

FRANCISCO PALMA RENNÓ

**AVALIAÇÃO BIOECONÔMICA DE ESTRATÉGIAS DE
ALIMENTAÇÃO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE**

Tese apresentada à
Universidade Federal de
Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para
obtenção do Título de “Doctor
Scientiae”.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

R416a
2005

Rennó, Francisco Palma, 1975-

Avaliação bioeconômica de estratégias de alimentação
em sistemas de produção de leite / Francisco Palma
Rennó. – Viçosa : UFV, 2005.
xiv, 131f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: José Carlos Pereira

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 92-101.

1. Bovino de leite - Alimentação e rações. 2. Bovino
de leite - Eficiência alimentar. 3. Leite - Produção.
4. Produção animal. I. Universidade Federal de Viçosa.

II. Título.

CDD 22.ed. 636.2084

FRANCISCO PALMA RENNÓ

**AVALIAÇÃO BIOECONÔMICA DE ESTRATÉGIAS DE ALIMENTAÇÃO
EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE**

Tese apresentada à
Universidade Federal de
Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, para
obtenção do Título de “Doctor
Scientiae”.

APROVADA: 21 de março de 2005

Prof. Carlos Antônio Moreira Leite
(Conselheiro)

Prof. Marcelo Teixeira Rodrigues
(Conselheiro)

Dr. Oriel Fajardo de Campos

Prof. Dilermando Miranda da Fonseca

Prof. José Carlos Pereira
(Orientador)

À minha querida esposa Vivianne, que sempre esteve
comigo, pelo amor, apoio e incentivo que tornaram possível
este trabalho

À minha mãe, Maria Ignez, que sempre me apoiou e
acreditou, por tudo que fez para eu poder completar mais
esse sonho, e a meu pai, Francisco, que sempre admirei, por
interceder em importantes momentos de minha vida

Às minhas tias-mães, Titi – Maria Lúcia, que sempre me
apoiou, pelo exemplo de vida e pelo carinho, e Lena – Maria
Helena, pelo amor e confiança sempre transmitidos

Aos meus irmãos, Benedito, Luciana e Antonio Carlos, que
tanto torcem por mim, pelo apoio e convívio fraterno

À meu filho Bruno, a quem tanto amo, por ter me
incentivado a superar a cada dia novos desafios

Aos meus avós maternos, Navajas (*in memoriam*) e Ana
Lúcia (*in memoriam*) e paternos, Rennó (*in memoriam*) e
Alice (*in memoriam*), pelos exemplos de vida e de luta, que
me estimularão pelo resto de minha vida

AGRADECIMENTO

A Deus, pela oportunidade de viver e ser feliz.

Ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), pela realização deste curso.

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

Ao Prof. José Carlos Pereira, pela confiança, pela oportunidade de realização deste curso, pela exemplo de conduta e competência profissional, pelas sugestões apresentadas para elevar o nível deste trabalho e pela grande amizade construída nesses anos de convivência.

Ao Prof. Marcelo Teixeira Rodrigues, pelo profissionalismo, pela dedicação e exemplo como profissional, pelas contribuições para a melhoria deste trabalho, e pela amizade.

Ao Prof. Carlos Antônio Moreira Leite, pela competência, pelas preciosas e indispensáveis sugestões na realização deste trabalho, pela transmissão de conhecimentos, por me mostrar novos horizontes e perspectivas de atuação profissional, e pela amizade.

Ao Prof. Dilermando Miranda da Fonseca, pela competência, pela transmissão de conhecimentos e pelas sugestões apresentadas para aprimorar o presente trabalho.

Ao Dr. Oriel Fajardo de Campos, pela participação na banca de tese, pela transmissão de conhecimentos e pelas sugestões apresentadas para o aprimoramento deste trabalho.

A minha grande amiga Prof^a. Maria Ignez Leão, pela oportunidade de convívio, pela competência profissional, pelo exemplo de vida, pela amizade e, principalmente, pelo apoio nas horas difíceis e pelo carinho.

Agradecimento especial aos professores Sebastião de Campos Valadares Filho, Mário Fonseca Paulino, Rogério de Paula Lana, Ciro Alexandre Alves Torres, Sônia Maria Leite Ribeiro do Vale, Horácio Santiago Rostagno, Rita Flávia Miranda de Oliveira e Robledo de Almeida Torres pela oportunidade de convivência, transmissão de conhecimentos e exemplo de conduta profissional.

À todos os professores da Universidade Federal de Viçosa que, direta ou indiretamente, aprimoraram meus conhecimentos de vida e profissional.

À Coordenação da Pós-Graduação em Zootecnia da UFV, na pessoa do Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho, pela competência e pelo apoio.

Ao grande amigo Joélcio de Paula Fialho, pela convivência, pela confiança, pelas acaloradas e determinantes discussões, pelas “centenas de horas trabalhadas”, e pela presença nos momentos agradáveis e difíceis, que sempre fizeram “me sentir em casa”.

Ao amigo Anselmo Domingos Ferreira Santos, pela agradável oportunidade de convivência, pelas discussões, pelo profissionalismo, pelos ensinamentos, pelo exemplo de conduta, e pela eterna amizade.

Ao amigo Sebastião Moura, pela sinceridade e companherismo, pela convivência e pela fantástica acolhida em Viçosa.

Ao amigo Cláudio Vieira de Araújo, pelo profissionalismo, pela dedicação e pelo auxílio sempre presentes nos momentos em que se fizeram necessários.

Aos amigos José Geraldo e Marcelo Cardoso, pela atenção, pela amizade sincera, pela confiança, e pelos agradáveis momentos de convivência.

Aos amigos Vêras, Sherlânea, Rodrigo (Perulito) e Neto, pela agradável convivência, pelos exemplos de vida, e por terem me acolhido com tanto carinho no início desta luta, “amigos para sempre”.

