

PREDIÇÃO DE DESEMPENHO E ORÇAMENTO PARCIAL DE DIETAS PARA VACAS LEITEIRAS CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR FRESCA OU ENSILADA OU SILAGEM DE MILHO¹

Clayson Correia de Sousa²

1 - INTRODUÇÃO

A FAO (2011) estimou que, no ano de 2008, a produção mundial de leite de vaca foi de aproximadamente 424 milhões de toneladas. A contribuição do continente americano foi de 17,2% do total e o Brasil obteve o sexto lugar na classificação mundial, com 25,327 milhões de toneladas, atrás de Alemanha, Rússia, China, Índia e EUA. O valor da produção agropecuária em 2007 foi de quase R\$194,4 bilhões, dos quais a produção de leite participou com R\$15 bilhões, o que o classifica em sexto lugar no ranking dos produtos mais importantes do agronegócio brasileiro (TSUNECHIRO; COELHO, 2009).

Conforme Oliveira (1998), a produção de leite resulta da influência de fatores baseados no manejo (sanidade e conforto), na genética do rebanho e na alimentação, a qual é a base de todo o sistema, interferindo na reprodução e na produção e, por extensão, na produtividade. A alimentação pode compor de 45% a 75% do custo total do leite, conforme Yamaguchi et al. (1990 apud TIRADO; MARTINS, 2005) e Carvalho (1995 apud TIRADO; MARTINS, 2005).

O balanceamento preciso da alimentação é de ampla relevância técnica e econômica, contribuindo para o uso mais adequado dos alimentos e para a otimização da produção animal. Assim, é imprescindível a utilização de dados experimentais produzidos no respectivo ambiente, país de clima tropical no caso desta pesquisa. Frequentemente, quando se pretende estimar o consumo de nutrientes e a produção animal, os dados disponíveis mais utilizados pelos cientistas brasileiros na predição têm sido obtidos em países de clima temperado, tais quais os dados do National Research Council (NRC) e, mais recen-

temente, o Sistema Cornell de Carboidrato e Proteína (FREITAS et al., 2006; FERNANDES, et al., 2007).

O trabalho clássico feito por pesquisadores da Virginia e de Blacksburg nos Estados Unidos (BROWN; CHANDLER; HOLTER, 1977) mostraram que a produção de leite é tanto maior quanto maior for o consumo na dieta de matéria seca e de concentrado. Nesse trabalho, os autores desenvolveram um modelo linear por mínimos quadrados ordinários, o qual prediz a produção de leite (PL) como uma função linear do consumo de matéria seca (CMS). Foram abrangidos neles dados de 11 estações experimentais distintas, com diferentes forragens e diferentes relações volumoso:concentrado. O CMS responde por 60% ou 90% das variações em desempenho dos bovinos e os 10% ou 40% restantes são explicados pelas variações em digestibilidade, a qual descreve a qualidade da composição nutricional dos alimentos (MERTENS, 1987, 1994). O consumo influencia na demanda por área para o cultivo de forrageiras suplementares para a estação seca do ano e na densidade de estocagem, a qual resulta da produtividade agrícola das culturas forrageiras, afetando por extensão a produtividade leiteira (DOMINGUES; RIBEIRO; SOUZA, 2008).

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) é uma forrageira amplamente utilizada na alimentação do gado leiteiro no Brasil, nomeadamente por suas principais vantagens: alto rendimento forrageiro por unidade de área, ou seja, alta produtividade, o que normalmente torna o seu uso mais econômico quando comparado com as silagens de milho (*Zea mays*) e sorgo (*Sorghum bicolor*); justaposição da época de maturidade da cultura forrageira com o de maior escassez de forragem, principalmente na região centro-sul do Brasil, que se inicia em maio ou junho e termina em outubro ou novembro; aptidão para o autoarmazenamento, ou melhor, se a lavoura não for colhida, pode-se adiar a colheita

¹Registrado no CCTC, IE-15/2011.

²Engenheiro Agrônomo, Mestre (e-mail: claysoncorreia@hotmail.com).

para o próximo ano com pequenas perdas da sua qualidade nutricional (LIMA JÚNIOR et al., 2010; RODRIGUES et al., 2005).

Mas o seu uso até recentemente era restrito a vacas de baixa produção, devido ao alto conteúdo de fibra em detergente neutro, baixa concentração de proteína bruta e de alguns minerais como cálcio e fósforo, o que demanda a suplementação desses níveis com ingredientes concentrados proteicos e com minerais (LIMA JÚNIOR et al., 2010; RODRIGUES et al., 2005).

Mais recentemente, no entanto, muitos artigos brasileiros foram publicados e dissertações e teses foram desenvolvidas com vacas de média e alta produção: Queiroz et al. (2008); Sousa et al. (2009); Magalhães et al. (2004); Aquino et al. (2007); Mendonça et al. (2004); Teixeira Junior, (2008); Oliveira et al. (2007); Costa et al. (2005) e Corrêa et al. (2003), com CMS variando de 16,63 a 23,5 (kg.vaca⁻¹.dia⁻¹) e produção de leite variando de 16,90 (kg.vaca⁻¹.dia⁻¹) a 34,6 (kg.vaca⁻¹.dia⁻¹).

Silva e Santos (2006) enfatizaram a relevância da palma forrageira na nutrição de ruminantes no semiárido nordestino, resultante da sua aclimação às condições adversas locais, especialmente pela baixa precipitação. A palma forrageira é comprovadamente apta a produzir matéria seca abundantemente por unidade de área. Entretanto, o seu uso é restrito pelo teor de fibra em detergente neutro pequeno. Portanto, é imprescindível a utilização conjunta com outros volumosos para adequar o conteúdo de fibra na dieta e permitir um apropriado funcionamento do rúmen. Assim sendo, Moreira et al. (2007) enfatizaram a viabilidade da associação da palma forrageira com pasto reservado de capim buffel e do ajustamento dos níveis de PB da dieta com distintos teores de ureia. Pessoa (2007), do mesmo modo, experimentou o uso da palma forrageira junto com o bagaço de cana-de-açúcar e ainda com diferentes teores de ureia.

O objetivo deste trabalho foi ajustar um modelo de predição para a produção de leite em função do consumo de matéria seca dos volumosos descritos acima, e então fazer uma análise de orçamento parcial a partir de uma simulação das variações na densidade de estocagem, na produtividade leiteira, nos custos e receitas totais e líquidas de dietas para vacas leiteiras à base de cana-de-açúcar fresca ou ensilada ou silagem de milho.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Desempenho Animal e Produtividade Leiteira

Inicialmente foram compilados dados publicados originados de experimentos com vacas leiteiras, alguns dos quais utilizaram cana-de-açúcar como volumoso exclusivo ou em substituição parcial à silagem de milho. A maioria dos ensaios foi conduzida na região centro-sul do Brasil, abrangendo especialmente os Estados de São Paulo, Minas Gerais e do Nordeste (principalmente os Estados da Bahia, Pernambuco e Ceará), em áreas com predominância de vegetação original de cerrado, mata atlântica ou caatinga.

Os dados foram submetidos a três análises de regressão, feitas pelo método dos mínimos quadrados ordinários e procedeu-se à análise da variância. Calculou-se o coeficiente de determinação (R^2) e estimou-se a equação de regressão linear. As estatísticas foram dadas pelo teste F com 1% de probabilidade para a significância da hipótese alternativa de que a produção de leite obedece a uma função linear do consumo de matéria seca (MS). A primeira análise de regressão foi feita de modo a ajustar uma equação de regressão cuja variável dependente foi a produção de leite (PL) observada e a variável independente foi o CMS. Na segunda análise, a variável dependente foi a PL predita pelo modelo ajustado e a variável independente foi a PL observada nas pesquisas compiladas. Na terceira análise, a variável dependente foi o CMS predito pelo modelo ajustado nesta pesquisa e a variável independente foi o CMS observado nas pesquisas compiladas. Também se procedeu a uma análise estatística descritiva quanto à média, erro padrão, mediana, desvio padrão, variância, ponto mínimo e ponto máximo e contagem a 1% de probabilidade (SARTORIS, 2003).

