



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E
COMPORTAMENTO INGESTIVO DE VACAS
F1 HOLANDÊS/ZEBU EM LACTAÇÃO
SUBMETIDAS À RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

PEDRO FELIPE SANTANA

2017

PEDRO FELIPE SANTANA

**CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E
COMPORTAMENTO INGESTIVO DE VACAS
F1 HOLANDÊS/ZEBU EM LACTAÇÃO
SUBMETIDAS À RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração Produção e Nutrição Animal, para obtenção do título de “Mestre” em Zootecnia.

Orientador

Prof. DSc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior

**UNIMONTES
MINAS GERAIS – BRASIL
2017**

Santana, Pedro Felipe

S232c Consumo, digestibilidade e comportamento ingestivo de vacas F1 Holândes/Zebu em lactação submetidas à restrição alimentar [manuscrito] / Pedro Felipe Santana – 2017.
65 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2017.

Orientador: Prof. D. Sc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior.

1. Leite Produção. 2. Nutrição animal. 3. Vaca Alimentação e rações. I. Rocha Júnior, Vicente Ribeiro. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.2142


Catálogo: Joyce Aparecida Rodrigues de Castro Bibliotecária CRB6/2445

PEDRO FELIPE SANTANA

**CONSUMO, DIGESTIBILIDADE E COMPORTAMENTO INGESTIVO
DE VACAS F1 HOLANDÊS/ZEBU EM LACTAÇÃO SUBMETIDAS À
RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

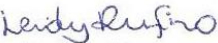
Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA em 31 de OUTUBRO de 2017.


Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior
UNIMONTES
(Orientador)


Prof. Dr. José Reinaldo Mendes Ruas
UNIMONTES


Prof. Dr. Flávio Pinto Monção
UNIMONTES


Dra. Leidy Darmony de Almeida
Rufino
EPAMIG

JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2017

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por estar sempre ao meu lado me guiando, protegendo, dando força, coragem e persistência para concluir mais essa etapa;

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Montes Claros pela oportunidade;

À Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), pela oportunidade de formação e qualificação profissional, e a todos os professores e funcionários, pelos ensinamentos e atenção constante;

Ao meu orientador, Prof. D.Sc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior, pela orientação e ensinamentos transmitidos e, acima de tudo, pela amizade;

Ao Professor D.Sc. José Reinaldo Mendes Ruas, pelos conhecimentos transmitidos e apoio durante realização do experimento;

À D.Sc. Leidy Darmony de Almeida Rufino e ao D.Sc. Flávio Pinto Monção, pela participação na banca e contribuições para melhoria deste trabalho;

À EPAMIG pela disponibilidade da infraestrutura;

Aos funcionários da EPAMIG – Campo Experimental de Felixlândia, pela contribuição para realização deste trabalho e pela amizade;

À minha esposa Thais, pelo apoio incondicional em todos os momentos e ao meu filho João Pedro por sempre alegrar meus dias;

À colega de mestrado Luana Alcântara Borges, pelo apoio na realização deste trabalho;

Aos outros professores da UNIMONTES, por todos os ensinamentos repassados;

Ao CNPq e CAPES, pelo auxílio com bolsas de estudo;

À FAPEMIG, pelo auxílio financeiro ao projeto.

Muito Obrigado!!!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	i
GENERAL ABSTRACT.....	iii
INTRODUÇÃO GERAL	1
CAPÍTULO I	3
RESUMO.....	4
ABSTRACT.....	6
1 INTRODUÇÃO.....	8
2 MATERIAL E MÉTODOS	10
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4 CONCLUSÕES.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34
CAPÍTULO II.....	39
RESUMO.....	40
ABSTRACT.....	41
1 INTRODUÇÃO.....	42
2 MATERIAL E MÉTODOS	44
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
4 CONCLUSÕES.....	61
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	62

RESUMO GERAL

SANTANA, Pedro Felipe. **Consumo, digestibilidade e comportamento ingestivo de vacas F1 Holandês/Zebu em lactação submetidas à restrição alimentar.** 2017. 65 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

Objetivou-se avaliar o consumo, digestibilidade de nutrientes, produção de leite e comportamento ingestivo de vacas F1 Holandês/Zebu, em diferentes períodos de lactação, submetidas à restrição alimentar. Foram utilizadas 60 vacas e o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 3, com 5 níveis de oferta da dieta e 3 períodos de lactação. Os níveis de oferta da dieta foram definidos em porcentagem do peso corporal, sendo: dieta fornecida à vontade, permitindo 5% de sobras em relação à quantidade de matéria seca fornecida; dietas fornecidas em, 2,75%; 2,5%; 2,25% e 2% do peso corporal em matéria seca. Os valores médios dos dias de lactação em cada período experimental avaliado e respectivos desvios padrão foram: 1^o período, 50,0 ± 12,80 dias; 2^o período, 111,5 ± 11,75 dias; 3^o período, 183,0 ± 17,5 dias. O consumo de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e nutrientes digestíveis totais em kg dia⁻¹ e o consumo de nutrientes digestíveis totais em porcentagem do peso corporal foram influenciados (P<0,05) pela restrição alimentar com regressão linear decrescente em função da redução dos níveis de oferta de alimentos. Apenas o consumo de proteína bruta em kg dia⁻¹ não apresentou efeito dos períodos de lactação. O consumo de matéria seca no terceiro período de lactação foi maior. Houve maior consumo de fibra em detergente neutro no primeiro período de lactação. O consumo de nutrientes digestíveis totais em kg dia⁻¹ e em porcentagem do peso corporal foi menor no segundo período de lactação. A digestibilidade aparente total da matéria seca, do extrato etéreo e os nutrientes digestíveis totais apresentaram regressão quadrática em função da redução dos níveis de oferta. A digestibilidade aparente total da fibra em detergente neutro foi linear crescente com a redução no fornecimento da dieta. A restrição alimentar influenciou o peso final, a variação de peso e também na mudança de escore de condição corporal das vacas, mas não influenciou o escore de condição corporal final das mesmas. A produção de

¹**Comitê Orientador:** Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (orientador); Prof. José Reinaldo Mendes Ruas – DCA/UNIMONTES (coorientador).

leite reduziu com a restrição alimentar, apresentando efeito linear decrescente. Os tempos despendidos com alimentação e ruminação diminuíram e com ócio aumentaram com a redução dos níveis de oferta da dieta. Quanto aos períodos de lactação, os tempos de alimentação e ruminação, no período inicial, foram maiores em relação aos demais períodos. A eficiência de alimentação da matéria seca e da fibra em detergente neutro (g hora^{-1}) foi influenciada pela restrição alimentar, apresentando efeito linear crescente com a redução no fornecimento da dieta. Já a eficiência de ruminação da matéria seca e da fibra em detergente neutro apresentou efeito linear decrescente. Em relação aos períodos de lactação a eficiência de alimentação da matéria seca e fibra em detergente neutro e a eficiência de ruminação da matéria seca foram maiores no segundo e terceiro períodos. O fornecimento da dieta à vontade e a fase inicial de lactação ($50 \pm 12,80$ dias) proporcionam maior tempo de alimentação e ruminação. Em contrapartida, a restrição da oferta de alimentos implica em melhores eficiências de alimentação da matéria seca e da fibra em detergente neutro em gramas hora^{-1} . A restrição alimentar reduziu o consumo de matéria seca e dos nutrientes e conseqüentemente também reduziu a produção de leite. Entretanto, proporcionou melhoria na digestibilidade e eficiência alimentar, podendo ser alternativa para diminuição de custo com alimentação de vacas F1 Holandês/Zebu.

Palavras-Chave: nutrição animal, produção de leite, restrição alimentar.

GENERAL ABSTRACT

SANTANA, Pedro Felipe. **Intake, digestibility and ingestive behavior of F1 Holstein/Zebu cows lactating submitted to food restriction.** 2017. 65 p. Dissertation (Master's degree in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

The objective of this study was to evaluate the intake, nutrient digestibility, milk yield and ingestive behavior of F1 Holstein x Zebu cows, in different lactation periods, submitted to feed restriction. Sixty cows were sent and the experimental design was adopted in the 5 x 3 factorial, with 5 diet supply levels and 3 lactation periods. The values of the diet offer are lower as a percentage of body weight, being: diet at will, allowing 5% of leftovers in relation to the amount of dry matter; available diets, 2.75%; 2.5%; 2.25%; 2% of body weight in dry matter. The mean values of lactation days in each experimental period evaluated and respective standard patterns were: 1st period, 50.0 ± 12.80 days; 2nd period, 111.5 ± 11.75 days; 3rd period, 183.0 ± 17.5 days. Consumption of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber and total digestible nutrients in kg day⁻¹ and consumption of total digestible nutrients as a percentage of the corporal weight influenced by food restriction with decreasing linear regression due to the reduction of supply levels of foods. Only the consumption of crude protein in kg day⁻¹ did not show effect of lactation periods. Consumption of dry matter in the third lactation period was higher. There was higher consumption of neutral detergent fiber in the first lactation period. The consumption of total digestible nutrients in kg day⁻¹ and percentage of body weight was lower in the second lactation period. Total apparent digestibility of dry matter, ethereal extract and total digestible nutrients presented a quadratic regression due to the reduction of supply levels. Total apparent digestibility of neutral detergent fiber was linearly increased with a reduction in dietary supply. A food restriction influenced the final weight, a change in weight and also a change in the condition of the people's body condition, but did not influence the final body condition score. The milk production reduced with the food restriction, presenting a linear decreasing effect. The times spent with food and regeneration decreased and with leisure increased with a reduction in diet supply levels. As

¹**Guidance Committee:** Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DAC/UNIMONTES (Adviser); Prof. José Reinaldo Mendes Ruas – DAC/UNIMONTES (Co-adviser)

for lactation periods, feeding times and rumination, in the initial period, were higher in relation to the other periods. A dietary use of dry matter and neutral detergent fiber (g hora^{-1}) were influenced by dietary restriction, presenting increasing linear effect with a reduction in dietary supply. It is already a tool of rumination of dry matter and fiber in neutral detergent presented linear decreasing effect. In relation to the lactation and feeding periods of dry matter and neutral detergent fiber and dry matter efficiency with longer periods of time. The supply of the diet at will and the initial phase of lactation (50 ± 12.80 days) provided longer feeding and rumination time. On the other hand, the restriction of food supply implies better feed efficiencies of dry matter and of the neutral detergent fiber in grams hour⁻¹. Reduced food restriction or consumption of dry matter and nutrients and consequently also reduced milk production. Provide improvements in diet and food efficiency, and can be adapted to reduce costs with feeding of Holstein/Zebu F1 cows.

Keywords: animal nutrition, food restriction, milk production.

INTRODUÇÃO GERAL

A produção de leite no Brasil está baseada principalmente em rebanho bovino de vacas mestiças, utilizadas em sistema de produção semi-intensivo, baseado em pastagens durante os períodos chuvosos, e volumosos suplementares durante o período seco. As vacas mestiças são mais adaptadas ao pastejo em função da resistência ao calor, ectoparasitas e dietas com menor valor nutritivo que aquelas fornecidas em confinamento (SANTOS *et al.*, 2012).

A criação de animais mestiços visa otimizar as melhores características de produção de cada grupo genético. Ao considerar a utilização de cruzamentos para produção de leite, é necessária análise do desempenho dos animais, e uma das principais ferramentas para prever o desempenho é a curva de lactação (PEREIRA *et al.*, 2016). Vacas mestiças apresentam uma média de 23,3 dias de tempo entre o início da lactação e o pico. Maiores intervalos do início da lactação ao pico são desejáveis, pois possibilitam maior tempo para desafiar nutricionalmente o animal, de modo que ele possa expressar seu potencial genético (GLÓRIA *et al.*, 2010).

Para uma adequada produção de leite é necessário se atentar ao consumo de matéria seca e esta variável deve ser monitorada na nutrição animal. Quando se trata de pasto ou de uma dieta completa corretamente balanceada fornecida no cocho, espera-se um consumo de matéria seca o suficiente para atender requisitos nutricionais para adequada produção de leite, condição corporal e reprodução (LARA *et al.*, 2009).

O consumo de matéria seca é importante na formulação de dietas a fim de evitar a subalimentação ou superalimentação de nutrientes, fazendo o uso de forma eficiente destes. Subalimentação de nutrientes restringe a produção e pode afetar a saúde do animal, já a superalimentação aumenta os custos de

alimentação e pode resultar em excreção excessiva de nutrientes no meio ambiente (SOUZA, 2013).

Dessa forma, a adoção de um manejo alimentar com restrição alimentar em níveis moderados pode ser utilizada objetivando redução nas perdas com a alimentação e maximizando a eficiência alimentar dos animais, incluindo aumento da digestibilidade da dieta e, provavelmente diminuição nas exigências de manutenção dos animais (GALYEAN, 1999).

No entanto, as diferentes condições de alimentação podem modificar os parâmetros do comportamento ingestivo (Carvalho *et al.*, 2006), além disso, o estudo do comportamento ingestivo é uma ferramenta útil para entender a resposta dos animais e é essencial para avaliar os resultados do uso de diferentes dietas, permitindo ajustes na gestão da alimentação animal para obter os melhores resultados de produtividade (CARDOSO *et al.*, 2006).

Com base no exposto, objetivou-se avaliar o efeito dos níveis de oferta da dieta na alimentação vacas F1 Holandês/Zebu sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção do leite e comportamento ingestivo destes animais.

**CAPÍTULO I – CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES
DE VACAS F1 HOLANDÊS/ZEBU SUBMETIDAS À RESTRIÇÃO
ALIMENTAR**

RESUMO

SANTANA, Pedro Felipe. **Consumo e digestibilidade de nutrientes de vacas F1 Holandês/Zebu submetidas à restrição alimentar.** 2017. p. 3 – 38. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

Objetivou-se com este estudo avaliar diferentes níveis de fornecimento da dieta de vacas F1 Holandês/Zebu em diferentes períodos de lactação, sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes e produção de leite. Foram utilizadas 60 vacas e o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 3, com 5 níveis de oferta da dieta e 3 períodos de lactação. Os níveis de oferta da dieta foram definidos em porcentagem do peso corporal, sendo: dieta fornecida à vontade, permitindo 5% de sobras em relação à quantidade de matéria seca fornecida; dietas fornecidas em, 2,75%; 2,5%; 2,25%; 2% do peso corporal em matéria seca. Os valores médios dos dias de lactação em cada período experimental avaliado e respectivos desvios padrão foram: 1º período, 50,0 ± 12,80 dias; 2º período, 111,5 ± 11,75 dias; 3º período, 183,0 ± 17,5 dias. O consumo de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e nutrientes digestíveis totais em kg dia⁻¹ e o consumo de nutrientes digestíveis totais em porcentagem do peso corporal foram influenciados pela restrição alimentar com regressão linear decrescente em função da redução dos níveis de oferta de alimentos. Apenas o consumo de proteína bruta em kg dia⁻¹ não apresentou efeito dos períodos de lactação. O consumo de matéria seca no terceiro período de lactação foi maior. Houve maior consumo de fibra em detergente neutro primeiro período de lactação. O consumo de nutrientes digestíveis totais em kg dia⁻¹ e em porcentagem do peso corporal foi menor no segundo período de lactação. A digestibilidade aparente total da matéria seca, do extrato etéreo e os nutrientes digestíveis totais apresentaram regressão quadrática em função da redução dos níveis de oferta, com ponto de máxima em 2,06%, 2,51%, 2,23% do peso corporal, respectivamente. A digestibilidade aparente total da fibra em detergente neutro foi linear crescente, com aumento de 4,604631% para cada unidade percentual de redução no fornecimento da dieta. A restrição alimentar influenciou o peso final, a variação de peso e também na mudança de escore de condição corporal das vacas, mas não influenciou o escore de condição corporal final das mesmas. A produção de leite reduziu com a restrição alimentar, apresentando efeito linear decrescente, com redução de 2,364145 kg para cada unidade percentual de redução da dieta fornecida. Assim como a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura e conversão alimentar, que apresentaram efeito linear decrescente, com redução de

¹**Comitê Orientador:** Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (orientador); Prof. José Reinaldo Mendes Ruas – DCA/UNIMONTES (coorientador).