Aos amigos Sebastião, Rilene, Fábio e Flávia, pela acolhida, pela convivência alegre, pela competência profissional, e pela amizade sincera.

Aos amigos da pós-graduação Álan, Alfredo, Alexandre Lima, Anselmo, Bevaldo, Cláudio Atleticano, Emerson, Eduardo Kling, Eduardo Gaúcho, Jéferson

“Passarinho”, Joanis, José Augusto e Karine, Luiz Carlos, Marcelo Freitas, Pedro Veiga, Rodolpho e Carla, Rogério Lopes e Alessandra, Vicente, pela amizade e pelos momentos compartilhados.

Aos amigos da “Pelada da Violeira”, em especial a Sebastião, Anselmo, Kita e Cláudio, pela amizade sincera, pelos momentos agradáveis, e pela acolhida em Viçosa.

À família Valente: Mingote, Marieta, Branco e Juninho, pela amizade, pelo convívio e pela acolhida.

À família Ferreira: Aloísio, Fátima, Aloisinho, Alexandre e Thiago, pela amizade sincera, pelo companherismo e pela convivência.

À família Fialho: Joécio, Mirinha, Daniel, Douglas e Davi; e José Antônio, pela acolhida, pela convivência e pelos alegres momentos compartilhados.

Aos amigos Monteiro e Cida, pela convivência, pelos agradáveis momentos e pela amizade.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial a Celeste, Márcia, Adilson, Venâncio, Raimundo e Rosana, pela presteza e atenção.

À amiga Geralda, pelo apoio em todos os momentos de minha vida, e a minha afilhada, Renata, pela convivência.

À família Carvalho Canela: Vivianne, Marli, Geovanne e Gustavo, por todos os momentos compartilhados, minha nova família.

À família Carvalho, representada por Inês e Galdino, por ter me acolhido com tanto carinho, minha eterna gratidão.

À família Rui Carvalho: Rui, Vânia, Thaís, Thales e Thamires, pela convivência e agradáveis momentos, e por ter me escutado falar da “tese” uma centena de vezes.

Aos familiares, amigos e demais colegas que, apesar de não mencionados, certamente colaboraram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

FRANCISCO PALMA RENNÓ, filho de Francisco Prado Rennó e Maria Ignez Navajas Rennó, nasceu em Santos, São Paulo, em 15 de maio de 1975.

Iniciou o curso de Medicina Veterinária na Faculdade de Medicina Veterinária da Fundação de Ensino “Octávio Bastos” (FEOB), em São João da Boa Vista – SP, em março de 1994, concluindo-o em janeiro de 1999.

Em abril de 1999, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa (UFV), concentrando seus estudos na área de Produção e Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 13 de março de 2001.

Iniciou o curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa em abril de 2001, na área de Produção e Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 21 de março de 2005.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. O Processo de Simulação para Avaliar Sistemas de Produção.....	4
2.2. Simulação e Eficiência Bioeconômica de Sistemas de Alimentação.....	13
2.3. – Efeito do Nível de Produção na Eficiência Bioeconômica.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1. Modelo de Simulação.....	19
3.1.1. Características dos Animais.....	19
3.1.2. Mobilização de Reservas Corporais.....	21
3.1.3. Alimentação e Cálculo das Rações.....	23
3.2. Estratégias de Alimentação.....	26
3.2.1. Características Agronômicas e Custos de Produção dos Volumosos...	27

3.2.2. Custos de Produção e Avaliação Econômica.....	31
3.3. Metodologia de Avaliação “Ajuste para o Nível de <i>Capital</i> ”	34
3.3.1. Método e Análises Estatísticas.....	35
3.4. Eficiência Bioeconômica e o Nível de Produção de Leite.....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1. Utilização de Concentrados.....	38
4.2. Custos de Alimentação e Receita por Animal.....	44
4.3. Produtividade e Receita por Unidade de Área.....	50
4.4. Utilização de Input e Capital por Unidade de Área.....	57
4.5. Produtividade e Receita por Nível de Input por Unidade de Área.....	64
4.6. Produtividade e Receita por Nível de Capital por Unidade de Área.....	73
4.7. Eficiência Bioeconômica e o Nível de Produção de Leite.....	81
5. CONCLUSÕES.....	90
6. BIBLIOGRAFIA.....	92
7. APÊNDICE.....	102

RESUMO

RENNÓ, Francisco Palma, D.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2005.
Avaliação Bioeconômica de Estratégias de Alimentação em Sistemas de Produção de Leite. Orientador: José Carlos Pereira. Conselheiros: Carlos Antônio Moreira Leite e Marcelo Teixeira Rodrigues.

O presente trabalho teve os seguintes objetivos: 1) aplicar um modelo de simulação para a avaliação bioeconômica de estratégias de alimentação para rebanhos leiteiros; 2) avaliar a produtividade física e a eficiência bioeconômica de sistemas de alimentação para vacas em lactação quando são utilizadas variadas estratégias de alimentação, baseadas em diferentes volumosos, para vacas de cinco níveis de produção de leite; 3) estabelecer um método de avaliação da produtividade física e bioeconômica de alimentos volumosos considerando restrições múltiplas para criar bases para a avaliação de estratégias de alimentação em sistemas de produção de leite; e 4) avaliar a eficiência bioeconômica de vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação. Foi utilizado um modelo de simulação desenvolvido com os programas CNCPS v5.0 e planilhas eletrônicas do Microsoft Excell®, de forma a simular a produção e exigências de nutrientes de uma lactação completa para vacas de diferentes níveis de produção. Foram realizadas análises bioeconômicas em sete estratégias de alimentação: Estratégia (EST) 1 – silagem de milho (*Zea mays*) como volumoso exclusivo, ao longo de toda lactação (SIM); EST 2 – silagem de milho durante a época seca e pastejo em capim-braquiária (*Brachiaria brizantha* sp.) durante a época das águas (SIM+BRI); EST 3 – silagem de milho durante a época seca e pastejo de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, cv. Napier) durante a

