

# Palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas: desempenho e viabilidade econômica

## Forage cactus in diets of confined dairy cattle: performance and economic viability

Maria do Socorro Mercês Alves Aguiar<sup>1\*</sup>; Fabiano Ferreira da Silva<sup>2</sup>;  
Sérgio Luiz Rodrigues Donato<sup>1</sup>; Eli Santana de Oliveira Rodrigues<sup>3</sup>;  
Lucas Teixeira Costa<sup>4</sup>; Rodrigo Gonçalves Mateus<sup>3</sup>; Danilo Ribeiro de Souza<sup>3</sup>;  
Vinícius Lopes da Silva<sup>3</sup>

### Resumo

Objetivou-se avaliar a influência de teores crescentes de palma forrageira na dieta sobre desempenho de novilhas mestiças 3/4 Holandês-Zebu e a viabilidade econômica. Utilizaram-se 24 novilhas com peso corporal médio inicial de  $163,00 \pm 18$  kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro dietas e seis repetições. Utilizaram-se silagem de sorgo, concentrado e teores crescentes de palma forrageira na dieta (0, 200, 400 e 600 g kg<sup>-1</sup>). Quanto ao desempenho das novilhas, não houve diferença para altura à cernelha, perímetro torácico e conversão alimentar entre as dietas. O ganho de peso diário médio diminuiu com os teores de 0,00 a 600,00 g kg<sup>-1</sup> de palma na dieta. Os pesos corporais finais variaram de forma quadrática em função dos teores de palma. Os consumos de matéria seca e, em relação à porcentagem de peso corporal, de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína em relação ao peso corporal e proteína bruta diminuíram com os teores de palma. Os consumos de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais foram influenciados pela inclusão de palma forrageira e tiveram um comportamento quadrático. A digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta não diferiu entre as dietas. Os teores dos nutrientes digestíveis totais decresceram com a inclusão da palma forrageira. A inclusão da palma forrageira até 400 g kg<sup>-1</sup> obteve melhor desempenho. Quanto à viabilidade econômica, a taxa interna de retorno comprova que a dieta, cujos resultados foram mais satisfatórios, foi a de 400 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira, mais viável para um produtor e investidor, à taxa de retorno de 3,15% ao mês.

**Palavras-chave:** *Opuntia*, *Sorghum*, digestibilidade, forrageiras, ganho de peso

### Abstract

The objective of this work was to evaluate the influence of increasing levels of forage in the diet on performance of crossbred heifers 3/4 Holstein-Zebu and economic viability. Twenty four heifers with initial body weight of  $163.00 \pm 18$  kg, distributed in a completely randomized design with four diets and six replications, were used. We used sorghum silage, concentrate and increasing levels of forage

<sup>1</sup> Profs. e Pesquisadores do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano, IFBaiano, Guanambi, BA. E-mail: socorromercês@yahoo.com.br; sergio.donato@guanambi.ifbaiano.edu.br.

<sup>2</sup> Prof. e Pesquisador da Universidade do Sudoeste da Bahia, UESB, Itapetinga, BA. E-mail: ffsilva@pq.cnpq.br

<sup>3</sup> Discentes do curso de Doutorado Produção de Ruminantes, Universidade do Sudoeste da Bahia, UESB, Itapetinga, BA. E-mail: esorodrigues@yahoo.com.br; rgmateus1@hotmail.com.br; danilozootec@gmail.com; viniciuslopes@zootecnista.com.br

<sup>4</sup> Dr. em Zootecnia e Produtor, Itapetinga, BA. E-mail: ltcosta80@yahoo.com.br

\* Autor para correspondência

in the diet (0, 200, 400 and 600 g kg<sup>-1</sup>). Regarding the performance of heifers, there was no difference in height at withers, thoracic perimeter and feed conversion among diets. The average daily weight gain decreased with the concentration from 0.00 to 600.00 g kg<sup>-1</sup> dietary palm. The final body weights ranged from a quadratic function of palm levels. Dry matter (%BW), neutral detergent fiber corrected for ash and protein (%BW) and crude protein intake decreased with the palm levels. Neutral detergent fiber corrected for ash and protein, non-fiber carbohydrates and total digestible nutrients intakes were quadratically influenced by forage palm levels. Dry matter and crude protein did not differ among diets. Total digestible nutrients decreased with the inclusion of forage palm. The inclusion forage palm up to 400 g kg<sup>-1</sup> provided better performance. For economic viability, the internal rate of return shows that diet with 400 g kg<sup>-1</sup> forage palm resulted most satisfactory and its was more viable for a producer and investor, with return rate of 3 15% per month.

**Key words:** Digestible, forage, weight gain, *Opuntia*, *Sorghum*

## Introdução

A região semiárida é caracterizada por baixa quantidade e irregularidade das precipitações pluviométricas. Essa condição compromete a disponibilidade de recursos alimentares para o rebanho períodos de entressafra e impõe aos produtores a necessidade de utilização de alimentos alternativos, derivados de cultivos adaptados à região, visando minimizar os custos de produção para manter o equilíbrio nutricional dos animais, para que as novilhas alcancem a puberdade com o peso ideal da raça.

Assim, uma alternativa seria a utilização de uma fonte energética de menor custo e disponível na região (MELO et al., 2003). Nesse contexto, a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) apresenta-se como recurso alimentar de extrema importância e devido a sua adaptação às condições edafoclimáticas da região, tem sido frequentemente utilizada na alimentação de bovinos leiteiros, especialmente nos períodos de longas estiagens (FERREIRA; PESSOA; SILVA, 2008). Vale ressaltar que a elevada umidade observada na palma forrageira é uma característica importante no atendimento de grande parte das necessidades de água dos animais, principalmente no período seco do ano (SANTOS et al., 2001). A palma forrageira é um alimento rico em carboidratos não fibrosos, alto teor de cinzas, embora possua baixos teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro (FERREIRA, 2005). Nesse sentido, recomenda-se

que a palma forrageira seja fornecida associada a outros volumosos e alimentos proteicos.

Dentre os alimentos volumosos, o sorgo tem se mostrado promissor, devido a sua extraordinária capacidade de suportar estresses ambientais e menor exigência quanto à fertilidade do solo (DIAS et al., 2001). Além disso, a silagem de sorgo destaca-se por ser um alimento de alto valor nutritivo e altos rendimentos de matéria seca por unidade de área (NEUMANN et al., 2002).

O sucesso do programa de criação das novilhas é medido pelo desempenho. Para que as novilhas atinjam a puberdade mais cedo, é fundamental o fornecimento de dieta adequadamente balanceada. A subnutrição da novilha resulta em menor crescimento e, conseqüentemente, em idade avançada à primeira cobertura. Já a superalimentação pode resultar em má formação da glândula mamária e menor produção de leite durante a primeira lactação (CAMPOS; LIZIEIRE, 1995)

Segundo Peres et al. (2004), os custos de produção, a receita obtida e a rentabilidade do capital investido são fatores importantes para o sucesso de qualquer sistema de produção. Essa análise permite a detecção do componente que, em determinado momento, pode viabilizar a atividade, como as oscilações de preços no mercado.

Peres et al. (2004) asseguraram que alguns indicadores econômicos podem ser adotados para a avaliação financeira de sistemas de produção, entre

eles o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR).

Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência dos teores crescentes de palma forrageira na dieta de novilhas mestiças 3/4 Holandês-Zebu sobre o desempenho, e a viabilidade econômica das dietas oferecidas.

## Material e Métodos

O presente trabalho foi conduzido no setor de bovinos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, Estado da Bahia, no período de agosto a novembro de 2010. O referido local apresenta latitude de 14°17'27" S, longitude de 42°46'53" W, altitude de 537 m, precipitação média anual de 680 mm e temperatura média anual de 26 °C.