A partir da equação ajustada, foi estimado o consumo de matéria natural (CMN) por vaca (kg/dia) da alimentação com cana-de-açúcar, considerando três níveis de produção por vaca (10, 20 e 30 kg/dia) e considerando um teor médio de 29,4% de matéria seca (MS) na cana-de-açúcar com um rendimento forrageiro³

³Forragem ou alimento volumoso são sinônimos.

médio de 107 t/ha de matéria natural (MN) (RESENDE, 2005b). Os dados de referências dos autores compilados são listados no anexo 1.

Para a silagem de milho, considerou-se um teor médio de 33% de MS na MN (FANCEL-LI; DOURADO NETO, 2000) além de um rendimento forrageiro de 50 t/ha de MN (RESENDE, 2005a). O CMN é dado por: $CMN = CMS/TMS$, onde TMS é o teor de matéria seca, adimensional, sendo 0,294 para a cana-de-açúcar e 0,33 para a silagem de milho. Também se considerou para as vacas não lactantes que o CMS é o mesmo de vacas com um nível de produção de 10 kg/dia, para que os animais cheguem ao parto com peso adequado e com o objetivo de se calcular a produtividade leiteira, dado o índice de vacas em lactação, conforme será visto abaixo.

Os estudos usuais em forragicultura e pastagens definem o conceito de densidade de estocagem (DE em animais/ha) (FORAGE AND GRAZING TERMINOLOGY COMMITTEE, 1991), independentemente do peso vivo, que foi o mais adequado aos objetivos propostos inicialmente. A DE é dada por $DE = RF/CMN$, onde RF é o rendimento forrageiro da cana-de-açúcar ou da silagem de milho citados anteriormente e é dado por $RF = F/186$ dias. A produtividade leiteira em 186 dias de estação seca é dada por $PL = DE \times P \times 186 \times IVL$, onde IVL é o índice de vacas em lactação e que nas condições brasileiras tem sido igual a 0,69, com gado cruzado holandês x zebu (BARBOSA, 2006; McMANUS et al., 2008; LEMOS et al., 1997). Para tanto, cada valor de nível de P deve ser convertido em litros (l) por $P (l) = P (kg)/d$, onde d é a densidade do leite sendo igual a 1,032kg/l (VENTURINI; SARCINELLI; SILVA, 2007). Assim, as produções individuais de 10, 20 e 30 kg/dia são equivalentes respectivamente 9,69; 19,37 e 29,06 l.dia⁻¹. Essa transformação é necessária na hora de calcular as receitas, pois o preço do leite, conforme será visto a diante, é dado em R\$/l. Os parâmetros P , DE e PL foram calculados considerando-se a dieta⁴ composta por diferentes relações volumoso: concentrado de 80:20 para vacas com nível de produção de 10 kg/dia, de 60:40 ou 40:60 para os níveis de 20 kg/dia para as dietas a base de cana-de-açúcar ou silagem de milho, e de 40:60 para vacas com nível de produção de 30 kg/dia, alimentadas com dieta à base de cana-de-açúcar. Essas relações

foram estipuladas baseadas na revisão feita nos trabalhos dos autores compilados citados no anexo 1. Assim, também foram calculados o CMS e o CMN considerando-se um teor médio de 90% de matéria seca no concentrado, além das relações $P/CMNV$ ou $P/CMNC$, onde CMN é o consumo de matéria natural do concentrado (C) ou do volumoso (V).

2.2 - Análise de Orçamento Parcial

2.2.1 - Orçamento de despesas e custo de produção das forrageiras

A análise econômica foi feita pela metodologia de análise de orçamento parcial, na qual é estimado o efeito da tecnologia sobre a estrutura produtiva existente, ou seja, foram estimadas apenas as despesas e receitas que mudam com a introdução da tecnologia (SHANG, 1990; TUNG, 1990). Inicialmente, foram feitos os orçamentos de despesas de implantação da lavoura, manutenção da soqueira, colheita e picagem da cana-de-açúcar para fornecimento verde, considerando as opções de picagem em picadora acionada por motor elétrico ou pela tomada de potência (TDP) do trator, além da opção de fornecimento de cana-de-açúcar conservada na forma de silagem. Também foi feito o orçamento de implantação e ensilagem da cultura do milho. Os coeficientes técnicos utilizados foram descritos por Resende (2005a), o qual considerou uma produção de 50 toneladas de matéria natural por hectare de silagem de milho. Quanto à cana-de-açúcar, utilizou-se o coeficiente de 107 t/ha, média de oito colheitas, uma por ano (Resende, 2005b). Quanto ao processo de ensilagem da lavoura de cana-de-açúcar, observou-se no campo por experiência própria que os coeficientes técnicos tem sido aproximadamente o dobro daqueles descritos por Resende (2005a) para o processo de ensilagem de milho. Os orçamentos foram feitos para o mês de junho de 2010.

2.2.2 - Custo de produção das forragens

As metodologias empregadas nos cálculos do custo de produção foram descritas por Martin et al. (1994), em que o custo total de

⁴Dieta = volumoso + concentrado.

produção (CTP) = custos fixos (CF) + custos variáveis (CV). O CV de produção da cana-de-açúcar é o somatório das despesas de manutenção da soqueira (rebrotas), além do somatório das despesas de colheita e picagem da cana-de-açúcar tanto em picadeira acionada por motor elétrico quanto picadeira acionada pela tomada de potência (TDP) do trator. O CV, considerando a opção de ensilagem da cana-de-açúcar, é dado pela soma dos custos de manutenção da soqueira além da soma das despesas do processo de ensilagem. Os CF são o somatório (Σ) dos custos de depreciação da lavoura (D), das despesas de arrendamento da terra (AT), custos financeiros do capital (FK) e assistência técnica (AsT), onde D é dado por: $D = \Sigma \text{ despesas de implantação (DI)} \div 8$; $FK = (0,065 \times DI) \div 8$, onde 0,065 tem sido a taxa anual da poupança no Brasil. As T são dadas por $AsT = 0,03 \times \Sigma CV + D + FK + AT$ (RESENDE, 2005b). Quanto à silagem de milho, o CV é o somatório das despesas de implantação (DI), tratos culturais (T) e processo de ensilagem (PE). Os CF são dados por $CF = \Sigma D + FK + AsT + AT$.

As despesas de implantação e manutenção das lavouras incluem calcário, fertilizantes, defensivos agrícolas, além de serviços de trator comprado de prestadores de serviço. Ademais, todos os componentes do CTP, inclusive os custos de colheita e picagem ou de ensilagem, contêm os custos de mão de obra empregada em todo o processo produtivo das forragens, e incluem todos os encargos sociais considerando um salário-mínimo (SM) mensal de R\$510,00 e uma jornada de trabalho de 220h (valor de junho de 2010) e somam 43% sobre o SM. Os cálculos que demonstram essa taxa de 43% são descritas detalhadamente em Sousa et al. (2007). Os preços de mercado foram pesquisados para a região de Franca, nordeste do Estado de São Paulo, e Cássia, sudoeste de MG. Foram consultados prestadores de serviço e lojas de insumos.

2.2.3 - Custos de alimentação e receitas

Os custos totais da dieta na matéria natural CTDMT são dados pelo somatório das despesas de alimentação com forragens (DAF) e despesas de alimentação com concentrados (DAC), e foram calculados considerando o arraçamento durante 186 dias de estação seca e

levando em conta ainda as diferentes relações volumoso:concentrado nas dietas conforme apresentado anteriormente no item 2.1 deste capítulo de metodologia. As DAF são dadas por: $DAF = CMNF \text{ (kg.vaca}^{-1}.\text{dia}^{-1}) \times CTPF \text{ (R\$/kg)} \times 186$. As DAC são dadas por $DAC = CMNC \text{ (kg.vaca}^{-1}.\text{dia}^{-1}) \times 186 \text{ dias} \times PC \text{ (R\$/kg)}$, onde PC é o preço do concentrado, o qual esteve a R\$0,60/kg em junho de 2010.