2,267072 kg e 0,257748 kg, respectivamente. A produção de leite e a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura foram maiores no primeiro período de lactação. A restrição alimentar reduziu o consumo de matéria seca e dos nutrientes e conseqüentemente também reduziu a produção de leite. Entretanto, proporcionou melhoria na digestibilidade e eficiência alimentar, podendo ser alternativa para diminuição de custo com alimentação de vacas F1 Holandês/Zebu.

Palavras-Chave: desempenho, níveis de oferta, período de lactação.

ABSTRACT

SANTANA, Pedro Felipe. **Intake and nutrient digestibility of F1 Holstein/Zebu cows submitted to feed restriction.** 2017. p. 3 – 38. Dissertation (Master in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

The objective of this study was to evaluate different levels of supply of the Holstein F1/Zebu cow's diet in different lactation periods, on consumption, nutrient digestibility and milk production. Sixty cows were used and the experimental design was completely randomized in a 5 x 3 factorial scheme, with 5 diet supply levels and 3 lactation periods. The diet supply levels were defined as a percentage of body weight, being: diet supplied at will, allowing 5% of leftovers in relation to the amount of dry matter supplied; diets provided in, 2.75%; 2.5%; 2.25%; 2% of body weight in dry matter. The mean values of lactation days in each experimental period evaluated and respective standard deviations were: 1st period, 50.0 ± 12.80 days; 2nd period, 111.5 ± 11.75 days; 3rd period, 183.0 ± 17.5 days. Consumption of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber and total digestible nutrients in kg day⁻¹ and total digestible nutrient intakes as a percentage of body weight were influenced by the dietary restriction with decreasing linear regression due to the reduction of the levels of supply of food. Only the consumption of crude protein in kg day⁻¹ did not show effect of lactation periods. Dry matter intake in the third lactation period was higher. There was higher consumption of neutral detergent fiber in the first lactation period. The consumption of total digestible nutrients in kg day⁻¹ and percentage of body weight was lower in the second lactation period. The total apparent digestibility of dry matter, ethereal extract and total digestible nutrients presented a quadratic regression due to the reduction of supply levels, with a maximum point of 2.06%, 2.51%, and 2.23% of body weight, respectively. The total apparent digestibility of the neutral detergent fiber was linear, with an increase of 4.604631% for each percentage unit reduction in diet supply. Feed restriction influenced the final weight, weight variation and also the change in the cows body condition score, but did not influence the final body condition score. Milk production reduced with food restriction, presenting a linear decreasing effect, with reduction of 2.364145 kg for each percentage reduction unit of the diet provided. As well as the production of milk corrected to 3.5% fat and feed conversion, which presented a linear decreasing effect, with reduction of 2.267072 kg and 0.257748 kg, respectively. Milk production and milk

¹**Guidance Committee:** Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (Adviser); Prof. José Reinaldo Mendes Ruas – DCA/UNIMONTES (co-adviser).

production corrected to 3.5% fat were higher in the first lactation period. The food restriction reduced the consumption of dry matter and nutrients and consequently also reduced milk production. However, it provided an improvement in digestibility and feed efficiency, and could be an alternative for cost reduction with feeding of Holstein/Zebu F1 cows.

Keywords: lactation period, performance, supply levels.

1 INTRODUÇÃO

A alimentação dos animais visa fornecer os nutrientes capazes de manter e assegurar as exigências de manutenção e o nível de produção pretendido. Com isso, a fim de explorar eficientemente a produção de produtos lácteos, o uso da alimentação deve ser aperfeiçoado para garantir uma maior competitividade, uma vez que a alimentação é um dos fatores com o maior impacto nos custos de produção. O que implica na necessidade de estudos que apliquem restrições de alimentação para determinar um ponto de equilíbrio entre as perdas de alimentação com as sobras e lucros (CÂNDIDO *et al.*, 2012), sem interferir na produtividade e qualidade do leite, de forma a aperfeiçoar o manejo nutricional.

Um dos principais fatores associado ao desempenho animal é o consumo de nutrientes, que é determinado a partir da ingestão de matéria seca. Porém, além do conhecimento do consumo e da composição química dos alimentos, torna-se importante o conhecimento da utilização dos nutrientes pelo animal, que é obtido por meio de estudos de digestão (SILVA *et al.*, 2010). São escassos na literatura científica, dados que correlacionem o aumento da eficiência alimentar em função da restrição alimentar em animais mestiços e zebuínos em lactação. Entretanto, existe o consenso da melhora do aproveitamento da dieta em função da restrição alimentar (CLARK *et al.*, 2006; GABEL *et al.*, 2003; TYRREL e MOE, 1974; FERREIRA, 2014), com consequente melhoria nos índices zootécnicos dos animais.

Outro aspecto importante é a fase de lactação dos animais, onde vacas mestiças apresentam característica de rápido aumento de produção nas primeiras semanas após a lactação (COELHO *et al.*, 2013). Considerando o comportamento da curva de lactação de vacas mestiças, verifica-se que o pico ocorre até a quarta semana de lactação, em média, duas semanas antes do pico das vacas de raças especializadas de origem europeia (BORGES *et al.*, 2015).

Dessa forma, a restrição alimentar tende a ser menos impactante ao longo da lactação, devido há uma possível redução das exigências de produção de leite.

Nesse sentido, objetivou-se com este estudo avaliar diferentes níveis de fornecimento da dieta de vacas F1 Holandês/Zebu em diferentes períodos de lactação, sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação e Bem-estar Animal - CEEBEA da Universidade Estadual de Montes Claros, sob registro 128/2016.

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da EPAMIG, no município de Felixlândia - Minas Gerais, situado a uma latitude 18° 43' 52'' S, longitude 44° 52' 33'' W e com altitude de 628 metros. O clima na região é classificado, segundo Köppen, como tropical de savana, com duas estações distintas, o inverno seco e o verão chuvoso.

Foram utilizadas 60 vacas F1 Holandês/Zebu em lactação com peso médio de $482,20 \pm 43,54$ kg. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 3, com 5 níveis de oferta da dieta e 3 períodos de lactação. Os níveis de oferta da dieta (kg de matéria seca) foram definidos em porcentagem do peso corporal, sendo: dieta fornecida à vontade, permitindo 5% de sobras em relação à quantidade de matéria seca fornecida; dietas fornecidas em, 2,75%; 2,5%; 2,25% e 2% do peso corporal. Os valores médios dos dias de lactação em cada período experimental avaliado e respectivos desvios padrão foram: 1^o período, ($50,0 \pm 12,80$ dias), 2^o período, ($111,5 \pm 11,75$ dias) e 3^o período, ($183,0 \pm 17,5$ dias). Foram utilizadas 20 vacas por período experimental, sendo 4 vacas por tratamento (níveis de oferta da dieta).

O experimento teve duração de 77 dias. Antes do primeiro período experimental todas as vacas receberam a dieta experimental fornecida à vontade por 14 dias. Os três períodos foram de 21 dias cada, sendo que os 16 primeiros dias de cada período foram para adaptação dos animais à dieta e condição de alimentação, e os 5 últimos dias para coleta de dados e amostras.

A dieta foi ofertada conforme o peso corporal de cada vaca de acordo com cada tratamento, mantendo relação volumoso:concentrado 75:25 na matéria seca total da dieta. A dieta foi fornecida às vacas duas vezes ao dia, às 08:00 h e às 15:00 h, em sistema de dieta completa. A base volumosa das dietas foi a silagem de milho, que foi pesada diariamente e misturada ao concentrado. As sobras também foram pesadas diariamente, mantendo a relação volumoso:concentrado com base na matéria seca da dieta, o consumo foi calculado através da quantidade fornecida subtraída das sobras.

As vacas foram mantidas em baias individuais de aproximadamente 26 m², dotadas de cochos e bebedouros. A ordenha foi realizada com ordenhadeira mecânica duas vezes ao dia, às 07:00 e às 14:00 horas, com a presença do bezerro para o estímulo a descida do leite, e imediatamente após a ordenha os mesmos permaneceram com as mães para mamada do leite residual.

Durante os cinco últimos dias de cada período, foram registradas as produções de leite por vaca. As produções de leite corrigidas para 3,5% de gordura foram calculadas utilizando-se a equação proposta por Sklan *et al.*, (1992). Amostras de leite de cada animal foram coletadas duas vezes ao dia, nos últimos cinco dias de cada período, proporcionalmente à quantidade produzida de manhã e à tarde. Cinquenta mililitros da amostra coletada foram adicionadas ao frasco contendo o conservante Bronopol, para posterior encaminhamento à Clínica do Leite, setor do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, localizada em Piracicaba – SP, onde foram realizadas as análises de nitrogênio uréico do leite (NUL), gordura e proteína do leite, pelo método infravermelho.

Também nos últimos cinco dias de cada período, amostras dos alimentos fornecidos, das sobras e das fezes foram recolhidas diariamente pela manhã e armazenadas em *freezer*. No final do experimento, foi feita uma amostra composta por animal e por período, sendo pré-seca em estufa de ventilação

forçada a 55 °C por 72 horas. Posteriormente, todas as amostras foram moídas em moinho de facas com peneira com crivos de 1 mm de diâmetro, para análises laboratoriais e uma parte da amostra foi moída em peneira com crivos de 2 mm de diâmetro, para incubação ruminal.

A composição química bromatológica dos alimentos fornecidos, das sobras e das fezes foram determinadas no Laboratório de Análises de Alimentos do Departamento de Ciências Agrárias da UNIMONTES, *Campus* - Janaúba. As análises de matéria seca (INCT-CA G-003/1), proteína bruta (INCT-CA N-001/1), lignina (INCT-CA F-005/1), extrato etéreo (INCT-CA G-004/1), matéria mineral (INCT-CA M-001/1), carboidratos não fibrosos (CNF = 100 - MM - EE - FNDcp - PB), fibra em detergente neutro (INCT-CA F-001/1) e fibra em detergente ácido (INCT-CA F-003/1), com as devidas correções para cinzas e proteínas, compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (INCT-CA N-004/1) e compostos nitrogenados insolúveis em detergente ácido (INCT-CA N-005/1) foram realizadas conforme procedimentos descritos em Detmann *et al.*, (2012). O NDT dos alimentos foi estimado de acordo com o NRC (2001).

A composição química média dos ingredientes e da dieta, nos três períodos experimentais, encontra-se na Tabela 1.

TABELA 1 – Composição química dos ingredientes e da dieta na base da matéria seca

Itens	Composição Química (% da MS)		
	Silagem de Milho	Concentrado	Dieta
Matéria Seca	50,27	92,59	60,85
Matéria Orgânica	96,20	92,23	95,21
Proteína Bruta	6,84	21,83	10,58
¹ NIDN	0,60	1,22	0,75
² NIDA	0,08	0,08	0,08
Extrato Etéreo	2,78	2,83	2,79
³ CNF	30,29	37,17	32,01
⁴ FDNcp	56,30	30,41	49,83
⁵ FDA	30,05	7,22	24,34
Lignina	9,96	3,18	8,26
⁶ NDT	56,20	73,42	60,5

¹NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ²NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ³CNF = Carboidratos não fibrosos; ⁴FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; ⁵FDA = Fibra em detergente ácido; ⁶NDT = Nutrientes digestíveis totais, estimados pelas equações do NRC (2001).

A estimativa da produção de matéria seca fecal foi feita empregando-se a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador interno. Amostras dos alimentos, das sobras e das fezes foram incubadas em um novilho fistulado durante 288 horas (INCT-CA F-008/1) para a realização de estimativas de produção fecal (DETMANN *et al.*, 2012). A partir dos resultados de coeficientes de digestibilidade, foram calculados os nutrientes digestíveis totais (NDT), através da equação proposta por Sniffen *et al.*, (1992).

Os animais foram pesados em balança mecânica e seus escores de condição corporal (ECC) foram avaliados por um único técnico, semanalmente, durante o período e também foram acompanhados por mais três semanas subsequentes ao período experimental para acompanhar seu desenvolvimento. Na avaliação do escore de condição corporal foi utilizada a escala de 1 a 5.

Amostras de sangue das vacas foram coletadas da veia coccígea em tubos de vidro com vácuo, contendo fluoreto de sódio e oxalato de potássio no último dia de cada período experimental, 4 horas após alimentação da manhã. As amostras foram centrifugadas a 4.000 rpm, durante 20 minutos; o soro obtido foi acondicionado em tubos Eppendorf e congelado a -18 °C para posterior análise. As concentrações plasmáticas de ureia foram determinadas pelo método enzimico colorimétrico, utilizando kits comerciais (Ureia 500, Doles®).

Amostras *spot* de urina foram obtidas no 17º dia de cada período experimental, aproximadamente quatro horas após a alimentação, durante micção espontânea. Alíquotas de 10 mL dessa amostra foram filtradas e diluídas imediatamente em 40 mL de H₂SO₄ a 0,036 N para posteriores análises de ureia e creatinina, conforme proposto por Oliveira *et al.* (2001). Posteriormente, foram transferidas para tubos tipo Eppendorf e analisadas quanto aos teores de ureia, pelo mesmo método que as amostras de sangue, e creatinina, pelo método de ponto final, com utilização de picrato e acidificante de kits comerciais. A quantificação do volume urinário diário de cada animal foi feita multiplicando-se o respectivo peso vivo pela quantidade de creatinina excretada diariamente e dividindo-se o produto pela concentração de creatinina (mg L⁻¹) na amostra spot. Foi adotada a média 24,04 (mg kg⁻¹ PC) obtida dos estudos de Chizzotti *et al.* (2007) para obtenção da excreção diária total de creatinina.

No cálculo do balanço de compostos nitrogenados (BN), foram consideradas as quantidades de nitrogênio (g dia⁻¹) consumidas (N-ingerido) e excretadas nas fezes (N-fezes), na urina (N-urina) e no leite (N-leite). A eficiência de utilização do nitrogênio dietético foi calculada pela divisão da concentração de nitrogênio retido no leite pela ingestão de nitrogênio kg dia⁻¹ (BRODERICK, 2003).

A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de MS kg dia⁻¹ pela produção de leite corrigida para 3,5% de gordura kg dia⁻¹. A eficiência

alimentar foi calculada pela divisão da produção média de leite kg dia^{-1} pela ingestão de MS kg dia^{-1} (VALADARES FILHO *et al.*, 2000).

A avaliação dos custos com concentrados, volumosos e dieta total foram calculadas multiplicando-se o consumo pelo respectivo valor de cada fração (calculado de acordo com sua composição e o preço de cada ingrediente) (RENNÓ *et al.*, 2008). Os valores por quilograma dos ingredientes da dieta foram: silagem de milho, R\$ 0,18 e concentrado R\$ 1,60 (valores obtidos no comércio local).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo o peso inicial dos animais estabelecido como co-variável, e quando o teste “F” foi significativo, os níveis de oferta da dieta foram submetidos ao estudo de regressão ($P < 0,05$), e os períodos de lactação comparados pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), por meio do programa SISVAR (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os consumos de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, nutrientes digestíveis totais em kg dia⁻¹ e nutrientes digestíveis totais em porcentagem do peso corporal, não houve interação significativa (P>0.05), sendo as variáveis discutidas isoladamente para os níveis de oferta e períodos de lactação.

Houve influência (P<0,05) da restrição alimentar sobre o consumo de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, nutrientes digestíveis totais em kg dia⁻¹ e para o consumo de nutrientes digestíveis totais em porcentagem do peso corporal, sendo que para todas estas houve uma regressão linear decrescente em função da redução dos níveis de oferta de alimentos (Tabela 2).