Foram utilizadas 24 novilhas mestiças leiteiras (3/4 holandês-zebu), com peso vivo médio de 163,00 ± 18 kg e idade de 8 meses, identificadas com brincos numerados. Os animais, após o controle de ecto e endoparasitos, passaram por um período de 14 dias de adaptação ao manejo experimental e às instalações. E o período de coleta de dados foi de 84 dias. Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto. As baias foram providas de cocho individual para alimentação e controle de consumo e um bebedouro comum às duas baias.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro dietas e seis repetições. Foram analisadas e estimadas com o objetivo de serem isonitrogenadas e isoenergéticas. Utilizou-se silagem de sorgo como volumoso e, como concentrado, milho, farelo de soja, ureia, sal de recria, calcário, fosfato bicálcico e teores crescentes de palma forrageira na dieta (0, 200, 400 e 600 g kg<sup>-1</sup>).

Para a preparação da silagem, foi feita a colheita do sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] aos 100 dias de idade, com os grãos no ponto pastoso-farináceo. A planta foi então fragmentada com o uso de ensiladeira em partículas de 0,5 a 2,0 cm, com a finalidade de facilitar a compactação, o processo digestivo e o desempenho dos animais. O material fragmentado foi então armazenado em silo tipo superfície e compactado com trator. A vedação ocorreu após o término do enchimento.

O silo foi aberto aos 120 dias, e foi verificada a qualidade aparente da silagem, atestada pela coloração normal e cheiro agradável. Posteriormente, foram realizadas análises da composição químico-bromatológica (Tabela 1). Diariamente, era retirada uma fatia de silagem em torno de 20 cm, com a finalidade de alimentar os animais e evitar perdas da silagem.

A palma forrageira utilizada na dieta dos animais foi cv. Gigante, plantada e adubada com esterco de ovinos e caprinos cuja composição químico-bromatológica (Tabela 1) apresenta valores diferentes da literatura. A palma forrageira foi colhida manualmente, transportada e armazenada em galpão coberto, com quantidade suficiente para o preparo de uma dieta durante o período de uma semana. No momento de fornecer aos animais, foi utilizado um picador de palma com objetivo de fragmentar a mesma e expor a mucilagem.

As dietas foram distribuídas às novilhas (Tabela 2), sendo as dietas compostas de concentrado, silagem de sorgo e palma forrageira. As dietas foram calculadas para conterem nutrientes suficientes a fim de proporcionarem ganho de peso corporal (PC) de 0,80 kg dia<sup>-1</sup>, de acordo com o NRC (2001) utilizando dados das análises bromatológicas dos alimentos previamente realizadas no início do período de adaptação. As composições químicas resultantes das combinações percentuais dos alimentos para cada dieta experimental constam na Tabela 2.

**Tabela 1.** Composição químico-bromatológica (g kg<sup>-1</sup>) da silagem de sorgo e da palma forrageira.

Componentes	Silagem de sorgo	Palma forrageira
Matéria Seca (g kg <sup>-1</sup> )	325,60	92,80
Proteína Bruta <sup>1</sup> (g kg <sup>-1</sup> )	110,50	101,60
Fibra em Detergente Neutro corrigida para cinzas e proteína <sup>1</sup> (g kg <sup>-1</sup> )	580,40	314,70
Fibra em Detergente Àcido <sup>1</sup> (g kg <sup>-1</sup> )	416,30	222,70
Extrato Etéreo <sup>1</sup> (g kg <sup>-1</sup> )	17,10	13,50
Material Mineral <sup>1</sup> (g kg <sup>-1</sup> )	88,30	151,30
Lignina <sup>1</sup> (g kg <sup>-1</sup> )	75,10	32,60
Fibra Detergente Neutro indigestível <sup>1</sup> (g kg <sup>-1</sup> )	198,60	114,50
Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro <sup>2</sup> (g kg <sup>-1</sup> )	221,10	226,70
Carboidratos Não Fibrosos <sup>1</sup> (g kg <sup>-1</sup> )	203,40	418,70

<sup>1</sup>g kg<sup>-1</sup> na matéria seca, <sup>2</sup>g kg<sup>-1</sup>do nitrogênio total.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

**Tabela 2.** Proporções de ingredientes (g kg de matéria seca) e composição nutricional das dietas experimentais, utilizada em novilhas 3/4 holandês-zebu em função dos teores de palma forrageira na dieta.

Ingredientes (g kg <sup>-1</sup> )	Dietas			
	0	200	400	600
Silagem de sorgo	647,00	555,60	444,40	342,00
Palma forrageira	0,00	185,20	388,90	591,50
Milho	236,60	157,40	79,60	0,00
Farelo soja	96,10	81,50	66,70	46,20
Ureia	7,40	7,40	7,40	7,40
Sal recria	5,50	5,60	5,60	5,50
Calcário	5,50	5,60	5,60	5,50
Fosfato bicálcio	1,80	1,90	1,90	1,80
<b>Composição Nutricional</b>				
Matéria Seca (g kg)	424,10	227,10	157,50	123,80
Proteína Buta (g kg) <sup>1</sup>	154,30	161,70	154,40	131,40
Fibra em Detergente Acido <sup>1</sup>	278,10	277,50	271,00	267,80
Fibra em Detergente Neutro cp (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>1,3</sup>	422,00	420,20	389,80	375,80
Extrato Etéreo (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	16,20	15,30	14,90	14,50
Lignina (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	52,30	47,40	44,80	42,90
Material Mineral (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	79,00	101,60	132,40	139,60
Carboidratos Não Fibrosos (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	157,20	217,40	276,60	335,50
Nitrogênio Insolúvel em Detergente Neutro (g kg <sup>-1</sup> ) <sup>2</sup>	207,40	216,40	217,80	220,60

<sup>1</sup>g em kg da matéria seca, <sup>2</sup>g em kg do nitrogênio total; <sup>3</sup> fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

A dieta foi fornecida duas vezes ao dia (às 07:00 e às 17:00 horas) na forma de mistura completa, e a água suprida permanentemente à vontade. O oferecido foi calculado de modo a permitir sobras

entre 5 a 10 g kg<sup>-1</sup> da MS. O oferecido e as sobras foram pesados diariamente para determinação do consumo. Amostras da silagem, da palma e das sobras foram coletadas diariamente e agrupadas

em porções compostas para cada período de sete dias. O concentrado foi recolhido semanalmente. Todas as amostras dos materiais (silagem, palma, concentrados e sobras) foram devidamente armazenadas a -5 °C e, posteriormente, pré-secas em estufa com ventilação forçada, sob temperatura de 65°C e moídas em moinho tipo Willey com peneira com crivos de 1 mm, identificadas e acondicionadas em potes plásticos, para posteriores análises laboratoriais.

Para a estimativa da digestibilidade dos nutrientes, foi realizada a coleta de amostras de fezes na 11ª semana experimental, pela manhã e à tarde. A coleta foi efetuada individualmente por animal, com o auxílio de uma pá, diretamente do chão, logo após cada animal defecar. Foram pesadas, homogeneizadas e armazenadas a -5 °C. Posteriormente, as amostras foram pré-secas em estufa com ventilação forçada, a uma temperatura de 65°C, moídas em moinho tipo Willey com peneira com crivos de 1 mm, identificadas e acondicionadas em potes plásticos, para posteriores análises laboratoriais. A coleta de amostras seguiu a metodologia de Ítavo et al. (2002).

A concentração do indicador interno, fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), em amostras de alimentos, sobras e fezes foram estimadas por procedimentos *in situ* (CASALI et al., 2008). A estimativa da produção de matéria seca fecal foi realizada por meio do indicador fibra em detergente neutro indigestível (FDNi). Amostras de 1,0 g de silagem, palma forrageira e concentrado e 0,5 g de sobras e fezes, foram individualmente acondicionadas em sacos de tecido não-tecido (TNT), com gramatura de 100 g m<sup>-2</sup> e incubadas em um bovino com fístula permanente no rúmen por 240 horas. O material remanescente da incubação foi levado ao Laboratório de Forragicultura e Pastagens do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus* Itapetinga.