A receita líquida também foi calculada considerando o arraçamento durante 186 dias de estação seca: $RL \text{ (R\$/ha)} = RB - CA$, onde RB é a receita bruta e CA são os custos de alimentação. A RB é dada por $RB = P \text{ (kg.vaca}^{-1}.\text{dia}^{-1}) \times 186 \text{ dias} \times PrL \text{ (R\$/l)}$, onde PrL é o preço do leite tipo C recebidos pelos produtores. Utilizaram-se os dados de preços médios mensais recebidos pelos produtores pelo leite tipo C, conforme o Instituto de Economia Agrícola (IEA) de São Paulo, dos últimos cinco anos até junho de 2010. Esses dados foram atualizados para junho de 2010, utilizando-se como deflator o IGP-DI da Fundação Getúlio Vargas, mudando-se a base do mesmo para junho de 2010. Calcularam-se os valores médio e mínimo da série histórica atualizada (IEA, 2010).

Para completar a análise, foram estimadas as receitas obtidas com a venda dos bezerros. Assim, o número de bezerros nascidos e sobreviventes (NBN) é dado por $NBN = DE \text{ (vacas/ha)} \times 0,89 \times 0,97$, onde 0,89 é a taxa de nascimentos por ano e 0,97 é a taxa de sobreviventes, ou seja, descontada uma mortalidade de 3% (BARBOSA, 2006; MCMANUS et al., 2008; LEMOS et al., 1997), e DE é a densidade de estocagem (vacas/ha). Os preços nominais do bezerro obtidos pelo CEPEA/Esalq referem-se a animais da raça nelore foram atualizados pelo IGP-DI para a base de junho de 2010 (Anexo 1) e foram utilizados na estimativa dos preços de bezerros cruzados holandês x zebu, cujos preços têm sido observados em leilões de gado na região de Franca (SP) e Cássia (MG) e têm sido vendidos ao redor de 50% do valor do preço dos bezerros nelore.

Considerou-se o cenário mais pessimista possível, ou seja, quando o ano pecuário é totalmente desfavorável na atividade leiteira, tanto os preços podem ser mínimos quanto todos os produtos nascidos são machos. Assim o preço do macho cruzado (PMC) será dado por $PMC = PBN \times 0,50$.

As receitas da venda dos bezerros são dadas por: $RBVB = NBN \times PMC$, onde $PMC = 446,48 \times 0,50$, e o NBN são apresentados na tabela 7. A partir disso foi calculado o volume de produção equivalente à venda dos bezerros ($VEVB$) para cada nível de produção e forrageiras avaliadas, dados em l/ha, onde $VEVB = RBVB (R\$) \times 0,57 R\$/l$. O $VEVB$ somado a PL (tabela 2) resulta no volume de produtividade leiteira total ($VPLT$). Finalmente foram calculados os custos unitários equivalentes à produtividade leiteira total ($CUEPLT$), sendo $CUEPLT = VPLT \div CTDMT$ e é dado em $R\$/l$.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de regressão foi significativa para a P em função do CMS ($F = 209,38$; $P < 0,01$) e, sendo assim, a P pode ser descrita por $P = 1,43CMS - 5,29$.

O ajuste dos pontos, medidos pelo R^2 , foi igual a 0,75, o que significa que 75% dos pontos são representados pela equação apresentada anteriormente. Há poucos trabalhos publicados no Brasil sobre o assunto, mas esse resultado corrobora com Mertens (1987, 1994), já que cerca de 60% ou 90% das variações em desempenho animal são explicados pelo consumo. Também corrobora com Brown, Chandler e Holter (1977), cujo trabalho mostrou que a produção de leite cresce linearmente com o aumento do consumo e o de inclusão de concentrado na dieta. Os desvios dos pontos podem ser explicados pelas diferenças na composição nutricional das dietas e por fatores intrínsecos aos animais (peso, raça). Elas podem ser visualizados nos artigos compilados, citados no anexo 1.

Algumas das pesquisas compiladas apresentaram dados de vacas de baixa produção (<10 kg/dia). Contudo, a maioria abrangeu dados de vacas de média (10 a 20 kg/dia) e alta produção (>20 kg/dia). Por isso, utilizaram-se ainda alguns dados obtidos com palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e pasto diferido de capim buffel conduzidos no sertão do Estado de Pernambuco, área com predominância de caatinga, com o objetivo de conseguir representar no modelo dados de consumo e produção obtidos também de vacas de baixa produção (Anexo 1).

No artigo de Freitas et al. (2006), foi descrita a seguinte equação de predição da produção de leite: $P = -24,4 + (0,0227*PV) + (0,891*CMS) - (0,232*FNDN) + (0,412*%NDT)$, onde P é a produção diária de leite (kg/vaca), PV é o peso vivo (kg/va), CMS é o consumo diário de matéria seca (kg/vaca), $FNDN$ é o teor de fibra em detergente neutro (%) e NDT é teor de nutrientes digestíveis totais (%), o qual mede a energia da dieta. O ajuste desta equação foi de 95%, ou seja, $R^2 = 0,95$, mais precisa que a apresentada aqui. Contudo, o seu uso se restringe a animais de média e baixa produção, enquanto aqui foram compilados dados de baixa produção. Provavelmente, se tais autores tivessem compilado dados de vacas de baixa produção, o ajuste da equação deles teria sido menor.

O coeficiente de variação dos dados foi alto aqui, 28,78% para os dados de CMS observado pelos autores compilados e 48,9% para os dados de P observadas por eles, já que o CMS variou de 5,32 a 23,5 (kg.vaca⁻¹.dia⁻¹) com desvio padrão de 4,35 (kg.vaca⁻¹.dia⁻¹) e P variando de 4,36 a 34,6 (kg.vaca⁻¹.dia⁻¹), com um desvio padrão de 7,15 (kg.vaca⁻¹.dia⁻¹). Freitas et al. (2006) obtiveram um desvio padrão para o CMS de 2 (kg.vaca⁻¹.dia⁻¹) e de 3,2 (kg.vaca⁻¹.dia⁻¹) para a P . A menor dispersão dos dados de tais autores pode ser explicada pela menor variação dos mesmos em que o CMS variou de 10 a 20,3 (kg.vaca⁻¹.dia⁻¹) e a P variou de 14,9 a 26,1 (kg.vaca⁻¹.dia⁻¹) (Tabela 1).

TABELA 1 - Resumo da Análise Estatística Descritiva

	Consumo de matéria seca	Produção de leite
Média	15,13	16,29
Erro padrão	0,52	0,85
Mediana	14,78	16,75
Desvio padrão	4,36	7,15
Variância da amostra	18,96	51,13
Mínimo	5,32	4,67
Máximo	23,50	34,60
N	70,00	70,00
Nível de confiança (99,0%)	1,38	2,27
Coefficiente de variação (%)	28,78	43,89

Fonte: Dados da pesquisa.

Na tabela 2 foram apresentadas as equações de regressão da P em função do CMS, assim como as equações de regressão entre os valores preditos em função dos valores observados pelos autores compilados.

Fernandes et al. (2007) fizeram um trabalho de predição do desempenho de vacas leiteiras cruzadas, servidas com cana-de-açúcar contendo diferentes níveis de FDN e lignina, e informaram ter encontrado muita diferença nos valores preditos por tais valores pelo sistema Cornell v 5.0. Os autores ressaltaram, porém, que tais resultados precisariam ser corroborados por experimentos de desempenho.

Oliveira (2007) conduziu um experimento para avaliar o desempenho de vacas leiteiras cujos resultados observados foram relacionados aos valores preditos também pelo sistema Cornell. A autora ponderou que o sistema Cornell não é adequado para a predição do desempenho de vacas nas condições daquele experimento por não ter sido significativa a análise de regressão entre os valores observados e os valores de produção preditos. Quanto aos valores de consumo, o coeficiente de determinação ($R^2 = 0,19$) da análise de regressão dos valores preditos em função dos valores observados pela autora foi muito baixo.