TABELA 2. Consumos médios diários de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), nutrientes digestíveis totais (NDT) e respectivos coeficientes de variação (CV), equações de regressão (ER) e valores reais de P (Pr>Fc), em função dos níveis de oferta da dieta

Itens	Níveis de oferta da dieta (%PC)					CV (%)	ER	Pr>Fc
	À vontade*	2,75	2,50	2,25	2,00			
MS	16,80	12,94	11,63	10,16	8,75	5,46	1	0,0000
PB	1,82	1,37	1,23	1,08	0,93	5,76	2	0,0000
FDN	8,10	6,45	5,80	5,06	4,36	5,85	3	0,0000
NDT	10,20	8,25	7,65	6,64	5,66	6,55	4	0,0000
NDT	2,06	1,75	1,65	1,47	1,30	5,31	5	0,0000

*Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso corporal igual a 3,39%. ¹Ŷ = -2,839354 + 5,778001x (R² = 99,96); ²Ŷ = -0,361326 + 0,638412x (R² = 99,81); ³Ŷ = -0,97315 + 2,6878x (R² = 99,91); ⁴Ŷ = -0,61508 + 3,216993x (R² = 99,30); ⁵Ŷ = 0,259694 + 0,536904x (R² = 98,82).

Houve uma redução de 5,78 kg de matéria seca para cada unidade percentual de restrição no fornecimento da dieta chegando a uma diminuição de até 47,92% no consumo de matéria seca. De acordo com Berchielli *et al.* (2011),

o consumo de matéria seca exerce papel fundamental na nutrição, pois determina o nível de nutrientes ingeridos e, conseqüentemente, tem influência direta na produção animal, por isso vem sendo considerado como um dos parâmetros mais importantes na avaliação das dietas em virtude da alta correlação com a produção.

Na Tabela 3, apenas o consumo de proteína bruta ($P = 0,6983$) em kg dia^{-1} não apresentou efeito dos períodos de lactação, sendo a média de $1,29 \text{ kg dia}^{-1}$. O consumo de matéria seca ($P = 0,0013$) no terceiro período de lactação foi 6,96 % maior do que no segundo período de lactação. Houve aumento de 5,11% no consumo de fibra em detergente neutro ($P = 0,0092$) no primeiro período de lactação. O consumo de nutrientes digestíveis totais ($P = 0,0000$) em kg dia^{-1} e em porcentagem do peso corporal ($P = 0,0001$) foi menor no segundo período de lactação.

TABELA 3. Consumos médios diários de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), nutrientes digestíveis totais (NDT) e respectivos coeficientes de variação (CV), e valores reais de P ($\text{Pr}>\text{Fc}$) em função dos três períodos de lactação

Itens	Períodos de lactação (dias)			CV (%)	Pr>Fc
	1	2	3		
	Consumo (kg dia^{-1})				
MS	12,08 ab	11,64 b	12,45 a	5,46	0,0013
PB	1,28	1,28	1,30	5,76	0,6983
FDN	6,16 a	5,89 b	5,82 b	5,85	0,0092
NDT	7,89 a	7,12 b	8,02 a	6,55	0,0000
	Consumo (%PC)				
NDT	1,67 a	1,56 b	1,69 a	5,31	0,0001

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P<0,05$). Períodos de lactação 1 ($50 \pm 12,80$ dias); 2 ($111,5 \pm 11,75$ dias); 3 ($183 \pm 17,25$ dias).

A Tabela 4 mostra as interações dos níveis de oferta da dieta e os períodos de lactação sobre os consumos de extrato etéreo e carboidratos não

fibrosos em kg dia⁻¹, consumos de matéria seca, extrato etéreo, carboidratos não fibrosos e fibra em detergente neutro em porcentagem do peso corporal.

TABELA 4. Consumos médios diários de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), carboidratos não fibrosos (CCNF), fibra em detergente neutro (CFDN), coeficientes de variação (CV) e respectivas equações de regressão (ER) em função das interações entre os níveis de oferta e os períodos de lactação

Períodos de lactação	Níveis de oferta da dieta (%PC)					CV (%)	ER	Pr>Fc
	À vontade*	2,75	2,50	2,25	2,00			
CEE (kg dia ⁻¹)								
1	0,52 a	0,39 a	0,34 a	0,31 a	0,27 a		1	0,0000
2	0,42 b	0,33 b	0,29 b	0,25 b	0,22 b	5,22	2	0,0000
3	0,52 a	0,38 a	0,34 a	0,30 a	0,25 ab		3	0,0000
CCNF (kg dia ⁻¹)								
1	5,29 a	3,99 a	3,56 a	3,16 a	2,74 ab		4	0,0000
2	5,14 b	3,84 b	3,47 b	2,97 b	2,63 b	5,25	5	0,0000
3	6,37 a	4,59 a	4,11 a	3,63 a	3,05 a		6	0,0000
CMS (% PC)								
1	3,29 b	2,75	2,50	2,25	2,00		7	0,0000
2	3,23 b	2,75	2,50	2,25	2,00	4,09	8	0,0000
3	3,65 a	2,75	2,50	2,25	2,00		9	0,0000
CPB (% PC)								
1	0,35 b	0,29	0,26	0,24	0,21		10	0,0000
2	0,36 b	0,30	0,27	0,24	0,22	4,07	11	0,0000
3	0,38 a	0,29	0,26	0,23	0,21		12	0,0000
CEE (% PC)								
1	0,10 a	0,08 a	0,07 a	0,07 a	0,06 a		13	0,0000
2	0,09 b	0,07 b	0,06 b	0,06 b	0,05 b	4,37	14	0,0000
3	0,10 a	0,08 a	0,07 a	0,06 b	0,06 a		15	0,0000
CCNF (% PC)								
1	1,06 b	0,84 b	0,77 b	0,69 b	0,61 b		16	0,0000
2	1,04 b	0,84 b	0,76 b	0,69 b	0,61 b	3,86	17	0,0000
3	1,30 a	0,96 a	0,87 a	0,78 a	0,70 a		18	0,0000

“Continua...”

“TABELA 4. Cont.”

		CFDN (% PC)						
1	1,63 ab	1,42 a	1,29 a	1,16 a	1,03 a	19	0,0000	
2	1,58 b	1,41 a	1,28 a	1,15 a	1,02 a	4,55	20	
3	1,68 a	1,29 b	1,17 b	1,05 b	0,94 b	21	0,0000	

*Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso corporal igual a 3,39%. Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Períodos de lactação 1 (50 ±12,80 dias); 2 (111,5±11,75 dias); 3 (183 ±17,25 dias). $^1\hat{Y} = -0,105355 + 0,181674x$ (R² = 99,40); $^2\hat{Y} = -0,074862 + 0,146572x$ (R² = 99,96); $^3\hat{Y} = -0,144996 + 0,193559x$ (R² = 99,48); $^4\hat{Y} = -0,984068 + 1,834782x$ (R² = 99,68); $^5\hat{Y} = -1,087208 + 1,821454x$ (R² = 99,56); $^6\hat{Y} = -1,748135 + 2,364676x$ (R² = 99,29); $^7\hat{Y} = 0,164162 + 0,928564x$ (R² = 99,78); $^8\hat{Y} = 0,270868 + 0,88213x$ (R² = 99,33); $^9\hat{Y} = -0,443238 + 1,192878x$ (R² = 99,02); $^{10}\hat{Y} = 0,008023 + 0,101814x$ (R² = 99,81); $^{11}\hat{Y} = 0,008584 + 0,1047x$ (R² = 99,72); $^{12}\hat{Y} = -0,050664 + 0,12613x$ (R² = 99,06); $^{13}\hat{Y} = -0,000363 + 0,029815x$ (R² = 96,69); $^{14}\hat{Y} = -0,002155 + 0,026243x$ (R² = 97,25); $^{15}\hat{Y} = -0,013906 + 0,034486x$ (R² = 96,56); $^{16}\hat{Y} = -0,028427 + 0,31863x$ (R² = 99,93); $^{17}\hat{Y} = -0,011676 + 0,310386x$ (R² = 99,97); $^{18}\hat{Y} = -0,190709 + 0,431423x$ (R² = 98,59); $^{19}\hat{Y} = 0,187487 + 0,434062x$ (R² = 98,54); $^{20}\hat{Y} = 0,247256 + 0,403702x$ (R² = 96,95); $^{21}\hat{Y} = -0,163129 + 0,539422x$ (R² = 99,33).

Para todas as variáveis apresentadas nesta tabela, nos três períodos de lactação, houve redução linear no consumo de matéria seca e dos respectivos nutrientes. O consumo de extrato etéreo (CEE) e carboidratos não fibrosos (CCNF) em kg dia⁻¹ foram menores no segundo período de lactação em relação aos demais períodos, do nível de oferta à vontade ao de 2,25% do peso corporal. Maiores consumos de carboidratos não fibrosos em porcentagem do peso corporal foram observados no terceiro período de lactação, em todos os cinco níveis de oferta da dieta.

Apenas no nível de fornecimento à vontade houve efeito dos períodos de lactação sobre o consumo de matéria seca e de proteína bruta em porcentagem do peso corporal, sendo que em ambos foram encontrados maiores consumos no terceiro período de lactação. Nos quatro níveis de restrição na oferta de alimentos, o consumo de fibra em detergente neutro em porcentagem do peso corporal foi menor no terceiro período de lactação. Já quando a dieta foi fornecida à vontade, o terceiro período de lactação apresentou maior consumo de

fibra em detergente neutro em porcentagem do peso corporal em relação ao segundo período de lactação.

A digestibilidade aparente total da matéria seca, do extrato etéreo e os nutrientes digestíveis totais apresentaram regressão quadrática em função da redução dos níveis de oferta, com ponto de máxima em 2,06%, 2,51%, 2,23% do peso corporal, respectivamente. A digestibilidade aparente total da fibra em detergente neutro foi linear crescente, com aumento de 4,60% para cada unidade percentual de redução no fornecimento da dieta. Os níveis de oferta da dieta não influenciaram a digestibilidade aparente total dos carboidratos não fibrosos (Tabela 5).

TABELA 5. Digestibilidade aparente total da matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e respectivos coeficientes de variação (CV), equações de regressão (ER) e valores reais de P (Pr>Fc) em função dos níveis de oferta da dieta

Itens	Níveis de oferta da dieta (%PC)					CV (%)	ER	Pr>Fc
	À vontade*	2,75	2,50	2,25	2,00			
MS	57,84	61,14	63,69	62,96	63,3	6,45	1	0,0044
EE	80,41	84,10	85,88	85,02	83,31	5,27	2	0,0418
CNF	76,55	76,93	77,65	79,11	76,91	7,27	$\hat{Y} = 77,65$	0,8114
FDN	51,53	55,42	57,33	57,27	57,70	6,52	3	0,0006
NDT	60,81	63,51	65,85	65,25	64,85	5,71	4	0,0123

*Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso corporal igual a 3,39%. $^1\hat{Y} = 49,884122 + 13,078015x - 3,173637x^2$ ($R^2 = 93,64$); $^2\hat{Y} = 45,238006 + 31,869126x - 6,3511x^2$ ($R^2 = 93,47$); $^3\hat{Y} = 67,721571 - 4,604631x$ ($R^2 = 90,97$); $^4\hat{Y} = 48,298348 + 15,163489x - 3,394839x^2$ ($R^2 = 90,91$).

Segundo Clark *et al.* (2006) existe interação do consumo, digestibilidade e taxa de passagem dos alimentos pelo trato digestivo. Assim, a digestibilidade será definida pelo produto entre a taxa de absorção e a taxa de passagem. Considerando que a taxa de passagem da digesta está relacionada à composição química e bromatológica dos alimentos e ao nível de alimentação do animal,

conclui-se que, quanto maior for à ingestão de matéria seca pelo animal, maior será a sua taxa de passagem, e quanto menor a ingestão de matéria seca menor será a taxa de passagem (NRC, 2000). Isso justifica os resultados encontrados neste estudo em que houve uma tendência de aumento da digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes com a diminuição do fornecimento da dieta. Clark *et al.* (2006) avaliaram o efeito da restrição alimentar programada (10 e 20% de restrição no consumo de matéria seca). A restrição de 10% da matéria seca ocasionou um aumento de aproximadamente 10% na digestibilidade aparente da matéria seca. Já no presente estudo foi encontrado um aumento de aproximadamente 9,44% na digestibilidade aparente da matéria seca no nível de oferta 2% do peso corporal, onde houve uma restrição de 41% da matéria seca fornecida.

A digestibilidade aparente total da matéria seca ($P = 0,0088$) foi maior no segundo período de lactação em relação ao terceiro período de lactação (Tabela 6). O consumo de matéria seca é muito variável em vacas em lactação e está altamente correlacionado com o aproveitamento da dieta. Os nutrientes absorvidos dependem da digestibilidade, mas o consumo é responsável pela maior parte das diferenças entre os alimentos, e nesse contexto a digestibilidade está relacionada com a cinética e taxa de passagem da digesta pelo trato digestivo (SILVA, 2011).

Houve maior digestibilidade aparente total da fibra em detergente neutro ($P = 0,0340$) no primeiro período de lactação em relação ao segundo período de lactação. Para os nutrientes digestíveis totais observa-se que no terceiro período de lactação estes foram superiores em relação ao segundo período de lactação. Já para a digestibilidade do extrato etéreo ($P = 0,1106$) e dos carboidratos não fibrosos ($P = 0,1163$) não houve efeito dos períodos de lactação.

TABELA 6. Digestibilidade aparente total da matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e respectivos coeficientes de variação (CV), e valores reais de P (Pr>Fc) em função dos três períodos de lactação

Itens	Períodos de lactação (dias)			CV (%)	Pr>Fc
	1	2	3		
	Digestibilidade Aparente Total (%)				
MS	63,08 ab	60,32 b	64,91 a	6,45	0,0036
EE	85,34	82,36	83,53	5,27	0,1106
CNF	75,88	76,87	79,54	7,27	0,1163
FDN	57,55 a	54,50 b	55,50 ab	6,52	0,0340
NDT	65,59 ab	62,87 b	66,14 a	5,71	0,0097

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Períodos de lactação 1 (50 ±12,80 dias); 2 (111,5±11,75 dias); 3 (183 ±17,25 dias).

Apenas a digestibilidade aparente total da proteína bruta teve interação dos níveis de oferta da dieta e períodos de lactação. O primeiro período de lactação (P = 0,3914) não apresentou efeito dos níveis de oferta, com média de 60,97%. Já no segundo (P = 0,0030) e terceiro (P = 0,0349) período de lactação, a digestibilidade da proteína bruta mostrou comportamento quadrático em função da redução dos níveis de oferta, com ponto de mínima digestibilidade em 3,11% do peso corporal no segundo período de lactação e ponto de máxima digestibilidade 2,64% do peso corporal no terceiro período de lactação (Tabela 7).

Os níveis de oferta à vontade, de 2,75 e 2,00% do peso corporal apresentaram efeito do período de lactação sobre a digestibilidade da proteína bruta. No fornecimento à vontade, a digestibilidade aparente total da proteína foi maior no primeiro período de lactação em relação ao terceiro período. Com o nível de oferta de 2,75% do peso corporal, o segundo período apresentou menor digestibilidade aparente total da proteína. Já com o nível de oferta de 2,00% do peso corporal, o segundo período de lactação apresentou maior digestibilidade aparente total da proteína comparado ao terceiro período de lactação.

TABELA 7. Digestibilidade aparente total da proteína bruta (PB), coeficientes de variação (CV) e respectivas equações de regressão (ER) em função das interações entre os níveis de oferta e os períodos de lactação

Períodos de lactação	Níveis de oferta da dieta (%PC)					CV (%)	ER	Pr>Fc
	À vontade*	2,75	2,50	2,25	2,00			
Digestibilidade da Proteína (% PC)								
1	59,74 a	62,85 a	64,51	58,28	59,47 ab		$\hat{Y} = 60,97$	0,3914
2	51,88 ab	48,15 b	59,25	55,46	61,77 a	8,89	1	0,0030
3	49,14 b	58,78 a	58,45	56,69	51,90 b		2	0,0349

*Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso corporal igual a 3,39%. Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Períodos de lactação 1 (50 ±12,80 dias); 2 (111,5±11,75 dias); 3 (183 ±17,25 dias). $^1\hat{Y} = 138,617781 - 56,614164x + 9,112572x^2$ (R² = 62,88); $^2\hat{Y} = -60,987264 + 91,051345x - 17,276713x^2$ (R² = 99,83).

