, all equations showed a low accuracy, even with high precision, resulting in low values of CCC. The equation H3 showed the worst fitting, exposing systematic and bias errors. The model used to predict BW, through heart girth, showed the best fitting with a low AIC and high coefficient of determination ($R^2 = 0.90$). The stepwise procedure determined that heart girth and body length were the most significant variables to predict BW, being the final equation: $BW = -372.89 + 2.8072 \times HG + 1.6087 \times BL$. It had the lowest AIC (AIC = 633.1), with coefficients of determination 0.95 and coefficient of variation of 4.38% compared to those that contain only one variable. The

equations that best fit are the H1, R1 and R2, but when used more than one body measure, the prediction accuracy increases.

Key-words: body measurements, Heinrichs, Reis

INTRODUÇÃO

A ingestão de matéria seca é o principal fator nutricional responsável pelas variações existentes na produção animal (Crampton et al., 1960), seguido da transformação de nutrientes digestíveis da dieta em produto animal (Noller, 1997). Além do consumo de matéria seca e nutrientes, deve-se monitorar ganho de peso e o incremento nas medidas corporais; ou seja, o crescimento, que pode ser definido como a maturação do sistema reprodutivo, aumento no peso e tamanho corporal. Este é afetado por fatores genéticos, nutricionais e de manejo (Heinrichs & Hargrove, 1987). O padrão ótimo de crescimento de fêmeas bovinas é representado pelas condições que permitem expressar seu máximo potencial de lactação com a idade desejada (Swanson, 1967).

Para obtenção de sucesso na criação de novilhas é importantíssimo que se faça um monitoramento de peso e altura de bezerras e novilhas, permitindo as comparações do animal com o padrão da raça (Nussio, 2006). O principal objetivo nos sistemas de criação de novilhas leiteiras é conseguir peso e altura adequados para primeira parição aos 24 meses de idade, otimizando programas de reposição.

A estimativa do peso corporal de novilhas a partir de medidas corporais faz-se importante principalmente em propriedades que não dispõem de balança, uma vez que grande parte das decisões a serem tomadas requer o peso, como adequação dos manejos nutricionais, avaliação da eficiência alimentar, quantificação exata de doses farmacêuticas e de parasiticidas, avaliação do status de saúde dos animais, estabelecer o valor de venda, bem como o monitoramento de desenvolvimento corporal.

Parte dos produtores de leite relata que a pesagem dos animais consome muito tempo e representa alto custo em equipamentos (Heinrichs et al., 1992). Estudos anteriores investigaram as relações entre várias medidas de crescimento no gado leiteiro para prever o peso vivo (Heinrichs et al., 1992; Guaragna et al., 1993).

De acordo com a literatura consultada, as medidas atualmente mais utilizadas para prever o peso vivo dos animais são perímetro torácico, altura de cernelha, largura de garupa, comprimento corporal e altura de garupa, as quais possuem equações propostas por Heinrichs et al. (1992) e Reis et al. (2008). Embora existam algumas divergências em relação às medidas corporais mais correlacionadas com o peso, quando mais de uma variável é considerada no modelo, a exatidão e precisão tendem a ser maiores (Reis et al. 2004).

As regressões entre peso e as medidas corporais podem ser influenciadas pela raça, idade, condição corporal e estado fisiológico do animal (Heinrichs et al., 1992), o que justifica o uso de equações de predição diferentes para cada classe.

Dessa forma, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar equações de predição de peso corporal baseadas em medidas corporais de perímetro torácico, altura de cernelha, largura de garupa, comprimento corporal e altura de garupa.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão em Gado de Leite do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, entre os meses de agosto e dezembro de 2009.

Foram analisados os pesos e medidas corporais de 24 novilhas leiteiras, sendo 12 animais da raça Holandesa e 12 mestiças $\frac{1}{2}$ Holandês $\frac{1}{2}$ Zebu, todas mantidas em regime de confinamento. Os pesos e medidas foram monitorados 4 vezes em cada animal, sendo realizados a intervalos de um mês, perfazendo um total de 96 mensurações.

As novilhas foram pesadas em balança mecânica, e com o auxílio de fita métrica comercial foram mensuradas as medidas de perímetro torácico e comprimento corporal. As medidas de altura de cernelha, largura de garupa e altura de garupa foram obtidas com o auxílio do bastão hipométrico.

As mensurações foram feitas com os animais em estação forçada, isto é, membros, anterior e posterior, na perpendicular sobre um piso plano, formando um paralelogramo retangular, de forma que, visto de perfil, seus membros, para cada bípede, se encobrem e vistos de frente ou de trás estão na vertical e igualmente apoiados no piso (Hoffman, 1997). Em seguida as medidas foram correlacionadas com os pesos dos respectivos animais através da correlação de Pearson, e estes mesmos dados foram submetidos a análises de regressão linear e quadrática. A acurácia da predição foi avaliada através do coeficiente de determinação ajustado pelos graus de liberdade do modelo.

Foi feita a avaliação de equações de predição do peso corporal propostas por Heinrichs et al. (1992), com base nas variáveis perímetro torácico (PT), altura da

cernelha (AC), largura da garupa (LG) e comprimento do corpo (CC), as quais são descritas por:

$$H1: PV = 102,71 - 2,876 \times PT + 0,02655 \times PT^2$$

$$H2: PV = 632,13 - 16,837 \times AC + 0,11989 \times AC^2$$

$$H3: PV = 5,28 - 1,613 \times LG + 0,23436 \times LG^2$$

$$H4: PV = 96 - 3,24 \times CC + 0,03432 \times CC^2$$

Outras duas equações, propostas por Reis et al. (2008), baseadas nas variáveis perímetro torácico e altura da garupa também foram avaliadas:

$$R1: PV = 1717 - 35,167 \times PT + 0,23897 \times PT^2 - 0,0004626 \times PT^3$$

$$R2: PV = 7581 - 4,151 \times PT - 180,201 \times AG + 0,024932 \times PT^2 + 1,456103 \times AG^2 - 0,00383079 \times AG^3$$

As equações de predição foram testadas para todos os animais e separadamente para mestiças e Holandesas. Todas foram baseadas na relação dos valores observados e preditos, através de ajustamento de regressão linear simples dos valores preditos sobre os observados (Mayer et al., 1994), sendo as estimativas dos parâmetros da regressão testadas por para a hipótese conjunta $H_0: \beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1$. Os procedimentos estatísticos descritos para validação das equações foram realizados por meio do programa Model Evaluation System (<http://nutritionmodels.tamu.edu>), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I. O coeficiente de determinação ajustado (R^2) foi usado como preditor da precisão da equação e a acurácia foi estimada segundo Liao (2003). Também foi estimado o coeficiente de concordância da correlação (CCC; Lin, 1998), utilizado para medir acurácia e precisão simultaneamente.

O quadrado médio do erro de predição (QMEP) foi decomposto em quadrado do vício (QV), erro sistemático (ES) e erro aleatório (EA), segundo Bibby & Toutenburg (1977).

A partir dos valores de medidas corporais e pesos obtidos neste experimento, estabeleceram-se equações de predição do peso em função das medidas corporais obtidas. Primeiramente foram ajustadas equações de predição do peso corporal em função de cada uma das medidas corporais obtidas (AC, AG, PT, CC e LG). Essas foram ajustadas por meio de um modelo misto, considerando o grau de sangue (Holandês ou Mestiço) como efeito fixo e a medida corporal como variável fixa quantitativa. Animais e períodos foram ajustados como efeitos aleatórios do modelo. Foram testados tanto efeitos lineares, quanto quadráticos das medidas corporais e suas

respectivas interações com o grupo genético. Quando não foi observada significância destes fatores, os mesmos foram retirados do modelo. Todas as equações tiveram dados com resíduos de Student $> |2|$ excluídos como *outliers*.

Também foi realizado um procedimento *stepwise* incluindo as variáveis AC, AG, PT CC e LG (efeitos lineares e quadráticos) como preditoras do peso corporal das novilhas, sendo mantidas no modelo aquelas variáveis que tivessem um nível de significância menor que 0,001. Posteriormente, a regressão múltipla foi obtida pelo mesmo procedimento usando modelos mistos descritos acima.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em geral, as medidas corporais possuem alta correlação com o peso vivo dos animais (Tabela 1). Observa-se que o perímetro torácico é a medida de maior correlação ($r = 0,9386$; Tabela 1), o que está de acordo com os principais trabalhos nessa área (Heinrichs & Hargrove, 1987; Hoffman, 1997; Reis et al., 2004). Isto demonstra que pode ser verossímil a estimação do peso corporal através de medidas corporais, principalmente se for considerado o perímetro torácico.

Tabela 1 - Médias, desvios padrões, coeficientes de variação (CV%) e correlações das medidas com os pesos

Item	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão	CV(%)	Correlação com o peso
Peso	283	345	212	39,8	14,1	-
Perímetro torácico	156	168	138	8,9	5,7	0,9386
Comprimento corporal	131	145	118	8,0	6,1	0,8164
Altura de cernelha	120,5	135	111	6,8	5,7	0,8246
Altura de garupa	126	139	118	6,5	5,2	0,8400
Largura da garupa	40,2	44,0	36,7	2,2	5,5	0,8809

Por intermédio da avaliação conjunta do intercepto e coeficiente de inclinação da equação de regressão dos valores observados sobre os preditos de peso corporal (Tabela 2) nota-se a rejeição da hipótese de nulidade ($P < 0,05$) para todas as equações, indicando primariamente que as equações avaliadas são inadequadas para predição do peso corporal de novilhas leiteiras em crescimento. O entrave mais proeminente foi observado na equação H2 que prediz o peso com base na altura de cernelha dos animais, superestimando em 58,6 kg o peso dos animais. Uma das possíveis explicações para o

alto vício observado no modelo é a menor correlação com o peso (0,8246) (Tabela 1). O modelo H2 obteve, ainda, o menor valor de CCC e grande contribuição do erro sistemático, considerado como indesejado, pois representa o erro de direção (29,0%) quando o QMEP foi decomposto.