A produção fecal foi estimada com base na razão entre a quantidade do marcador interno, fibra em

detergente neutro indigestível (FDNi), ingerida pelo animal e sua concentração nas fezes:

Produção fecal (g dia<sup>-1</sup>) = Gramas de FDNi ingerido / Concentração de FDNi nas fezes.

As análises das amostras da silagem de sorgo, da palma forrageira, concentrados, das sobras e das fezes foram realizadas no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus* Itapetinga, de acordo as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2009): matéria seca (MS), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e carboidratos insolúveis em detergente neutro (CIDN). A fibra em detergente neutro, isenta de cinzas e proteínas (FDNcp), foi calculada segundo Mertens (2002) e Licitra, Hernandez e Van Soest (1996).

Todas as amostras de fibra em detergente neutro (FDN) foram corrigidas para cinza e proteína; o resíduo da digestão em detergente neutro foi incinerado em mufla a 600°C por 2 horas e a correção para proteína foi realizada utilizando a proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN).

Na determinação de PIDN e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), foi empregada a metodologia descrita por Licitra, Hernandez e Van Soest (1996).

Nas análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) dos concentrados, silagem de sorgo, palma forrageira e sobras, foram adicionadas amilase termoestável para minimizar interferência do amido (SILVA; QUEIROZ, 2009).

Os teores de carboidratos não fibrosos foram corrigidos para cinza e proteína (CNFcp) e foram calculados como proposto por Hall (2003), em que:

$$\text{CNF} = (100 - \% \text{FDNcp} - \% \text{PB} - \% \text{EE} - \% \text{cinza}).$$

Em que: FDNcp é a fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína, PB é proteína bruta e EE é extrato etéreo.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), mas utilizando a fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF), conforme equação:

$$\text{NDT (\%)} = \text{PBD} + \text{FDNcpD} + \text{CNFD} + 2,25 \times \text{EED}$$

Em que: PBD = proteína bruta digestível; FDNcpD = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível; CNF D = carboidrato não fibroso digestíveis; e EED = extrato etéreo digestível.

Foram medidos os consumos diários de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDNcp), extrato etéreo (CEE), nutrientes digestíveis totais (CNDT), carboidratos não fibrosos (CCNF), consumo da matéria seca em relação à % peso corporal (CMS/PC) e consumo de FDNcp em relação ao kg do peso corporal. Sendo o peso corporal:

$$\text{PC} = (\text{peso inicial} + \text{peso final}) / 2$$

A digestibilidade das dietas (silagem + palma forrageira + concentrado) e coleta de amostras de fezes foram determinadas na décima primeira semana de avaliação do desempenho.

Para calcular o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes (CD), foi utilizada equação proposta por

Silva e Leão (1979), em que:

$$\text{CD} = [(\text{Consumo Nutriente (kg)} - \text{Nutrientes Fezes (kg)}) / \text{Consumo nutrientes (kg)}] \times 100$$

Foram calculadas as digestibilidades da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB), da fibra em detergente neutro corrigida para cinza e da proteína (DFDNcp), do extrato etéreo (DEE) e dos carboidratos não fibrosos (DCNF).

Para mensurar o ganho diário, altura à cernelha e perímetro torácico; foram realizadas pesagens e tomadas de medidas dos animais, após jejum de 18 horas, ao início e ao final do experimento (1° e 84° dia). As pesagens intermediárias ocorreram a cada 28 dias sem jejum, para determinação do ganho de peso vivo, altura à cernelha e perímetro torácico.

Durante o ano, foram coletados, junto aos produtores rurais, técnicos de extensão rural e estabelecimentos comerciais da região, dados necessários para elaboração e composição dos custos, bem como as informações utilizadas (preços de forragens, novilhas e vida útil etc.).

O preço de insumos e serviços utilizados no experimento (Tabela 3) e o valor total (Tabela 4) foram empregados de acordo às metodologias de custos operacionais utilizadas pelo IPEA (Instituto de Pesquisa econômica Aplicada), utilizado por Rodrigues Filho et al. (2002).

**Tabela 3.** Preços de insumos e serviços utilizados no experimento.

Discriminação	Unidade	Preço unitário (R\$)
Concentrado para dieta sem palma	kg de MS	0,88
Concentrado para dieta com 200 g kg <sup>-1</sup> de palma	kg de MS	0,93
Concentrado para dieta com 400 g kg <sup>-1</sup> de palma	kg de MS	1,01
Concentrado para dieta com 600 g kg <sup>-1</sup> de palma	kg de MS	1,36
Silagem de sorgo	kg de MS	0,26
Palma forrageira	kg de MS	0,50
Vermífugo	mL	0,08
Carrapaticida	mL	0,10
Mão-de-obra	Dias homem <sup>-1</sup>	30,00
Outros medicamentos	mL	0,20

**Fonte:** Elaboração dos autores.

**Tabela 4.** Vida útil e valor de benfeitorias, máquinas, equipamentos e animais, quantidades utilizadas no experimento e o seu valor total.

Discriminação	Vida útil (anos)	Valor unitário (R\$)	Quantidade (unidade)	Valor total (R\$)
Balança para pesagem das novilhas	15	7.000,00	1	7.000,00
Máquina forrageira	15	4.000,00	1	4.000,00
Garfo de quatro dentes	2	12,00	1	12,00
Pá	2	6,10	1	6,10
Unidades de pequeno valor	1	35,30	1	35,30
Galpão de confinamento	20	8.000,00	1	8.000,00
Carrinho de mão	2	75,00	1	75,00
Novilhas	3	1.000,00	24	24.000,00
Valor total fixo investido				43.128,40

**Fonte:** Elaboração dos autores.

A depreciação de benfeitorias, máquinas, equipamentos e animais de serviço foram estimados pelo método linear de cotas fixas, com valor final igual a zero, com exceção dos animais (Tabela 4). Para remuneração do capital, utilizou-se a taxa de juros real de 6% ao ano.

Para avaliação da análise econômica, foram utilizados dois indicadores econômicos: o VPL (valor presente líquido) e a TIR (taxa interna de retorno).

O valor presente líquido (VPL) é utilizado como critério de avaliação de projetos mais rigoroso e isento de falhas técnicas (NORONHA, 1987; CONTADOR, 1988).

A expressão para cálculo do VPL é a seguinte:

$$VPL = \sum_{t=0}^{n-1} VF / (1 + r)^t$$

em que VPL = valor presente líquido; VF = valor do fluxo líquido (diferença entre entradas e saídas); n = número de fluxos; r = taxa de desconto; t = período de análise (i = 1, 2, 3...). No cálculo do valor presente líquido, aplicaram-se três taxas de desconto sobre o fluxo líquido mensal de cada sistema de produção. As taxas adotadas foram 6, 10 e 12% ao ano.

Para a taxa interna de retorno, segundo os

critérios de aceitação, quanto maior o resultado obtido no projeto, maior a atratividade para sua implantação. A taxa interna de retorno (TIR) é determinada por Contador (1988) como a taxa de juros que iguala a zero o VPL de um projeto, ou seja, é a taxa de desconto que iguala o valor presente dos benefícios de um projeto ao valor presente de seus custos.

Assim, a taxa interna de retorno é o valor de r que iguala a zero a expressão:

$$VPL = VF_0 + VF_1/(1 + r)^1 + VF_2/(1 + r)^2 + VF_3/(1 + r)^3 + \dots + VF_n/(1 + r)^n$$

em que VF = fluxos de caixa líquido (0, 1, 2, 3, ..., n); r = taxa de desconto.

Para o cálculo da taxa interna de retorno e do valor presente líquido, fez-se uma simulação de um ano para estudo de características econômicas, sendo computada, assim, a depreciação de benfeitorias e máquinas neste período (Tabela 5).