A restrição alimentar influenciou o peso final (P = 0,0000), a variação de peso (P = 0,0042) e também na mudança de escore de condição corporal (P = 0,0099) das vacas, mas não influenciou o escore de condição corporal final (P = 0,1084) das mesmas (Tabela 8).

TABELA 8. Peso final (PF), variação de peso (VP), escore de condição corporal final (ECCF), mudança de escore de condição corporal (MECC) e respectivos coeficientes de variação (CV), equações de regressão (ER) e valores reais de P (Pr>Fc) em função dos níveis de oferta da dieta

Itens	Níveis de oferta da dieta (%PC)					CV (%)	ER	Pr>Fc
	À vontade*	2,75	2,50	2,25	2,00			
PF	505,73	481,59	476,05	457,99	447,73	2,80	1	0,0000
VP	19,48	13,01	-8,12	-15,93	-50,35	-542,93	2	0,0042
ECCF	3,77	3,81	3,73	3,54	3,56	8,19	$\hat{Y} = 3,68$	0,1084
MECC	0,15	0,15	-0,04	-0,13	-0,04	1313,39	3	0,0099

*Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso corporal igual a 3,39%. $^1\hat{Y} = 366,442591 + 41,650404x$ (R² = 97,87); $^2\hat{Y} = -128,618152 + 46,639056x$ (R² = 81,01); $^3\hat{Y} = -0,463773 + 0,186361x$ (R² = 65,53).

O peso final, a variação do peso e a mudança de escore de condição corporal apresentaram regressão linear decrescente, sendo que para cada unidade

percentual de redução na oferta de alimentos houve uma diminuição de 41,65kg, 46,64kg e de 0,19, respectivamente. Esses resultados podem ser justificados pelos consumos de matéria seca e nutrientes, já que apresentaram comportamentos semelhantes aos mesmos.

O peso final ($P = 0,0000$) e a variação de peso ($P = 0,0000$) foram influenciados pelos períodos de lactação, sendo que os animais do terceiro período de lactação apresentaram maior peso final em relação aos demais períodos e a variação de peso foi pior, ou seja, com maior perda de peso, no segundo período de lactação. O escore de condição corporal final ($P = 0,1377$) e a mudança no escore de condição corporal ($P = 0,1332$) foram semelhantes entre os períodos de lactação (Tabela 9).

TABELA 9. Peso final (PF), variação de peso (VP), escore de condição corporal final (ECCF), mudança de escore de condição corporal (MECC) e respectivos coeficientes de variação (CV), e valores reais de P ($Pr > F_c$) em função dos três períodos de lactação

Itens	Períodos de lactação (dias)			CV (%)	Pr>F _c
	1	2	3		
PF	476,92 b	453,51 c	491,02 a	2,80	0,0000
VP	-6,08 a	-45,69 b	26,62 a	-542,93	0,0000
ECCF	3,71	3,76	3,58	8,19	0,1377
MECC	0,08	-0,06	0,04	1313,39	0,1332

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). Períodos de lactação 1 ($50 \pm 12,80$ dias); 2 ($111,5 \pm 11,75$ dias); 3 ($183 \pm 17,25$ dias).

Situações de restrição alimentar ao longo da lactação resultam em deficiência de energia e/ou proteína. Nessas situações, para suportar a lactação e manutenção, ocorre à mobilização de reservas corporais para suprir a demanda de nutrientes, resultando em perda de peso e condição corporal (FRUSCALSO *et al.*, 2013; WHEELLOCK *et al.*, 2010). O ganho de peso no terceiro período de lactação pode ser explicado pela menor produção de leite neste período, implicando em menor gasto de energia para esta atividade.

A produção de leite foi reduzida de acordo com a restrição alimentar, apresentando efeito linear decrescente, com redução de 2,36kg para cada unidade percentual de redução da dieta fornecida. Assim como a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura e conversão alimentar, que apresentaram efeito linear decrescente, com redução de 2,27kg e 0,26, respectivamente. Já a eficiência alimentar mostrou efeito linear crescente, com aumento de 0,23 para cada unidade percentual de redução no fornecimento da dieta (Tabela 10).

TABELA 10. Produção de leite (kg dia⁻¹, PL), produção de leite corrigido para gordura (kg dia⁻¹, PLC), conversão alimentar (CA), eficiência alimentar (EA) e respectivos coeficientes de variação (CV), equações de regressão (ER) e valores reais de P (Pr>Fc) em função dos níveis de oferta da dieta

Itens	Níveis de oferta da dieta (%PC)					CV (%)	ER	Pr>Fc
	À vontade*	2,75	2,50	2,25	2,00			
PL	13,39	12,07	11,15	11,11	9,95	15,84	1	0,0006
PLC	13,04	11,08	11,35	10,65	9,60	17,06	2	0,0015
CA	1,34	1,19	1,07	0,98	1,03	21,52	3	0,0050
EA	0,80	0,97	0,96	1,12	1,10	18,14	4	0,0004

*Consumo médio de matéria seca em porcentagem do corporal igual a 3,39%. ¹Ŷ = 5,437067 + 2,364145x (R² = 96,49); ²Ŷ = 5,308223 + 2,264072x (R² = 92,58); ³Ŷ = 0,458193 + 0,257748x (R² = 90,45); ⁴Ŷ = 1,583858 - 0,231197x (R² = 91,16).

A redução no volume de leite produzido deve se à menor disponibilidade de nutrientes para a síntese do leite, com prováveis efeitos negativos sobre a concentração de glicose na corrente sanguínea, débito cardíaco, fluxo sanguíneo e conseqüentemente captação de glicose, que é precursora da lactose, pela glândula mamária (GUINARD-FLAMENT *et al.*, 2006; GUINARD-FLAMENT *et al.*, 2007; BOUTINARD *et al.*, 2008; BURKE *et al.*, 2010; DESSAUGE *et al.*, 2011). A eficiência alimentar é um índice zootécnico de extrema importância, pois permite avaliar a eficiência de produção de leite em função do consumo.

A produção de leite (P = 0,0000) e a produção de leite corrigida (P = 0,0000) foram maiores no primeiro período de lactação (Tabela 11).

TABELA 11. Produção de leite (kg dia^{-1} , PL), produção de leite corrigido para gordura (kg dia^{-1} , PLC), conversão alimentar (CA), eficiência alimentar (EA) e respectivos coeficientes de variação (CV), e valores reais de P ($\text{Pr}>\text{Fc}$) em função dos três períodos de lactação

Itens	Períodos de lactação (dias)			CV (%)	Pr>Fc
	1	2	3		
PL	14,01 a	10,85 b	9,73 b	15,84	0,0000
PLC	13,25 a	10,96 b	9,23 c	17,06	0,0000
CA	0,91 b	1,14 a	1,32 a	21,52	0,0000
EA	1,20 a	0,93 b	0,84 b	18,14	0,0000

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P<0,05$). Períodos de lactação 1 ($50 \pm 12,80$ dias); 2 ($111,5 \pm 11,75$ dias); 3 ($183 \pm 17,25$ dias).

As menores produções de leite no segundo e terceiro períodos de lactação se devem pelo fato da curva de lactação está na fase de declínio da produção de leite. Cruz *et al.* (2009) analisaram curvas de lactação de fêmeas zebuínas, as quais apresentaram formato com tendência linear, com pico de produção no início da lactação, e propensão de queda contínua na produção diária. Glória *et al.* (2010), em estudo com vacas mestiças, observaram uma média de tempo entre o início da lactação e o pico de 23,3 dias. Neste estudo, o primeiro período de lactação já havia passado do pico de produção, assim os animais já se apresentavam em declínio de produção entre os três períodos de lactação.

De acordo com Coelho *et al.* (2013), uma característica das vacas mestiças é o aumento rápido de produção nas primeiras semanas após a lactação. Ao considerar o comportamento da curva de lactação de vacas mestiças, verifica-se que o pico ocorre até a quarta semana de lactação, em média, duas semanas antes do pico das vacas de raças especializadas de origem europeia (BORGES *et al.*, 2015).

No primeiro período de lactação foi encontrado menor conversão alimentar ($P = 0,0000$) e maior eficiência alimentar ($P = 0,0000$). O que pode ser justificado pelo menor consumo de alimento por kg de leite produzido.

O N-Ingerido ($P = 0,0000$), o N-Leite ($P = 0,0000$) e o N-Fecal ($P = 0,0000$) em gramas dia^{-1} , apresentaram regressão linear decrescente com a diminuição dos níveis de oferta, sendo que para cada unidade percentual de redução no fornecimento da dieta houve uma redução de $99,99\text{g dia}^{-1}$, $17,29\text{g dia}^{-1}$ e $51,43\text{g dia}^{-1}$, respectivamente. O N-Leite em porcentagem do nitrogênio ingerido ($P = 0,0032$) e a eficiência de utilização do nitrogênio dietético ($P = 0,0032$) aumentaram em $4,54\%$ e $0,045$ para cada unidade percentual de redução no fornecimento da dieta. O NUP ($P = 0,0021$) apresentou comportamento quadrático com ponto de mínimo em $3,06\%$ do peso corporal. As demais variáveis não foram influenciadas pelos níveis de oferta da dieta (Tabela 12).

TABELA 12. Nitrogênio ingerido (N-Ingerido), do leite (N-Leite) e fecal (N-Fecal) em gramas dia^{-1} , nitrogênio do leite (N-Leite) e urinário (N-Urinario) em %N-Ingerido, nitrogênio ureico do leite (NUL) e plasma (NUP) em mg dL^{-1} , urinário (NUU) em mg kg^{-1} PC, eficiência de utilização do nitrogênio dietético (EUN) e respectivos coeficientes de variação (CV), equações de regressão (ER) e valores reais de P ($\text{Pr}>\text{Fc}$) em função dos níveis de oferta da dieta

Itens	Níveis de oferta da dieta (%PC)					CV (%)	ER	Pr>Fc
	À vontade*	2,75	2,50	2,25	2,00			
	(g dia^{-1})							
N-Ingerido	292,27	213,25	197,89	168,46	155,12	10,89	1	0,0000
N-Leite	70,86	59,75	54,43	52,54	46,18	17,84	2	0,0000
N-Fecal	136,00	93,11	77,76	72,55	65,96	14,75	3	0,0000
	(%N-ingerido)							
N-Leite	24,28	28,19	27,60	31,21	29,99	15,03	4	0,0032
N-Urinário	26,49	42,80	36,65	66,63	56,51	101,88	$\hat{Y}=45,82$	0,2508
NUL	13,51	13,83	14,78	14,03	15,53	13,42	$\hat{Y}=14,34$	0,0922
NUP	16,28	16,72	16,45	17,98	19,41	11,85	5	0,0021
NUU	10,30	8,74	7,85	7,09	7,63	46,49	$\hat{Y} = 8,32$	0,2991
EUN	0,2433	0,2817	0,2783	0,3133	0,3008	15,04	6	0,0032

*Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso corporal igual a $3,39\%$. $^1\hat{Y} = -52,382995 + 99,992434x$ ($R^2 = 98,33$); $^2\hat{Y} = 12,189788 + 17,286027x$ ($R^2 = 99,00$); $^3\hat{Y} = -43,517996 + 51,43231x$ ($R^2 = 95,34$); $^4\hat{Y} = 39,94919 - 4,535954x$ ($R^2 = 83,65$); $^5\hat{Y} = 43,78825 - 18,176391x + 2,973607x^2$ ($R^2 = 93,82$); $^6\hat{Y} = 0,399365 - 0,045299x$ ($R^2 = 83,67$).

Não houve efeito dos períodos de lactação sobre o N-Ingerido ($P = 0,2084$) em gramas dia^{-1} e N-Urinário ($P = 0,6251$) em porcentagem do nitrogênio ingerido (Tabela 13). O N-Leite em gramas dia^{-1} ($P = 0,0083$) e em porcentagem do nitrogênio ingerido ($P = 0,0000$) foram maiores no primeiro período de lactação, corroborando aos resultados verificados para produção de leite (Tabela 11). O NUL (mg dL^{-1}) ($P = 0,0000$) foi maior nos dois primeiros períodos de lactação e o NUP (mg dL^{-1}) ($P = 0,0000$) apresentou resultado contrário, sendo menor nos dois primeiros períodos de lactação.

TABELA 13. Nitrogênio ingerido e do leite em gramas dia^{-1} , nitrogênio do leite e urinário (%N-Ingerido), nitrogênio ureico do leite (NUL), plasma (NUP), urinário (NUU), eficiência de utilização do nitrogênio dietético (EUN) e respectivos coeficientes de variação (CV), e valores reais de P (Pr>Fc) em função dos três períodos de lactação

Itens	Períodos de lactação (dias)			CV (%)	Pr>Fc
	1	2	3		
N-Ingerido (g dia^{-1})	204,67	212,1	199,42	10,89	0,2084
N-Leite (g dia^{-1})	65,96 a	54,14 b	50,17 b	17,84	0,0083
N-Fecal (g dia^{-1})	80,09 b	96,17 a	90,97 ab	14,75	0,0000
N-Leite (%N-ing.)	33,23 a	26,03 b	25,51 b	15,03	0,0000
N-Urinário (%N-ing.)	38,83	53,20	45,42	101,88	0,6251
NUL (mg dL^{-1})	15,05 a	15,87 a	12,12 b	13,42	0,0000
NUP (mg dL^{-1})	15,42 b	14,32 b	22,36 a	11,85	0,0000
NUU (mg kg^{-1} PC)	10,02 a	7,99 ab	6,94 b	46,49	0,0472
EUN	0,33 a	0,26 b	0,25 b	15,04	0,0000

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). Períodos de lactação 1 ($50 \pm 12,80$ dias); 2 ($111,5 \pm 11,75$ dias); 3 ($183 \pm 17,25$ dias).

Quando se tem elevado suprimento de proteína na dieta, ocorre aumento dos níveis de nitrogênio ureico no leite (NUL), indicando baixa utilização da proteína bruta da dieta e baixa utilização do nitrogênio (DOSKA *et al.*, 2012; FERRARETTO *et al.*, 2014). Com relação aos níveis ideais de nitrogênio ureico, Poncheki *et al.*, (2015), em condições brasileiras, sugeriu valores entre $10\text{-}14 \text{ mg dL}^{-1}$. Embora alguns fatores ambientais possam afetar este parâmetro,

valores abaixo de 10 mg dL⁻¹ são indicativo de carência de proteína bruta (PB) na dieta, e por outro lado, valores acima de 14 mg/dL seriam indicativo de excesso de PB na dieta. Dessa forma, a restrição alimentar e/ou de ingestão de energia e proteína provocam diferentes respostas e/ou diferentes reações, que dependem do déficit de nutrientes, magnitude e duração da restrição (GABBI *et al.*, 2016)

A maior concentração de NUL pode estar associada à menor utilização de proteína bruta dietética, levando a uma menor eficiência de utilização do nitrogênio dietético (CAO *et al.*, 2010). Entretanto, apesar do maior valor de NUL, no primeiro período de lactação, a eficiência de utilização do nitrogênio dietético também foi maior neste período em relação aos períodos subsequentes.

A Tabela 14 mostra as interações dos níveis de oferta com os períodos de lactação, sobre as variáveis: nitrogênio urinário (g dia⁻¹), balanço de nitrogênio (g dia⁻¹), nitrogênio fecal (% N-Ingerido) e balanço de nitrogênio (% N-Ingerido).

Não houve efeito dos níveis de oferta no primeiro e segundo períodos de lactação, mas a restrição alimentar influenciou o nitrogênio urinário (g dia⁻¹) no terceiro período de lactação, apresentando comportamento quadrático com ponto de mínima excreção de nitrogênio em 2,75% do peso corporal.

Entre os períodos de lactação, no nível de oferta de 2,5% do peso corporal, o terceiro período de lactação mostrou menor valor de nitrogênio urinário (g dia⁻¹), e no nível de oferta de 2% do peso corporal, o terceiro período de lactação apresentou maior valor em relação ao segundo período de lactação.