Equações de regressão de base empírica, como aquelas sugeridas por Heinrichs et al. (1992) e Reis et al. (2008), são população-dependentes. Estes modelos são baseados exclusivamente em informações experimentais e não necessariamente sobre alguma teoria ou fundamento biológico. Assim, mesmo com bom ajustamento aos dados, o modelo deve ser considerado específico para as condições nas quais os dados foram obtidos. Neste caso, sua habilidade para predição poderá ser limitada (Forbes e France, 1993).

As equações H1 e H2, que utilizam PT e AC respectivamente, predizem com alta presença de vício (QV), constituindo-se no principal fator que afetou a qualidade da predição das equações. A equação H4 foi aquela que apresentou os melhores resultados de predição, tendo um baixo desvio médio, uma alta acurácia e precisão e a maior proporção do erro de seu modelo concentrado no erro aleatório (EA), evidenciado um alto controle do modelo. Sendo assim, das equações propostas por Heinrichs et al. (1992), aquela que utiliza o comprimento corporal é a mais recomendada.

Nas equações propostas por Reis et al. (2008), observa-se que foi obtida menor presença de vício (T), em relação às sugeridas por Heinrichs et al. (1992), associado à maior contribuição do EA no QMEP, indicando mais uma vez que embora não haja estimação exata do peso vivo, estes foram os modelos que mais se aproximaram dos valores reais, superestimando o peso vivo em 7,2 e 5,3 kg, respectivamente. Esse fato se deve a utilização de medidas corporais de maior correlação com o peso vivo observado (0,9386 e 0,8400, respectivamente, Tabela 1). Vale ressaltar que altos valores de erros de direção (ES) foram obtidos para tais equações, sendo 20,5 e 40,2%, respectivamente (Tabela 2), entretanto, estes modelos apresentaram maior parcela do EA, com 64,3 e 52,2%, respectivamente.

Pode-se observar pouca dispersão dos dados para os modelos H1, R1 e R2 (Gráfico 'a', 'e' e 'f', Figura 1), pois estes levam em consideração a medida corporal de maior correlação com o peso vivo, que é o perímetro torácico. Essa maior precisão também pode ser observada pelo alto valor de R^2 , entretanto, os dados estão abaixo da reta dos quadrados mínimos, o que também pode ser observado pelo desvio médio negativo desses modelos (Tabela 2).

Tabela 2 – Relação funcional dos valores de peso corporal de novilhas leiteiras em crescimento observados e aqueles preditos por diferentes equações

Modelo	Y ¹	X ²	β_0	β_1	R ²	Valor P ³	CCC	ACU	Desvio Médio	QMEP	QV	ES	EA
H1	244,5	262,5	20,906	0,852	0,898	<0,0001	0,898	0,930	-18,0	324,3	54,1	9,7	36,2
H2	244,5	303,2	92,878	0,500	0,755	<0,0001	0,575	0,563	-58,6	3436,9	61,7	29,0	9,3
H3	244,5	281,2	3,280	0,858	0,804	<0,0001	0,955	0,786	-36,7	1347,5	74,5	2,6	22,9
H4	244,5	230,1	51,418	0,839	0,755	<0,0001	0,964	0,960	14,4	207,3	26,4	7,6	66,0
R1	244,5	251,7	33,326	0,839	0,895	<0,0001	0,886	0,976	-7,2	52,4	15,2	20,5	64,3
R2	244,5	249,8	48,697	0,784	0,909	<0,0001	0,822	0,959	-5,3	27,9	7,6	40,2	52,2

¹Peso corporal médio observado (kg); ²Peso corporal médio predito (kg); ³Ho: $\beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1 = 1$; R²: coeficiente de determinação; CCC: coeficiente de concordância da correlação; ACU: acurácia; QMEP: quadrado médio do erro de predição em %; QV: quadrado do vício em % do QMEP; ES: erro sistemático em % do QMEP; EA: erro aleatório em % do QMEP

Já as equações H2, H3 e H4 são as que predizem pesos com maior variabilidade (menor R^2) produzindo estimativa com uma alta proporção de vício. Também é possível observar na Figura 1a alta proporção de erro sistemático no modelo H2 (Gráfico 'b').

Desta forma dentre todas as equações avaliadas, a H4 é aquela mais recomendada para estimar o PV.

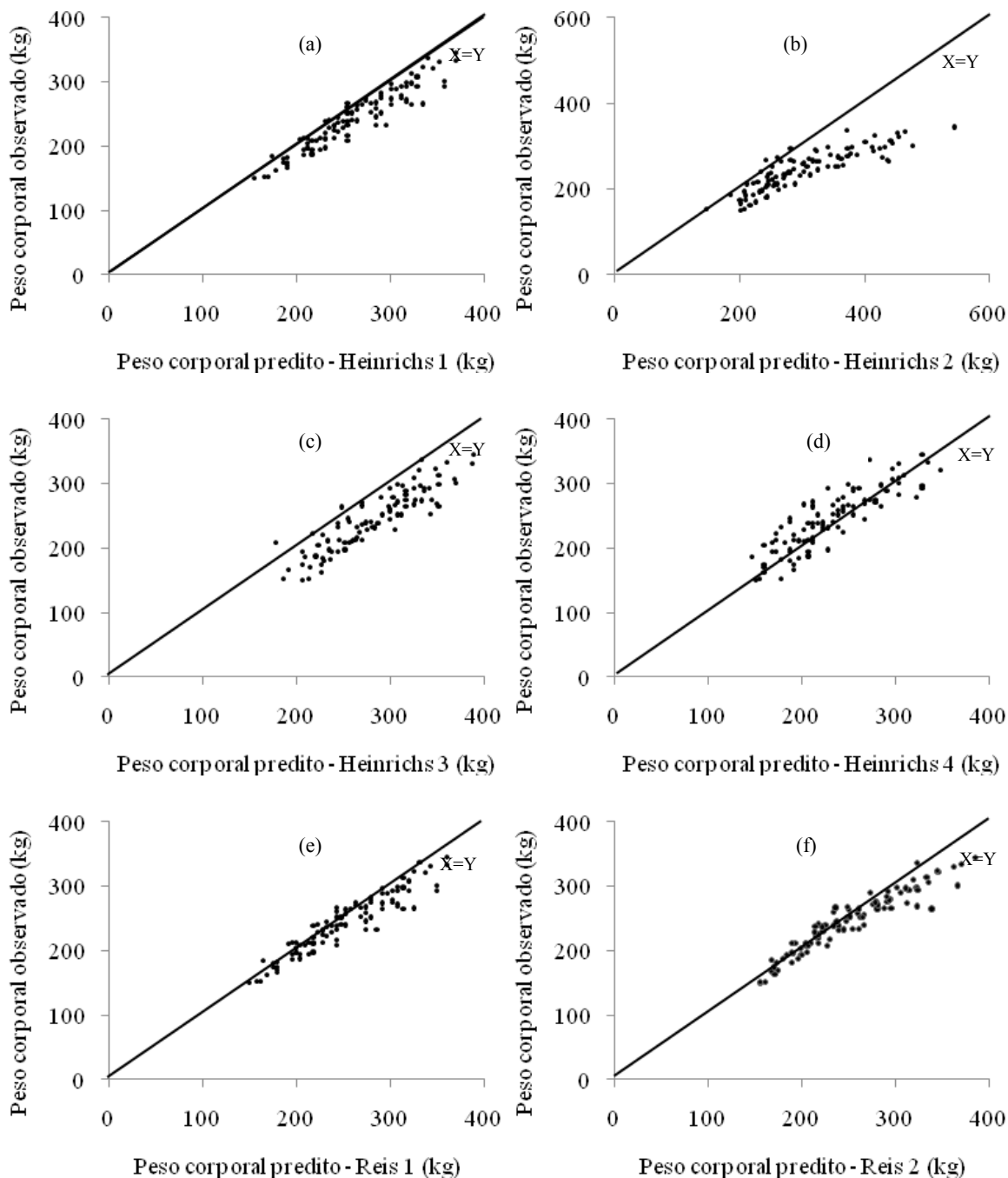


Figura 1 – Curvas de regressão linear dos pesos corporais preditos pelas equações de Heinrichs et al. (1992) em função de PT (a), AC (b), LG (c), CC (d), e de

Reis et al. (2008) em função de PT (e) e AG (f) para novilhas leiteiras em crescimento.

Fazendo-se uma avaliação conjunta do intercepto e coeficiente de inclinação da equação de regressão dos valores observados sobre os preditos de peso corporal separadamente para animais Holandeses e mestiços (Tabela 3) nota-se novamente a rejeição da hipótese de nulidade ($P < 0,05$) para todas as equações, indicando primariamente que as equações avaliadas são inadequadas para predição do peso corporal de ambos os grupos genéticos.