Os dados das avaliações de desempenho foram submetidos às análises de variância e de regressão. Os critérios utilizados para escolha dos modelos de regressão consideraram a adequação do modelo aos fenômenos estudados, os valores dos coeficientes de determinação ajustados e a significância dos parâmetros da regressão pelo teste t.

**Resultados e Discussão**

O consumo de matéria seca e dos nutrientes

foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pela inclusão de palma forrageira na dieta (Tabela 5).

**Tabela 5.** Consumos médios diários de nutrientes em novilhas 3/4 holandês-zebu em função dos teores de palma forrageira na dieta.

Variável	Teores de palma na dieta (g kg <sup>-1</sup> )				CV (%)	P
	0	200	400	600		
Consumo de MS (kg dia <sup>-1</sup> )	8,04	7,51	6,93	5,16	10,82	0,00001
Consumo de MS (%PC)	3,09	3,203	2,89	2,51	6,98	0,00030
Consumo de FDNcp (kgdia <sup>-1</sup> )	3,46	3,09	2,53	1,70	8,63	0,00000
Consumo de FDN (%PC)	1,41	1,29	1,06	0,86	7,88	0,00000
Consumo de PB (kgdia <sup>-1</sup> )	1,25	1,12	1,06	0,62	8,72	0,00000
Consumo de CNF (kgdia <sup>-1</sup> )	2,53	2,26	2,14	1,62	7,99	0,00000
Consumo de NDT (kgdia <sup>-1</sup> )	5,20	4,56	4,12	2,79	7,97	0,00000
	Equação					r <sup>2</sup> /R <sup>2</sup>
Consumo de MS (kg dia <sup>-1</sup> )	$\hat{Y} = 8,29143 - 0,0046007^{**}X$					0,90
Consumo de MS (%PC)	$\hat{Y} = 3,166373 - 0,0009458^{**}X$					0,88
Consumo de FDNcp (kgdia <sup>-1</sup> )	$\hat{Y} = 3,45342 + 0,0011937^{ns}X - 0,0000287^{**}X^2$					0,99
Consumo de FDN (%PC)	$\hat{Y} = 1,43758 - 0,0009446^{**}X$					0,98
Consumo de PB (kgdia <sup>-1</sup> )	$\hat{Y} = 1,300638 - 0,0009756^{**}X$					0,85
Consumo de CNF (kgdia <sup>-1</sup> )	$\hat{Y} = 2,50131 + 0,0004624^{ns}X - 0,0000161^{**}X^2$					0,96
Consumo de NDT (kgdia <sup>-1</sup> )	$\hat{Y} = 5,14795 - 0,0012298^{*}X - 0,0000435^{**}X^2$					0,98

Matéria seca (MS), fibra em detergente (FDN), fibra em detergente corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), proteína bruta (PB), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT).

**Fonte:** Elaboração dos autores.

O consumo de matéria seca (kg dia<sup>-1</sup>) em relação à porcentagem de peso corporal (%PC) foi influenciado de forma linear decrescente ( $P < 0,05$ ) pelos teores de palma forrageira na dieta (Tabela 5). O consumo de matéria seca (kg dia<sup>-1</sup>) variou de 8,04 kg dia<sup>-1</sup> para 5,16 kg dia<sup>-1</sup> para as dietas com 0 e 600 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira, respectivamente (Tabela 5). O modelo ajustado estima um decréscimo 0,004 kg.dia<sup>-1</sup> para cada g de palma forrageira aportada por kg de dieta fornecida. Esse comportamento pode ser justificado pelo decréscimo do teor de matéria seca nas dietas com o aumento do teor de palma forrageira (Tabela 2). Santos et al. (1997) relataram que grandes quantidades de palma forrageira podem reduzir o consumo de matéria seca, em função do alto teor de umidade presente na mesma, mas resulta em consumo de grandes quantidades de matéria

natural. Carvalho et al. (2005) pesquisaram o consumo de novilhas da raça Holandesa alimentadas com rações contendo palma forrageira (698,00 g kg<sup>-1</sup>MS), bagaço de cana (276,00 g kg<sup>-1</sup> MS) e ureia (26,00 g kg<sup>-1</sup> MS) e encontraram resultados para a suplementação de 7,49 kg dia<sup>-1</sup> (farelo de trigo), de 8,58 kg dia<sup>-1</sup> (farelo de soja) e de 7,20 kg dia<sup>-1</sup> (fubá de milho). Esses autores não observaram diferenças significativas entre os tratamentos. Pessoa (2007) avaliou dieta composta de 640,00 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira e 300,00 g kg<sup>-1</sup> de bagaço de cana-de-açúcar *in natura*, encontrou consumo de MS de 6,28 kg dia<sup>-1</sup>. Valor inferior aos tratamentos com até 400 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira.

O consumo de matéria seca (%PC) foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelos teores de palma



forrageira na dieta e responderam de forma linear decrescente. O consumo de matéria seca (% PC) variou de 3,09 para 2,51%, para os tratamentos com 0 e 600 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira na dieta, respectivamente (Tabela 5). O modelo ajustado estima um decréscimo de 0,0009kg dia<sup>-1</sup> para cada g de palma forrageira aportada por kg de dieta fornecida

Carvalho et al. (2005) avaliaram o efeito da suplementação (1,00 kg novilha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>), sobre o consumo de novilhas da raça Holandesa alimentadas com rações contendo palma forrageira (698,00 g kg<sup>-1</sup> MS), bagaço de cana (276,00 g kg<sup>-1</sup> MS) e ureia (26,00 g kg<sup>-1</sup> MS) e encontraram consumos de 3,13; 3,61 e 3,15% PC para a suplementação com farelo de trigo, farelo de soja e fubá de milho, sem diferenças significativas e com valores similares aos tratamentos até 400g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira do presente trabalho.

O NRC (2001) sugere valor próximo de 2,6% para consumo de matéria seca em função do peso corporal em novilhas leiteiras com peso corporal médio de 225,00 kg. O tratamento com 600 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira e o consumo de matéria seca foi de 2,51%, próximo ao sugerido pelo NRC (NRC, 2001) para os demais tratamentos superiores (Tabela 5).

O consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína foi influenciado (P<0,05) pela inclusão de palma forrageira na dieta e os dados se ajustaram de forma quadrática. O modelo ajustado estima o maior consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína que foi de 3,58 kg dia<sup>-1</sup>, correspondente ao teor de 207,80 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira na dieta. O consumo de fibra em detergente neutro corrigida apresentou modificações com a inclusão da palma forrageira na dieta, provavelmente, devido à relação volumoso:concentrado influenciou o consumo de matéria seca e, conseqüentemente, da fibra em detergente neutro.

Os teores de consumo de fibra em detergente neutro (FDNcp) em relação ao peso corporal

reduziram (P<0,05) com a inclusão de palma forrageira na dieta. Esse teor variou de 1,41 kg de FDNcp em %PC no tratamento sem palma forrageira e declinou com o incremento da mesma nos tratamentos com valores de até 0,86 de consumo de fibra em detergente neutro (FDNcp) em %PC. O modelo ajustado estima um decréscimo de 0,0009 kg dia<sup>-1</sup> para cada g de palma forrageira aportada por kg de dieta fornecida. Os dados evidenciaram uma relação inversa à adição da palma forrageira e ao consumo de fibra em detergente neutro (CFDNcp) em relação ao PC. Pessoa (2007) encontrou valor de 1,14% para o consumo de fibra em detergente neutro (FDN) em relação ao peso corporal, ao analisar dieta composta de 640,00 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira, 300,00 g kg<sup>-1</sup> de bagaço de cana-de-açúcar *in natura* e concentrado para novilhas. Torres et al. (2003) também encontraram valor semelhante ao tratamento com inclusão de 200 g kg<sup>-1</sup>, de 1,19% de consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) em relação ao peso corporal quando utilizaram dietas experimentais com 380,00 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira, 420,00 g kg<sup>-1</sup> de bagaço de cana e concentrado na alimentação de novilhas da raça Holandesa.