época das águas (SIM+NAP); EST 4 – silagem de milho durante a época seca e pastejo em capim tifton-85 (*Cynodon dactylon*, cv. Tifton-85) durante a época das águas (SIM+TIF); EST 5 – cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) durante a época seca e pastejo de capim-braquiária durante a época das águas (CAN+BRI); EST 6 – cana-de-açúcar durante a época seca e pastejo de capim-elefante durante a época das águas (CAN+NAP); EST 7 – cana-de-açúcar durante a época seca e pastejo de capim tifton-85 durante a época das águas (CAN+TIF). Considerando todas as estratégias de alimentação avaliadas e a metodologia utilizada, com avaliações de dietas em função das fases de lactação, e envolvendo vacas de cinco níveis de produção, foram realizadas aproximadamente 375 simulações no CNCPS v.5.0 para a obtenção dos dados para a avaliação bioeconômica da utilização dos alimentos. Considerando ainda que, para a definição da metodologia utilizada e do sistema de formulação de rações adotado, foram simuladas aproximadamente 855 dietas no CNCPS v.5.0. Para avaliação das estratégias de alimentação foi utilizada a metodologia “Tradicional”, avaliando a produção e rentabilidade por animal e por unidade de área. Também foi desenvolvida uma metodologia alternativa, denominada de “Ajuste para o Nível de *Capital*”, baseada na produção por unidade de área, considerando diferentes níveis de utilização de insumos (*Input*) e de capital por hectare. Nessa avaliação são consideradas duas variáveis limitantes em cada análise: área e nível de *Input*, ou área e nível de capital. Os custos de produção foram avaliados por meio das seguintes variáveis: consumo total de concentrados (CTC); relação kg leite produzidos por kg de concentrado fornecido (L:C); custo total dos concentrados (CUTC); custo médio por kg de concentrado (CMC); custo total dos volumosos (CTV); custo total da dieta (CTD) e custo médio diário da dieta (CMD). As avaliações econômicas das diferentes estratégias de alimentação foram analisadas por meio das seguintes variáveis: receita menos o custo de alimentação, avaliada pelo retorno total por lactação (RMCA/Lac) e retorno médio diário (RMCA/Dia); produtividade por hectare (PROD/ha); animais por hectare (Vaca/ha) e lucratividade por hectare (LUCR/ha). Utilizando a metodologia “Tradicional” nas avaliações bioeconômicas, a avaliação da RMCA demonstrou interação entre a estratégia de alimentação com o nível de produção. As estratégias baseadas em silagem de milho durante a época da seca e pastagens na época das águas resultaram em maiores RMCA para todos os

níveis de produção, apesar das demais estratégias apresentarem resultados próximos, dependendo do nível de produção. Nas estratégias avaliadas, quanto maior a produção por vaca, maior a PROD/ha e RMCA/ha. Quanto maior for a capacidade de suporte dos volumosos, ou, quanto maior a taxa de lotação que determinada área for submetida, dentro de determinada estratégia de alimentação e nível de produção, maior será a PROD/ha e RMCA/ha. Para a RMCA por vaca, volumosos de maior densidade energética resultam em diminuição dos custos de alimentação e aumento da receita por animal. Na RMCA/ha, esta é fortemente influenciada pela capacidade de suporte das forrageiras, em todos os níveis de produção. Utilizando a metodologia “Ajuste para o Nível de *Capital*”, foram avaliados diferentes níveis de utilização de concentrados e capital gasto com alimentação por unidade de área, sendo estimadas equações de regressão da PROD/ha e RMCA/ha em função destes níveis. Nesta metodologia não ocorre a utilização desproporcional de insumos e de capital por unidade de área quando são avaliadas estratégias de alimentação. Os resultados obtidos demonstram diferenças nas avaliações bioeconômicas realizadas pela metodologia “Ajuste para o Nível de *Capital*” em relação a tradicional. De uma forma geral, principalmente nos maiores níveis de utilização de capital, as estratégias baseadas em forragens de melhor qualidade apresentaram os melhores resultados na PROD/ha e RMCA/ha. No entanto, nos níveis de menor utilização de capital, as estratégias de alimentação baseadas em forrageiras de alta produtividade por hectare apresentaram melhores resultados nas variáveis analisadas. Em relação a avaliação da eficiência bioeconômica de vacas de diferentes níveis de produção, a maior eficiência biológica de vacas de maior produção de leite/lactação não resulta, necessariamente, em maior eficiência bioeconômica. A eficiência da utilização de concentrados, quando avaliada em níveis crescentes de produção de leite/vaca, segue a lei dos retornos decrescentes, influenciando a eficiência bioeconômica quando é maior o nível de produção por vaca.

ABSTRACT

RENNÓ, Francisco Palma, D.S., Universidade Federal de Viçosa, March, 2005.
Bioeconomic Evaluation of Feeding Strategies in Milk Production Systems. Adviser: José Carlos Pereira. Committee members: Carlos Antônio Moreira Leite e Marcelo Teixeira Rodrigues.