Nota-se que para animais mestiços (Tabela 3) as equações de Heinrichs et al. (1992) predizem com alta presença de vício (QV), constituindo no principal fator que afetou a qualidade da predição das equações de peso vivo para novilhas mestiças em crescimento. Dentre as equações testadas, a H2 e H3 foram as que apresentaram a melhor predição, o que pode ser observado pelo valor de CCC mais próximo de 1. Contudo, ainda assim percebe-se alta dispersão nos dados que também pode ser observado pelo baixo R^2 . A menor dispersão foi encontrada para as equações H1, R1 e R2 (Gráficos 'a', 'e' e 'f', Figura 2), pois estes levam em consideração a medida corporal de maior correlação com o peso vivo, que é o perímetro torácico. Assim, o uso de equações desenvolvidas para animais Holandeses em animais mestiços deve ser feito com cautela, uma vez que podem ser associados a altos erros de predição.

Nas equações de Reis et al. (2008) observa-se que foi obtido menor presença de vício associado a maior contribuição do EA no QMEP (Tabela 3), indicando que embora não haja estimação exata do peso vivo, estes foram os modelos que mais se aproximaram dos valores reais, sendo que R1 superestimou o peso vivo em 7,5 kg R2 subestimou em 4,1 kg, em novilhas mestiças. Esse fato se deve a utilização de medidas corporais de maior correlação com o peso vivo observado. Observa-se uma alta acurácia das equações R1 e R2, o que explica o baixo vício no modelo. Algum erro sistemático foi observado na equação R1, o que contribuiu para a menor precisão desta equação em relação à R2. Considerando o baixo número de repetições (48), é possível dizer que a equação R2 estimou satisfatoriamente o peso corporal de novilhas mestiças, uma vez que apresentou alta precisão, acurácia e maior proporção dos erros de predição concentrados no erro aleatório.

Tabela 3 - Relação funcional dos valores de peso corporal de novilhas leiteiras, mestiças e Holandesas, em crescimento observados e aqueles preditos por diferentes equações

Modelo	Y ¹	X ²	β_0	β_1	R ²	Valor P ³	CCC	ACU	Desvio Médio	QMEP	QV	ES	EA
MESTIÇAS													
H1	233,9	252,5	36,089	0,783	0,831	<0,0001	0,857	0,896	-18,8	351,6	51,1	13,7	35,2
H2	233,9	262,7	22,101	0,807	0,746	<0,0001	0,931	0,813	-28,7	821,8	65,7	5,1	29,2
H3	233,9	264,7	30,984	0,766	0,676	<0,0001	0,927	0,796	-30,9	953,3	63,1	6,2	30,7
H4	233,9	208,0	27,316	0,993	0,571	<0,0001	1,303	0,771	25,8	664,1	51,9	0,0	48,1
R1	233,9	241,3	48,986	0,766	0,830	<0,0001	0,839	0,958	-7,5	56,9	13,7	27,5	58,8
R2	233,9	229,7	30,363	0,886	0,890	0,006*	0,938	0,991	4,1	17,0	8,7	11,1	80,2
HOLANDESAS													
H1	255,2	272,4	14,905	0,882	0,934	<0,0001	0,912	0,944	-17,3	298,3	58,5	8,5	33,0
H2	255,2	343,8	-61,383	1,487	0,860	<0,0001	1,601	0,571	71,3	5085,5	73,5	10,7	15,8
H3	255,2	297,7	-166,233	1,713	0,897	<0,0001	1,807	0,597	46,0	2119,8	50,9	29,7	19,4
H4	255,2	252,2	-50,263	1,563	0,846	<0,0001	1,696	0,450	91,6	8391,3	80,1	8,4	11,5
R1	255,2	262,1	-43,669	1,478	0,862	<0,0001	1,589	0,527	81,7	6666,0	78,8	8,5	12,7
R2	255,2	269,8	-29,577	1,383	0,927	<0,0001	1,435	0,613	73,9	5460,6	82,8	8,6	8,6

*Mayer et al., 1994; ¹Peso corporal médio observado (kg); ²Peso corporal médio predito (kg); ³Ho: $\beta_0 = 0$ e $\beta_1 = 1 = 1$; R²: coeficiente de determinação; CCC: coeficiente de concordância da correlação; ACU: acurácia; QMEP: quadrado médio do erro de predição em %; QV: quadrado do vício em % do QMEP; ES: erro sistemático em % do QMEP; EA: erro aleatório em % do QMEP

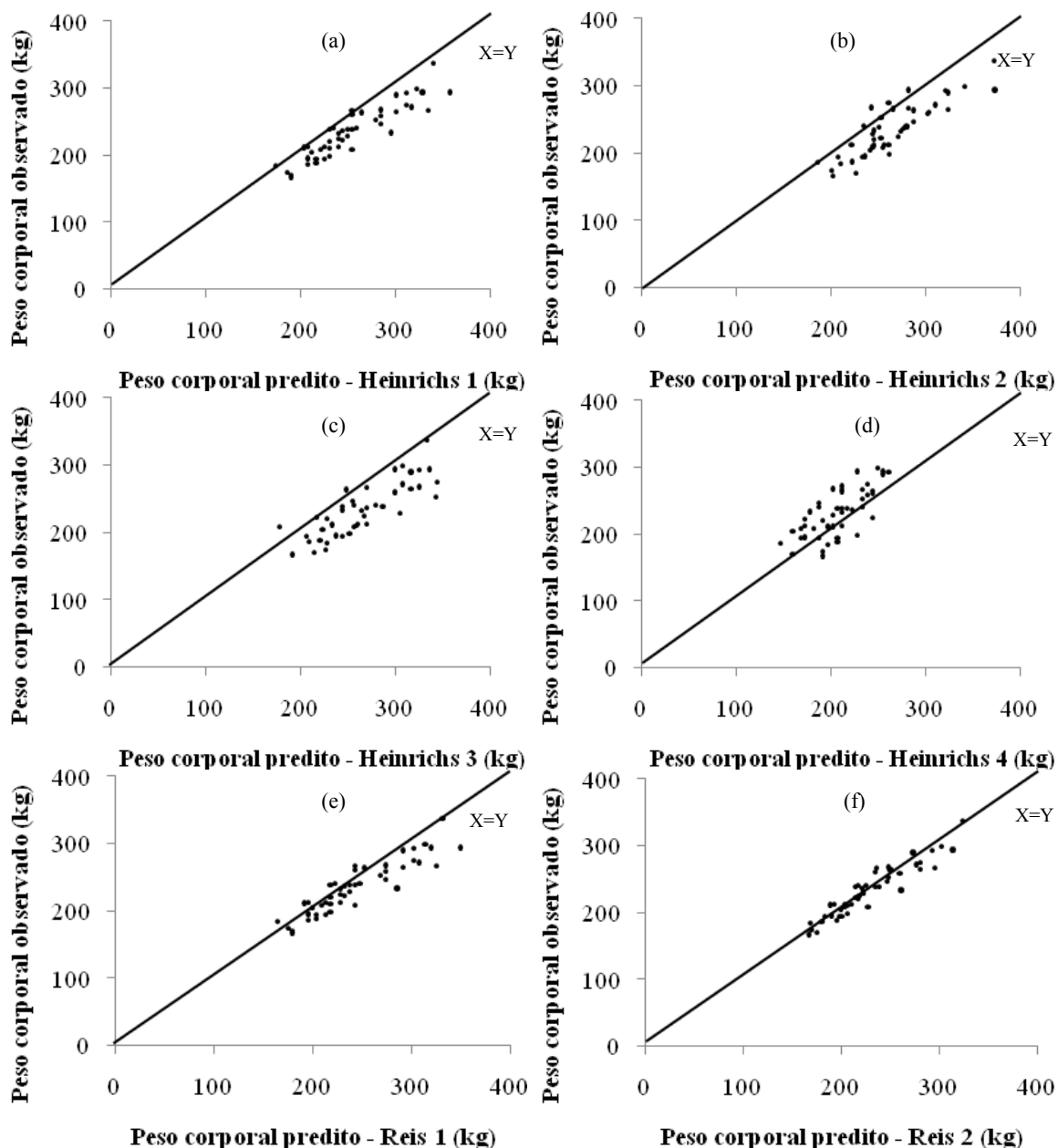


Figura 2 – Curvas de regressão linear dos pesos corporais preditos pelas equações de Heinrichs et al. (1992) em função de PT (a), AC (b), LG (c), CC (d), e de Reis et al. (2008) em função de PT (e) e PT e AG (f) para novilhas leiteiras mestiças em crescimento

Para as Holandesas, quando se faz a avaliação conjunta do intercepto e coeficiente de inclinação da equação de regressão dos valores observados sobre os preditos de peso corporal (Tabela 3), nota-se também a rejeição da hipótese de nulidade ($P < 0,05$) para todas as equações, evidenciando mais uma que as equações avaliadas são

inadequadas para predição do peso corporal de novilhas leiteiras da raça Holandesa em crescimento.

Na estimatção do peso corporal de animais Holandeses, observou-se mais uma vez uma alta percentagem de vício (Tabela 3), sendo este o principal componente do erro de predição tanto para as equações de Heinrichs et al. (1992), que foram obtidas para animais Holandeses, quanto de Reis et al. (2008), geradas com base em informações de animais mestiços. Percebe-se que, com exceção da equação H1, todas as equações apresentaram uma baixa acurácia, mesmo com alta precisão, o que implicou em baixos valores de CCC.

A equação H1, dentre todas, apresentou o menor vício e maior erro aleatório de predição, o que associado ao maior CCC sugere que esta deva ser a equação recomendada. Já a equação H3 foi a que apresentou o pior ajuste, com erros de predição tanto sistemáticos quanto no vício, o que reflete na distância dos pontos da reta na Figura 3.