TABELA 14. Nitrogênio Urinário e Balanço de Nitrogênio em gramas dia⁻¹, Nitrogênio Fecal e Balanço de Nitrogênio (%N-ingerido) e respectivos coeficientes de variação (CV), e valores reais de P (Pr>Fc) em função das interações entre os níveis de oferta e os períodos de lactação

Períodos de lactação	Níveis de oferta da dieta (%PC)					CV (%)	ER	Pr>Fc
	À vontade*	2,75	2,50	2,25	2,00			
Nitrogênio Urinário (g dia ⁻¹)								
1	73,07	78,81	88,20 a	66,76	72,87 ab		Ŷ=75,94	0,9431
2	73,21	42,82	78,15 a	57,33	50,11 b	55,78	Ŷ=60,32	0,6268
3	85,03	43,53	11,72 b	46,23	132,14 a		1	0,0005
Balanço de Nitrogênio (g dia ⁻¹)								
1	21,18	-13,10	-22,09 b	-31,51	-41,02 ab		Ŷ= -17,31	0,1876
2	11,52	5,64	-8,77 ab	-10,93	9,90 a	-531,18	Ŷ=1,47	0,8659
3	-7,76	23,48	49,88 a	2,22	-95,05 b		2	0,0000
Nitrogênio Fecal (%N-ingerido)								
1	40,27 b	37,15 b	35,50	41,72	40,53 b		Ŷ=39,03	0,4170
2	48,12 ab	51,86 a	40,76	44,54	38,23 b	12,10	3	0,0040
3	50,86 a	41,22 b	41,55	43,32	49,36 a		4	0,0266
Balanço de Nitrogênio (%N-ingerido)								
1	7,01	-4,92	-11,69 b	-18,27	-27,58 a		Ŷ= -11,09	0,1685
2	4,33	2,19	-4,27 ab	-6,21	5,45 a	-369,54	Ŷ=0,30	0,8966
3	-2,91	11,12	27,65 a	1,56	-65,46 b		5	0,0000

*Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso corporal igual a 3,39%. Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Períodos de lactação 1 (50 ±12,80 dias); 2 (111,5±11,75 dias); 3 (183 ±17,25 dias). ¹Ŷ = 1374,750087 - 985,576547x + 178,920356x² (R² = 83,08); ²Ŷ = -1526,897681 + 1118,674084x - 198,225935x² (R² = 87,40); ³Ŷ = -38,617781 + 56,614164x - 9,112572x² (R² = 62,88); ⁴Ŷ = 173,991367 - 100,149729x + 18,834021x² (R² = 99,18); ⁵Ŷ = -984,766093 + 693,861269x - 122,15422x² (R² = 84,92).

O balanço de nitrogênio (g dia⁻¹) do terceiro período de lactação apresentou comportamento quadrático com ponto de máxima em 2,82% do peso corporal, resultado que provavelmente foi influenciado pelo nitrogênio urinário (g dia⁻¹) que também apresentou comportamento quadrático. No nível de oferta de 2,5% do peso corporal, o terceiro período de lactação obteve maior balanço

de nitrogênio (g dia^{-1}) do que o primeiro período de lactação, e no nível de oferta de 2% do peso corporal, o maior balanço de nitrogênio foi encontrado no segundo período de lactação em relação ao terceiro período.

A avaliação do balanço de nitrogênio no animal e da concentração de ureia no plasma e na urina permite a obtenção de informações a respeito da nutrição proteica dos ruminantes, o que pode ser importante para evitar prejuízos produtivos, reprodutivos e ambientais, decorrentes do fornecimento de quantidades excessivas de proteína ou da inadequada sincronia energia-proteína no rúmen (PESSOA E LEÃO, 2009).

Os níveis de oferta da dieta não influenciaram a excreção fecal de nitrogênio (% N-Ingerido) no primeiro período de lactação, já no segundo e terceiro períodos de lactação, houve efeito quadrático com ponto de máxima em 3,10% do peso corporal no segundo período e ponto de mínima em 2,66% do peso corporal no terceiro período de lactação.

O nitrogênio fecal (% N-Ingerido) foi maior no terceiro período de lactação em relação ao primeiro período, quando a dieta foi fornecida à vontade. Com o nível de oferta de 2,75% do peso corporal a maior excreção de nitrogênio fecal (% N-Ingerido) foi encontrada no segundo período de lactação e com o fornecimento de 2,00% do peso corporal a maior excreção de nitrogênio fecal (%N-Ingerido) foi verificada no terceiro período de lactação.

No terceiro período de lactação, os níveis de oferta da dieta influenciaram o balanço de nitrogênio (%N-Ingerido), sendo a regressão quadrática com o ponto de máximo em 2,84% do peso corporal. No nível de oferta de 2,5% do peso corporal, o maior balanço de nitrogênio (%N-Ingerido) foi encontrado no terceiro período de lactação em relação ao primeiro período. Já com o nível de oferta de 2% do peso corporal os maiores valores foram encontrados no primeiro e segundo períodos de lactação.

A Tabela 15 apresenta os custos totais das dietas. A restrição alimentar com os níveis de oferta variando de 2,75 a 2% do peso corporal diminui o custo com alimentação de 25,61 a 45,9% e a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura reduziu entre 15,03 a 26,38%. O primeiro nível da restrição (2,75% do peso corporal) diminuiu a produção de leite em 1,96 kg de leite dia⁻¹ e o consumo de matéria seca em 3,86 kg dia⁻¹.

Dessa forma a utilização da restrição alimentar pode ser uma alternativa para diminuir os custos de produção, uma vez que a redução na produção de leite não é proporcional a redução no consumo. Entre os períodos de lactação não foram observadas diferenças nos custos com alimentação.

TABELA 15. Custo com alimentação (R\$) em função dos níveis de oferta e períodos de lactação

Níveis de Oferta da dieta (%PC)	Períodos de Lactação			Média (R\$)	Diminuição do custo com a restrição alimentar (%)
	1	2	3		
À vontade	11,79	11,65	12,14	11,86	0,00
2,75	8,90	8,79	8,78	8,82	25,61
2,50	8,34	8,49	7,71	8,18	31,02
2,25	7,09	6,88	6,94	6,97	41,23
2,00	6,26	6,50	6,48	6,42	45,90

4 CONCLUSÕES

A restrição alimentar reduziu o consumo de matéria seca e dos nutrientes e conseqüentemente também reduziu a produção de leite. Entretanto, proporcionou melhoria na digestibilidade e eficiência alimentar, podendo ser alternativa para diminuição de custo com alimentação de vacas F1 Holandês/Zebu.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo auxílio financeiro (PPM – CVZ 00558-16); à CAPES e CNPq pela concessão de bolsas de estudo; ao Finep e MCTI pelo apoio financeiro ao projeto nº 1334/13; ao INCT-Ciência Animal e a EPAMIG - Campo Experimental de Felixlândia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERCHIELLI, T. T.; VEGA GARCÍA, A.; OLIVEIRA, S. G., Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudos de nutrição. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V. OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**, edição 2, 616p. Jaboticabal: Funep, 2011.

BORGES, A.M.; MARTINS, T.M.; NUNES, P.P.; RUAS, J.R.M. Reprodução de vacas mestiças: potencialidade e desafios. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.39, p.155-163, 2015.

BOUTINAUD, M.; BEN CHEDLY, M. H.; DELAMAIRE, E.; GUINARD-FLAMENT, J. Milking and Feed Restriction Regulate Transcripts of Mammary Epithelial Cells Purified from Milk. **Journal of Dairy Science**, v.91, p. 988-998, 2008.

BRODERICK, G.A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1370-1381, 2003.

BURKE, C.R.; WILLIAMS, J. Y.; HOFMANN, L.; KAY, J. K.; PHYN, C. V. C.; MEIER, S. Effects of an acute feed restriction at the on set of the seasonal breeding period on reproductive performance and milk production in pasture – grazed dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.93, p.1116-1125, 2010.

CÂNDIDO, E. P.; GONZAGA NETO, S.; BEZERRA, L.R.; SARAIVA, E.P.; PIMENTA FILHO, E.C.; ARAUJO, G.G.L. Ingestive behavior of Guzerat and Sindhi heifers under the effects of feed restriction. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 3, p. 297-303, 2012.

CAO, Z.; HUANG, W.; WANG, T.; WANG, Y.; WEN, W.; MA, M.; LI, S. Effects of Parity, Days in Milk, Milk Production and Milk Components on Milk Urea Nitrogen in Chinese Holstein. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.9, 688-695, 2010.

CARDOSO, A.R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.B.; PIRES, C.C.; GASPERIN, B.G.; GARCIA, R.P.A. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 604-609, 2006.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRÂNCIO, R.H.; RODRIGUES, C.A. F. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.35, n.2, p.562-568, 2006.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CHIZZOTTI, F.H.M.; MARCONDES, M.I.; FONSECA, M.A. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia 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.

CLARK, J.H.; OLSON, K.C.; SCHIMTD, T.B. Effects of dry matter intake restriction on diet digestion, energy partitioning, phosphorus retention, and ruminal fermentation by beef steers. **Journal of Animal Science**. 85:3383-3390, 2006.

COELHO, S.G.; CAMPOS, B.G.; LIMA, J.A.M.; CARVALHO, A.Ú. Mecanismos de ação do BStr e uso em vacas mestiças. **Revista V&Z Minas**, v.116, p.6-15, 2013.

CRUZ, G.R.B.; RIBEIRO, M.N.; PIMENTA FILHO, E.C. Estimativas de parâmetros de curvas de lactação de bovinos. **Archivos de Zootecnia**, v.58, p.695-704, 2009.

DESSAUGE, F.; LOLLIVIER, V.; PONCHON, B.; BRUCKMAIER, K.; FINOT, L.; WIART, S.; CUTULLIC, E.; DISENHAUS, C.; BARBEY, C.; BOUTINAUD, M. Effects of nutrient restriction on mammary cell turnover and mammary gland remodeling in lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 94, p. 4623-4635, 2011.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. (Eds.) **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p., 2012.

DOSKA, M.C.; SILVA, D.F.F.; HORST, J.A.; VALLOTO, A.A.; ROSSI, J.R. P.; ALMEIDA, K. Sources of variation in milk urea nitrogen in Paraná dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p. 692-697, 2012.

FERRARETTO, L.F.; GENCOGLU, H.; HACKBART, K.S.; NASCIMENTO, A.B.; DALLA COSTA, F.; BENDER R. W.; GUENTHER, J.N.; SHAVER, R. D.; WILTBANK, M.C. Effect of feed restriction on reproductive and metabolic hormones in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 97, p. 754-763, 2014.

FERREIRA, A. L. **Exigências nutricionais de energia de bovinos machos F1 Holandês x Gir determinadas pelas metodologias de abates comparativos e respirometria calorimétrica**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2014.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia** [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], p. 109-112. Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>. Acesso em 20 de agosto de 2017.

FRUSCALSO, V.; STUMPF M.T.; MCMANUS, C.M.; FISCHER, V. Feeding restriction impairs milk yield and physicochemical properties rendering it less suitable for sale. **Scientia Agricola**, v.70, p. 237-241, 2013.

GABBI, A.M.; CMANUS, C.M.; ZANELA, M.B.; STUMPF, M.T.; BARBOSA, R.S.; FRUSCALSO, V.; THALER NETO, A.; SCHMIDT, F.A.; FISHER, V. Milk traits of lactating cows submitted to feed restriction. **Tropical Animal Health Production**, v.48, p. 37-43, 2016.

GABEL, M.; PIEPER, B.; FRIEDEL, K.; RADKE, M.; HAGEMANN, A.; VOIGT, J.; KUHLA, S. Influence of Nutrition Level on Digestibility in High Yielding Cows and Effects on Energy evaluation Systems. **Journal Dairy Science**, v.86, p.3992–3998, 2003.

GALYEAN, M. L. Review: Restricted and programmed feeding of beef cattle definitions, application, and research results. **Professional Animal Scientist**, v. 15, p.1-6, 1999.

GLÓRIA, J.R.; BERGMANN, J.A.G.; QUIRINO, C.R.; RUAS, J.R.M.; MATOS, C.R.A.; PEREIRA, J.C.C. Curvas de lactação de quatro grupos genéticos de mestiças Holandês-Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2160-2165, 2010.

GUINARD-FLAMENT, J.; DELAMAIRE, E.; LAMBERTON, P.; PEYRAUD, J.L. Adaptations of Mammary Uptake and Nutrient Use to Once-Daily Milking and Feed Restriction in Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p.5062-5072. 2007.

GUINARD-FLAMENT, J.; DELAMAIRE, E.; LEMOSQUET, S.; BOUTINAUD, M.; DAVID, Y. Changes in mammary uptake and metabolic fate of glucose with once-daily milking and feed restriction in dairy cows. **Reproduction Nutritional Development**, v.46, p.589-98, 2006.

KOPPEN, W. **Climatologia: com um estúdio de los climas de la tierra**. México: Fondo de cultura Econômica, 1948. 479p

LARA, A. C.; GONÇALVES, L. C.; RAMIREZ, M. A.; CARVALHO, W. T. V. Alimentação da vaca mestiça. In: GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.

FERREIRA, P. D. S. Ed(s). **Alimentação de Gado de Leite**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. 100-127 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 6.ed. Washington, D.C. 2001. 381 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**.7.ed. Washington, D.C.: National Academic Press, 242p. 2000.

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; RENNÓ, L.N.; QUEIROZ, A.C.; CHIZZOTTI, M.L. Produção de Proteína Microbiana e Estimativas das Excreções de Derivados de Purinas e de Uréia em Vacas Lactantes Alimentadas com Rações Isoproteicas Contendo Diferentes Níveis de Compostos Nitrogenados Não-Protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n. 5, p. 1621-1629, 2001.

PEREIRA, M.A.; MENEZES, M.L.; OLIVEIRA, V.S.; LIMA, M.S.; CARVALHO, C.T.G.; SANTOS, A.D.F. Curvas de lactação de fêmeas mestiças taurino x zebu. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.73, n.2, p.118-126, 2016.

PESSOA, R.A.S.; LEÃO, M.A. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.941-947, 2009.

PONCHEKI, J.K.; CARNEIRO, J. H.; ALMEIDA, R. Manejo Nutricional da vaca leiteira para otimizar a composição do leite. In: SIMPÓSIO NACIONAL DA VACA LEITEIRA, 2., 2015, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 121-159, 2015.

RENNÓ, F. P.; PEREIRA, J. C.; LEITE, C. A. M.; RODRIGUES, M. T.; CAMPOS, O. F.; DA FONSECA, D. M.; RENNÓ, L. N. Eficiência bioeconômica de estratégias de alimentação em sistemas de produção de leite. 1. Produção por animal e por área. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, 2008.

SANTOS, S.A.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D.; RUAS, J.R.M.; LAURA FRANCO PRADOS, L.F.; VEGA, D.S.M. Voluntary intake and milk production in F1 Holstein×zebu cows in confinement. **Tropical Animal Health and Production**, v. 44, 1303–1310, 2012.

SILVA, R.R.; PRADO, I.N.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F.; SANTANA JÚNIOR, H.A.; SOUZA, D.R. DE; DIAS, D.L.S.; PEREIRA, M.M.;

MARQUES, J.A. E PAIXÃO, M.L. Novilhos nelore suplementados em pastagens: Consumo, desempenho e digestibilidade. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 549-560, 2010.

SILVA JFC. Mecanismos reguladores de consumo. In: Berchielli, T.T.; Pires, A.V.; Oliveira, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, Cap. 3, p. 61-82, 2011.

SKLAN, D.R.; SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A.; DEVORIN, A.; TABORI, K. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 9, p. 2463-2472, 1992.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. carbohydrate and protein availability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992

SOUZA, M. C. **Meta-análise do consumo de matéria seca de vacas leiteiras em condições tropicais**. 2013.55f. Dissertação (Mestrado Zootecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, 2013.

TYRREL, H.F.; MOE, P.W. Effect of intake on digestive efficiency. **Journal Dairy Science**, v. 58, p. 602 – 612, 1974.

VALADARES FILHO, S.C.; BRODERICK, G.A.; VALADARES, R.F.; CLAYTON, M.K. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 1, p. 106-114, 2000.