This work was carried out to: 1) apply a simulation model for the bioeconomic evaluation of feeding strategies for dairy herds; 2) evaluate the physical productivity and the bioeconomic efficiency of feeding systems for dairy cows when varied feeding strategies are used, based in different forages, for cows of five levels of milk yield; 3) establish a method of evaluation of the physical productivity and bioeconomic efficiency of forages considering multiple restrictions to create bases for the evaluation of feeding strategies in milk production systems; and 4) evaluate the bioeconomic efficiency of cows of different levels of milk yield per lactation. The simulation model was developed with the programs CNCPS v5.0 and electronic spreadsheets of Microsoft Excell®, in way to simulate the production and demands of nutrients of a complete lactation for cows of different milk yield levels. The bioeconomic evaluations was carried out in seven feeding strategies: Strategy (EST) 1-corn silage (*Zea mays*) as exclusive forage, along all lactation (SIM); EST 2-corn silage during the dry season and graze on a pasture of palisadegrass (*Brachiaria brizantha* sp.) during the rain season (SIM+BRI); EST 3-corn silage during the dry season and graze on a pasture of napiergrass (*Pennisetum purpureum*, cv. Napier) during the rain season (SIM+NAP); EST 4-corn silage during the dry season and

graze on a pasture of bermudagrass (*Cynodon dactylon*, cv. Tifton-85) during the rain season (SIM+TIF); EST 5-sugarcane (*Saccharum* sp.) during the dry season and graze on a pasture of palisadegrass during the rain season (CAN+BRI); EST 6-sugarcane during the dry season and graze on a pasture of napiergrass during the rain season (CAN+NAP); EST 7-sugarcane during the dry season and graze on a pasture of bermudagrass during the rain season (CAN+TIF). Considering all the feeding strategies evaluated and the methodology used, with evaluations of diets in function of the lactation phases, and involving cows of five milk yield levels, be carried out approximately 375 simulations in CNCPS v.5.0 for obtaining the data for bioeconomic evaluations of the use of different foods. Considering the definition of the used methodology and adopted ration formulation system, were simulated approximately 855 diets in CNCPS v.5.0. For evaluation of the feeding strategies was used the “Traditional” methodology, evaluating the production and profitability per animal and per area unit. Also an alternative methodology was developed, denominated of “Adjusts for the Level of Capital”, based on the production per unit of area, considering different levels of use of inputs (concentrate) and of capital for hectare. In this evaluation two limits variables are considered in each analysis: area and level of input, or area and capital level. The production costs were evaluate through the following variables: total consumption of concentrated (CTC); relationship milk yield produced (kg) by supplied concentrate (kg) (L:C); total cost with the concentrate (CUTC); medium cost per kg of concentrate (CMC); total cost with the forages (CTV); total cost of the diet (CTD) and medium daily cost of the diet (CMD). The economical evaluations of the different feeding strategies were analyzed through the following variables: income over feeds costs, appraised for the total income by lactation (RMCA/Lac) and medium daily income (RMCA/Dia); productivity per hectare (PROD/ha); animals per hectare (Vaca/ha) and profitability per hectare (LUCR/ha). Using the “Traditional” methodology in the bioeconomic evaluations, the RMCA demonstrated interaction among the feeding strategy with the milk yield levels. The strategies based on corn silage during the dry season and pastures during rain season resulted in larger RMCA for all of the milk yield levels, in spite of the other feeding strategies present closed results, depending on the milk yield level. In the evaluated strategies, as greater as was the milk yield per cow,

greater was the PROD/ha and the RMCA/ha. As larger the support capacity of forages, or, as larger the capacity rate per area, inside certain feeding strategy and milk yield level, higher will be the PROD/ha and the RMCA/ha. For RMCA per cow, forages of greater energy density result in decreased feeding costs and increase in the income per animal. The RMCA/ha was strongly influenced by the support capacity of the forages, in all milk yield levels. Using the methodology “Adjusts for the Level of Capital”, were evaluated different levels of use of concentrate and capital expense with feeding per unit of area, be estimate regression equations of PROD/ha and RMCA/ha in function of these levels. In this methodology not occur the disproportionate use of inputs and capital expense with feeding per unit of area when are evaluated different feeding strategies. The obtained results showed differences in the bioeconomics evaluations carry out by the “Adjusts for the Level of Capital” methodology in relation to “Traditional” methodology. In general, mainly in the largest levels of capital use, the feeding strategies based on forages of better quality showed the best results in PROD/ha and RMCA/ha. However, in the levels of smaller capital use, the feeding strategies based on forages of high productivity per hectare showed the better results in analyzed variables. In relation to evaluation of the bioeconomic efficiency of cows of different milk yield levels, the largest biological efficiency of cows of greater milk yield per lactation not result, necessarily, in larger bioeconomic efficiency. The efficiency of the concentrate use, when evaluated in cows of growing milk yield per lactation, follows the law of the decreasing returns, influencing the bioeconomic efficiency when is larger the milk yield level for cow.

1 – Introdução

Atualmente o Brasil tem se destacado no setor de agronegócios pela excelência dos trabalhos desenvolvidos com a pecuária de leite e de corte. A importância do rebanho bovino na economia brasileira é inegável, tendo, neste contexto, relevante papel social, tanto por gerar empregos, como por se constituir na principal fonte de proteína animal na dieta da população do país.

A intensificação dos sistemas de produção, com a introdução de tecnologias que pretendem oferecer condições de alimentação, de manejo e de sanidade mais adequadas, buscando, assim, a melhoria da produtividade animal sobre bases econômicas, têm contribuído para o desempenho positivo de toda cadeia produtiva da pecuária, e tem se constituído em uma estratégia de competitividade, para os produtores nas atividades pecuárias.

Animais envolvidos em sistemas de produção, para o fornecimento de alimentos para a humanidade, estão constantemente sob desafio para, com seu desempenho, justificar os investimentos feitos por produtores e empresários nos diferentes segmentos da produção animal.

A exploração de vacas leiteiras também coloca estes animais sob desafio, e para a obtenção de bons resultados de desempenho individuais e/ou do sistema de produção, diversos ajustes e alterações de manejo e de rotina de trabalho podem ser implementados.