Mais uma vez foi observada uma menor dispersão (maior precisão) nos modelos H1, R1 e R2 (gráficos 'a', 'e' e 'f', Figura 3), que utilizam as variáveis de maior correlação com o peso corporal.

Devido à falta de equações que estimem com confiabilidade o peso corporal a partir de medidas corporais, foram estimadas equações de predição a partir das medidas obtidas no experimento (Tabela 4).

O modelo desenvolvido a partir do perímetro torácico foi aquele que apresentou melhor ajuste, pois apresentou menor AIC e alto coeficiente de determinação ajustado (R^2 0,90), o que está de acordo com a literatura consultada (Heinrichs & Hargrove, 1987; Hoffman, 1997; Reis et al., 2004).

Pesos estimados com base no comprimento corporal (Tabela 4), são de menor precisão, pois este modelo possui baixo coeficiente de determinação (R^2 0,76), assim como esta é a medida de menor correlação com o peso vivo (Tabela 1). Esse fato pode estar relacionado com a maior dificuldade e variabilidade no momento da medição, já que simples alteração da posição do animal pode provocar erros graves nas medidas.

As equações de predição do peso a partir de medidas de AC, AG e LG tiveram efeito de grupo genético ($P < 0,05$), o que demonstra que estes possuem padrões de crescimento diferenciados. Então foram geradas equações específicas para estimar o peso de animais Holandeses e mestiços com base nestas medidas corporais (Tabela 4).

Esses resultados podem explicar parcialmente as diferenças observadas nas validações das equações de predição para animais Holandeses e mestiços (Tabela 3).

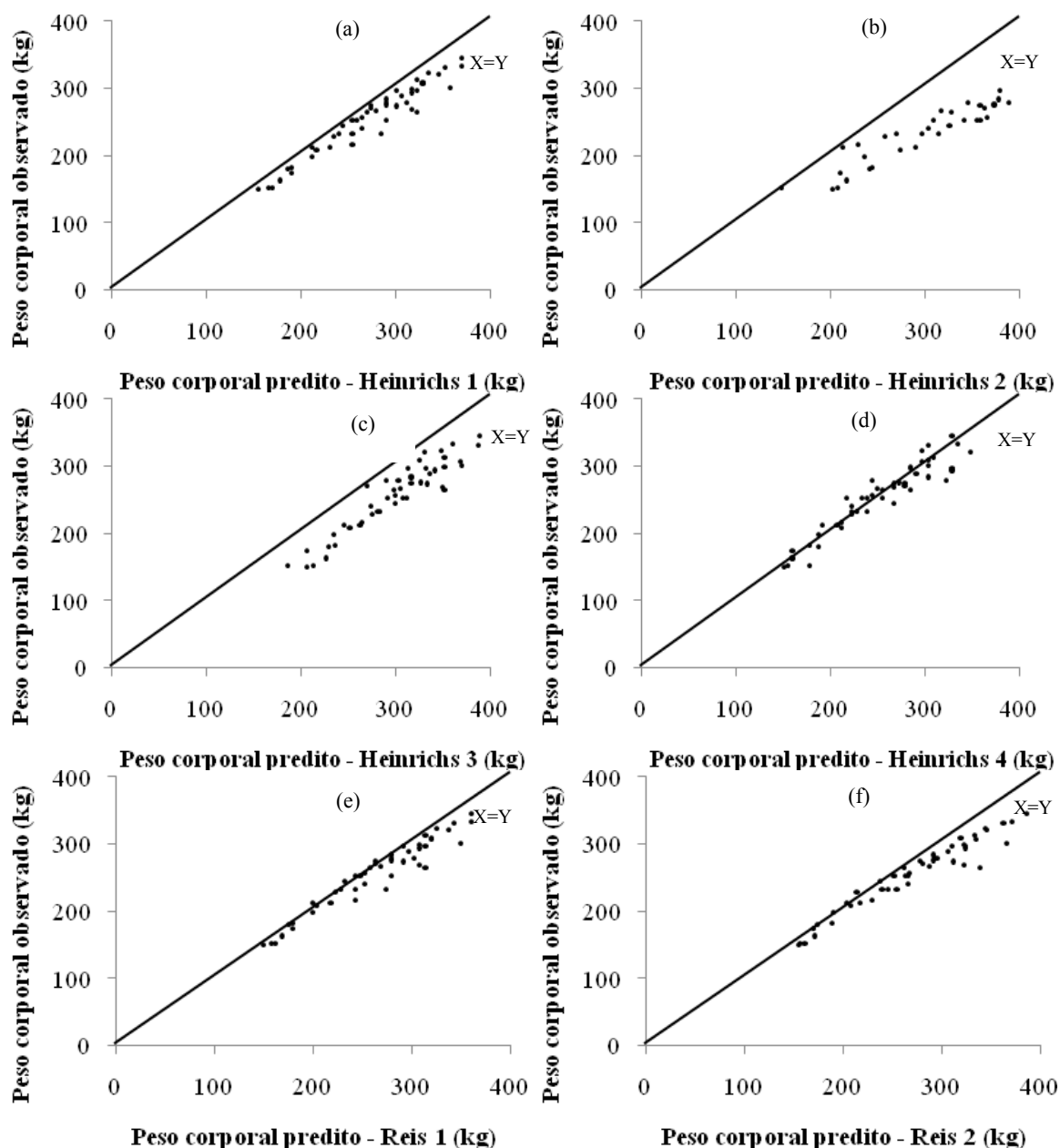


Figura 3 – Curvas de regressão linear dos pesos corporais preditos pelas equações de Heinrichs et al. (1992) em função de PT (a), AC (b), LG (c), CC (d), e de Reis et al. (2008) em função de PT (e) e PT e AG (f) para novilhas leiteiras da raça Holandesa em crescimento.

Dentre as equações, os modelos gerados com base na AC foram as que apresentaram menor ajuste ($AIC = 711,3$), provavelmente devido à menor correlação com o peso vivo (Tabela 1) quando em comparação às outras medidas (Tabela 4).

Tabela 4 - Equações de estimação do peso vivo a partir de medidas corporais para novilhas leiteiras, mestiças e Holandesas, em crescimento

Ítem	Equação	CV%	R ²	S _{xy}	AIC	n
Perímetro torácico	$PV = -286,50 + 3,5808 \times X$	5,9	0,90	14,3	653,3	91
Comprimento corporal	$PV = -36,7443 + 2,2506 \times X$	9,4	0,76	22,8	677,8	90
Altura de cernelha Mestiças	$PV = 197,84 - 4,9706 \times X + 0,04679 \times X^2$	7,4	0,86	18,1	711,3	90
Altura de cernelha Holandesas	$PV = 197,84 - 3,0623 \times X + 0,02947 \times X^2$	7,4	0,86	18,1	711,3	90
Altura de garupa Mestiças	$PV = 2570,22 - 45,8572 \times X + 0,2203 \times X^2$	6,5	0,89	15,7	662,3	89
Altura de garupa Holandesas	$PV = -394,19 + 6,3993 \times X - 0,0097 \times X^2$	6,5	0,89	15,7	662,3	89
Largura de garupa Mestiças	$PV = 569,97 - 23,1701 \times X + 0,3801 \times X^2$	8,0	0,83	19,4	659,0	89
Largura de garupa Holandesas	$PV = 192,13 + 2,6075 \times X + 0,1075 \times X^2$	8,0	0,83	19,4	659,0	89

CV: coeficiente de variação; R²: coeficiente de determinação; S_{xy}: desvio padrão; AIC: precisão; n: número de dados para gerar a equação

Além disso, há padrões de crescimento diferenciados entre os grupos genéticos para esta medida, sendo que observando-se os valores de intercepto e inclinação para os modelos de mestiças e Holandesas, o efeito é mais pronunciado em mestiças que tem efeito linear com maior módulo, entretanto, as Holandesas ganham mais peso em relação AC, pois possui efeito linear negativo de menor valor.

Para AG (Tabela 4), as Holandesas apresentaram concovidade voltada para baixo, o que biologicamente não é explicável, sendo que o certo foi o efeito manifestado pelas mestiças com valor de intercepto positivo.

Dentre as medidas estudadas, a LG embora tenha alta correlação com o peso vivo (Tabela 1), apresentou baixo coeficiente de determinação associado ao alto CV (Tabela 4) em relação às outras variáveis, o que gera imprecisão dos pesos preditos com base nessa medida corporal. Observando-se os valores de intercepto e inclinação (Tabela 4), identifica-se que as mestiças possuem maior efeito nesta medida.

Fazendo-se a avaliação conjunta de todas as medidas corporais através do procedimento *stepwise*, obteve-se maior significância das medidas de perímetro torácico e comprimento corporal, desta maneira foram mantidas no modelo de predição, obtendo-se assim a equação final:

$$\widehat{PV} = - 372,89 + 2,8072 \times PT + 1,6087 \times CC$$

Foi obtido um menor valor de AIC para esta equação (AIC = 633,1), com coeficiente de determinação de 0,95 e coeficiente de variação de 4,38%, não sendo observado efeito de grupo genético ($P > 0,05$). Dessa forma, percebe-se que a equação acima é mais adequada em relação às presentes na Tabela 4 para estimar o peso corporal. Esses dados também comprovam que mesmo havendo discrepância nos trabalhos de qual medida a ser considerada no modelo, quando mais de uma variável é considerada, a acurácia e precisão tendem a ser maiores (Reis et al. 2004).