O valor encontrado neste estudo correspondeu ao esperado, pois o teor de fibra em detergente neutro (FDN) na matéria seca diminuiu com a inclusão da palma forrageira na dieta, conseqüentemente, decresceu o consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro em relação ao peso animal.

O consumo de proteína bruta (PB) reduziu (P<0,05) com a inclusão de palma forrageira na dieta. Sendo que o consumo oscilou de 1,25 a 0,62 kg dia<sup>-1</sup>, correspondente aos tratamentos de 0 a 600 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira na dieta. O modelo ajustado estima um decréscimo 0,0009 kg dia<sup>-1</sup> para cada g de palma forrageira incluída por kg de dieta fornecida. Sendo verificado consumo inferior (P<0,05) com maiores teores de palma forrageira na dieta. Pode-se observar que com o teor de proteína bruta nas dietas foram semelhantes. O

comportamento se deve ao consumo de matéria seca que reduziu com o aumento dos teores de palma forrageira (Tabela 4).

O consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) foi influenciado de forma quadrática ( $P < 0,05$ ) pelos teores de palma forrageira na dieta (Tabela 6). O modelo ajustado estimou que o maior consumo de CNF foi de 2,53 kg, com o teor máximo de 143,50 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira. Esses resultados evidenciam que a inclusão de palma forrageira aumenta o teor de carboidratos não fibrosos na dieta, sendo o consumo desses carboidratos reduzido devido ao menor consumo de matéria seca.

Torres et al. (2003) analisaram dietas experimentais com 380,00 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira e 420,00 g kg<sup>-1</sup> de bagaço de cana na alimentação de novilhas da raça Holandesa e encontraram valor de 1,50 kg dia<sup>-1</sup> de consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF), valor este, inferior ao encontrado em todos os tratamentos testados na presente pesquisa. Pessoa (2007) pesquisou dieta composta de 640,00 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira, 300,00 g kg<sup>-1</sup> de bagaço de cana-de-açúcar *in natura*, 40,00 g kg<sup>-1</sup> de mistura ureia: sulfato de amônio (9:1) e 20,00 g kg<sup>-1</sup> de mistura mineral, em base da matéria seca (MS) e encontrou valor de 1,89 kg dia<sup>-1</sup> para o consumo de carboidratos não fibrosos, valor superior ao tratamento de 600,00 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira e inferior aos demais tratamentos.

O consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) na matéria seca foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelos níveis de palma forrageira na dieta de forma quadrática (Tabela 5). O modelo ajustado estima que o maior consumo de nutrientes digestíveis totais na matéria seca foi de 5,23 kg, atingindo o teor máximo de 141,20 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira.

Estimativas para o consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) com base nos valores

sugeridos pelo NRC (NRC, 2001) para animais de 225,00 kg, com ganho de peso médio diário de 800 g é de 3,80 kg de nutrientes digestíveis totais. Diante do exposto, observa-se que os animais no presente estudo consumiram nutrientes digestíveis totais suficientes para o atendimento das suas exigências (Tabela 5). Constata-se, portanto, que os tratamentos de 200 e 400 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira foram os que mais aproximaram dos valores preconizados pelo NRC (NRC, 2001). Valores encontrados por Torres et al. (2003), Carvalho et al. (2005) e Pessoa (2007) e de 3,50; 4,56 e 4,44, respectivamente, foram semelhantes ao encontrado neste trabalho.

A digestibilidade da matéria seca (DMS) e da proteína bruta (DPB) não diferiu ( $P > 0,05$ ) com a adição de palma forrageira na dieta (Tabela 6). A digestibilidade dos demais nutrientes foi afetada ( $P < 0,05$ ) com a inclusão de palma forrageira na dieta.

O teor médio de digestibilidade da matéria seca nos tratamentos foi de 61,04%, confirmando que a palma forrageira é um alimento de alta digestibilidade, por não haver diferença significativa com a inclusão de palma forrageira, provavelmente devido à qualidade dos nutrientes presentes na palma forrageira. Segundo Muniz et al. (2011) a palma forrageira, diferente de outras forragens, pois apresenta alta taxa de digestão ruminal, sendo a matéria seca degradada extensa e rapidamente, favorecendo maior taxa de passagem e, consequentemente, consumo semelhante ao dos concentrados.

A inclusão da palma forrageira não alterou a digestibilidade da proteína bruta. O valor médio foi de 66,29%. Observa-se que o consumo da proteína bruta reduziu com a inclusão de palma forrageira, a digestibilidade não foi alterada devido à qualidade e degradabilidade da proteína presente na palma.

**Tabela 6.** Coeficiente de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e valores de nutrientes digestíveis totais em novilhas 3/4 Holandês-Zebu em função dos teores de palma forrageira

Ítem	Teores de palma na dieta (g kg <sup>-1</sup> )				CV (%)	P	
	0	200	400	600			
Digestibilidade da MS(%)	59,10	58,61	62,13	64,32	6,9	0,0945	
Digestibilidade da PB(%)	65,98	63,85	67,84	67,48	9,65	0,3028	
Digestibilidade do EE(%)	47,80	49,19	43,70	40,46	8,84	0,0046	
Digestibilidade da FDNcp (%)	65,32	62,57	59,02	54,74	3,12	0,0000	
Digestibilidade dos CNF (%)	78,95	79,34	85,83	87,03	3,44	0,0005	
NDT (%)	65,00	60,00	57,32	50,33	4,56	0,0000	
	Equação						r <sup>2</sup> /R <sup>2</sup>
Digestibilidade da MS(%)	$\hat{Y} = 61,04^{ns}$						
Digestibilidade da PB(%)	$\hat{Y} = 66,29^{ns}$						
Digestibilidade do EE(%)	$\hat{Y} = 48,2602 + 0,00357^{ns} X - 0,000289 * X^2$						0,91
Digestibilidade da FDNcp (%)	$\hat{Y} = 65,7087 - 0,0176482^{**} X$						0,99
Digestibilidade dos CNF (%)	$\hat{Y} = 78,1774 + 0,0153625^{**} X$						0,87
NDT (%)	$\hat{Y} = 65,5132 - 0,0237827^{**} X$						0,97

Matéria seca (MS), fibra em detergente (FDN), fibra em detergente corrigido para cinzas e proteína (FDNcp), proteína bruta (PB), extrato etéreo, carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT).

**Fonte:** Elaboração dos autores.

O coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (DEE) foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pelos teores de palma forrageira na dieta e respondeu de forma quadrática (Tabela 6). O modelo ajustado indicou que a maior digestibilidade do extrato etéreo na matéria seca foi de 48,37%, correspondendo ao teor de 61,90 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira. O teor de extrato etéreo decresceu com a inclusão da palma forrageira na dieta. Em relação ao extrato etéreo, tanto a palma forrageira como a silagem de sorgo apresentam baixo teor de 1,35 e 1,71.

A digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (DFDNcp) na matéria seca reduziu ( $P < 0,05$ ) com a adição de palma forrageira na dieta (Tabela 6). A digestibilidade oscilou de 65,32 a 54,74%, correspondente aos tratamentos de 0 a 600 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira na dieta. O modelo ajustado estima um decréscimo de 0,176g dia<sup>-1</sup> para cada g de palma forrageira incluída por kg de dieta fornecida. Essa menor digestibilidade se deve ao fato de que a inclusão da palma forrageira eleva os carboidratos não fibrosos na dieta, a digestibilidade da FDNcp

diminuiu, provavelmente devido à relação de CNF e FDNcp. Esse efeito também foi observado por Detmann et al. (2003) que, em revisão sobre consumo de fibra em detergente neutro (FDN) por bovinos em confinamento, relataram queda na digestibilidade da mesma com aumento na proporção de carboidratos não-fibrosos na dieta. Os valores observados no presente trabalho foram superiores aos resultados encontrados por Carvalho et al. (2005), Pessoa (2007) e Torres et al. (2003), que foram de 32,05%; 44,42% e 44,78%, respectivamente.