Para a obtenção de bons resultados, principalmente quando trata-se de animais em produção, as exigências destes em termos de nutrição, alimentação, manejo, reprodução, sanidade e conforto animal, devem ser entendidos e controlados. Desta forma, diferentes métodos foram e são testados diariamente na tentativa de técnicos e produtores observarem se as alterações propostas estão sendo eficazes em promover o melhor desempenho dos animais e, conseqüentemente, do sistema de produção como um todo.

Uma característica peculiar da pecuária brasileira, principalmente a leiteira, é a grande variabilidade de sistemas de produção. Os sistemas de produção presentes no Brasil são bastante heterogêneos, podendo variar quanto ao perfil tecnológico utilizado, quanto à escala de produção, capacidade gerencial dos administradores e padrão racial dos rebanhos.

Entretanto, alguns requisitos básicos para atingir elevada eficiência produtiva, tais como, explorar vacas especializadas, manejo sanitário e reprodutivo satisfatórios, bom manejo nutricional e condições adequadas de conforto aos animais devem ser atendidos independentemente do sistema de produção adotado, seja este baseado em pastagens ou em confinamento total, com alta ou baixa utilização de concentrados, ou com animais de diferentes raças (Holandesa, Pardo-Suíça, Jersey, Gir) ou mestiços.

A quantificação da produtividade e eficiência bioeconômica de sistemas de alimentação para bovinos, variando o nível de produção e os componentes da alimentação, podem permitir que ocorra a definição e a especialização do sistema de produção de leite de acordo com a disponibilidade de recursos naturais, características da base física do sistema de produção e disponibilidade de alimentos.

São necessários aumentos no nível de nutrientes disponíveis por kg de matéria seca (MS) do volumoso quando são utilizados animais de grande potencial de produção, existindo a necessidade de serem trabalhadas plantas forrageiras que tenham altas produções de matéria seca e valor nutritivo. O estudo do potencial de produção de leite a partir das forrageiras comumente utilizadas nos sistemas de produção adotados no Brasil pode auxiliar no processo de tomada de decisão quando da escolha do sistema que será adotado, relacionando-se também com o potencial produtivo dos animais que compõe determinado sistema.

Dessa forma, os objetivos desse estudo são: 1) aplicar um modelo de simulação para a avaliação bioeconômica de estratégias de alimentação para rebanhos leiteiros; 2) avaliar a produtividade física e a eficiência bioeconômica de sistemas de alimentação para vacas em lactação quando são utilizadas variadas estratégias de alimentação, baseadas em diferentes volumosos, para vacas de cinco níveis de produção de leite; 3) estabelecer um método de avaliação da produtividade física e bioeconômica de alimentos volumosos considerando restrições múltiplas para criar bases para a avaliação de estratégias de alimentação em sistemas de produção de leite; e 4) avaliar a eficiência bioeconômica de vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação.

2 – Revisão de Literatura

2.1. O Processo de Simulação para Avaliar Sistemas de Produção

Um sistema de produção pode ser definido como um conjunto de decisões ou normas técnicas aplicadas para a utilização dos fatores produtivos de trabalho, terra e capital, para a obtenção de determinados produtos, neste caso provenientes do gado de leite (Madalena, 1993). Devido a grande variação nos sistemas de produção de leite existentes no Brasil, são inúmeras as possibilidades de tomadas de decisões para a implementação dos índices de produtividade, onde um dos elementos mais importantes para o sucesso da atividade é o estabelecimento de metas que culminem por determinar modificações nos sistemas de produção, principalmente no que se refere à adequação do nível tecnológico empregado em cada situação particular (Rennó et al., 2000).

Para Lewis (1998), se os fazendeiros tem a necessidade de prosperarem num ambiente econômico instável e competitivo, eles devem alocar da forma mais eficiente seus recursos produtivos, e também, se tornarem administradores mais efetivos. Lima Jr. (2001) cita que, para o caso da pecuária leiteira nacional, se forem consideradas o número de operações que são realizadas diariamente nestas empresas rurais, observa-se que trata-se de um empreendimento para ser administrado por competentes empresários, principalmente em razão de sua complexidade, e que não

fica difícil de entender que o bom resultado do conjunto depende do resultado ótimo das partes.

Segundo Kaye (1995) a obtenção de índices de produtividade que possibilitem aos produtores prosperarem e sobreviverem na atividade leiteira, neste cenário competitivo, depende do bom entendimento das operações internas da empresa rural e do entendimento do ambiente econômico em que essa empresa está inserida. Para que ocorra essa situação, existe a necessidade de serem obtidas fontes de informações satisfatórias a respeito do sistema de produção e dos componentes que o cercam, e que, dessa forma, auxiliem no processo de tomada de decisão, resultando em ganhos na eficiência produtiva do sistema, devido principalmente, a decisão mais adequada a cada situação particular (Kaye, 1995).

A utilização de computadores de forma a potencializarem, qualitativa e quantitativamente, as informações que são utilizadas para a tomada de decisão em empresas rurais, apresentam uma possibilidade ímpar de capacidade de auxílio à gerência em sistemas de produção, na agricultura e na pecuária (Lewis, 1998). Sistemas de Suporte à Decisão (SSD) são considerados importantes instrumentos computacionais para serem utilizados no processo de tomada de decisão, por produtores e também por seus consultores (Ritchie, 1995).

SSD auxiliam seus usuários na solução e tomada de decisão de complexos problemas, sendo uma maneira integrada de resolução de problemas ao longo do tempo, ajudando, desta forma, às pessoas envolvidas a tomarem as melhores decisões (Newman et al., 1999). A utilização de SSD na produção animal permite aos produtores obterem vantagens como: 1) integrar as informações pertinentes aos seus sistemas de produção numa forma mais utilizável; 2) melhorar as técnicas de manejo utilizadas, e, desta forma, implementar e aperfeiçoar a tomada de decisão; 3) aumentar a capacidade de analisar o custo:benefício e o risco das modificações introduzidas nos sistemas de produção; e, 4) permitir que sejam realizadas comparações efetivas de custos de produção sob várias alternativas de produção (Newman et al., 1999).