3.1 - Produtividade Leiteira

Na tabela 3, estão apresentados os dados preditos de CMS e CMN do volumoso e do concentrado, bem como a densidade de estocagem, produção e produtividade leiteira de sistemas de alimentação com cana-de-açúcar fresca ou ensilada ou silagem de milho e diferentes proporções de volumoso/concentrado. Os dados da tabela 2 mostram que a maior PL é alcançada com vacas de produção diária de 30 kg/dia alimentadas com cana-de-açúcar e 60% de concentrado na composição da MS da dieta. Quando se comparam vacas de baixa produção (10kg/dia), arraçadas com 80% de cana-de-açúcar na MS da dieta, com vacas de alta produção (30 kg/dia), arraçadas com silagem de milho e 40% de concentrado na dieta, a PL é muito próxima uma da outra. Entretanto, há um aumento de 36,3% na PL quando a proporção de concentrado cresce para 60% da MS da dieta à base de silagem de milho quando comparadas

com vacas de baixa produção arraçadas com cana-de-açúcar.

A maior produtividade obtida com vacas de alta produção se dá, sobretudo, em função da grande utilização de concentrado. Quando se utiliza cana-de-açúcar é possível obter somente altas produções por vaca quando há níveis de 60% de concentrado na dieta, conforme a revisão feita na pesquisas dos autores citados no anexo 1. Contudo, a eficiência da utilização do concentrado cai à medida que se aumenta o nível de inclusão, pois passa a ocorrer o efeito substitutivo da forragem pelo mesmo (RODRIGUES, 2000). Essa eficiência pode ser visualizada na tabela 2, medida pelas relações $P/CMNF$ e $P/CMNC$, em que o aumento da inclusão de concentrado aumenta a primeira relação e diminui a segunda, mostrando que mais leite é produzido com menos volumoso e menos leite é produzido mais concentrado. Assim, deve-se discutir até que ponto isso é viável economicamente e essa discussão é feita na sequência. A silagem de milho, quando utilizada para vacas de alta produção, proporciona maior eficiência da utilização do concentrado quando comparada à cana-de-açúcar e isso pode ser visualizado na tabela 3, cuja relação $P/CMSC$ é maior para vacas que produzem 30 kg/dia, mostrando que com a silagem de milho utilizando 40% de concentrado na dieta a produção de leite por kg de concentrado é 174% maior quando comparada à cana-de-açúcar com 60% de concentrado na dieta.

3.2 - Análise de Orçamento Parcial

3.2.1 - Custo total de produção das forragens

Os dados da tabela 4 mostram que o CTP da cana-de-açúcar fresca, moída no motor elétrico, é de R\$87,42/t e está bem próxima do CTP da silagem de milho, que é de R\$85,81. Já a opção de picagem da cana em picadeira acoplada na TDP do trator aumenta o CTP da cana-de-açúcar para R\$98,42/t, em valores de junho de 2010. Contudo, a economia alcançada com a ensilagem da cana-de-açúcar é significativa, sendo o seu CTP igual a R\$42,83/t, ou seja, 49,91% do CTP da silagem de milho e 48,99% do CTP da cana-de-açúcar fresca, picada do motor elétrico.

TABELA 2 - Equações de Regressão e Estatísticas

Modelo de predição ¹	Valor teste F	P	R ²
$P = 1,43.CMS - 5,29$	209,38	0,001	0,75
$PP = PO.0,7565 + 4,0166$	209,38	0,001	0,75
$CMSP = 0,9978.CMSO - 0,00195$	209,38	0,001	0,75

¹P = Produção de leite. PP = Produção predita. PO = Produção observada. CMSP = Consumo de matéria seca predito. CMSO = Consumo de matéria seca observado.

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 3 - Consumo de Matéria Seca (CMS), Consumo de Matéria Natural (CMN) Densidade de Estocagem (DE), Produção (P), Produtividade Leiteira (PL) e Relações Produção/Consumo de Alimento de Sistemas de Alimentação com Cana-de-açúcar Fresca ou Ensilada ou Silagem de Milho¹

% de volumoso ou relação V/C	P (kg.vaca ⁻¹ .dia ⁻¹)			
	Cana-de-açúcar			Silagem de milho
	10,00	20,00	30,00	30,00
	CMS (kg.vaca ⁻¹ .dia ⁻¹)			
	10,69	17,68	24,68	24,68
	CMS do volumoso (kg.vaca ⁻¹ .dia ⁻¹)			
80% do CMS	8,55	-	-	-
60% do CMS	-	10,61	-	14,81
40% do CMS	-	7,07	9,87	9,87
	CMS do concentrado (kg.vaca ⁻¹ .dia ⁻¹)			
80% do CMS	2,14	-	-	-
60% do CMS	-	7,07	-	9,87
40% do CMS	-	10,61	14,81	14,81
	CMN do volumoso (kg.vaca ⁻¹ .dia ⁻¹)			
80% do CMS	29,09	-	-	-
60% do CMS	-	36,09	-	44,87
40% do CMS	-	24,06	33,58	29,91
	CMN do concentrado (kg.vaca ⁻¹ .dia ⁻¹)			
80/20	2,38	-	-	-
60/40	-	11,79	-	10,97
40/60	-	7,86	16,45	16,45
	Densidade de estocagem (vaca ⁻¹ .ha ⁻¹)			
80/20	19,77	-	-	-
60/40	-	15,94	-	5,99
40/60	-	23,91	17,13	8,99
	PL em 186 dias de estação de seca (l.ha ⁻¹)			
80/20	24.589,14	-	-	-
60/40	-	39.622,94	-	22.343,44
40/60	-	59.434,41	63.900,03	33.515,17
	Relação P/CMNV			
80/20	0,34	-	-	-
60/40	-	0,55	-	0,67
40/60	-	0,83	0,89	1,00
	Relação P/CMNC			
80/20	4,20	-	-	-
60/40	-	1,70	-	3,17
40/60	-	2,54	1,82	1,82

¹CMS = $(P + 5,29)/1,43$ (transformação da equação 1). CMN do volumoso: a) cana-de-açúcar $CMNV = CMSV/0,294$; b) silagem de milho: $CMNV = CMSV/0,33$. DE = Produtividade forrageira (kg/ha)/CMNV (kg/vaca) (ver metodologia). Relação P/CMN = P/CMN.

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 4 - Custo Total de Produção da Cana-de-açúcar Considerando a Opção de Fornecimento da Cana Fresca, Moída no Motor Elétrico ou em Motor Acoplado à Tomada de Força do Trator ou a Opção de Ensilagem da Cana-de-açúcar

Custo total de produção	Opção de picagem		Opção de ensilagem
	Motor elétrico	TDP	
1. Manutenção da soqueira	865,02	865,02	865,02
2. Colheita e picagem	6.706,43	7.838,09	2.121,65
Custos variáveis (R\$/ha)	7.571,46	8.703,11	2.986,67
Custos variáveis (US\$/ha)	4.533,81	5.211,45	1.788,43
3. Depreciação da lavoura	586,35	586,35	586,35
4. Despesas de arrendamento da terra	550,00	550,00	550,00
5. Custos financeiros do capital fixo	304,90	304,90	304,90
6. Assistência técnica	406,40	460,67	186,49
Custos fixos (R\$/ha)	1.847,64	1.901,92	1.627,74
Custos fixos (US\$/ha)	1.106,37	1.138,88	974,69
Custo total de produção (R\$/ha)	9.419,10	10.605,04	4.614,41
Custo total de produção (R\$/t)	87,42	98,42	42,83
Custo total de produção (US\$/t)	52,35	58,94	25,64

Fonte: Dados da pesquisa.

Esses custos menores da silagem de cana-de-açúcar, quando comparados com a cana fresca, ocorrem, sobretudo, devido à redução do pessoal empregado no processo de colheita e picagem e, quando confrontado com a silagem de milho, o CTP da silagem é menor devido a maior produtividade agrícola da cana-de-açúcar. Os custos de colheita e ensilagem da cana-de-açúcar são de R\$2.121,65/ha contra R\$6.706,43 para a opção de picagem em picadora acionada por motor elétrico.