WHEELOCK, J.B.; RHOADS, R.P.; VANBAALE, M.J.; SANDERS, S.R.; BAUMGARD, L.H. Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 93, p. 644-655, 2010.

**CAPÍTULO II – COMPORTAMENTO INGESTIVO DE VACAS F1
HOLANDÊS/ZEBU EM LACTAÇÃO SUBMETIDAS À RESTRIÇÃO
ALIMENTAR**

RESUMO

SANTANA, Pedro Felipe. **Comportamento ingestivo de vacas F1 Holandês/Zebu em lactação submetidas à restrição alimentar**. 2017. p.39 – 65. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

Objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo de vacas F1 Holandês/Zebu, em diferentes períodos de lactação, submetidas à restrição alimentar. Foram utilizadas 60 vacas e o delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 3, com 5 níveis de oferta da dieta e 3 períodos de lactação. Os níveis de oferta da dieta foram definidos em porcentagem do peso corporal, sendo: dieta fornecida à vontade, permitindo 5% de sobras em relação à quantidade de matéria seca fornecida; dietas fornecidas em, 2,75%; 2,5%; 2,25%; 2% do peso corporal em matéria seca. Os valores médios dos dias de lactação em cada período experimental avaliado e respectivos desvios padrão foram: 1º período, 50,0 ± 12,80 dias; 2º período, 111,5 ± 11,75 dias; 3º período, 183,0 ± 17,5 dias. Os tempos despendidos com alimentação e ruminação diminuíram e com ócio aumentaram com a redução dos níveis de oferta da dieta. Quanto aos períodos de lactação, os tempos de alimentação e ruminação, no período inicial, foram maiores em relação aos demais períodos. Nos tempos em ócio o menor tempo foi encontrado no primeiro período de lactação. A eficiência de alimentação da matéria seca e da fibra em detergente neutro (g hora⁻¹) foi influenciada pela restrição alimentar, apresentando efeito linear crescente com a redução no fornecimento da dieta, com aumento de 831,91 e 441,38 gramas por hora, respectivamente. Já a eficiência de ruminação da matéria seca e da fibra em detergente neutro apresentou efeito linear decrescente com redução de 382,54 e 167,64 gramas por hora, respectivamente. Em relação aos períodos de lactação a eficiência de alimentação da matéria seca e fibra em detergente neutro e a eficiência de ruminação da matéria seca foram maiores no segundo e terceiro períodos. O fornecimento da dieta à vontade e a fase inicial de lactação (50±12,80 dias) proporcionam maior tempo de alimentação e ruminação. Em contrapartida, a restrição da oferta de alimentos implica em melhores eficiências de alimentação da matéria seca e da fibra em detergente neutro.

Palavras-chave: atividades comportamentais, consumo, digestibilidade, período de lactação.

¹**Comitê Orientador:** Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (orientador); Prof. José Reinaldo Mendes Ruas – DCA/UNIMONTES (coorientador).

ABSTRACT

SANTANA, Pedro Felipe. **Feeding behavior of F1 Holstein x Zebu cows in lactation submitted to food restriction.** 2017. p.39 - 65. Dissertation (Master in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

The objective of this study was to evaluate the ingestive behavior of F1 Holstein x Zebu cows in different lactation periods, submitted to feed restriction. Sixty cows were used and the experimental design was completely randomized in a 5 x 3 factorial scheme, with 5 diet supply levels and 3 lactation periods. The diet supply levels were defined as a percentage of body weight, being: diet supplied at will, allowing 5% of leftovers in relation to the amount of dry matter supplied; diets provided in, 2.75%; 2.5%; 2.25%; 2% of body weight in dry matter. The mean values of lactation days in each experimental period evaluated and respective standard deviations were: 1st period, 50.0 ± 12.80 days; 2nd period, 111.5 ± 11.75 days; 3rd period, 183.0 ± 17.5 days. The times spent with food and rumination decreased and with leisure increased with the reduction of diet supply levels. Regarding the lactation periods, feeding and rumination times in the initial period were higher in relation to the other periods. In leisure times the shortest time was found in the first lactation period. The feed efficiency of dry matter and neutral detergent fiber (g hour⁻¹) were influenced by dietary restriction, with increasing linear effect with reduction in dietary supply, with an increase of 831.91 and 441.38 grams per hour, respectively. The rumination efficiency of dry matter and neutral detergent fiber showed a linear decreasing effect with a reduction of 382.54 and 167.64 grams per hour, respectively. In relation to the lactation periods, the feed efficiency of dry matter and neutral detergent fiber and dry matter rumination efficiency were higher in the second and third periods. The supply of the diet at will and the initial phase of lactation (50 ± 12.80 days) provided longer feeding and rumination time. On the other hand, the restriction of food supply implies better feed efficiencies of dry matter and neutral detergent fiber.

Keywords: behavioral activities, digestibility, intake, lactation period.

¹**Guidance Committee:** Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (Adviser); Prof. José Reinaldo Mendes Ruas – DCA/UNIMONTES (co-adviser).

1 INTRODUÇÃO

A alimentação é o fator que mais onera o custo final de produção (CÂNDIDO *et al.*, 2012), sendo determinante da lucratividade dos sistemas intensivos de produção animal. Dessa forma, torna-se importante a busca por desenvolver ou aperfeiçoar o manejo nutricional com possibilidade de reduzir os custos de produção sem interferir na produtividade e na qualidade do leite.

Assim, a utilização da restrição alimentar moderada pode possibilitar algumas vantagens, como redução nos custos com alimentação e melhoria na eficiência alimentar dos animais (PEREIRA FILHO *et al.*, 2005), principalmente entre as raças zebuínas, conhecidas como rústicas e bem adaptadas às condições brasileiras. O principal efeito da restrição alimentar em bovinos que estejam consumindo dietas de alta digestibilidade é a redução da taxa de passagem da digesta pelo trato gastrointestinal (DRAGER *et al.*, 2005), proporcionando assim, uma utilização mais eficiente na absorção dos nutrientes, devido o aumento do tempo disponível para o ataque microbiano e fermentação nos pré-estômagos e no intestino grosso.

Sabe-se que o período de lactação influencia a produção e a composição do leite, o consumo de alimentos e pode provocar mudanças no peso vivo do animal. Vacas zebuínas ou mestiças apresentam curvas de lactação iniciando no pico de produção, ou sem a fase de inclinação do parto ao pico. Glória *et al.* (2010), em estudo com vacas mestiças observaram uma média de 23,3 dias de tempo entre o início da lactação e o pico. Maiores tempos do início da lactação ao pico são desejáveis, pois possibilitam maior tempo para desafiar nutricionalmente o animal, de modo que ele possa expressar seu potencial genético (GLÓRIA *et al.*, 2010).

Havendo saldo negativo entre o consumo e os requerimentos de nutrientes, a vaca utiliza de suas reservas corporais, especialmente gordura, para suprir aquelas necessidades (FERREIRA *et al.*, 2010). Portanto, busca-se um

nível ideal de consumo, onde se possa ter um menor nível de fornecimento de alimento em porcentagem do peso vivo, mas que não comprometa a produção e reprodução dos animais e que seja economicamente mais viável.

O gado leiteiro pode modificar o comportamento ingestivo de acordo com o tipo, a quantidade e acessibilidade ao alimento e às práticas de manejo (OLIVEIRA *et al.*, 2011; OLIVO *et al.*, 2008). O comportamento ingestivo tem sido estudado e analisado por meio de atividades ingestivas com a finalidade de se verificar as causas para diferentes frequências de alimentação, ruminação, ócio e outras atividades, relacionadas, às vezes, com o tipo de dieta e que afeta negativa ou positivamente o consumo voluntário dos animais e, conseqüentemente, suas características produtivas (ALMEIDA FILHO *et al.*, 2016).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo de vacas F1 Holandês/Zebu, em diferentes períodos de lactação, submetidas à restrição alimentar.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação e Bem-estar Animal - CEEBEA da Universidade Estadual de Montes Claros, sob registro 128/2016.

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da EPAMIG, no município de Felixlândia - Minas Gerais, situado a uma latitude 18° 43' 52" S, longitude 44° 52' 33" W e com altitude de 628 metros. O clima na região é classificado, segundo Köppen, como tropical de savana, com duas estações distintas, o inverno seco e o verão chuvoso.

Foram utilizadas 60 vacas F1 Holandês/Zebu em lactação com peso médio de $482,20 \pm 43,54$ kg. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 3, com 5 níveis de oferta da dieta e 3 períodos de lactação. Os níveis de oferta da dieta (em kg de matéria seca) foram definidos em porcentagem do peso corporal, sendo: dieta fornecida à vontade, permitindo 5% de sobras em relação à quantidade de matéria seca fornecida; dietas fornecidas em, 2,75%; 2,5%; 2,25% e 2% do peso corporal. Os valores médios dos dias de lactação em cada período experimental avaliado e respectivos desvios padrão foram: 1^o período, ($50,0 \pm 12,80$ dias), 2^o período, ($111,5 \pm 11,75$ dias) e 3^o período, ($183,0 \pm 17,5$ dias). Foram utilizadas 20 vacas por período experimental, sendo 4 vacas por tratamento (níveis de oferta da dieta).

O experimento teve duração de 77 dias. Antes do primeiro período experimental todas as vacas receberam a dieta experimental fornecida à vontade por 14 dias. Os três períodos foram de 21 dias cada, sendo que os 16 primeiros dias de cada período foram para adaptação dos animais à dieta e condições de alimentação, e os 5 últimos dias para coleta de dados e amostras.

As dietas foram ofertadas conforme o peso corporal de cada vaca de acordo com cada tratamento, mantendo relação volumoso:concentrado 75:25 na matéria seca total da dieta. A dieta foi fornecida às vacas duas vezes ao dia, às 08:00 h e às 15:00 h, em sistema de dieta completa. A base volumosa das dietas foi à silagem de milho, que foi pesada diariamente e misturada ao concentrado. As sobras também foram pesadas diariamente, mantendo a relação volumoso:concentrado com base na matéria seca da dieta, o consumo foi calculado através da quantidade fornecida subtraída das sobras.

As vacas foram mantidas em baias individuais de aproximadamente 26 m², dotadas de cochos e bebedouros. A ordenha foi realizada com ordenhadeira mecânica duas vezes ao dia, às 7:00 e às 14:00 horas, com a presença do bezerro para o estímulo a descida do leite, e imediatamente após a ordenha os mesmos permaneceram com as mães para mamada do leite residual.

Durante os cinco últimos dias de cada período, foram registradas as produções de leite por vaca. Mais três registros da produção de leite foram realizados após o período uma vez por semana para acompanhamento. As produções de leite corrigidas para 3,5% de gordura foram calculadas utilizando-se a equação proposta por Sklan *et al.* (1992).

Nos últimos cinco dias de cada período, amostras dos alimentos fornecidos e das sobras foram recolhidas diariamente pela manhã e armazenadas em *freezer*. No final do experimento, foi feita uma amostra composta por animal e por período, sendo pré-seca em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas. Posteriormente, todas as amostras foram moídas em moinho de facas com peneira com crivos de 1 mm de diâmetro, para análises laboratoriais e uma parte da amostra foi moída em peneira com crivos de 2 mm de diâmetro, para incubação ruminal.

A composição química e bromatológica dos alimentos fornecidos e das sobras foram determinadas no Laboratório de Análises de Alimentos do

Departamento de Ciências Agrárias da UNIMONTES, *Campus* - Janaúba. As análises de matéria seca (INCT-CA G-003/1), proteína bruta (INCT-CA N-001/1), lignina (INCT-CA F-005/1), extrato etéreo (INCT-CA G-004/1), matéria mineral (INCT-CA M-001/1), carboidratos não fibrosos (CNF = 100 - MM - EE - FNDcp - PB), fibra em detergente neutro (INCT-CA F-001/1) e a fibra em detergente ácido (INCT-CA F-003/1), com as devidas correções para cinzas e proteínas, compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro (INCT-CA N-004/1) e compostos nitrogenados insolúveis em detergente ácido (INCT-CA N-005/1) foram realizadas conforme procedimentos descritos em Detmann *et al.* (2012). O NDT dos alimentos foi estimado de acordo com o NRC (2001).

A composição química média dos ingredientes e da dieta nos três períodos experimentais encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 – Composição química dos ingredientes e da dieta na base da matéria seca

Composição Química (% da MS)			
Itens	Silagem de Milho	Concentrado	Dieta
Matéria Seca	50,27	92,59	60,85
Matéria Orgânica	96,2	92,23	95,21
Proteína Bruta	6,84	21,83	10,58
¹ NIDN	0,6	1,22	0,75
² NIDA	0,08	0,08	0,08
Extrato Etéreo	2,78	2,83	2,79
³ CNF	30,29	37,17	32,01
⁴ FDNcp	56,3	30,41	49,83
⁵ FDA	30,05	7,22	24,34
Lignina	9,96	3,18	8,26
⁶ NDT	56,2	73,42	60,5

¹NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; ²NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido; ³CNF = Carboidratos não fibrosos; ⁴FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína; ⁵FDA = Fibra em detergente ácido; ⁶NDT = Nutrientes digestíveis totais, estimados pelas equações do NRC (2001).

As vacas foram submetidas à observação visual para avaliação do comportamento ingestivo em dois dias consecutivos de cada período experimental, após adaptação ao nível de oferta da dieta. Durante a observação noturna das vacas, o ambiente foi mantido com iluminação artificial, estabelecida três dias antes da avaliação do comportamento ingestivo para que os animais se adaptassem a essa condição. No primeiro dia foi feita a observação visual de cada animal a cada 5 minutos, durante 24 horas, para determinação dos tempos despendidos com alimentação (TA), ruminação (TR) e ócio (TO), números de períodos de alimentação (NPA), ruminação (NPR) e ócio (NPO) e da duração dos períodos de alimentação (DPA), ruminação (DPR) e ócio (DPO) de acordo com metodologia descrita por Mezzalana *et al.* (2011).

No dia subsequente, foram realizadas as contagens do número de mastigações meréricas/bolo ruminal e a determinação do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, para cada animal, com a utilização de um cronômetro digital. Os valores do tempo despendido e do número de mastigações meréricas por bolo ruminal foram obtidos a partir das observações feitas durante a ruminação de três bolos ruminiais, em três períodos diferentes do dia (10 às 12 h; 13 às 15 h e 18 às 20 h) de acordo com metodologia descrita por Burger *et al.* (2000). O tempo de consumo de matéria seca (TCMS) foi calculado a partir da divisão do TA pelo CMS, e o tempo de consumo de fibra em detergente neutro (TCFDN) foi calculado a partir da divisão do TA pelo CFDN, dados em minutos kg^{-1} . A ruminação da matéria seca (RMS) foi calculada pela divisão do TR pelo CMS; a ruminação da fibra em detergente neutro (RFDN) pela divisão do TR pelo CFDN; a mastigação da matéria seca (MMS) pela divisão do tempo de mastigação total (TMT) pelo CMS, e a mastigação da fibra em detergente neutro (MFDN) pela divisão do TMT pelo CFDN, em minutos kg^{-1} .

A eficiência de alimentação (EA), a eficiência de ruminação (ER), o número de bolos ruminais por dia (NBR), o tempo de mastigação total (TMT) e o número de mastigações merísticas por dia (NM dia⁻¹) foram obtidos segundo técnica descrita por Burger *et al.* (2000). Os resultados referentes aos fatores do comportamento ingestivo foram obtidos pelas relações: EAMS= CMS (g)/TA (h); EAFDN= CFDN (g)/TA (h); ERMS= CMS (g)/TR (h); ERFDN= CFDN (g)/TR (h); TMT = TA (h dia⁻¹) + TR (h dia⁻¹); NBR = TR (h dia⁻¹)/TM(h bolo⁻¹); NM/dia = NBR x NM/bolo;

Em que: EAMS; EAFDN = eficiência de alimentação (g MS/h); (g FDN/h);

CMS = consumo de matéria seca; TA = tempo de alimentação; ERMS; ERFDN = eficiência de ruminação (g MS/h; g FDN/h); TR = tempo de ruminação; TMT = tempo de mastigação total (h/dia); NBR = número de bolos ruminados (nº/dia); TM = tempo de mastigações merísticas por bolo ruminal; NM/dia = número de mastigações merísticas por dia (nº/dia);

NM/bolo = número de mastigações merísticas por bolo (nº/bolo).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo o peso inicial dos animais estabelecido como co-variável, e quando o teste “F” foi significativo, os níveis de oferta da dieta foram submetidos ao estudo de regressão (P<0,05), e os períodos de lactação comparados pelo teste Tukey (P<0,05), por meio do programa SISVAR (Ferreira, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de oferta da dieta influenciaram consumo e ruminação da matéria seca e fibra em detergente neutro, mas não alteraram a mastigação da matéria seca e da fibra em detergente neutro (Tabela 2).