A presente pesquisa sugere e considera como satisfatório o uso da palma forrageira para todos os tratamentos, já que a palma forrageira apresenta baixo teor de matéria seca e fibra em detergente neutro e alta degradabilidade como comprova a digestibilidade. Da mesma forma, Santos, Batista e Carvalho (2000), avaliando a degradabilidade ruminal da matéria seca de dez clones de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*), concluíram que todos apresentaram alta degradação potencial e alta taxa de digestão ruminal.

Em função da digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (DCNF), o efeito foi, como esperado, oposto à digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDNcp), pois a digestibilidade dos carboidratos não fibrosos ajustou ao modelo linear crescente com um acréscimo  $0,153 \text{ g dia}^{-1}$  para cada g de palma forrageira aportada por kg de dieta fornecida (Tabela 6), ou seja, à medida que aumentaram os teores de palma forrageira, a digestibilidade aumentou proporcionalmente de forma direta, possivelmente, devido à maior digestibilidade dos CNF da palma forrageira em relação ao da silagem e concentrado; valores superiores ao encontrado por Pessoa (2007), que foi de 78,95% com  $640,00 \text{ g kg}^{-1}$  de palma forrageira em dieta experimental para novilhas mestiças. Cavalcanti, Ferreira e Carvalho (2008) relataram que os carboidratos não fibrosos da palma forrageira são rapidamente fermentados no rúmen, melhorando o aporte de energia ao animal. Segundo Detmann et al. (2006) os carboidratos não fibrosos são fonte de energia para os ruminantes, principalmente para os microrganismos que utilizam essa fração. Valadares Filho (2000), entretanto, destacou a importância de se utilizar fontes proteicas de rápida e média degradação no rúmen quando os carboidratos não fibrosos compõem a principal fração de carboidratos da dieta, objetivando a sincronização entre liberação de energia e nitrogênio. Assim, houve aumento no CDCNF, com o aumento dos teores de palma forrageira, provavelmente devido à fermentação e sincronização dos carboidratos não fibrosos com a proteína fornecida. Muniz et al. (2011) avaliaram a cinética de degradação ruminal da palma forrageira e concluíram que apresenta alta taxa de digestão por ser rico em carboidratos não fibrosos.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram influenciados ( $P < 0,05$ ) pelos teores de palma forrageira na dieta e responderam de forma

linear decrescente com uma redução de  $0,237 \text{ g dia}^{-1}$  para cada g de palma forrageira aportada por kg de dieta fornecida (Tabela 6) e variou de 65 a 50,33% para o tratamento de 0 e  $600 \text{ g kg}^{-1}$  de palma na dieta.

Os nutrientes digestíveis totais, em todos os tratamentos, apresentaram resultados aceitáveis e esperados, pois, à medida que houve a inclusão da palma forrageira na dieta, o teor do concentrado e da silagem decresceu, conseqüentemente, aumentou os nutrientes da palma forrageira e a digestibilidade.

Em pesquisas com novilhas, Carvalho et al. (2005) encontraram resultados semelhantes aos da presente pesquisa, 58,37%, quando trabalharam com dietas acrescentadas de farelo de soja como suplemento. Pessoa (2007) encontrou valor de nutrientes digestíveis totais de 56,31%.

Em relação ao desempenho dos animais, não houve diferença para ganho em altura à cernelha, ganho em perímetro torácico e conversão alimentar ( $P > 0,05$ ) entre os teores crescentes de palma forrageira na dieta (Tabela 7); apresentando valores médios de 0,07 cm; 0,19 cm e 6,74, respectivamente. Torres et al. (2003) pesquisaram novilhas mestiças confinadas, com diferentes níveis de substituição do farelo de soja pela mistura de milho mais ureia, com níveis constantes de palma forrageira ( $500 \text{ g kg}^{-1}$ ) e bagaço de cana ( $300 \text{ g kg}^{-1}$ ) verificaram conversão alimentar média de 5,23. Quanto ao ganho de altura, à cernelha e o perímetro torácico não houve diferenças, possivelmente devido ao pouco tempo experimental.

Em relação ao peso corporal final e ao ganho médio diário, houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os teores de palma forrageira na dieta. O ganho médio diário variou de 1,18 kg com  $0,00 \text{ g kg}^{-1}$  a 0,78 kg com  $600,00 \text{ g kg}^{-1}$  de palma forrageira na dieta (Tabela 7).

**Tabela 7.** Desempenho de novilhas 3/4 holandês-zebu em função de teores de palma forrageira na dieta.

Ítem	Teores de palma na dieta (g kg <sup>-1</sup> )				CV (%)	P
	0	200	400	600		
Peso corporal inicial (kg)	162,00	170,33	163,17	157,00		
Peso corporal final (kg)	260,83	264,00	256,33	222,33	10,75	0,0514
Ganho Médio Diário (kg)	1,18	1,12	1,11	0,78	16,24	0,0024
Ganho em Altura à Cernelha (cm)	0,07	0,08	0,07	0,05	34,89	0,5578
Ganho em Perímetro Torácico (cm)	0,23	0,19	0,21	0,14	23,13	0,9878
Conversão Alimentar	6,90	6,80	6,27	6,92	13,86	0,4381
	Equação					r <sup>2</sup> /R <sup>2</sup>
Peso corporal final (kg)	$\hat{Y} = 260,058 + 0,07779^{ns} X - 0,002323^{**} X^2$					0,99
Ganho Médio Diário (kg)	$\hat{Y} = 1,15748 + 0,0004112^{ns} X - 0,000017^{**} X^2$					0,92
Ganho em Altura à Cernelha (cm)	$\hat{Y} = 0,07^{ns}$					
Ganho em Perímetro Torácico (cm)	$\hat{Y} = 0,19^{ns}$					
Conversão Alimentar	$\hat{Y} = 6,74^{ns}$					

**Fonte:** Elaboração dos autores.

O peso corporal final e o ganho médio diário variaram de forma quadrática em função dos teores crescentes de palma forrageira na dieta (Tabela 7). Segundo os modelos ajustados, estima-se o maior valor de PC em 266,57 kg e GMD de 1,18 kg para os teores de palma forrageira de 167,40 g kg<sup>-1</sup> e 121,80 g kg<sup>-1</sup> na dieta, respectivamente. O consumo de matéria seca justificou o desempenho das novilhas e, mesmo obtendo resultados aceitáveis, os tratamentos que propiciaram maior consumo resultaram em maiores ganhos. Os valores encontrados no presente trabalho, inclusive para o tratamento de 600,00 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira na dieta, são considerados aceitáveis para ganho de novilhas leiteiras, pois com o aumento do teor da palma forrageira, o teor de concentrado decresceu. Adicionalmente, a previsão de ganho era de 0,80 kg dia<sup>-1</sup> de acordo com o NRC (NRC, 2001).

Torres et al. (2003) ao alimentarem novilhas mestiças com rações à base de palma forrageira (500,00 g kg<sup>-1</sup>), bagaço de cana (300,00 g kg<sup>-1</sup>) e farelo de soja (200,00 g kg<sup>-1</sup>) constataram o ganho de 1,15 kg dia<sup>-1</sup>, valores superiores ao deste trabalho para os tratamentos com teores acima 121,80 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira na dieta, o que é justificado pelo farelo de soja na dieta. Carvalho et al. (2005)

avaliaram o desempenho de novilhas da raça Holandesa alimentadas com rações contendo palma forrageira (698,00 g kg<sup>-1</sup>), bagaço de cana (276,00 g kg<sup>-1</sup>) e ureia (26,00 g kg<sup>-1</sup>) suplementada com farelo de soja. Os autores encontraram ganho diário de 1,17 kg dia<sup>-1</sup>.