3.2.2 - Custos da alimentação

A despeito dos dados apresentados na tabela 2, os quais mostram que a maior produtividade é obtida com vacas de alta produção (30 kg/dia) e 60% de concentrado na dieta, os dados da tabela 5 mostram que os seus custos são os piores, ou seja, apesar da produtividade em sistemas que utilizam vacas de baixa produção ser menor, os seus custos unitários de produção são menores. Os custos de alimentação são apresentados na tabela 6.

Quando se considera o preço médio do leite tipo C ao produtor, de R\$0,57, o sistema com vacas de alta produção (30 kg/dia) proporciona maiores receitas, bruta e líquida (Tabela 7). Entretanto, quando ocorre um ambiente de

crise, no qual há colapsos de preço (Tabela 2), os sistemas que utilizam vacas de baixa produção, apesar de apresentarem a pior produtividade, resistem mais às quedas de preço, pois os seus custos unitários são menores (Tabela 5). Os dados de receitas, bruta e líquida são apresentados na tabela 6. Esses dados de certa forma contradizem a teoria econômica clássica. Segundo esta teoria, conforme há aumentos de produtividade, os custos unitários de produção decrescem atingindo um ponto de mínimo e depois passam a aumentar; isso pode ser representado por uma função quadrática com concavidade voltada para cima no plano cartesiano (VASCONCELOS; GARCIA, 2008). Contudo, conforme os dados aqui apresentados, quando se aumenta a produtividade leiteira baseada nos sistemas de alimentação apresentados nessa pesquisa, o custo unitário de produção sobe de imediato.

Em agosto de 2006, o preço do leite por litro pesquisado pelo IEA, atualizado pelo IGP-DI para junho de 2010 a partir dos dados também do IEA (2010), foi de R\$0,36. Alguns meses depois, em abril de 2007, os preços do leite alcançaram R\$0,40/l de junho de 2010. Nesse intervalo de tempo, para os sistemas com vacas de menor produção, a opção foi desmamar os bezerros e secar as vacas no terço final de lactação, as quais voltariam a parir oito meses depois. Com a venda dos bezerros, foi possível

TABELA 5 - Custo Total de Produção da Silagem de Milho¹ (R\$/ha) e (R\$/t)

Operações agrícolas	R\$	US\$
Preparo e correção do solo	1.066,13	638,40
Implantação da cultura	949,63	568,64
Tratos culturais	403,38	241,54
Colheita de ensilagem	1.152,64	690,20
Custos variáveis	3.571,78	2.138,79
Arrendamento da terra	474,04	283,85
Assistência técnica	113,31	67,85
Custos do capital fixo	131,49	78,74
Custos fixos	718,84	430,44
Custo total de produção (R\$/ha)	4.290,62	2.569,23
Produção agrícola (t/ha)	50,00	50,00
Custo total de produção (R\$/t)	85,81	51,38

¹Sistema de preparo do solo convencional, com arado e grade aradora. Custos variáveis = preparo e correção do solo, implantação da cultura, tratos culturais, colheita e ensilagem. Custos fixos = arrendamento + assistência técnica + custos do capital fixo. Custo total de produção = custos fixos + custos variáveis.

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 6 - Custos da Alimentação com Cana-de-açúcar Fresca Moída no Motor Elétrico ou em Picadora Acoplada à Tomada de Força do Trator (TDP) ou a Opção de Ensilagem da Cana-de-açúcar ou Silagem de Milho¹

	Cana-de-açúcar									Silagem de milho
	Motor elétrico			Tipo de picagem Picadeira acoplada à TDP			Opção de ensilagem			
	Produção de leite (kg.vaca ⁻¹ .dia ⁻¹)									
	10	20	30	10	20	30	10	20	30	30
Custos do volumoso na matéria natural (R\$.vaca ⁻¹ .dia ⁻¹)										
80% CMS	2,54			2,86			1,25			
60% CMS		3,16			3,55			1,55		3,80
40% CMS		2,10	2,94		2,37	3,30		1,03	1,44	2,57
Custos do concentrado na matéria natural (R\$.vaca ⁻¹ .dia ⁻¹)										
80% CMS	1,43			1,43			1,43			
60% CMS		4,72			4,72			4,72		6,58
40% CMS		7,07	9,87		7,07	9,87		7,07	9,87	9,87
Custo total da dieta na matéria natural (R\$.vaca ⁻¹ .dia ⁻¹)										
80% CMS	3,97			4,29			2,67			
60% CMS		7,87			8,27			6,26		10,43
40% CMS		9,18	12,81		9,44	13,18		8,10	11,31	12,44
Custo total da dieta na matéria natural em 186 dias de estação seca (R\$/ha)										
80/20	14.596,57			15.774,25			9.825,31			
60/40		23.334,92			24.512,60			18.563,67		11.623,64
40/60		40.811,62			41.989,31	4.989,31		36.040,37	36.040,37	20.790,06
Custo unitário da alimentação (R\$/l)										
80/20	0,59			0,64			0,40			
60/40		0,59			0,62			0,47		0,52
40/60		0,69	0,64		0,71	0,66		0,61	0,56	0,62
Custo unitário da alimentação (US\$/l)										
80/20	0,36			0,38			0,24			
60/40		0,35			0,37			0,28		0,31
40/60		0,41	0,38		0,42	0,39		0,36	0,34	0,37

¹Custo volumoso na matéria natural (CVMN) = CMNV (kg.vaca⁻¹.dia⁻¹) (tabela 3) x CTP volumoso (R\$/kg) (tabelas 4 e 5). Custo do concentrado na matéria natural (CCMN) = CMNC (kg.vaca⁻¹.dia⁻¹) (tabela 3) x R\$0,60/kg. Custo da dieta (kg.vaca⁻¹.dia⁻¹) = CMNV + CCMN. Custo total da dieta em 186 dias (CT186) = Custo total da dieta x 186 dias. Custo unitário = CT186/PL (tabela 3).

Fonte: Dados da pesquisa.

TABELA 7 - Receita Bruta e Receita Líquida

	Cana-de-açúcar									Silagem de milho
	Tipo de picagem									
	Motor elétrico			Picadeira acoplada à TDP do trator			Opção de ensilagem			
	Produção de leite (L.vaca ¹ .dia ⁻¹)									
	9,69	19,37	29,60	9,69	19,37	29,60	9,69	19,37	29,60	29,60
	Receita bruta (R\$.vaca ¹ .dia ⁻¹)									
	5,52	11,04	16,56	5,52	11,04	16,56	5,52	11,04	16,56	16,56
V/C	Receita bruta da venda do leite em 186 dias de estação seca ¹ (R\$/ha)									
80/20	20.132,77			20.132,77			20.132,77			
60/40		32.731,99			32.731,99			32.731,99		18.457,63
40/60		49.097,99	52.786,98		49.097,99	52.786,98		49.097,99	52.786,98	27.686,44
V/C	Receita líquida da venda do leite em 186 dias de estação seca (R\$/ha)									
80/20	5.716,20			4.538,52			10.487,46			
60/40		9.397,07			8.219,39			14.168,33		6.833,99
40/60		8.286,37	11.975,36		7.108,68	10.797,68		13.057,62	16.746,62	6.896,38

¹Período de fornecimento do volumoso. *Receita bruta* = PL (tabela 3) x R\$0,57/l. *Receita líquida* = *Receita bruta* - *custo total da dieta em 186 dias* (tabela 6).

Fonte: Dados da pesquisa.

sobreviver⁵. Mais à frente, os dados da tabela 8 mostram que, quando se leva em conta a venda dos bezerros, esse sistema consegue cobrir o mínimo preço da série histórica. Já quanto às vacas no terço inicial da lactação, a produção foi mantida até o reinício das chuvas, e a recuperação dos pastos entre setembro e outubro, retirando o concentrado da dieta, já que também a suplementação forrageira é planejada apenas para o período seco do ano.