CONCLUSÕES

Equações de estimação de peso vivo considerando-se medidas corporais lineares propostas por Heinrichs et al. (1992) e Reis et al. (2008), primariamente não se mostraram eficientes para predizer o peso vivo de fêmeas leiteiras em crescimento. Entretanto, a equação H4 foi aquela apresentou os melhores resultados de predição, H2 a maior presença de vício e as equações de Reis et al. (2008) mais se aproximaram dos valores reais para novilhas leiteiras em crescimento.

Em mestiças, os modelos mais adequados são os propostos por Reis et al. (2008), enquanto que para Holandesas a precisão foi sempre baixa, sendo a equação mais indicada a H1.

Recomenda-se utilizar a equação $PV = - 372,89 + 2,8072 \times PT + 1,6087 \times CC$ para estimar o peso quando mais de uma medida puder ser obtida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIBBY, J.; TOUTENBURG, H. **Prediction and improved estimation in linear models**. Berlin, Germany: John Wiley & Sons, 1977. 188p.
- CRAMPTON, E.W.; DONEFER, E.; LLOYD, L.E. A nutritive value index for forages. **Journal of Animal Science**, v.19, n.2, p.538-54, 1960.
- FORBES, J.M.; FRANCE, J. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Wallingford: CAB International, 1993. 515p.
- GUARAGNA, G.P.; CAMPOS, B.E.S.; BARBOSA, M.I. Relationships between body weight and measurements in Mantiqueira dairy heifers. **Boletim da Indústria Animal**, v.50, n.2, p.101-106, 1993.
- KOBAYASHI, K.; SALAM, M.U. Comparing simulated and measured values using mean squared deviation and its components. **Agronomy Journal**, v.92, n.2, p.345-352, 2000.
- HEINRICHS, A.J.; HARGROVE, G.L. Standards of weight and height for Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.3, p. 653 -660, 1987.
- HEINRICHS, A.J.; ROGERS, G.W.; COOPER, J.B. Predicting body weight and wither height in Holstein heifers using body measurements. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.12, p.3576-3581, 1992.
- HOFFMAN, P.C. Optimum body size of Holstein replacement heifers. **Journal of Animal Science**, v.75, n.3, p.836-845, 1997.
- LIAO, J. J. Z. An improved concordance correlation coefficient. **Pharmaceutical Statistics**, v.2, n.4, p.253-261, 2003.
- LIN, L.; TORBECK, L. D. Coefficient of accuracy and concordance correlation coefficient: New statistics for methods comparison. **PDA Journal of Pharmaceutical Science and Technology**, v.52, n.2, p.55-59, 1998.

- MACHADO, P.F. Criação de novilhas – Padrões de crescimento e necessidades nutricionais. **Gado Holandês**, n.416, p.19-21, 1993.
- MAYER, D.G.; STUART, M.A.; SWAIN, A.J. Regression of real-world data on model output: an appropriate overall test of validity. **Agricultural Systems**, v.45, n.1, p.93-104, 1994.
- NOLLER, C.R. Nutritional requirements of the grazing animal. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p.145.
- NUSSIO, C. M. **Criação de Bezerras e Novilhas**. Apostila. ESALQ/USP, 2006. 97 p.
- REIS, G.L.; ALBUQUERQUE, F.H.M.R.; TEODORO, R.L. et al. Estimativa do peso vivo de novilhas mestiças leiteiras a partir de medidas corporais. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2004, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: USP, 2004. p.154.
- REIS, G.L.; ALBUQUERQUE, F.H.M.R.; VALENTE, B.D. et al. Predição do peso vivo a partir de medidas corporais em animais mestiços Holandês/Gir. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.778-783, mai-jun, 2008.
- SWANSON, E.W. Optimum growth patterns for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v50, n.2, p.244-252, 1967.

CONCLUSÕES GERAIS

Pode se fazer a inclusão sem restrição de levedura seca de cana-de-açúcar em substituição ao farelo de soja em dietas de novilhas leiteiras em crescimento, sem contudo afetar o consumo e digestibilidade dos nutrientes, o desenvolvimento físico dos animais e metabolização dos compostos proteicos.

As equações de predição de peso vivo propostas por Heinrichs et al. (1992) e Reis et al. (2008), primariamente não são eficientes para predizer o peso vivo de fêmeas leiteiras em crescimento. Entretanto, a equação H4 apresentou melhores resultados de predição e modelos de Reis et al. (2008) se aproximaram mais dos valores reais para novilhas leiteiras em crescimento. Em mestiças, os modelos mais adequados foram os propostos por Reis et al. (2008), enquanto que para Holandesas a equação mais indicada foi a H1. A equação obtida que de forma geral mais se ajustou foi a que considerou mais de uma medida corporal: $PV = - 372,89 + 2,8072 \times PT + 1,6087 \times CC$.

APÊNDICE

Tabela 1 – Consumos de matéria seca total (CMS total, em kg/dia), em porcentagem do peso vivo (% PV), de volumoso (em kg/dia) e de concentrado (kg/dia) nos três períodos experimentais

Animal	Período	Grupo Genético	Trat	CMS total	CMS (% PV)	CMS de volumoso	CMS de Concentrado
1	1	½ Holandês-Zebu	1	4,567	2,442	3,781	0,786
2	1	½ Holandês-Zebu	1	4,966	2,974	4,167	0,799
3	1	½ Holandês-Zebu	1	4,507	2,436	3,734	0,773
4	1	Holandês	1	4,454	2,101	3,647	0,806
5	1	Holandês	1	5,785	2,483	5,001	0,784
6	1	Holandês	1	5,658	2,309	4,856	0,803
7	1	½ Holandês-Zebu	2	4,749	2,713	3,962	0,786
8	1	Holandês	2	5,384	2,136	4,583	0,801
9	1	½ Holandês-Zebu	2	6,143	2,95	5,335	0,808
10	1	Holandês	2	5,968	3,98	5,176	0,792
11	1	½ Holandês-Zebu	2	3,404	1,64	2,605	0,799
12	1	Holandês	2	5,134	1,91	4,347	0,787
13	1	½ Holandês-Zebu	3	4,850	2,85	4,042	0,808
14	1	Holandês	3	5,632	2,24	4,842	0,790
15	1	½ Holandês-Zebu	3	6,324	3,26	5,514	0,809
16	1	Holandês	3	5,270	3,47	4,477	0,793
17	1	Holandês	3	4,184	1,54	3,392	0,792
18	1	½ Holandês-Zebu	3	5,394	2,45	4,598	0,796
19	1	½ Holandês-Zebu	4	5,365	2,53	4,564	0,801
20	1	½ Holandês-Zebu	4	5,281	2,59	4,475	0,806
21	1	½ Holandês-Zebu	4	5,257	2,71	4,461	0,796
22	1	Holandês	4	6,043	2,39	5,245	0,798
23	1	Holandês	4	3,993	2,63	3,204	0,789
24	1	Holandês	4	5,633	2,35	4,855	0,778
1	2	½ Holandês-Zebu	1	5,056	2,38	4,277	0,779
2	2	½ Holandês-Zebu	1	4,966	2,65	4,173	0,792
3	2	½ Holandês-Zebu	1	4,970	2,35	4,203	0,766
4	2	Holandês	1	4,356	2,01	3,557	0,799
5	2	Holandês	1	5,973	2,25	5,197	0,777
6	2	Holandês	1	5,514	2,00	4,718	0,796
7	2	½ Holandês-Zebu	2	4,740	2,44	3,949	0,791
8	2	Holandês	2	5,355	1,94	4,550	0,805
9	2	½ Holandês-Zebu	2	6,160	2,58	5,347	0,813
10	2	Holandês	2	6,425	3,94	5,629	0,796
11	2	½ Holandês-Zebu	2	3,723	1,59	2,920	0,804

Tabela 1 – Continuação...

12	2	Holandês	2	6,099	2,30	5,308	0,792
13	2	½ Holandês-Zebu	3	4,711	2,41	3,887	0,824
14	2	Holandês	3	5,423	2,11	4,617	0,805
15	2	½ Holandês-Zebu	3	6,753	3,04	5,928	0,825
16	2	Holandês	3	5,598	3,10	4,790	0,808
17	2	Holandês	3	4,597	1,64	3,789	0,808
18	2	½ Holandês-Zebu	3	6,047	2,29	5,236	0,812
19	2	½ Holandês-Zebu	4	5,769	2,40	4,941	0,828
20	2	½ Holandês-Zebu	4	5,832	2,50	4,999	0,833
21	2	½ Holandês-Zebu	4	5,640	2,46	4,817	0,823
22	2	Holandês	4	6,582	2,36	5,756	0,825
23	2	Holandês	4	4,458	2,56	3,643	0,815
24	2	Holandês	4	5,968	2,24	5,164	0,804
1	3	½ Holandês-Zebu	1	5,475	2,28	4,697	0,778
2	3	½ Holandês-Zebu	1	5,678	2,87	4,886	0,792
3	3	½ Holandês-Zebu	1	5,362	2,25	4,596	0,766
4	3	Holandês	1	4,957	2,12	4,158	0,798
5	3	Holandês	1	5,643	1,99	4,867	0,776
6	3	Holandês	1	5,841	2,02	5,046	0,795
7	3	½ Holandês-Zebu	2	4,894	2,31	4,103	0,790
8	3	Holandês	2	5,586	1,87	4,781	0,804
9	3	½ Holandês-Zebu	2	6,127	2,31	5,314	0,812
10	3	Holandês	2	6,530	3,59	5,735	0,795
11	3	½ Holandês-Zebu	2	4,783	1,80	3,980	0,803
12	3	Holandês	2	7,093	2,35	6,302	0,791
13	3	½ Holandês-Zebu	3	5,347	2,54	4,535	0,812
14	3	Holandês	3	5,724	2,09	4,931	0,794
15	3	½ Holandês-Zebu	3	7,082	2,88	6,269	0,813
16	3	Holandês	3	6,299	3,02	5,502	0,796
17	3	Holandês	3	4,997	1,68	4,201	0,796
18	3	½ Holandês-Zebu	3	7,022	2,35	6,222	0,800
19	3	½ Holandês-Zebu	4	5,584	2,14	4,757	0,827
20	3	½ Holandês-Zebu	4	5,964	2,31	5,131	0,832
21	3	½ Holandês-Zebu	4	5,092	2,02	4,270	0,822
22	3	Holandês	4	6,953	2,25	6,129	0,824
23	3	Holandês	4	5,164	2,61	4,350	0,814
24	3	Holandês	4	6,349	2,14	5,545	0,803