A análise de viabilidade econômica das dietas experimentais integra o rol de atividades que buscam identificar quais são os benefícios esperados em dado investimento para colocá-los em comparação com outros investimentos e custos associados ao mesmo a fim de verificar a sua viabilidade de implementação. Em relação ao presente trabalho, os preços dos concentrados, da silagem de sorgo, da palma forrageira e dos insumos utilizados estão de acordo com a média histórica da região e são representativos para análises.

Os valores de renda bruta aumentaram até o teor de 400 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira na dieta, o que é justificado pelo aumento do teor de palma forrageira com a diminuição da silagem de sorgo e do concentrado, causando a diminuição no custo da dieta. Outro fator que contribuiu foi a manutenção do ganho de peso diário das novilhas até o valor de 400 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 7).

O valor do custo operacional efetivo (Tabela 8) representa quanto de recurso foi utilizado para cobrir as despesas dos animais. Menores valores foram encontrados para dietas com maiores teores de palma forrageira e que utilizou o concentrado em menor quantidade e com menores gastos, confirmando que o custo com alimentação é o fator que mais eleva a despesa operacional. Na dieta sem

palma forrageira, o custo total com alimentação chegou a 74%. Nas dietas com palma forrageira, o custo decresceu com o aumento do teor da palma e variou de 71% a 65% do custo total com o teor 200 g kg<sup>-1</sup> a 600 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira na dieta. Smith (2003) recomenda custo operacional inferior a 65% da renda bruta e esse índice é obtido, apenas na dieta, com 600 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira.

**Tabela 8.** Renda bruta, custo operacional efetivo, custo operacional total, lucro por novilha <sup>3</sup>/<sub>4</sub> HolandêsZebu por dia, confinadas, em função de teores de palma forrageira na dieta.

Item	Teores de palma forrageira na dieta (g kg <sup>-1</sup> )								
	Preço Unitário (R\$)	0		200		400		600	
		Quantidade	Valor	Quantidade	Valor	Quantidade	Valor	Quantidade	Valor
Continua ...									
1. Renda bruta									
Ganho de peso (kg cabeça <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup> )	6,00	1,18	7,08	1,12	6,72	1,11	6,66	0,78	4,68
Total			7,08		6,72		6,66		4,68
2. Custo									
Custo operacional efetivo									
Mão-de-obra (dh <sup>-1</sup> )	30,00	0,04	1,20	0,04	1,20	0,04	1,20	0,04	1,20
Concentrado (kg MS <sup>-1</sup> )		2,98	2,62	1,84	1,71	1,03	1,04	0,28	0,38
Silagem de sorgo (kg MS <sup>-1</sup> )	0,26	5,30	1,38	3,75	0,97	2,45	0,63	1,59	0,40
Palma (kg MS <sup>-1</sup> )	0,50	0,00	0,00	1,77	0,88	2,99	1,50	3,71	1,86
Energia ( KW h <sup>-1</sup> )	0,05	0,267	0,014	0,26	0,014	0,267	0,014	0,267	0,014
Medicamentos (R\$)			0,05		0,05		0,05		0,05
Reparo de benfeitorias (R\$)			0,1		0,1		0,1		0,1
Reparo de máquinas e equipamentos (R\$)			0,046		0,046		0,046		0,046
Subtotal			5,40		4,98		4,58		4,04
Custo operacional total									
Custo operacional efetivo (R\$)			5,40		4,98		4,58		4,04
Depreciação de benfeitoria (R\$)			0,15		0,15		0,15		0,15
Depreciação de máquinas			0,01		0,01		0,01		0,01
Subtotal			5,57		5,14		4,74		4,21
Custo total									
Custo operacional total (R\$)			5,57		5,14		4,74		4,21
Juros benfeitoria (R\$)			0,29		0,29		0,29		0,29
Custo total. Animal <sup>-1</sup>			5,82		5,39		5,00		4,46
Custo total. Kg PC <sup>-1</sup>			4,93		4,82		4,50		5,72
Margem bruta. Animal <sup>-1</sup>			1,67		1,74		2,07		0,63
Margem líquida. Animal <sup>-1</sup>			1,50		1,57		1,91		0,47
Lucro total. Animal <sup>-1</sup>			1,25		1,32		1,66		0,21
Unitário.kg de PC <sup>-1</sup>			1,06		1,17		1,49		0,27

... Continuação

Item	Teores de palma forrageira na dieta (g kg <sup>-1</sup> )								
	Preço Unitário (R\$)	0		200		400		600	
		Quantidade	Valor	Quantidade	Valor	Quantidade	Valor	Quantidade	Valor
		Custo total							
Custo operacional efetivo. Custo total <sup>-1</sup> . (%)		92,81		92,24		91,62		90,62	
Custo operacional efetivo. (renda bruta) <sup>-1</sup> (%)		76,40		74,11		68,78		86,49	
Gasto com concentrado. Custo <sup>-1</sup>		2,62		2,59		2,53		2,23	
Operacional efetivo (%)		48,48		52,30		55,34		55,23	
Gasto com silagem. COE		0,25		0,20		0,14		0,10	
Gasto com a palma. COE		0,00		0,18		0,33		0,46	
Gasto com concentrado. (custo total) <sup>-1</sup> (%)		0,48		0,34		0,23		0,09	
Gasto com concentrado. (renda bruta) <sup>-1</sup> (%)		0,37		0,25		0,15		0,08	

Fonte:Elaboração dos autores.

Os valores do custo operacional em relação à renda bruta calculados, no presente estudo, foram de 76,40%; 74,11%; 68,78% e 86,49% para as dietas com 0; 200; 400; 600 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira.

A alimentação é responsável por grande parte dos custos (60 a 70%) da atividade pecuária com ruminantes, sejam esses animais confinados ou criados extensivamente (MARTINS et al., 2000), principalmente quando se utilizam fontes alimentares que têm custo elevado. O melhor resultado foi para a dieta com teor de 400 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira, o que é explicado pelo ganho de peso das novilhas, em resposta a uma dieta com um custo menor. No caso da dieta com o teor de palma de 600 g kg<sup>-1</sup>, o custo operacional foi menor, porém, a renda bruta, também, foi a menor devido ao baixo ganho de peso.

Oliveira et al. (2007) avaliaram vacas em lactação alimentadas com dietas formuladas com diferentes teores (0; 120; 250; 380 e 510g kg<sup>-1</sup>) de palma forrageira em substituição total ao milho e em substituição parcial ao feno de capim tifton e calcularam que a receita com alimentação na dieta sem palma correspondeu a 86,0% da receita do leite, enquanto, no tratamento com 510 g kg<sup>-1</sup> de palma,

o comprometimento foi de 58,0%. Os autores concluíram que a palma forrageira pode constituir alternativa regional de fonte de energia, baixando os custos sem alterar a produção de leite e o teor de gordura.

Os valores de custo operacional total, que é a soma do custo operacional efetivo mais a depreciação, apresentaram comportamento semelhante ao custo operacional efetivo, uma vez que a mesma infraestrutura foi utilizada por todos os animais.

O custo total por animal, que envolve a remuneração de capital (custo oportunidade), decresceu à medida que aumentou o teor de palma forrageira na dieta. O lucro total por animal elevou-se até o teor de 400 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira, fato que comprova a eficiência econômica do uso da palma em dietas de novilhas leiteiras.

A taxa interna de retorno comprova que o tratamento que apresentou melhor resultado foi o uso de 400 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira na dieta (Tabela 9), o que explica ser este teor o mais viável para um produtor e investidor, à taxa de retorno de 3,15% ao mês.

**Tabela 9.** Taxa interna de retorno mensal e o valor presente líquido para taxas de retorno de 6, 10 e 12 %, respectivamente, para um ano, utilizando novilhas  $\frac{3}{4}$  Holandês-Zebu, confinadas, em função de teores de palma forrageira na dieta.