Já para os sistemas de alta produtividade, os produtores tiveram que amargar prejuízo até agosto de 2007, quando os preços retomaram a média histórica de R\$0,57/l, em valores de junho de 2010, atualizados pelo IGP-DI a partir dos dados do IEA. Para confirmar essa discussão, na tabela 7 são apresentados os dados referentes ao número de bezerros nascidos (u./ha), receita bruta da venda dos bezerros, volume de produção equivalente à venda dos bezerros, receita líquida total (leite + bezerros), volume de produtividade equivalente à venda dos bezerros e custos unitários incluindo a venda dos bezerros (R\$/l). Esses dados mostram que o custo por litro de leite é menor para os sistemas que utilizam cana-de-açúcar e vacas de baixa produção e, se for considerado o preço mínimo da série histórica de R\$0,36/l, a op-

ção de ensilagem da cana-de-açúcar foi o único sistema capaz de cobrir o CTP, de R\$0,31 por litro de leite produzido.

Esses dados mostram ainda que o cômputo da venda dos bezerros na RBT tem uma participação importante no cálculo do CTP da alimentação por litro de leite e que vacas de menor produção comem menos, e por área de volumoso suplementar é possível obter uma safra maior de bezerros, reduzindo o CTP e viabilizando a produção de leite.

Os resultados aqui apresentados corroboram de certa forma a discussão feita por Matos (2002), na qual o autor enfatizou a ênfase, segundo ele exagerada, que se dá sobre a produção por vaca, sem se considerar a lei dos rendimentos decrescentes, ou seja, as receitas marginais são cada vez menores à medida que aumentam as despesas decorrentes do aumento de produção e citou na sua discussão a pesquisa de McGilliard (1990 apud MATOS, 2002), na Carolina do Norte e na Virgínia (EUA), cujos dados mostraram que a RL decresce conforme se aumenta a produção anual de 5.000,00 para 8162,00 kg/vaca.

Contudo, os resultados aqui apresentados mostram que, considerando o preço médio, os sistemas com vacas de maior produção proporcionam maior RL, embora mais vulneráveis às oscilações de preço do leite.

⁵Experiência relatada de produtores nas regiões de Franca e de Cássia.

TABELA 8 - Número de Bezerros Nascidos (NBN (u./ha), Receita Bruta da Venda dos Bezerros (RBVB), Volume de Produção Equivalente à Venda dos Bezerros (VEVB), Receita Líquida Total (RLT) (Leite + Bezerros), Volume de Produtividade Equivalente Incluindo a Venda dos Bezerros (VPEVB), Custos Unitários Incluindo a Venda dos Bezerros (CUI)(R\$/l)¹

V/C	Cana-de-açúcar									Silagem de milho
	Tipo de picagem									
	Motor elétrico			Motor na TDP			Opção de ensilagem			
Produção de leite por vaca (kg/dia)										
	10,00	20,00	30,00	10,00	20,00	30,00	10,00	20,00	30,00	30,00
Número de bezerros nascidos e sobreviventes										
80/20	17,00			17,00			17,00			
60/40		14,00			14,00			14,00		5,00
40/60		21,00	15,00		21,00	15,00		21,00	15,00	8,00
Receita bruta da venda dos bezerros (R\$/ha)										
80/20	3.810,58			3.810,58			3.810,58			
60/40		3.071,77			3.071,77			3.071,77		1.154,59
40/60		4.607,66	3.302,00		4.607,66	3.302,00		4.607,66	3.302,00	1.731,88
Receita líquida total (bezerros + leite) (R\$/ha)										
80/20	9.661,85			8.504,36			14.351,32			
60/40		12.603,91			11.446,42			17.293,38		8.120,06
40/60		13.029,09	15.412,43		11.871,59	14.254,94		17.718,56	20.101,90	8.759,75
Volume de leite equivalente à venda dos bezerros considerando o preço de R\$0,57/l										
80/20	6.685,23			6.685,23			6.685,23			
60/40		5.389,07			5.389,07			5.389,07		2.025,59
40/60		8.083,61	5.792,98		8.083,61	5.792,98		8.083,61	5.792,98	3.038,38
Produtividade leiteira incluindo o volume de leite equivalente à venda dos bezerros										
80/20	31.274,38			31.274,38			31.274,38			
60/40		45.012,01			45.012,01			45.012,01		24.369,03
40/60		67.518,01	69.693,02		67.518,01	69.693,02		67.518,01	69.693,02	36.553,55
Custos unitários da alimentação considerando a venda dos bezerros (R\$/l)										
80/20	0,46			0,50			0,31			
60/40		0,52			0,54			0,41		0,47
40/60		0,60	0,58		0,62	0,60		0,53	0,52	0,57
Custos unitários da alimentação considerando a venda dos bezerros (US\$/l)										
80/20	0,27	-	-	0,30	-	-	0,18	-	-	-
60/40	-	0,31	-	-	0,32	-	-	0,24	-	0,28
40/60	-	0,36	0,35	-	0,37	0,36	-	0,32	0,31	0,34

(NBN) = DE (vacas/ha) x 0,89 x 0,97 (valores arredondados pelo Excel, por exemplo: 17 = 17,069). (RBVB) = NBN (bezerros/ha) x R\$223,24/bezerro. RLT = RBVB + receita líquida da venda do leite (tabela 7). VEVB = RBVB / R\$0,57/l. (VPEVB) = VEVB + PL (tabela 3). CUI = CT (tabela 3)/VPEVB.

Fonte: Dados da pesquisa.

4 - CONCLUSÕES

O modelo apresentado permite fazer a predição da produção de leite e do consumo de matéria seca por vacas leiteiras e, a partir dele, é possível dimensionar e avaliar economicamente os sistemas de alimentação de vacas leiteiras com cana-de-açúcar, silagem de milho ou outras forrageiras cujos dados foram compilados nessa pesquisa.

Sistemas com vacas de alta produção que utilizam cana-de-açúcar proporcionam maior produtividade leiteira e, considerando o preço médio histórico do leite, a receita líquida é maior. Contudo, o CTP unitário é mais alto e por isso são mais sensíveis às quedas de preço do leite.

Os sistemas com vacas de baixa produção com dieta à base de cana-de-açúcar, apesar da menor produtividade leiteira que proporcionam, apresentam um CTP unitário menor e são

menos sensíveis às oscilações de preço do leite.

A silagem de cana-de-açúcar é uma opção volumosa mais econômica comparada com a cana-de-açúcar fresca e com a silagem de

milho. Contudo, para vacas de alta produção, utilizando o nível de apenas 40% de concentrado na dieta o custo unitário é menor quando se usa a silagem de milho como volumoso.

LITERATURA CITADA

AQUINO, A. A. et al. Effect of increasing dietary urea levels on milk yield and composition of lactating cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4. p. 881-887, 2007.

BARBOSA, P. F. **Avaliação do desempenho do gado mestiço leiteiro da Embrapa Pecuária Sudeste**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2006. 46 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento).

BROWN, C. A.; CHANDLER, P. T.; HOLTER J. B. Development of predictive equations for milk yield and dry matter intake in lactating cows. **Journal of Dairy Science**. Vol. 60, Issue 11, pp. 1739-1754, 1977.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA. **Banco de dados**. Piracicaba: CEPEA/ESALQ/USP, 2010. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/xls/SbezerroMS.xls>>. Acesso em: jun. 2010.

CORRÊA, C. E. S. et al. Performance of holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**. Piracicaba, v. 60, n. 4. p. 621-629, 2003.

COSTA, L. T. et al. Performance, digestibility, production and composition of milk from crossbred cows receiving different levels of concentrate in the diets based on sugar cane. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador, v. 10, n. 4. p. 1019-1031, 2009.

COSTA, M. G. et al. Effects of feeding corn silage or different dietary ratios of sugarcane and concentrate on production of lactating dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 34, n.6. p. 2437-2445, 2005.

DOMINGUES, F. N.; RIBEIRO, G. M.; SOUSA, C. C. de. Ingestão de matéria seca por vacas leiteiras. In: OLIVEIRA, M. DAL SECCO; SOUSA, C. C. **Bovincultura leiteira**. Fisiologia, manejo e nutrição. Jaboticabal. Funep. 2008. p. 56-93.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. Produção de milho para silagem. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. Guaíba: Ed Agropecuária. 2000. p. 299-338.