Tabela 2 – Consumos de matéria orgânica (CMO, kg/dia), proteína bruta (CPB, kg/dia), extrato etéreo (CEE, kg/dia) e fibra em detergente neutro (CFDN, % PV)

Animal	Período	Grupo Genético	Trat	CMO	CPB	CEE	CFDN (%PV)
1	1	½ Holandês-Zebu	1	4,196	0,605	0,102	0,97
2	1	½ Holandês-Zebu	1	4,573	0,636	0,111	1,19
3	1	½ Holandês-Zebu	1	4,142	0,596	0,100	0,97
4	1	Holandês	1	4,085	0,606	0,099	0,83
5	1	Holandês	1	5,353	0,681	0,130	1,01
6	1	Holandês	1	5,230	0,681	0,127	0,94
7	1	½ Holandês-Zebu	2	4,421	0,633	0,103	1,06
8	1	Holandês	2	5,022	0,680	0,117	0,85
9	1	½ Holandês-Zebu	2	5,743	0,731	0,135	1,19
10	1	Holandês	2	5,578	0,713	0,131	1,60
11	1	½ Holandês-Zebu	2	3,142	0,553	0,072	0,89
12	1	Holandês	2	4,786	0,658	0,112	0,76
13	1	½ Holandês-Zebu	3	4,567	0,666	0,102	1,10
14	1	Holandês	3	5,311	0,708	0,120	0,88
15	1	½ Holandês-Zebu	3	5,967	0,761	0,136	1,30
16	1	Holandês	3	4,967	0,686	0,112	1,35
17	1	Holandês	3	3,936	0,617	0,087	0,58
18	1	½ Holandês-Zebu	3	5,085	0,695	0,115	0,96
19	1	½ Holandês-Zebu	4	5,108	0,713	0,111	0,97
20	1	½ Holandês-Zebu	4	5,028	0,710	0,109	0,99
21	1	½ Holandês-Zebu	4	5,006	0,704	0,109	1,04
22	1	Holandês	4	5,753	0,755	0,127	0,94
23	1	Holandês	4	3,805	0,620	0,080	0,96
24	1	Holandês	4	5,363	0,719	0,117	0,92
1	2	½ Holandês-Zebu	1	4,662	0,633	0,113	0,94
2	2	½ Holandês-Zebu	1	4,574	0,633	0,111	1,04
3	2	½ Holandês-Zebu	1	4,582	0,623	0,111	0,93
4	2	Holandês	1	3,994	0,597	0,097	0,77
5	2	Holandês	1	5,534	0,691	0,134	0,91
6	2	Holandês	1	5,094	0,669	0,123	0,80
7	2	½ Holandês-Zebu	2	4,412	0,635	0,103	0,94
8	2	Holandês	2	4,995	0,680	0,117	0,76
9	2	½ Holandês-Zebu	2	5,758	0,734	0,135	1,02
10	2	Holandês	2	6,011	0,744	0,141	1,57
11	2	½ Holandês-Zebu	2	3,445	0,575	0,079	0,83
12	2	Holandês	2	5,703	0,721	0,134	0,91

Tabela 2 – Continuação...

13	2	½ Holandês-Zebu	3	4,434	0,664	0,099	0,90
14	2	Holandês	3	5,111	0,701	0,115	0,81
15	2	½ Holandês-Zebu	3	6,374	0,795	0,145	1,20
16	2	Holandês	3	5,278	0,714	0,119	1,20
17	2	Holandês	3	4,327	0,650	0,096	0,61
18	2	½ Holandês-Zebu	3	5,704	0,744	0,129	0,89
19	2	½ Holandês-Zebu	4	5,493	0,751	0,120	0,91
20	2	½ Holandês-Zebu	4	5,552	0,757	0,121	0,95
21	2	½ Holandês-Zebu	4	5,370	0,741	0,117	0,93
22	2	Holandês	4	6,264	0,801	0,138	0,92
23	2	Holandês	4	4,247	0,662	0,090	0,93
24	2	Holandês	4	5,681	0,753	0,125	0,86
1	3	½ Holandês-Zebu	1	5,060	0,659	0,123	1,01
2	3	½ Holandês-Zebu	1	5,251	0,678	0,127	1,28
3	3	½ Holandês-Zebu	1	4,955	0,647	0,120	1,00
4	3	Holandês	1	4,564	0,634	0,111	0,93
5	3	Holandês	1	5,220	0,669	0,126	0,89
6	3	Holandês	1	5,405	0,689	0,131	0,90
7	3	½ Holandês-Zebu	2	4,558	0,644	0,106	0,99
8	3	Holandês	2	5,214	0,694	0,122	0,82
9	3	½ Holandês-Zebu	2	5,727	0,732	0,134	1,02
10	3	Holandês	2	6,112	0,750	0,144	1,60
11	3	½ Holandês-Zebu	2	4,451	0,642	0,104	0,77
12	3	Holandês	2	6,647	0,784	0,157	1,06
13	3	½ Holandês-Zebu	3	5,039	0,700	0,113	1,09
14	3	Holandês	3	5,398	0,715	0,122	0,91
15	3	½ Holandês-Zebu	3	6,687	0,811	0,153	1,28
16	3	Holandês	3	5,944	0,753	0,135	1,33
17	3	Holandês	3	4,707	0,670	0,106	0,71
18	3	½ Holandês-Zebu	3	6,631	0,801	0,152	1,04
19	3	½ Holandês-Zebu	4	5,317	0,739	0,116	0,90
20	3	½ Holandês-Zebu	4	5,677	0,765	0,124	0,99
21	3	½ Holandês-Zebu	4	4,850	0,705	0,104	0,84
22	3	Holandês	4	6,617	0,825	0,147	0,98
23	3	Holandês	4	4,917	0,706	0,106	1,09
24	3	Holandês	4	6,043	0,776	0,133	0,93

Tabela 3 – Consumos de fibra em detergente neutro (CCNF, kg/dia), carboidratos não-fibrosos (CCNF, kg/dia), nutrientes digestíveis totais (CNDT, kg/dia) e g de PB/kg de NDT

Animal	Período	Grupo Genético	Trat	CFDN	CCNF	CNDT	g PB/kg NDT
1	1	½ Holandês-Zebu	1	1,843	1,647	2,986	226
2	1	½ Holandês-Zebu	1	2,022	1,805	3,033	233
3	1	½ Holandês-Zebu	1	1,819	1,626	2,868	232
4	1	Holandês	1	1,784	1,596	3,010	225
5	1	Holandês	1	2,403	2,140	3,836	195
6	1	Holandês	1	2,339	2,084	4,059	184
7	1	½ Holandês-Zebu	2	1,893	1,792	2,929	221
8	1	Holandês	2	2,179	2,046	3,635	190
9	1	½ Holandês-Zebu	2	2,525	2,352	4,177	177
10	1	Holandês	2	2,451	2,283	4,427	163
11	1	½ Holandês-Zebu	2	1,270	1,247	2,543	225
12	1	Holandês	2	2,069	1,947	3,075	218
13	1	½ Holandês-Zebu	3	1,897	1,901	3,077	202
14	1	Holandês	3	2,264	2,219	3,788	174
15	1	½ Holandês-Zebu	3	2,574	2,497	4,176	170
16	1	Holandês	3	2,097	2,072	3,568	179
17	1	Holandês	3	1,598	1,634	2,473	232
18	1	½ Holandês-Zebu	3	2,153	2,122	3,400	191
19	1	½ Holandês-Zebu	4	2,104	2,180	3,484	175
20	1	½ Holandês-Zebu	4	2,063	2,146	3,607	221
21	1	½ Holandês-Zebu	4	2,057	2,137	3,616	166
22	1	Holandês	4	2,417	2,454	3,909	166
23	1	Holandês	4	1,479	1,626	2,411	217
24	1	Holandês	4	2,238	2,288	3,613	171
1	2	½ Holandês-Zebu	1	2,070	1,847	3,465	208
2	2	½ Holandês-Zebu	1	2,024	1,807	3,058	237
3	2	½ Holandês-Zebu	1	2,034	1,815	3,343	213
4	2	Holandês	1	1,742	1,559	2,937	235
5	2	Holandês	1	2,492	2,218	4,051	192
6	2	Holandês	1	2,275	2,027	3,947	192
7	2	½ Holandês-Zebu	2	1,887	1,787	2,944	224
8	2	Holandês	2	2,164	2,034	3,679	192
9	2	½ Holandês-Zebu	2	2,531	2,357	4,224	179
10	2	Holandês	2	2,659	2,467	4,904	156
11	2	½ Holandês-Zebu	2	1,415	1,375	2,823	214
12	2	Holandês	2	2,511	2,337	3,996	186

Tabela 3 – Continuação...