TABELA 2. Consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), ruminação da matéria seca (RMS), ruminação da fibra em detergente neutro (RFDN), mastigação da matéria seca (MMS) e mastigação da fibra em detergente neutro (MFDN) em minuto kg⁻¹, e respectivos coeficientes de variação (CV), equações de regressão (ER) e valores reais de P (Pr>Fc) em função dos níveis de oferta da dieta

Itens	Níveis de oferta da dieta (%PC)					CV (%)	ER	Pr>Fc
	À vontade*	2,75	2,50	2,25	2,00			
MS	16,80	12,94	11,63	10,16	8,75	5,46	1	0,0000
FDN	8,10	6,45	5,80	5,06	4,36	5,85	2	0,0000
MS	24,93	20,9	19,83	17,73	16,9	27,53	3	0,0080
FDN	51,71	41,7	39,78	35,52	33,92	27,47	4	0,0028
MS	28,84	34,43	34,76	33,38	38,58	14,58	5	0,0001
FDN	59,78	69	69,93	76,83	77,25	14,47	6	0,0007
MS	53,77	55,33	54,59	56,11	55,47	15,02	$\hat{Y} = 55,38$	0,9658
FDN	111,48	110,71	109,71	112,35	111,16	14,97	$\hat{Y} = 110,98$	0,9967

*Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso corporal igual a 3,39%. ¹ $\hat{Y} = -2,839354 + 5,778001x$ ($R^2 = 99,96$); ² $\hat{Y} = -0,97315 + 2,6878x$ ($R^2 = 99,91$); ³ $\hat{Y} = 4,827252 + 5,907130x$ ($R^2 = 99,23$); ⁴ $\hat{Y} = 6,955849 + 13,022039x$ ($R^2 = 98,49$); ⁵ $\hat{Y} = 53,722767 - 7,263163x$ ($R^2 = 95,89$); ⁶ $\hat{Y} = 104,347131 - 13,106981x$ ($R^2 = 96,11$).

Os consumos de matéria seca e fibra em detergente neutro em kg dia⁻¹ e em min kg⁻¹ apresentaram efeito linear decrescente, dessa forma, redução de 5,78 kg dia⁻¹ no consumo de matéria seca, 2,69 kg dia⁻¹ no consumo de fibra em detergente neutro, 5,91 min kg⁻¹ no consumo de matéria seca e 13,02 min kg⁻¹ no consumo de fibra em detergente neutro por unidade percentual de redução da dieta fornecida. Resultados justificados em função da restrição alimentar

diminuir o consumo de matéria seca e conseqüentemente dos nutrientes ingeridos pelos animais.

Já na ruminação da matéria seca e fibra em detergente neutro em min kg^{-1} houve efeito linear crescente em função da diminuição dos níveis de oferta da dieta. Houve um aumento de $7,26 \text{ min kg}^{-1}$ na ruminação da matéria seca e de $13,11 \text{ min kg}^{-1}$ na ruminação de fibra em detergente neutro. Contudo, os níveis de oferta da dieta não influenciaram mastigação da matéria seca e da fibra em detergente neutro expressos em min kg^{-1} .

Pimentel *et al.* (2016) estudando diferentes níveis de inclusão da casca de banana em dietas de vacas mestiças, não observaram influência da dieta no consumo (34,31), ruminação (53,30), e mastigação (87,44) da fibra em detergente neutro expressos em min kg^{-1} , diferente do resultado encontrado neste trabalho, em que apenas a mastigação da fibra em detergente neutro não teve efeito dos níveis de consumo.

O consumo de matéria seca kg dia^{-1} ($P = 0,0013$) no terceiro período de lactação foi maior do que o segundo período de lactação. Houve maior consumo de fibra em detergente neutro kg dia^{-1} ($P = 0,0092$) no primeiro período de lactação (Tabela 3).

No consumo de matéria seca em min kg^{-1} , o maior tempo foi encontrado no primeiro período de lactação e no consumo de fibra em detergente neutro em min kg^{-1} , o primeiro período de lactação obteve maior tempo em relação ao segundo período de lactação. Já para a ruminação e mastigação da matéria seca e da fibra em detergente neutro os maiores tempos foram encontrados no primeiro período de lactação.

TABELA 3. Tempos de consumo de matéria seca (CMS), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), ruminação da matéria seca (RMS), ruminação da fibra em detergente neutro (RFDN), mastigação da matéria seca (MMS) e mastigação da fibra em detergente neutro (MFDN) em minuto kg^{-1} e respectivos

coeficientes de variação (CV), e valores reais de P ($Pr>F_c$) em função dos três períodos de lactação

Itens	Períodos de lactação (dias)			CV (%)	Pr>F _c
	1	2	3		
	Consumo (kg dia ⁻¹)				
MS	12,08 ab	11,64 b	12,45 a	5,46	0,0013
FDN	6,16 a	5,89 b	5,82 b	5,85	0,0092
	Consumo (min kg ⁻¹)				
MS	23,40 a	18,68 b	18,09 b	27,53	0,0069
FDN	45,87 a	36,96 b	38,74 ab	27,47	0,0359
	Ruminação (min kg ⁻¹)				
MS	40,88 a	32,02 b	32,09 b	14,58	0,0000
FDN	79,92 a	63,09 b	68,65 b	14,47	0,0000
	Mastigação (min kg ⁻¹)				
MS	64,29 a	50,70 b	50,18 b	15,02	0,0000
FDN	125,80 a	100,06 b	107,40 b	14,97	0,0000

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P<0,05$). Períodos de lactação 1 ($50 \pm 12,80$ dias); 2 ($111,5 \pm 11,75$ dias); 3 ($183 \pm 17,25$ dias).

Há um aumento gradual no consumo de matéria seca no início da lactação, chegando ao limite máximo aos 70 dias pós-parto (HUTTMANN *et al.*, 2009). Segundo Santos *et al.* (2012), o ponto máximo de consumo de matéria seca para vacas mestiças ocorre em torno da sétima semana de lactação.

O maior tempo de ruminação da matéria seca e fibra em detergente neutro (min kg⁻¹) no primeiro período podem ser explicados pelo fato do consumo de fibra em detergente neutro (kg dia⁻¹) ter sido maior também no primeiro período de lactação. Consequentemente os resultados de consumo e ruminação (min kg⁻¹) influenciaram no tempo de mastigação (min kg⁻¹).

Houve influência dos níveis de oferta nos tempos de alimentação ($P = 0,0000$), ruminação ($P = 0,0000$) e ócio ($P = 0,0000$), expressos em horas por dia, apresentando comportamento linear, de forma que para cada unidade percentual de redução na dieta fornecida ocorreu uma diminuição de 3,13 horas

no tempo de alimentação, e de 1,59 horas no tempo de ruminação e aumento de 4,72 horas no tempo de ócio (Tabela 4).

TABELA 4. Tempo de alimentação (TA), ruminação (TR) e ócio (TO), em hora dia⁻¹; número de períodos de alimentação (NPA), ruminação (NPR) e ócio (NPO), em número/dia; duração dos períodos de alimentação (DPA), ruminação (DPR) e ócio (DPO), em minutos por período e respectivos coeficientes de variação (CV), equações de regressão (ER) e valores reais de P (Pr>Fc) em função dos níveis de oferta da dieta

Itens	Níveis de oferta da dieta (%PC)					CV (%)	ER	Pr>Fc
	À vontade*	2,75	2,50	2,25	2,00			
TA	6,86	4,34	3,87	2,95	2,58	24,79	1	0,0000
TR	8,09	7,13	6,74	6,35	5,85	13,64	2	0,0000
TO	9,05	12,53	13,39	14,70	15,58	11,04	3	0,0000
NPA	13,17	5,75	5,17	3,75	3,58	26,66	4	0,0000
NPR	14,67	13,42	12,83	14,17	12,83	14,86	$\hat{Y}=13,58$	0,1162
NPO	20,00	20,58	19,17	19,08	18,83	12,48	$\hat{Y}=19,53$	0,3760
DPA	31,58	48,01	44,43	49,28	44,99	24,13	5	0,0013
DPR	33,36	32,3	33,11	26,92	27,59	20,64	6	0,0301
DPO	27,39	36,86	42,54	46,3	50,84	16,29	7	0,0000

*Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso corporal igual a 3,39%. ¹ $\hat{Y} = -3,957443 + 3,132768x$ ($R^2 = 97,95$); ² $\hat{Y} = 2,738141 + 1,588515x$ ($R^2 = 99,70$); ³ $\hat{Y} = 25,220029 - 4,721307x$ ($R^2 = 99,28$); ⁴ $\hat{Y} = -11,806681 + 7,017073x$ ($R^2 = 89,38$); ⁵ $\hat{Y} = 70,274285 - 10,32394x$ ($R^2 = 60,95$); ⁶ $\hat{Y} = 18,67915 + 4,645145x$ ($R^2 = 62,31$); ⁷ $\hat{Y} = 84,581243 - 16,988587x$ ($R^2 = 99,56$).

O fato dos tempos de alimentação e ruminação apresentarem comportamento linear é justificado pelos consumos de matéria seca e fibra em detergente neutro que também diminuíram com a redução dos níveis de oferta. Cândido *et al.* (2012), trabalhando com dois níveis de restrição alimentar (0; 20 e 40%) em novilhas da raça Guzerá e Sindi, observaram redução no tempo de alimentação (3,57; 2,72; 2,05), aumento no tempo de ócio (13,27; 14,78; 16,99) nos dois níveis de restrição em relação ao nível sem restrição alimentar. Já o tempo de ruminação diminuiu apenas na restrição alimentar de 40% (7,15; 6,49; 4,95). Resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho.

Martins *et al.* (2015) relataram que os tempos de alimentação e ócio têm correlação positiva e negativa, respectivamente, com a produção de leite. Isso foi evidenciado neste estudo, uma vez que a restrição alimentar diminuiu o tempo de alimentação, aumentou o tempo em ócio e com isso reduziu a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura.

Os níveis de restrição alimentar influenciaram os números de períodos de alimentação, mas os números de períodos de ruminação e ócio foram semelhantes entre os níveis de oferta da dieta (Tabela 4). O número de períodos de alimentação apresentou efeito linear decrescente ($P = 0,0000$) com a redução dos níveis de oferta, semelhante ao tempo de alimentação. No entanto, a duração dos períodos de alimentação aumentou com a restrição alimentar ($P = 0,0013$). Para cada unidade percentual de redução no fornecimento da dieta houve um aumento de 10,32 minutos por período de alimentação. Quando a dieta estava à vontade, os animais apresentaram maior frequência de alimentação, com refeições mais curtas. Por outro lado, os animais, nos quatro níveis de restrição alimentar, apresentaram menor frequência de alimentação, mas com maior tempo de duração das refeições.

Em geral, o número e duração das alimentações são mais variáveis do que os períodos de ruminação (DULPHY; FAVERDIN, 1987). Ao modificar o número de alimentação diária e seu tamanho (duração x taxa de admissão), a ingestão de vacas leiteiras pode ser ajustada em curto período de tempo (GRANT; ALBRIGHT, 1995).

A duração dos períodos de ruminação ($P = 0,0301$) e ócio ($P = 0,0000$) foram influenciadas de forma linear pelos níveis de fornecimento da dieta. Para cada unidade percentual de redução no fornecimento da dieta houve uma redução de 4,64 minutos por período de ruminação e aumento de 16,99 minutos por período de ócio.

Segundo Oliveira *et al.* (2011), os animais ingerem alimentos durante períodos de tempo determinados, cada período representando uma alimentação, e este número de alimentação diária varia de acordo com a disponibilidade de alimentos e é distribuído de forma desigual ao longo de um período de 24 horas. No entanto, os ruminantes podem ter uma série de pequenas refeições, dependendo do espaço disponível para digestão e da taxa de passagem da digesta (MAGGIONI *et al.*, 2009).

Quanto aos períodos de lactação, os tempos de alimentação ($P = 0,0003$) e ruminação ($P = 0,0000$), no período inicial, foram maiores em relação aos demais períodos. Nos tempos em ócio, o efeito foi contrário aos do tempo de alimentação e ruminação, sendo o menor tempo em ócio encontrado no primeiro período de lactação (Tabela 5). O fato do primeiro período de lactação apresentar maiores tempos de alimentação e ruminação pode ser justificado pelo maior consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro mostrados na Tabela 3.

Costa *et al.* (2003) observaram que o período da curva de lactação influenciou o comportamento ingestivo dos animais. O tempo médio de ingestão foi superior aos 30 e 60 dias pós-parto (6,18 e 5,94 horas dia^{-1}), em relação aos 90 dias pós-parto (5,41 horas dia^{-1}), resultados semelhantes ao encontrado neste estudo.

De acordo com Silva *et al.* (2015), quanto maior a participação de fibra na dieta maior será o tempo necessário para que o processo de ruminação seja concluído. E como as atividades comportamentais são mutuamente excludentes (SANTANA JUNIOR *et al.*, 2013), o tempo em ócio apresentou efeito contrário ao tempo de alimentação.

TABELA 5. Tempo de alimentação (TA), ruminação (TR) e ócio (TO), em hora dia⁻¹; número de períodos de alimentação (NPA), ruminação (NPR) e ócio (NPO), em número/dia; duração dos períodos de alimentação (DPA), ruminação (DPR) e ócio (DPO), em minutos por período e respectivos coeficientes de variação (CV), e valores reais de P (Pr>Fc) em função dos três períodos de lactação

Itens	Períodos de lactação (dias)			CV (%)	Pr>Fc
	1	2	3		
TA	4,72 a	3,90 b	3,73 b	24,79	0,0082
TR	7,93 a	6,30 b	6,27 b	13,64	0,0000
TO	11,34 b	13,80 a	14,00 a	11,04	0,0000
NPA	5,70	6,35	6,80	26,66	0,1248
NPR	14,25	13,10	13,40	14,86	0,1858
NPO	19,35	19,90	19,35	12,48	0,7141
DPA	46,26	46,21	38,51	24,13	0,0361
DPR	33,89 a	29,82 ab	28,26 b	20,64	0,0210
DPO	35,54 b	42,54 a	44,27 a	16,29	0,0003

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).
Períodos de lactação: 1 (50 ± 12,80 dias); 2 (111,5 ± 11,75 dias); 3 (183 ± 17,25 dias).

Os números períodos de alimentação, ruminação e ócio não foram influenciados pelos períodos de lactação, assim como a duração dos períodos de alimentação. Entretanto, a duração dos períodos de ruminação (P = 0,0325) e ócio (P = 0,0001) variaram ao longo da lactação. O tempo médio gasto em cada período de ruminação foi maior no período inicial da lactação, com 33,89 minutos por período de ruminação, sendo superior ao período 3 com 28,26 minutos por período. Na duração dos períodos de ócio, os dois últimos períodos de lactação avaliados foram maiores quando comparados ao primeiro período de lactação.

Na Tabela 6, apenas o número de bolos ruminados por dia não foi influenciado pelos níveis de oferta da dieta. As demais variáveis apresentaram comportamento linear em função dos níveis de fornecimento.