FERNANDES, A. M. et al. Estimativas da produção de leite por vacas holandesas mestiças, segundo o sistema CNCPS, em dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes valores nutritivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n.4, p.1172-1182, jul./ago. 2007 (supl.).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. **Food and Agricultural commodities production: cow milk, whole, fresh**. Rome: FAO. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 15 abr. 2011.

FORAGE AND GRAZING TERMINOLOGY COMMITTEE. **Terminology for grazing lands and grazing animals**. Blacksburg: Pocahontas Press, 1991. 38 p.

FREITAS, J. A. et al. Predição e validação do desempenho de vacas de leite nas condições brasileiras. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, Caracas, v. 14, n. 4. 128-134. 2006.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. **Banco de dados: preços recebidos pelos produtores**, São Paulo: IEA, 2010. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br>>. Acesso em: 15 jun. 2010.

LEMOS, A. M. et al. Efeito da estratégia de cruzamentos sobre características produtivas e reprodutivas em vacas do sistema mestiço do CNPGLMBRAPA. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 704-708. 1997.

LIMA JÚNIOR, D. M. et al. Sugarcane in the diet of the ruminants. **Revista Verde de agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Pombal, v. 5, n. 2. p. 13-20. 2010.

MAGALHÃES, A. L. R. et al. Sugarcane as a Substitute for corn silage in diets for milking cows. performance and economical viability. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 5. p. 1292-1302, 2004.

MARTIN, N. B. et al. Custos: sistemas de produção de custos agrícolas. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 24, n. 9. p. 97-122, 1994.

MATOS, L. L. Estratégias para redução do custo de produção de leite e garantia de sustentabilidade da atividade leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL. 2002, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/CCADZO. 2002.

MCMANUS, C. et al. Production and reproduction traits in holstein and gyr crossbred cows in the Central Plateau, Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 37, n. 5. p. 819-823, 2008.

MENDONÇA, S. S. et al. Intake, apparent digestibility, milk production and composition and ruminal variables of dairy cows fed sugar cane based diets. Viçosa, **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 33, n. 2. p. 48-492, 2004.

MERTENS, D. R.. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 64, n. 6, p.1548-1558, 1987.

_____. Regulation of forage intake. In: FAHEY, J. F.G. C. (Ed.). **Forage quality evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

MOREIRA, J. N. et al. Substituição do farelo de soja por uréia na suplementação de vacas leiteiras no sertão de Pernambuco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20. n. 3, p.30-37, 2007.

OLIVEIRA, A. S. et al. Replacing corn with coffee hulls or soyhulls in dairy cows diets: intake, nutrient digestibility, and milk production and composition. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 36, n. 4. p. 1172-1182, 2007. (Supl.).

OLIVEIRA, I. S. **Avaliação de volumosos na dieta de vacas leiteiras na época seca: consumo, digestibilidade, produção de leite e simulação do CNCPS**. 2007. 83 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Matogrosso, Cuiabá. 2007.

OLIVEIRA, M. S. **Pecuária leiteira: aspectos ligados à reprodução e produção de vacas leiteiras**. Jaboticabal. Funep. 1998. 70 p.

PESSOA, R. A. S. **Forage cactus, sugarcane bagasse and urea for heifers and lactating cows**. 2007. 123 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

PIMENTEL P. G. et al. Dry mater intake, milk yield, and heat stress indicators of dairy cows fed diets with cashew nut. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 6. p. 1523-1530. 2007.

PIRES, A. V. et al. Replacement of corn silage by chopped sugar cane and whole cotton seed on the performance of lactating holstein cows. **Ciência Animal Brasileira**. Goiânia, v. 11, n. 2. p. 251-257. 2010.

QUEIROZ, O. C. M. et al. Sugar cane silage as compared to traditional supplemental sources of forage in the performance of high production cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 37, n. 2. p. 358-365, 2008.

RESENDE, H. **Informações técnicas: custo de produção de forrageiras: silagem de milho**. Juiz de Fora: Embrapa Gado e Leite, 2005a. Disponível em: <<http://www.cnppl.embrapa.br>>. Acesso 02 set. 2010.

_____. **Informações técnicas: custo de produção de forrageiras: cana de açúcar**. Juiz de Fora: Embrapa Gado e Leite, 2005b. Disponível em: <<http://www.cnppl.embrapa.br>>. Acesso em: 05 set. 2010.

RODRIGUES, A. A. et al. **Avaliação da qualidade de variedades de cana-de-açúcar como alimento para bovinos**. São Carlos: Embrapa Pecuária sudeste. 2005. 6 p. (Circular técnica, n. 43).

_____. **Respostas de vacas leiteiras à suplementação com concentrado, em dietas a base de pastagens, sobre a produção de leite**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2000. 22 p. (Circular técnica, n. 7).

SARTORIS, A. **Estatística e introdução à econometria**. São Paulo: Saraiva. 2003. 418 p.

SHANG, Y. C. Partial budget analysis. In: SHANG, Y. C. **Aquaculture economic analysis: an introduction**. v. 2. Baton Rouge: The World Aquaculture Society, 1990. p. 47-49.

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**. v. 7. n. 10, p. 1-13, 2006.

SOUSA, C. C. et al. Technical and economic assessment of the use of milk replacers in an early weaning system for dairy calves. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 7-18, 2007.

_____. **Partial economics analysis of diets with sunflower meal and cake on feeding of dairy cows**. 2008. 33 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

SOUSA, D. P. et al. Feeding behavior, feed intake and digestibility, milk composition and production of cows fed maize silage or sugarcane with whole cottonseed. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 38, n. 10. p. 2053-2062, 2009.

TEIXEIRA JUNIOR, D. **Hydrolysis of sugarcane with virgin lime and hydratade lime as feeding of milk cows**. 2008. 33 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

TIRADO, G.; MARTINS, M. I. E. G. Custo do alimento na produção leiteira da região de Pitangueiras, Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**. São Paulo, v. 35, n. 10. p. 7-15. out. 2005.

TUNG, N. H. Orçamento Parcial: caracterização. In: TUNG, N. H. **Planejamento e controle financeiro das empresas agropecuárias**. São Paulo: Ed. Universidade Empresa. 1990. p. 271 -278.

TSUNECHIRO, A.; COELHO, P. J. Valor da produção agropecuária do Brasil, por unidade da federação em 2007. **Informações Econômicas**, São Paulo. v 39. n. 1, p. 68-84, jan. 2009.

VASCONCELLOS, M. A. S; GARCIA, M. E. **Fundamentos de Economia**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2008. 292 p.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C. **Características do leite**. Vitória: UFES. 6 p. 2007. (Boletim técnico).

VILELA, M. S. et al. Evaluation of different supplements for lactating crossbred cows fed sugarcane: performance and digestibility. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 32, n. 3. 768-777. 2003.

PREDIÇÃO DE DESEMPENHO E ORÇAMENTO PARCIAL DE DIETAS PARA VACAS LEITEIRAS CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR FRESCA OU ENSILADA OU SILAGEM DE MILHO

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi prever o desempenho animal e realizar uma análise de orçamento parcial de dietas à base de cana-de-açúcar fresca ou ensilada ou silagem de milho, fornecidas para vacas leiteiras. Foram compilados dados sobre desempenho de vacas leiteiras a partir de literatura científica brasileira, cujos dados foram submetidos a uma análise de regressão por mínimos quadrados ordinários. Em seguida, foram calculados para vacas com produções diárias individuais de 10, 20 ou 30 kg/dia os dados de DL, PL, CP e RL e seus respectivos consumos individuais de MS com 80%, 60% ou 40% de volumoso na dieta. Os custos unitários da alimentação por litro de leite variaram de R\$0,40 a R\$0,70. A maior produtividade foi obtida com vacas alimentadas com cana-de-açúcar, a qual possibilita maior densidade de estocagem e maiores receitas líquidas, considerando o preço médio do leite. Entretanto, o menor custo unitário foi obtido com vacas de menor produção alimentadas com apenas 20% de concentrado na dieta, o que possibilita menor sensibilidade às desvalorizações de preço do leite, recebidos pelos produtores.