Comparando a utilização dos SSD com técnicas tradicionais de pesquisa, observa-se que estes são a forma mais rápida e de menor custo para a determinação de quais estratégias de produção devem ser utilizadas para a otimização do uso de

tecnologias a serem implementadas em diferentes sistemas de produção, o que contrasta com os altos custos e o longo tempo necessário para a avaliação dos sistemas de produção utilizando métodos tradicionais da pesquisa científica (Naazie et al., 1999; Newman et al., 1999).

Segundo Vale (1995), existe uma preocupação constante da sociedade com as questões relacionadas à administração da informação, demonstrando assim, uma nova sensibilidade da contribuição da informação para o sucesso organizacional. Nesse sentido, uma sucessão de esforços teóricos e práticos tem-se apresentado para conceber e implementar sistemas organizacionais que melhor reflitam as necessidades e as atitudes da informação na administração.

Existe uma diferença conceitual entre o que seria classificado como dados e informações. Dados são fatos, mensagens não-avaliadas ou matéria bruta informacional, mas não é informação, exceto em sentido restrito e detalhado. Para que sejam usados no processo de decisão, os dados passam por atos de intervenção e de interpretação, mediante análises estatísticas, econômicas e de avaliação, etc, que os transformam em informação, colocando-os em um contexto de um problema específico particular. Portanto, a informação administrativa será usualmente pensada como um conhecimento relevante, produzido como produto de operações de processamento e adquirido para alcançar propósitos específicos; ou aumentar a compreensão. Com base nesta definição, nota-se que a informação é o resultado de um processo de transformação. Assim, como matérias-primas são transformadas em produtos finais pelo processo de industrialização, os dados brutos são transformados em informação por operações de processamento (Stair, 1992).

Para Laudon & Laudon (1999), os dados podem ser considerados os fatos brutos, o fluxo infinito de coisas que estão acontecendo agora e aconteceram no passado. Informação é definida como o conjunto de dados aos quais seres humanos deram forma para torná-los significativos e úteis. Conhecimento é o conjunto de ferramentas conceituais e categorias usadas pelos seres humanos para criar, colecionar, armazenar e compartilhar a informação

O conceito de informação, segundo Vale (1995), refere-se ao conhecimento e compreensão do que é usável pelo receptor, reduz a incerteza e tem valor para o usuário. Se uma mensagem ou relatório não tem esses atributos, contém meramente

dados e não informação. Esse é um ponto crucial que nem sempre é totalmente apreciado pelos especialistas em informação. Concluindo, a informação resulta da transformação de fatos básicos ou dados e pode ser também usada como dado, em outro nível de conhecimento. A conotação geral da informação é que ela é o resultado da obtenção, da classificação, do registro, da análise, da solução, da interpretação e da apresentação de dados, seletivamente, em um formato útil e oportuno.

A utilização de SSD na produção animal permite a integração da informação em formas mais utilizáveis, melhorando a capacidade de administração dos recursos, o que resulta em um processo de tomada de decisão otimizado. Também, estes SSD possibilitam uma maior capacidade de avaliação das relações custo-benefício e das análises de risco, permitindo a geração de informação sob diversas alternativas de produção. Possivelmente podem ser obtidas reduções de custo de produção, melhorar índices de produtividade e conseqüentemente, obter aumentos na sustentabilidade de sistemas de produção agropecuários (Newman et al., 1999).

Segundo Barbosa & Assis (1999), os modelos de simulação são ferramentas importantes na tomada de decisão nos diversos segmentos envolvidos na produção de gado de leite e de corte. Newman et al. (1999) citam que as tomadas de decisão na produção agropecuária são complexas, e esta situação é verificada, principalmente, devido ao aumento da competitividade causada pela globalização da agropecuária e da necessidade de serem adotadas práticas de manejo sustentáveis nos diferentes sistemas de produção. Também, segundo estes autores, esta situação é ainda mais crítica quando existe a necessidade de serem utilizadas e combinadas diferentes fontes de informação, quando é realizado o processo de tomada de decisão.

Naazie et al. (1999) citam que a modelagem permite a realização deste tipo de estudo, sendo capaz de consolidar os processos de aprendizagem devido à capacidade de rapidamente identificar parâmetros que possam direcionar ou afetar o sistema de produção. Dessa forma, modelos são utilizados com sucesso no estudo das alternativas de manejo e nas políticas de planejamento da produção animal, sendo uma forma de avaliar como os componentes do sistema de produção podem interagir afetando seus resultados, e também, auxiliando a futura aplicação de práticas de manejo (Harris & Newman, 1994; Bourdon, 1998; Newman et al., 1999).

A técnica de análise de sistemas de produção através da simulação, aplicada no contexto da produção pecuária, permite perceber como o sistema reagirá diante de mudanças genéticas, de manejo ou ambientais, assim como testar novas hipóteses (Blackburn & Cartwright, 1987). A contribuição dos modelos de simulação computacionais à análise de sistemas pecuários, já existentes ou projetados, tem-se tornado mais importante devido aos avanços nas técnicas computacionais e à necessidade de maior integração dos resultados experimentais das diversas disciplinas (Beretta, 1999).

Os modelos utilizados na produção animal variam dependendo de seu grau de resolução (Blackburn & Cartwright, 1987). Dent, citado por Beretta (1999), descreve quatro níveis nos sistemas de produção pecuários: 1) bioquímicos/biofísicos; 2) vegetal/animal; 3) empresa agropecuária; e 4) nacional/internacional, sendo que na medida que se diminui o tamanho do campo se aumenta o nível de resolução do sistema. Outras formas de utilização de SSD, segundo Barbosa & Assis (1999), se refere a classificação dos modelos de simulação em dois grandes grupos: 1) sistemas de produção; e 2) áreas de conhecimento. Entretanto, é importante ressaltar que, no caso de alguns modelos de simulação, estes podem ter mais de um objetivo ou serem classificados em mais de uma área de conhecimento ou mesmo abordar aspectos relacionados a mais de um tema dentro da área abordada.