13	2	½ Holandês-Zebu	3	1,827	1,844	2,963	211
14	2	Holandês	3	2,162	2,133	3,610	183
15	2	½ Holandês-Zebu	3	2,765	2,669	4,627	162
16	2	Holandês	3	2,241	2,203	3,914	172
17	2	Holandês	3	1,781	1,799	2,896	211
18	2	½ Holandês-Zebu	3	2,446	2,385	4,064	172
19	2	½ Holandês-Zebu	4	2,278	2,344	3,903	164
20	2	½ Holandês-Zebu	4	2,304	2,369	4,130	193
21	2	½ Holandês-Zebu	4	2,221	2,292	4,013	157
22	2	Holandês	4	2,652	2,672	4,462	154
23	2	Holandês	4	1,681	1,814	2,882	193
24	2	Holandês	4	2,380	2,424	3,965	162
1	3	½ Holandês-Zebu	1	2,262	2,016	4,138	194
2	3	½ Holandês-Zebu	1	2,351	2,094	4,075	203
3	3	½ Holandês-Zebu	1	2,215	1,973	4,028	196
4	3	Holandês	1	2,018	1,801	3,797	204
5	3	Holandês	1	2,340	2,084	4,046	201
6	3	Holandês	1	2,425	2,159	4,598	183
7	3	½ Holandês-Zebu	2	1,958	1,850	3,363	213
8	3	Holandês	2	2,271	2,127	4,194	184
9	3	½ Holandês-Zebu	2	2,516	2,344	4,538	180
10	3	Holandês	2	2,708	2,510	5,382	156
11	3	½ Holandês-Zebu	2	1,902	1,803	3,517	202
12	3	Holandês	2	2,968	2,738	5,379	163
13	3	½ Holandês-Zebu	3	2,124	2,102	3,883	182
14	3	Holandês	3	2,305	2,256	4,228	172
15	3	½ Holandês-Zebu	3	2,921	2,803	5,360	156
16	3	Holandês	3	2,568	2,487	4,961	155
17	3	Holandês	3	1,970	1,961	3,563	189
18	3	½ Holandês-Zebu	3	2,899	2,779	5,426	152
19	3	½ Holandês-Zebu	4	2,193	2,269	4,032	168
20	3	½ Holandês-Zebu	4	2,365	2,422	4,509	171
21	3	½ Holandês-Zebu	4	1,969	2,070	3,756	170
22	3	Holandês	4	2,823	2,822	5,226	148
23	3	Holandês	4	2,006	2,099	3,856	166
24	3	Holandês	4	2,555	2,578	4,700	154

Tabela 4 – Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da matéria orgânica (CDMO), da proteína bruta (CDPB) e do extrato etéreo (CDEE)

Animal	Período	Grupo Genético	Trat	CDMS	CDMO	CDPB	CDEE
1	1	½ Holandês-Zebu	1	59,51	64,89	65,95	76,47
2	1	½ Holandês-Zebu	1	57,40	62,09	67,11	85,88
3	1	½ Holandês-Zebu	1	61,22	64,86	66,04	85,37
4	1	Holandês	1	71,33	69,15	67,64	86,16
5	1	Holandês	1	63,53	67,77	64,89	85,92
6	1	Holandês	1	60,90	73,55	69,38	89,21
7	1	½ Holandês-Zebu	2	64,52	62,87	63,96	73,28
8	1	Holandês	2	54,06	69,68	73,69	86,85
9	1	½ Holandês-Zebu	2	71,78	70,11	66,86	86,63
10	1	Holandês	2	80,28	76,66	71,27	89,17
11	1	½ Holandês-Zebu	2	61,54	47,57	59,34	62,47
12	1	Holandês	2	57,89	60,76	62,72	61,81
13	1	½ Holandês-Zebu	3	61,38	66,14	66,97	86,18
14	1	Holandês	3	65,11	69,96	68,30	86,34
15	1	½ Holandês-Zebu	3	62,45	68,58	69,65	85,93
16	1	Holandês	3	65,34	70,66	71,49	81,67
17	1	Holandês	3	52,93	61,69	64,04	87,64
18	1	½ Holandês-Zebu	3	61,76	65,35	63,95	93,05
19	1	½ Holandês-Zebu	4	63,89	68,01	72,94	93,31
20	1	½ Holandês-Zebu	4	64,39	67,81	69,56	93,69
21	1	½ Holandês-Zebu	4	64,41	72,28	72,83	85,80
22	1	Holandês	4	61,06	67,72	68,67	85,91
23	1	Holandês	4	62,98	63,85	70,32	92,94
24	1	Holandês	4	52,28	67,05	70,72	92,38
1	2	½ Holandês-Zebu	1	63,43	68,40	67,47	78,81
2	2	½ Holandês-Zebu	1	57,40	62,09	66,96	85,88
3	2	½ Holandês-Zebu	1	64,83	68,24	67,49	86,77
4	2	Holandês	1	70,69	68,45	67,15	85,85
5	2	Holandês	1	64,68	68,82	65,36	86,38
6	2	Holandês	1	59,87	72,84	68,83	88,92
7	2	½ Holandês-Zebu	2	64,46	62,79	64,03	73,21
8	2	Holandês	2	53,76	69,51	73,70	86,77
9	2	½ Holandês-Zebu	2	71,86	70,18	66,99	86,67
10	2	Holandês	2	81,68	78,35	72,46	89,97
11	2	½ Holandês-Zebu	2	67,41	52,18	60,91	65,92
12	2	Holandês	2	56,14	67,07	65,99	68,11
13	2	½ Holandês-Zebu	3	60,24	65,13	66,88	85,71

Tabela 4 – Continuação...

14	2	Holandês	3	63,76	68,79	68,01	85,76
15	2	½ Holandês-Zebu	3	64,84	70,58	70,96	86,86
16	2	Holandês	3	67,37	72,39	72,60	82,80
17	2	Holandês	3	48,05	65,16	65,88	88,83
18	2	½ Holandês-Zebu	3	65,88	69,11	66,29	93,85
19	2	½ Holandês-Zebu	4	66,42	70,25	74,31	93,81
20	2	½ Holandês-Zebu	4	60,59	70,85	71,47	94,33
21	2	½ Holandês-Zebu	4	66,83	74,16	74,18	86,82
22	2	Holandês	4	64,25	70,35	70,49	87,12
23	2	Holandês	4	66,85	67,62	72,20	93,75
24	2	Holandês	4	54,96	68,90	72,02	92,82
1	3	½ Holandês-Zebu	1	66,22	70,88	68,77	80,47
2	3	½ Holandês-Zebu	1	62,74	66,98	69,16	87,69
3	3	½ Holandês-Zebu	1	67,40	70,63	68,73	87,76
4	3	Holandês	1	74,24	72,39	69,12	87,61
5	3	Holandês	1	62,62	66,95	64,26	85,56
6	3	Holandês	1	62,12	74,40	69,76	89,55
7	3	½ Holandês-Zebu	2	65,58	63,99	64,56	74,10
8	3	Holandês	2	66,08	70,79	74,24	87,35
9	3	½ Holandês-Zebu	2	71,71	70,02	66,88	86,59
10	3	Holandês	2	81,98	78,70	72,69	90,14
11	3	½ Holandês-Zebu	2	51,28	63,00	64,99	73,91
12	3	Holandês	2	62,28	71,74	68,72	72,75
13	3	½ Holandês-Zebu	3	64,97	69,31	68,55	87,56
14	3	Holandês	3	65,67	70,45	68,64	86,58
15	3	½ Holandês-Zebu	3	66,47	71,96	71,52	87,52
16	3	Holandês	3	71,00	75,49	74,03	84,86
17	3	Holandês	3	52,21	67,97	66,91	89,81
18	3	½ Holandês-Zebu	3	70,62	73,43	68,68	94,76
19	3	½ Holandês-Zebu	4	65,31	69,26	73,89	93,58
20	3	½ Holandês-Zebu	4	41,90	71,49	71,77	94,46
21	3	½ Holandês-Zebu	4	63,26	71,38	72,89	85,24
22	3	Holandês	4	66,16	71,93	71,33	87,87
23	3	Holandês	4	71,38	72,03	73,95	94,70
24	3	Holandês	4	57,66	70,76	72,88	93,29

Tabela 5 – Coeficientes de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN), dos carboidratos não-fibrosos (CDCNF) e dos nutrientes digestíveis totais (CDNDT)

Animal	Período	Grupo Genético	Trat	CDFDN	CDCNF	CDNDT
1	1	½ Holandês-Zebu	1	70,45	57,57	65,38
2	1	½ Holandês-Zebu	1	47,66	75,01	61,08
3	1	½ Holandês-Zebu	1	60,15	68,43	63,62
4	1	Holandês	1	56,99	82,25	67,59
5	1	Holandês	1	51,05	86,38	66,32
6	1	Holandês	1	61,57	87,39	71,74
7	1	½ Holandês-Zebu	2	43,47	82,38	61,68
8	1	Holandês	2	52,08	86,10	67,51
9	1	½ Holandês-Zebu	2	54,08	87,38	67,98
10	1	Holandês	2	69,50	85,32	74,18
11	1	½ Holandês-Zebu	2	36,93	73,28	74,70
12	1	Holandês	2	41,32	80,69	59,90
13	1	½ Holandês-Zebu	3	61,69	69,21	63,44
14	1	Holandês	3	71,83	67,69	67,26
15	1	½ Holandês-Zebu	3	72,02	63,75	66,04
16	1	Holandês	3	78,61	61,75	67,71
17	1	Holandês	3	61,86	59,26	59,11
18	1	½ Holandês-Zebu	3	61,99	67,72	63,03
19	1	½ Holandês-Zebu	4	51,72	80,83	64,93
20	1	½ Holandês-Zebu	4	48,14	84,83	68,31
21	1	½ Holandês-Zebu	4	73,28	70,45	68,78
22	1	Holandês	4	68,87	65,35	64,67
23	1	Holandês	4	62,34	61,33	60,37
24	1	Holandês	4	66,22	65,41	64,14
1	2	½ Holandês-Zebu	1	73,69	62,15	68,54
2	2	½ Holandês-Zebu	1	47,71	75,03	61,59
3	2	½ Holandês-Zebu	1	64,35	71,71	67,27
4	2	Holandês	1	55,95	81,83	67,43
5	2	Holandês	1	52,79	86,86	67,82
6	2	Holandês	1	60,49	87,04	71,59
7	2	½ Holandês-Zebu	2	43,30	82,33	62,11
8	2	Holandês	2	51,75	86,02	68,69
9	2	½ Holandês-Zebu	2	54,19	87,41	68,57
10	2	Holandês	2	71,89	86,41	76,33
11	2	½ Holandês-Zebu	2	43,40	75,77	75,82
12	2	Holandês	2	51,65	83,91	65,51

Tabela 5 – Continuação...