Palavras chave: desempenho animal, predição, produção, produtividade leiteira, custos.

PERFORMANCE PREDICTION AND PARTIAL BUDGET ANALYSIS OF DAIRY COW DIETS WITH FRESH SUGARCANE, SUGARCANE SILAGE OR CORNSILAGE

ABSTRACT: *The objective of this work was to predict dairy cow performance and conduct a partial budget analysis of dairy cows fed with fresh sugarcane, sugarcane silage or corn silage. Data about performance of dairy cows were amassed from the Brazilian scientific literature, and later submitted to ordinary least squares regression analysis. Next, the SD the DP, the PC and the NI were calculated for cows with individual daily yield of 10, 20 or 30 kg and their respective individual daily DMI with 80, 60 or 40% of forage on the diet. The unitary costs (UC) of feeding ranged from R\$0.40 (US\$0.24/l) to R\$0.64/l (US\$0.38). The best productivity was found with cows fed with sugarcane, which enables higher stocking density and higher net revenues considering the average price of milk. However, it is the smallest UC was found with cows with a smaller yield fed with only 20% of concentrate feeding, which allows for a lower sensitivity to the devaluation in the milk prices received by dairy farmers.*

Key-words: *animal performance, forecast, milk.*

Recebido em 25/02/2011. Liberado para publicação em 18/04/2011.

**PREDIÇÃO DE DESEMPENHO E ORÇAMENTO PARCIAL DE DIETAS PARA VACAS LEITEIRAS
CONTENDO CANA-DE-AÇÚCAR FRESCA OU ENSILADA OU SILAGEM DE MILHO**

Anexo 1

QUADRO A.1.1 - Listagem de Autores Compilados (A), local (L), Ano de Publicação (AP), Raças (R), Forrageiras (F), Consumo de Matéria Seca [CMS, kg/(vaca.dia)], Produção de leite [P, kg/(vaca.dia)]¹

(continua)

A	L	AP	R	F	CMS	P
Costa et al.	Macarani, BA	2009	HZ, ½ e ¾	CA	7,46	7,85
					13,7	9,37
					15,77	10,48
					17,44	10,95
Costa et al.	Piracicaba, SP	2009	H	CA	22,3	24,6
				SCA	23,5	24,4
				SM	21,3	25,5
				CA + SM	23,5	25,2
Sousa et al.	Viçosa, MG	2009	H 7/8	SM	20,81	25
				CA	15,53	18,6
				CA	17,11	19,7
				CA	16,63	20,6
Cordeiro et al.	Macarani, BA	2007	H e HZ	CA	9,3	10,98
					10,71	12,11
					11,24	12,79
					11,89	13,88
Magalhães et al.	Viçosa, MG	2004	H e HZ	SM	20,03	24,17
				CA	19,07	23,28
				CA	18,53	23,1
				CA	17,26	20,36
Aquino et al.	Pirassununga, SP	2007	H	CA	16,13	23,38
				CA	14,74	22,56
				CA	16,25	22,36
Mendonça et al.	Viçosa, MG	2004	H e HZ	SM	17,8	22
				CA	14,9	19
				CA	14,4	18,6
				SM e CA	15,8	20,1
Teixeira Junior	Jaboticabal, SP	2008	H	SM	19,13	22,27
				CA	16,88	18,84
				CA	17,3	20,18
				CA	17,03	19,98
Pimentel et al.	Fortaleza, CE	2007	PAS	CA	14	14,76
					13,7	15,22
					13,31	15,31
					13,22	14,89
Oliveira et al.	Viçosa, MG	2007	H e HZ	SM	18,35	19,13
				CA	20,07	20,34
				CA	18,83	20,12
				CA	20,29	19,13
Costa et al.	Viçosa, MG	2005	H e HZ	SM	19,32	20,81
				CA	15,77	16,9
				CA	17,53	18,82
				CA	19,81	19,78

¹CA = Cana-de-açúcar. Sn = Silagem de milho. PF = Palma forrageira. BC = Bagaço de cana-de-açúcar.
Fonte: Dados da pesquisa.

QUADRO A.1.1 - Listagem de Autores Compilados (A), local (L), Ano de Publicação (AP), Raças (R), Forrageiras (F), Consumo de Matéria Seca [CMS, kg/(vaca.dia)], Produção de leite [P, kg/(vaca.dia)]¹

						(conclusão)
A	L	AP	R	F	CMS	P
Pires et al.	Piracicaba, SP	2010	H	SM	14,83	16,51
				CA	14,31	16,6
				CA	14,3	18,08
				CA	11,84	14,83
Vilela et al.	Itambé, PE	2003	HZ 5/8	CA	11,37	13,33
					5,32	6,45
					7,85	7,35
					6,07	7,13
Pessoa, R.A.S.	Arco Verde, PE	2007	GH	PFBC	11,88	5,95
					13,31	6,9
					13,18	7,7
					13,29	6,77
					13,66	7,8
Moreira et al.	Serra Talhada, PE	2007	GH e GZ	PF + PDBC	9,86	5,94
					10,34	6,12
					10,77	5,89
					9,44	5,56
					9,92	4,67
Corrêa et al.	Ijaci, MG	2003	H	SM	23	34,2
				SM	23,2	34,6
				CA	21,5	31,9
Sousa, C.C.	Jaboticabal, SP	2008	H	SM	13,46	13,38
					13,28	14,0
					14,01	13,45
					13,47	13,96

¹CA = Cana-de-açúcar. SM = Silagem de milho. PF = Palma forrageira. BC = Bagaço de cana-de-açúcar.

Fonte: Dados da pesquisa.

QUADRO A.1.2 - Preços Correntes (nominais) Pago ao Produtor pelo Bezerro de Corte Nelore e Valores Atualizados pelo IGP-DI Base Junho de 2010

Mês	ano	moeda	valor nominal	valor atualizado	Mês	ano	moeda	valor nominal	valor atualizado
8	2006	R\$	365.61	474.82	8	2007	R\$	452.92	545.69
9	2006	R\$	369.08	459.13	9	2007	R\$	462.15	541.54
10	2006	R\$	374.37	479.96	10	2007	R\$	466.46	555.31
11	2006	R\$	370.13	454.17	11	2007	R\$	473.66	545.20
12	2006	R\$	366.08	463.39	12	2007	R\$	480.86	565.72
1	2007	R\$	366.38	446.48	1	2008	R\$	492.82	553.55
2	2007	R\$	377.36	471.70	2	2008	R\$	503.88	585.91
3	2007	R\$	394.33	478.38	3	2008	R\$	518.07	575.67
4	2007	R\$	408.47	504.28	4	2008	R\$	553.43	636.13
5	2007	R\$	419.3	507.19	5	2008	R\$	624.51	673.65
6	2007	R\$	427.29	521.09	6	2008	R\$	713.33	810.60
7	2007	R\$	434.89	522.72	7	2008	R\$	752.17	787.46
8	2008	R\$	740.02	831.48	8	2009	R\$	618.36	650.91
9	2008	R\$	724.67	758.82	9	2009	R\$	604.06	636.64
10	2008	R\$	717	796.67	10	2009	R\$	597.02	621.90
11	2008	R\$	703.33	728.03	11	2009	R\$	585.92	617.33
12	2008	R\$	660.14	725.43	12	2009	R\$	592.25	610.57
1	2009	R\$	636.5	661.69	1	2010	R\$	599.8	626.35
2	2009	R\$	629.36	684.09	2	2010	R\$	614.68	627.22
3	2009	R\$	635.79	667.37	3	2010	R\$	647.9	665.06
4	2009	R\$	657.06	706.52	4	2010	R\$	699.6	706.67
5	2009	R\$	661.06	692.38	5	2010	R\$	718.62	721.07
6	2009	R\$	656.9	698.83	6	2010	R\$	721.53	721.53
7	2009	R\$	641.71	678.60	7	2010	R\$	684.39	
					8	2010	R\$	669.62	
average	600.55	minimum point	446.48	maximum point	831.48				

Fonte: CEPEA (2010).