Dentre os primeiros modelos de simulação utilizados em rebanhos leiteiros foi o desenvolvido por Smith (1975). Este autor realizou uma avaliação dos custos de produção de leite relacionando a maximização dos lucros do rebanho com os custos de alimentação, avaliando as relações destes parâmetros com os níveis de produção. Neste estudo foram utilizadas equações de lucratividade para a obtenção da máxima renda bruta, sendo um dos primeiros estudos encontrados na literatura que utilizaram técnicas de simulação, através da modelagem, para o estudo de sistemas de produção.

No estudo de Holmann et al. (1984), foi realizada uma simulação envolvendo o número de dias abertos de vacas em lactação, com diferentes níveis de produção de leite e intervalos de partos. O resultado obtido foi utilizado para caracterizar a influência do desempenho reprodutivo, mensurado pelos dias abertos e intervalo de partos, sobre a produção de leite e maximização da lucratividade do rebanho simulado, observando que dependendo do nível de produção de leite, valores maiores

de intervalos de partos podem vir a comprometer, de forma mais contundente, o desempenho econômico de rebanhos leiteiros.

Congleton Jr (1984) desenvolveu um sistema de simulação utilizando um modelo de programação dinâmica para simular as informações detalhadas de características biológicas e econômicas de vacas leiteiras. Este modelo foi utilizado para o estudo de estratégias de manejo, considerando detalhadas relações entre a idade da vaca, a produção de leite e os custos de produção. Sorensen et al. (1992) desenvolveu semelhante estudo, na Dinamarca, relacionando diversos eventos ocorridos no sistema de produção (ex. reprodução, descarte involuntário, taxa mortalidade, regimes de alimentação, etc.) com a rentabilidade dos sistemas estudados. Para este estudo estes autores utilizaram um modelo de simulação dinâmica.

Posteriormente, Sorensen et al. (1993) desenvolveram um modelo de simulação dinâmico-estocástico para a avaliação do efeito de diferentes períodos secos das vacas, diferentes estratégias de descarte e regimes de alimentação, simulando a produção de rebanhos leiteiros. Com a utilização de técnicas de computação, Hogeveen et al. (1991) construíram um modelo de SSD baseado no conhecimento, sendo este constituído de três módulos, referentes a produção, saúde dos animais do rebanho, e aspectos financeiros do sistema de produção. Foram utilizadas diferentes técnicas de modelagem na construção deste sistema de simulação baseado no conhecimento.

Através de modelos de simulação, DeLorenzo e Thomas (1996) desenvolveram um sistema de administração da informação que auxiliam os usuários a definirem as metas de planejamento e controle das atividades operacionais para rebanhos leiteiros. Dados de produção e informações financeiras de sistemas de produção foram utilizados para serem realizadas análises da performance passada, e estas informações foram integradas a modelos de decisão que pré-determinaram a produção futura destes sistemas, sendo esta produção crítica para o planejamento do caixa, de crédito e de financiamentos deste rebanho. Informações coletadas regularmente, como produção de leite atual, estágio de lactação, idade e status reprodutivo das vacas, saúde, práticas de alimentação, performance produtiva, custos

e preços de mercado, podem ser utilizadas continuamente para a monitoração das práticas de manejo, controle e planejamento do sistema de produção leiteira.

Marsh & Morris (1993) descreveram programas de computador denominado ORACLE, delineados para auxiliar produtores, veterinários e consultores na tomada de melhores decisões de manejo em gado de leite (DairyORACLE). O modelo de simulação demonstra os efeitos mais prováveis de mudanças no desempenho reprodutivo e na produtividade de rebanhos leiteiros. As simulações podem ser realizadas em rebanhos existentes, desde que um arquivo de dados contendo a idade e condição reprodutiva de cada fêmea exista. Os processos de simulação estocástica usam valores probabilísticos para prever o comportamento reprodutivo mais provável de fêmeas por períodos de até 6 anos desde qualquer data inicial. Os usuários podem fazer mudanças de manejo e verificar as consequências nos vários parâmetros reprodutivos e econômicos.

McCullough & DeLorenzo (1996) desenvolveram um modelo de simulação para ser utilizado no estudo de diferentes preços de insumos e produtos e das práticas de manejo na ótima estratégia de reposição de novilhas e decisões reprodutivas (inseminação). Através de simulações foi possível determinar o valor adicional de decisões ótimas na estratégia de reposição de novilhas contrastando com recomendações técnicas tradicionais.

Bailey et al. (1997) estudaram o efeito da escala de produção sobre a rentabilidade econômica em rebanhos do meio oeste americano. Através de um programa de simulação previamente desenvolvido, denominado Commercial Agriculture Dairy Simulation Model (CADSIM), foram estudadas quatro escalas de produção alternativas: 100, 200, 500 e 1000 vacas em lactação. A escolha das escalas de produção utilizadas neste trabalho reflete a situação dos rebanhos leiteiros do meio-oeste americano, os quais possuem cerca de 150 vacas em lactação, comparados com os rebanhos do oeste, onde em média apresentam 1000 vacas em lactação. Com este estudo foi possível ser determinado qual o tamanho ótimo da atividade leiteira naquelas regiões de acordo com a política de preços, vigentes na época do estudo. Dessa forma, é possível que tomadas de decisão no sentido deste rebanho ser ou não ampliado possam ocorrer com nível satisfatório de previsão de gastos e de rentabilidade.