TABELA 6. Tempo de mastigação por bolo (TM/bolo), número de mastigações por bolo (NM/bolo), número de mastigações por minuto (NM/min), número de mastigações por dia (NM/dia), número de bolos ruminados por dia (NBR/dia), tempo de mastigação total (TMT) e respectivos coeficientes de variação (CV), equações de regressão (ER) e valores reais de P (Pr>Fc) em função dos níveis de oferta da dieta

Itens	Níveis de oferta da dieta (%PC)					CV (%)	ER	Pr>Fc
	À vontade*	2,75	2,50	2,25	2,00			
TM/BOLO	59,47	47,91	50,79	47,71	45,92	22,48	1	0,0415
NM/BOLO	58,24	44,41	48,47	44,07	40,84	24,24	2	0,0060
NM/MIN	61,95	65,4	63,25	65,95	67,48	7,19	3	0,0439
NM/DIA	28514	23789	23155	21082	18807	15,40	4	0,0000
NBR/DIA	507,28	547,82	494,92	529,01	487,75	28,84	$\hat{Y}=514,88$	0,8513
TMT/H	14,95	11,47	10,61	9,3	8,43	13,16	5	0,0000

*Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso corporal igual a 3,39%. $^1\hat{Y} = 26,805669 + 9,136022x$ ($R^2 = 81,78$); $^2\hat{Y} = 17,527401 + 11,511934x$ ($R^2 = 83,04$); $^3\hat{Y} = 73,908633 - 3,531083x$ ($R^2 = 73,23$); $^4\hat{Y} = 5711,458715 + 6733,216622x$ ($R^2 = 98,56$); $^5\hat{Y} = -1,220029 + 4,721307x$ ($R^2 = 99,35$).

Para o tempo de mastigação por bolo houve uma redução de 9,14 bolos por unidade percentual de redução no fornecimento da dieta, assim como no número de mastigações por bolo, número de mastigações por dia e no tempo de mastigação total que reduziu 11,51 mastigações por bolo, 6733,22 mastigações por dia e 4,72 horas por dia, respectivamente. Isso pode ser justificado pelo fato das variáveis estarem relacionadas com o tempo de alimentação e ruminação que apresentaram mesmo comportamento.

Conforme apresentado na Tabela 7, houve diferença entre os períodos de lactação para o número de mastigações por minuto ($P = 0,0033$), número de mastigações por dia ($P = 0,0000$), número de bolos ruminados por dia ($P = 0,0059$) e no tempo de mastigação total ($P = 0,0000$).

TABELA 7. Tempo de mastigação por bolo (TM/bolo), número de mastigações por bolo (NM/bolo), número de mastigações por minuto (NM/min), número de mastigações por dia (NM/dia), número de bolos ruminados por dia (NBR/dia), tempo de mastigação total (TMT) e respectivos coeficientes de variação (CV), e valores reais de P (Pr>Fc) em função dos três períodos de lactação

Itens	Períodos de lactação (dias)			CV (%)	Pr>Fc
	1	2	3		
TM/BOLO	50,23	48,46	52,38	22,48	0,5523
NM/BOLO	49,35	43,84	48,42	24,24	0,2748
NM/MIN	61,89 b	67,11 a	65,42 ab	7,19	0,0033
NM/DIA	27850 a	20515 b	20842 b	15,40	0,0000
NBR/DIA	600,10 a	496,01 ab	443,96 b	28,84	0,0059
TMT/H	12,65 a	10,20 b	10,00 b	13,16	0,0000

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Períodos de lactação 1(50 ±12,80 dias); 2(111,5±11,75 dias); 3(183 ±17,25 dias).

O número de mastigações por minuto foi menor no primeiro período de lactação em relação ao segundo período de lactação. Entretanto, o número de mastigações por dia foi maior no primeiro período de lactação, isso devido ao maior tempo de ruminação apresentado pelos animais neste período. Por este mesmo motivo, o primeiro período de lactação teve maior número de bolos ruminados por dia em relação ao último período. Quanto mais tempo o animal ruminar, melhor será o processo de redução de partículas dos alimentos ingeridos e, conseqüentemente, melhor também será o seu aproveitamento (DIAS *et al.*, 2014).

Para o tempo de mastigação total além do maior tempo de ruminação, o maior tempo de alimentação também contribuiu para o maior número de mastigações total por dia no primeiro período de lactação.

A eficiência de alimentação da matéria seca e da fibra em detergente neutro (g hora⁻¹) foi influenciada pela restrição alimentar, apresentando efeito linear crescente com a redução no fornecimento da dieta, com aumento de 831,91 e 441,38 gramas por hora, respectivamente. Já a eficiência de ruminação

da matéria seca e da fibra em detergente neutro apresentou efeito linear decrescente com redução de 382,54 e 167,65 gramas por hora, respectivamente. Apesar do aumento da eficiência de alimentação em função da diminuição dos níveis de oferta de alimentos, a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura diminuiu de forma linear, sendo que, para cada unidade percentual de redução no fornecimento houve um decréscimo de 2,26 kg leite dia⁻¹ (Tabela 8), o que é justificado pelo efeito da restrição alimentar sobre o consumo de matéria seca.

De acordo com Silva *et al.* (2005), a eficiência de ruminação da matéria seca é influenciada positivamente a medida que os níveis de matéria seca são elevados na dieta, além disso, provavelmente o menor consumo de fibra em detergente neutro proporcionado pelos menores níveis de oferta da dieta contribuíram para a maior eficiência de ruminação da matéria seca.

TABELA 8. Eficiência de alimentação da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN), eficiência de ruminação da matéria seca, eficiência de ruminação da FDN expressos em gramas por hora, produção de leite corrigidos para 3,5% de gordura (kg dia⁻¹ PLC) e respectivos coeficientes de variação (CV), equações de regressão (ER) e valores reais de P (Pr>Fc) em função dos níveis de oferta da dieta

Itens	Níveis de oferta da dieta (%PC)					CV (%)	ER	Pr>Fc
	À vontade*	2,75	2,50	2,25	2,00			
MS	2579,85	3132,77	3260,80	3549,42	3738,3	22,76	1	0,0048
FDN	1246,09	1550,41	1621,75	1763,48	1860,36	22,97	2	0,0023
MS	2113,42	1859,18	1748,15	1656,81	1560,61	15,10	3	0,0002
FDN	1025,2	900,85	875,07	808,48	801,74	15,54	4	0,0015
PLC	13,04	11,08	11,35	10,65	9,60	17,06	5	0,0015

*Consumo médio de matéria seca em porcentagem do peso corporal igual a 3,39%. ¹Ŷ = 5396,891871 - 831,910281x (R² = 99,45); ²Ŷ = 2746,30242 - 441,383104x (R² = 99,60); ³Ŷ = 801,450444 + 382,538359x (R² = 96,58); ⁴Ŷ = 450,076851 + 167,645972x (R² = 97,53); ⁵Ŷ = 5,308223 + 2,264072x (R² = 92,58).

Dias *et al.* (2014) encontraram correlações positivas entre a eficiência de alimentação da matéria seca e da fibra em detergente neutro com o coeficiente

de digestibilidade dos nutrientes. Com a restrição alimentar a tendência é que aumente a digestibilidade dos nutrientes devido à diminuição da taxa de passagem e uma maior exposição das partículas de alimento aos microrganismos.

A eficiência de alimentação da matéria seca ($P = 0,0022$) e da fibra em detergente neutro ($P = 0,0086$) e a eficiência de ruminação da matéria seca ($P = 0,0000$) foram maiores no segundo e terceiro períodos de lactação. Já a eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro ($P = 0,0005$) foi maior no segundo período de lactação em relação ao primeiro período de lactação. A maior eficiência alimentar da matéria seca e fibra em detergente neutro pode ser justificado pelo maior consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro em um menor intervalo de tempo e a maior eficiência de ruminação da matéria seca e fibra em detergente neutro pelo fato do menor consumo de fibra em detergente neutro (Tabela 9).

TABELA 9. Eficiência de alimentação da matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN), eficiência de ruminação da matéria seca, eficiência de ruminação da FDN expressos em gramas por hora e respectivos coeficientes de variação (CV), e valores reais de P ($Pr > Fc$) em função dos três períodos de lactação

Itens	Períodos de lactação (dias)			CV (%)	Pr>Fc
	1	2	3		
Eficiência de Alimentação (g/hora)					
MS	2745,40 b	3505,09 a	3506,19 a	22,76	0,0022
FDN	1404,71 b	1781,51 a	1639,04 ab	22,97	0,0086
Eficiência de Ruminação (g/hora)					
MS	1535,07 b	1925,77 a	1902,06 a	15,10	0,0000
FDN	783,69 b	975,13 a	887,99 ab	15,54	0,0003
Produção de leite (kg dia ⁻¹)					
PLC	13,25 a	10,96 b	9,23 c	17,06	0,0000

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).
Períodos de lactação 1 ($50 \pm 12,80$ dias); 2 ($111,5 \pm 11,75$ dias); 3 ($183 \pm 17,25$ dias).

A produção de leite diminuiu no segundo e terceiro períodos de lactação em relação ao primeiro período, sendo justificado pela própria curva de lactação desses animais.

4 CONCLUSÕES

O fornecimento da dieta à vontade e a fase inicial de lactação (50±12,80 dias) proporcionam maior tempo de alimentação e ruminação. Em contrapartida, a restrição da oferta de alimentos implica em melhores eficiências de alimentação da matéria seca e da fibra em detergente neutro.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG pelo auxílio financeiro (PPM – CVZ 00558-16); à CAPES e CNPq pela concessão de bolsas de estudo; ao Finep e MCTI pelo apoio financeiro ao projeto nº 1334/13; ao INCT-Ciência Animal e a EPAMIG - Campo Experimental de Felixlândia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA FILHO, S.H.C.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; MENEZES, G.C.C.; RUAS, J.R.M.; AGUIAR, A.C.R.; SANTANA, P. F.; BORGES, L.D.A.; COSTA, N.M. Comportamento ingestivo de vacas F1 Holândes x Zebu alimentadas com diferentes fontes de compostos nitrogenados. **Revista Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 17, n.3, p. 349-358, 2016.

BURGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; CASALI, A.D.P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.1, p.236-242, 2000.

CÂNDIDO, E. P.; GONZAGA NETO, S.; BEZERRA, L. R.; SARAIVA, E. P.; PIMENTA FILHO, E. C.; ARAUJO, G. G. L. Ingestive behavior of Guzerat and Sindhi heifers under the effects of feed restriction. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 3, p. 297-303, 2012.

COSTA, C.O.; FISCHER, V.; VETRONILLA, M.A.M.; MORENO, C.B.; FERREIRA, E.X. Comportamento ingestivo de vacas Jersey confinadas durante a fase inicial da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.418-424, 2003.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. (Eds.) **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p., 2012.

DIAS, D.L.S.; SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; CARVALHO, G.G.P.; BRANDÃO, R.K.C.; SOUZA, S.O.; GUIMARÃES, J. de O.; PEREIRA, M.M.S.; COSTA, L.S. Correlação entre digestibilidade dos nutrientes e o comportamento ingestivo de novilhos em pastejo. **Archivos de zootecnia**, v.63, n.244, p.645-656, 2014.

DRAGER, C.D.; BROWN, M.S.; JETER, M.B., and DEW P.F. Effects of feed intake restriction on performance and carcass characteristics of finishing beef steers. **Professional Animal Science**, v. 20, p. 255 – 261, 2005.

DULPHY, J.P.; FAVERDIN, P. L'ingestion alimentaire chez les ruminants: modalités et phénomènes associés. **Reproduction Nutrition Development**, v.7, n.1B, p.129-155, 1987.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia** [online]. 2014, vol.38, n.2 [citado 2015-10-17], p. 109-112. Disponível em: ISSN 1413-7054. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>. Acesso em 20 de agosto de 2017.

FERREIRA, J.J.; RUAS, J.R.M.; CARVALHO, B.C.; DA SILVA, E.A.; QUEIROZ, D.S.; MENEZES, A.C. Alimentação do rebanho F1: fator de menor custo na produção de leite. **Informe Agropecuário**. Vacas F1 Holandês x Zebu: produção eficiente de leite, Belo Horizonte, v.31, n.258, p. 63-71, 2010.

GLÓRIA, J.R.; BERGMANN, J.A.G.; QUIRINO, C.R.; RUAS, J.R.M.; MATOS, C.R.A.; PEREIRA, J.C.C. Curvas de lactação de quatro grupos genéticos de mestiças Holandês-Zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2160-2165, 2010.

GRANT, R.J.; ALBRIGHT, J.L. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.12, p.2791-2803, 1995.

HUTTMANN, H.; STAMER E.; JUNGE, W.; THALLER, G.; KALM, E. Analysis of feed intake and energy balance of high yielding first lactating Holsteins with fixed and random regression models. **Animal**, v.3, p.181-188, 2009.

KOPPEN, W. **Climatologia: com um estúdio de los climas de latierra**. México: Fondo de cultura Econômica, 1948. 479p.

MAGGIONI, D.; MARQUES, J.A.; ROTTA, P.P.; ZAWADZKI, F.; ITO, R.H.; PRADO, I.N. Ingestão de alimentos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 4, p. 963-974, 2009.

MARTINS, S.C.S.G.; CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R.; LEITE, L.C.; NICORY, I.M.C. Correlação entre produção e composição do leite e comportamento ingestivo de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo silagens de cana-de-açúca. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, suplemento 1, p. 2155-2164, 2015.

MEZZALIRA, J.C.; CARVALHO, P.C. de F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; REFFATTI, M.V.; POLI, C.H.E.C.; TRINDADE, J.K. da. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1114-1120, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 6.ed. Washington, D.C. 2001. 381 p.

OLIVEIRA, P.A.; MARQUES, J.A.; BARBOSA, L.P.; OLIVEIRA, G.J.C.; PEDREIRA, T.M.; SILVA, L.L. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de vacas lactantes em pastejo de *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n. 1, p. 166-175, 2011.

OLIVO, C.J.; ZIECH, M.F.; MEINERZ, G.R.; BOTH, J.F.; AGNOLIN, C.A.; VENDRAME, T. Comportamento ingestivo de vacas em lactação em diferentes sistemas forrageiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 11, p. 2017-2023, 2008.

PEREIRA FILHO, J.M.; RESENDE, K.T.; TEIXEIRA, I.A.M.A.; SOBRINHO, A.G.S.; YÁÑEZ, E.A.; FERREIRA, A.C.D. Efeito da Restrição Alimentar no Desempenho Produtivo e Econômico de Cabritos F1 Boer x Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.188-196, 2005.

PIMENTEL, P.R.S.; ROCHA JUNIOR, V.R.; MELO, M.T.P.; RAMOS, J.C. P.; CARDOSO, L.G.; SILVA, J.J.P. Feeding behavior of F1 Holstein x Zebu lactating cows fed increasing levels of banana peel. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringa, v. 38, n. 4, p. 431-437, 2016.

SANTANA JÚNIOR, H.A.; SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F.; BARROSO, D.S.; PINHEIRO, A.A.; ABREU FILHO, G.; CARDOSO, E.O.; DIAS, D.L.S.; TRINDADE FILHO, G. Correlação entre desempenho e comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 367-376, 2013.

SANTOS, S.A.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; VALADARES, R.F.D.; RUAS, J.R.M.; LAURA FRANCO PRADOS, L.F.; VEGA, D.S.M. Voluntary intake and Milk production in F1 Holstein×zebu cows in confinement. **Tropical Animal Health and Production**, v. 44, 1303–1310, 2012.

SILVA, A.E.M.; LIRA, A.T.; FERREIRA, M.A.; BARROS, L.J.A.; MELO, T. T.B.; SIQUEIRA, T.D.Q.; SOARES, L.F.P.; COSTA, C.T.F. Bagaço de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo em dietas para ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.16, n.1, p.118-129, 2015.

SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; CARVALHO, G.G.P.; FRANCO, I.L.; VELOSO, C.M.; CHAVES, M.A.; BONOMO, P.; PRADO, I.N.; ALMEIDA, V.S. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês x zebu confinadas. **Archivos de Zootecnia**, v.54, n. 205, p.75-85, 2005.

SKLAN, D.R.; SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A.; DEVORIN, A.; TABORI, K. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 9, p. 2463-2472, 1992.