Item	Teores de palma forrageira na dieta (g kg <sup>-1</sup> )			
	0	200	400	600
Taxa interna de retorno (%)	2,41	2,54	3,15	0,56
Valor presente líquido, 6% (R\$)	8.907,44	9.483,47	12.304,47	263,79
Valor presente líquido, 10% (R\$)	7183,19	7745,36	10498,57	-1252,72
Valor presente líquido, 12% (R\$)	6327,61	6882,83	9601,97	-2003,91

**Fonte:** Elaboração dos autores.

O cálculo do valor presente líquido (Tabela 9) mostra que esse investimento é de grande importância para todas as taxas de desconto utilizadas, obtendo maior valor na dieta com teor de 400 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira. Portanto, pelo indicador, o tratamento viável é o que apresentar maior VPL, que foi a dieta com 400 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira.

Vale salientar que, na dieta com 600 g kg<sup>-1</sup> de palma forrageira, houve um ganho médio diário de 0,78 kg por novilha leiteira, foi previsto pelo NRC (2001) o ganho de 0,80 kg. Costa et al. (2011) citam que um projeto é viável e deve ser adotado quando sua TIR for igual ou maior que o custo de oportunidade dos recursos para sua implantação.

## Conclusões

A inclusão da palma forrageira a dietas com silagem de sorgo e concentrado de até 400 g kg<sup>-1</sup> proporcionam melhores resultados para novilhas leiteiras nos parâmetros que se referem ao desempenho e ao aspecto econômico.

## Referências

CAMPOS, O. F.; LIZIEIRE, R. S. *Novilhas*: elas também merecem sua atenção. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1995. 18 p. (EMBRAPACNPGL, Circular Técnica, 36).

CARVALHO, M. C.; FERREIRA, M. A.; CAVALCANTI, C. V. A.; LIMA, L. E.; SILVA, F. M.; MIRANDA, K. F.; VERAS, A. S. C.; AZEVEDO, M.; VIEIRA, V. C. F. Associação do bagaço de cana-de-açúcar, palma

forrageira e ureia com diferentes suplementos em dietas para novilhas da raça Holandesa. *Acta Scientiarum Animal Science*, Maringá, v. 27, n. 2, p. 247-252, 2005.

CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.

CAVALCANTI, C. V. A.; FERREIRA, M. A.; CARVALHO, M. C. Palma forrageira enriquecida com ureia em substituição ao feno de capim tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 37, n. 4, p. 689-693, 2008.

CONTADOR, C. R. Indicadores para seleção de projetos. In: CONTADOR, C. (Ed.). *Avaliação social de projetos*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1988. p. 41-58.

COSTA, L. T.; SIVA, F. F.; VELOSO, C. M.; PIRES, A. J. V.; NETO ROCHA, A. L.; MENDES, F. B. L.; RODRIGUES, E. S. O.; SILVA, V. L. Análise econômica da adição de níveis crescentes de concentrado em dietas para vacas leiteiras mestiças alimentadas com cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 40, n. 5, p. 1155-1162, 2011.

DETMANN, E.; QUEIROZ, A. C.; CECON, P. R.; ZERVOUDAKIS, J. T.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; CABRAL, L. S.; LANA, R. P. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1763-1777, 2003.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; HENRIQUES, L. T.; PINA, D. S.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; CHIZZOTTI, M. L.; MAGALHÃES, K. A. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras.



- Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1479-1486, 2006.
- DIAS, A. M. A.; BATISTA, A. M. V.; FERREIRA, M. A.; LIRA, M. A.; SAMPAIO, I. B. M. Efeito de estádio vegetativo do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sobre a composição química da silagem, consumo, produção e teor de gordura do leite para vacas em lactação, em comparação à silagem de milho (*Zea mays*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 2086-2092, 2001.
- FERREIRA, M. A. *Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros*. Recife: UFRPE, Imprensa Universitaria, 2005. 68 p.
- FERREIRA, M. A.; PESSOA, R. A. S.; SILVA, F. M. Utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2008, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: [s.n], 2008.
- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 81, n. 12, p. 3226-3232, 2003.
- ÍTAVO, L. C. V. Consumo, digestibilidade e eficiência microbiana de novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado, utilizando diferentes indicadores e períodos de coleta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 31, n. 3, p. 1024-1032, 2002.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.
- MARTINS, A. S.; PRADO, I. N.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; NASCIMENTO, W. G. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte proteica em novilhas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 29, n. 1, p. 269-277, 2000.
- MELO A. A. S. Substituição parcial do farelo de soja por ureia e palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em dietas para vacas em lactação: I. desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 727-736, 2003.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, Rockville, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.
- MUNIZ, E. B.; MIZUBUTI, I. Y.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; RIBEIRO, E. L. A.; ROCHA JÚNIOR, J. N.; CAPELARI, M. G. M.; BRITO, V. M. Cinética de degradação ruminal de carboidratos de volumosos secos e aquosos: técnica de produção de gases. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 32, n. 3, p. 1191-1200, 2011.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrients requirements of the dairy cattle. Washington, D. C.: NationalAcademy Press, 2001. 57 p.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C.; BRONDANI, I. L.; PELLEGRINI, L. G.; FREITAS, A. K. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 31, n. 1, p. 293-301, 2002.
- NORONHA, J. F. *Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269 p.
- OLIVEIRA, V. S.; FERREIRA, M. A.; GUIM, A.; MODESTO, E. C.; ARNAUD, B. L.; SILVA, F. M. Substituição total do milho e parcial do feno do capim-tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Produção, composição do leite e custos com alimentação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 36, n. 4, p. 928-935, 2007.
- PERES, A. A. C.; SOUZA, P. M.; MALDONADO, H.; SILVA, J. F. C.; SOARES, C. S.; BARROS, S. C. W.; HADDADE, I. R. Análise econômica de sistemas de produção a pasto para bovinos no município de Campos dos Goytacazes-RJ. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, p. 1557-1563, 2004.
- PESSOA, R. A. S. *Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia para novilhas e vacas leiteiras*. 2007. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- RODRIGUES FILHO, M.; MANCIO, A. B.; GOMES, S. T.; SILVA, F. F.; LANA, R. P.; RODRIGUES, N. E. B.; SOARES, C. A.; VELOSO, C. M. Avaliação econômica do confinamento de novilhos de origem leiteira, alimentados com diferentes níveis de concentrado e de cama de frango. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 2055-2069, 2002.
- SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; MELO, J. N. *A palma forrageira (Opuntia ficus-indica Mill e Nopalea cochenillifera SalmDyck) em Pernambuco: cultivo e utilização*. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 1997. 23 p.
- SANTOS, D. C.; SANTOS, M. V. F.; FARIAS, I.; DIAS, F. M.; LIRA, M. A. Desempenho produtivo de vacas 5/8 holando/zebu alimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*). *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 30, n. 1, p. 12-17, 2001.

- SANTOS, G. R. A.; BATISTA, A. M. V.; CARVALHO, F. F. R. Composição química e degradabilidade da matéria seca de dez clones de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. CD-ROM.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2009. 235 p.
- SILVA, J. F.; LEAO, M. I. *Fundamentos de nutrição de ruminantes*. Piracicaba: Livrocere, 1979. 380 p.
- SMITH, T. R. Melhorando a lucratividade de fazendas leiteiras através do aumento na eficiência das operações, 2003, Sete Lagoas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL REHAGRO, 1., 2003, Sete Lagoas. *Anais...* Sete Lagoas: Congresso Internacional Rehagro, 2003. p. 41.
- TORRES, L. B.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; MELO, A. A. S.; ANDRADE, D. K. B. Níveis de bagaço de cana e ureia como substituto ao farelo de soja em dietas para bovinos leiteiros em crescimento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 32, n. 3, p. 760-767, 2003.
- VALADARES FILHO, S. C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p. 267-338.
- WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. *Proceedings...* Ithaca: Cornell University, 1999. p. 176-185.