13	2	½ Holandês-Zebu	3	60,22	68,26	62,89
14	2	Holandês	3	70,49	66,40	66,57
15	2	½ Holandês-Zebu	3	73,95	66,09	68,52
16	2	Holandês	3	79,99	64,03	69,92
17	2	Holandês	3	65,78	63,01	63,00
18	2	½ Holandês-Zebu	3	66,55	71,27	67,21
19	2	½ Holandês-Zebu	4	55,40	82,17	67,65
20	2	½ Holandês-Zebu	4	53,57	86,26	70,82
21	2	½ Holandês-Zebu	4	75,25	72,45	71,16
22	2	Holandês	4	71,63	68,17	67,80
23	2	Holandês	4	66,86	65,34	64,64
24	2	Holandês	4	68,24	67,34	66,44
1	3	½ Holandês-Zebu	1	75,93	65,33	75,57
2	3	½ Holandês-Zebu	1	55,00	78,46	71,77
3	3	½ Holandês-Zebu	1	67,26	73,98	75,12
4	3	Holandês	1	61,98	84,28	76,61
5	3	Holandês	1	49,74	86,02	71,70
6	3	Holandês	1	62,94	87,83	78,72
7	3	½ Holandês-Zebu	2	45,36	82,93	68,71
8	3	Holandês	2	54,01	86,63	75,09
9	3	½ Holandês-Zebu	2	53,91	87,34	74,08
10	3	Holandês	2	72,40	86,64	82,42
11	3	½ Holandês-Zebu	2	57,90	81,53	73,52
12	3	Holandês	2	59,09	86,27	75,84
13	3	½ Holandês-Zebu	3	65,79	72,15	72,62
14	3	Holandês	3	72,33	68,22	73,86
15	3	½ Holandês-Zebu	3	75,34	67,71	75,68
16	3	Holandês	3	82,54	68,14	78,76
17	3	Holandês	3	69,06	66,07	71,30
18	3	½ Holandês-Zebu	3	71,78	75,35	77,28
19	3	½ Holandês-Zebu	4	53,67	81,58	72,20
20	3	½ Holandês-Zebu	4	54,76	86,56	75,60
21	3	½ Holandês-Zebu	4	72,09	69,50	73,75
22	3	Holandês	4	73,35	69,86	75,16
23	3	Holandês	4	72,22	70,05	74,68
24	3	Holandês	4	70,42	69,29	74,03

Tabela 6 – Ganho de peso (GP, kg), ganho de peso diário (GPD, kg), ganho em perímetro torácico (GPT, cm) e ganho em comprimento corporal (GCC, cm)

Animal	Período	Grupo Genético	Trat	GP	GPD	GPT	GCC
1	1	½ Holandês-Zebu	1	81	0,964	16	12
2	1	½ Holandês-Zebu	1	58	0,690	11	10
3	1	½ Holandês-Zebu	1	82	0,976	18	7
4	1	Holandês	1	40	0,476	12	6
5	1	Holandês	1	61	0,726	12	15
6	1	Holandês	1	69	0,821	15	7
7	1	½ Holandês-Zebu	2	62	0,738	13	6
8	1	Holandês	2	79	0,940	17	8
9	1	½ Holandês-Zebu	2	86	1,024	21	14
10	1	Holandês	2	62	0,738	14	9
11	1	½ Holandês-Zebu	2	86	1,024	19	12
12	1	Holandês	2	76	0,905	9	10
13	1	½ Holandês-Zebu	3	69	0,821	13	11
14	1	Holandês	3	55	0,655	14	14
15	1	½ Holandês-Zebu	3	78	0,929	18	9
16	1	Holandês	3	80	0,952	17	10
17	1	Holandês	3	51	0,607	13	11
18	1	½ Holandês-Zebu	3	117	1,393	21	15
19	1	½ Holandês-Zebu	4	78	0,929	19	11
20	1	½ Holandês-Zebu	4	89	1,060	20	20
21	1	½ Holandês-Zebu	4	81	0,964	19	10
22	1	Holandês	4	81	0,964	20	17
23	1	Holandês	4	77	0,917	15	14
24	1	Holandês	4	84	1,000	13	13

Tabela 7 – Ganhos em altura de cernelha (GAC, cm), altura de garupa (GAG, cm), largura de peito (GLP, cm) e largura de garupa (GLG, cm)

Animal	Período	Grupo Genético	Trat	GAC	GAG	GLP	GLG
1	1	½ Holandês-Zebu	1	6,2	7,4	5,7	7,4
2	1	½ Holandês-Zebu	1	7,1	8,9	4,2	5,2
3	1	½ Holandês-Zebu	1	7,2	5,6	5,5	2,8
4	1	Holandês	1	7,8	5,5	4,8	2,9
5	1	Holandês	1	10,4	9,8	5,2	4,8
6	1	Holandês	1	3,7	4,7	8,4	8,2
7	1	½ Holandês-Zebu	2	5,2	7,0	6,8	4,8
8	1	Holandês	2	7,4	5,3	7,3	6,6
9	1	½ Holandês-Zebu	2	11,2	8,2	7,2	6,6
10	1	Holandês	2	5,7	5,6	4,4	2,8
11	1	½ Holandês-Zebu	2	7,4	7,4	5,5	6,4
12	1	Holandês	2	5,5	4,9	5,5	6,1
13	1	½ Holandês-Zebu	3	9,4	6,4	4,2	3,9
14	1	Holandês	3	8,8	8,7	4,9	3,5
15	1	½ Holandês-Zebu	3	9,1	10,5	4,4	3,0
16	1	Holandês	3	7,2	9,3	5,8	4,2
17	1	Holandês	3	8,9	8,4	4,7	3,8
18	1	½ Holandês-Zebu	3	7,4	7,8	4,9	2,1
19	1	½ Holandês-Zebu	4	6,9	8,3	3,6	4,4
20	1	½ Holandês-Zebu	4	8,9	9,8	4,6	4,6
21	1	½ Holandês-Zebu	4	7,0	3,9	3,2	3,6
22	1	Holandês	4	9,5	10,7	7,7	4,0
23	1	Holandês	4	12,7	8,4	5,7	6,1
24	1	Holandês	4	9,2	7,6	5,7	4,4

Tabela 8 – Uréia na urina (UUR, em mg/dL), nitrogênio ureico no plasma (NUP, em mg/dL), nitrogênio microbiano (Nmic, em g/dia) e eficiência microbiana (Emic, em g PB/kg NDT)

Animal	Período	Grupo Genético	Trat	UUR	NUP	Nmic	Emic
1	1	½ Holandês-Zebu	1	632,15	19,99	77,80	146,29
2	1	½ Holandês-Zebu	1	1015,34	11,67	62,40	125,91
3	1	½ Holandês-Zebu	1	786,10	17,24	72,02	131,70
4	1	Holandês	1	761,51	27,38	61,84	140,72
5	1	Holandês	1	980,28	17,93	85,05	127,83
6	1	Holandês	1	937,24	10,28	83,97	132,06
7	1	½ Holandês-Zebu	2	881,10	14,60	60,38	124,27
8	1	Holandês	2	711,23	23,03	68,28	119,68
9	1	½ Holandês-Zebu	2	619,99	28,03	74,90	113,29
10	1	Holandês	2	991,98	31,16	85,10	114,72
11	1	½ Holandês-Zebu	2	888,42	23,60	63,20	147,62
12	1	Holandês	2	708,89	19,46	75,71	120,90
13	1	½ Holandês-Zebu	3	939,68	13,33	65,34	131,24
14	1	Holandês	3	702,93	13,38	79,05	138,22
15	1	½ Holandês-Zebu	3	619,99	14,95	92,25	118,96
16	1	Holandês	3	627,27	18,47	72,38	121,65
17	1	Holandês	3	615,31	14,03	63,68	140,12
18	1	½ Holandês-Zebu	3	727,61	23,14	74,16	112,61
19	1	½ Holandês-Zebu	4	532,24	11,06	87,62	136,91
20	1	½ Holandês-Zebu	4	458,86	11,11	73,88	108,05
21	1	½ Holandês-Zebu	4	463,24	17,47	76,62	124,45
22	1	Holandês	4	678,52	19,19	88,04	121,72
23	1	Holandês	4	934,80	19,93	59,79	139,75
24	1	Holandês	4	858,62	10,62	71,11	112,97