McCall et al. (1999) e McCall e Clark (1999) desenvolveram um modelo de programação linear para a análise de sistemas de produção de leite a pasto na Nova Zelândia e no nordeste dos Estados Unidos. O objetivo deste modelo de simulação é a maximização da margem bruta obtida em fazendas leiteiras sazonais ao longo de um ano de produção. Para a determinação das condições ótimas de obtenção da margem bruta anual, em cada sistema de produção analisado, foram simuladas informações relacionadas a estratégias de manejo de pastagens, inputs de alimentos, taxa de lotação das pastagens, datas de partos, período de lactação, e produção leiteira associada a estas variáveis. Os resultados obtidos permitem, com elevado nível de confiança, a determinação de estratégias ótimas de alimentação para sistemas de produção de leite a pasto nas regiões analisadas.

Desenvolvido na Austrália por Kerr et al. (1999), o software DAIRYPRO é um SSD baseado no conhecimento, desenvolvido por meio da combinação de um sistema de suporte a decisão e um sistema especialista consistindo por dois módulos integrados. Este sistema foi concebido para auxiliar produtores de leite no nordeste da Austrália na tomada de decisões estratégicas nos seus rebanhos. O sistema é baseado na combinação de modelos estatísticos desenvolvidos de dados reais de produção, e opiniões de especialistas em bovinocultura leiteira. O SSD DAIRYPRO revelou-se ser um *software* de sucesso para a realização da tomada de decisão para produtores de leite, administradores de bancos, oficiais de empréstimos bancários e consultores de rebanhos leiteiros.

Tozer e Heirichs (2001) desenvolveram um sistema de análise de componentes múltiplos baseado em um modelo de programação dinâmica para a análise do impacto de diferentes variáveis do sistema de produção leiteira no custo de criação de novilhas de reposição para um rebanho representativo de 100 vacas. O modelo foi desenvolvido baseado em informações médias de sistemas de produção de leite da Pennsylvania e da média dos índices zootécnicos obtida em rebanhos leiteiros americanos. Desta forma, foi possível ser obtido quais índices zootécnicos afetam de forma mais contundente os custos de criação de novilhas de reposição e os custos totais de sistemas de produção de leite, na região estudada.

De acordo com Barbosa & Assis (1999), vários modelos de simulação têm sido desenvolvidos em diferentes países e instituições de ensino, pesquisa e

desenvolvimento, com enfoques variados abrangendo aspectos específicos de determinada área do conhecimento científico-tecnológico. Esses autores relatam que, no Brasil, os modelos de simulação, apesar de serem uma ferramenta poderosa e de baixo custo, comparativamente à experimentação física, têm sido pouco utilizados.

No Brasil, Assis & Brockington (1995) revisaram os trabalhos apresentados na sessão de economia e sistemas de produção nas reuniões anuais da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Com relação ao desenvolvimento e a utilização de modelos de simulação, apenas 6% dos trabalhos apresentados no período, de 1985 a 1994, foram classificados como pertencentes ao grupo temático de simulação. Como somente 32% dos estudos envolveram bovinos de leite, estima-se que cerca de 2% dos trabalhos foram direcionados para modelos de simulação em gado de leite.

Nos últimos anos esta situação pouco foi modificada, com um número muito pequeno de trabalhos publicados na área de produção animal, envolvendo estudos de simulação em sistemas de produção de leite. Neste período pode ser citado o estudo de Cardoso & Nogueira (2001), que simularam o efeito dos níveis de produção, preço de leite e custos de produção sobre estratégias ótimas de reposição de novilhas. Também, Lopes et al. (2000) desenvolveram um sistema computacional para o dimensionamento e evolução de rebanhos bovinos, e Dias & Assunção (1998), que desenvolveram um *software* para o dimensionamento de estruturas utilizadas na conservação de forragens.

Yamaguchi & Carneiro (1997) desenvolveram um sistema computacional com o objetivo de acompanhar, registrar e controlar as ocorrências diárias de sistemas de produção de leite e fornecer indicadores de desempenho técnico, financeiro e econômico, os quais permitem avaliar e orientar a tomada de decisão. De forma semelhante, Rodrigues (1997) desenvolveu um sistema utilizando programação linear, denominado modelo de planejamento auxiliado por computador (PAC-LEITE), que representa uma propriedade leiteira, permitindo a otimização global do sistema de produção, podendo ser utilizado como auxílio no processo de tomada de decisões que maximizem a margem de lucro da propriedade.

Lopes et al. (1997) desenvolveram um sistema computacional (HERDSIZE) para dimensionamento, evolução e dinâmica de rebanhos bovinos mantidos em sistemas de produção semi-intensivo ou extensivo. O sistema é composto de um

conjunto de questões feitas ao usuário, solicitando informações necessárias aos cálculos do rebanho bovino a ser estabilizado em função de uma determinada área. O sistema tem o objetivo de calcular o tamanho do rebanho estabilizado e, por isso, é limitado para utilização em análises “ex-ante” de modelos físicos de sistemas de produção de leite.

O exemplo de SSD mais efetivo desenvolvido no Brasil refere-se ao estudo de Brockington et al. (1992), que desenvolveram estudos de simulação por meio de um modelo estocástico integrado para a definição de estratégias de otimização para a utilização de pastagens e produção sazonal de leite, para rebanhos da Zona da Mata de Minas Gerais. Os sistemas de produção estudados tinham como característica básica serem rebanhos em transição e de pequena escala de produção.

2.2. – Simulação e Eficiência Bioeconômica de Sistemas de Alimentação

Conforme citaram Lima Jr. (2001), a atividade leiteira é caracterizada por grande complexidade de tomadas de decisão e setores envolvidos no processo produtivo. Dessa forma, para facilitar o estudo de alternativas ótimas de manejo em função dos diferentes setores que compõe um sistema de produção, os modelos de simulação, muitas vezes, são delineados para serem utilizados em setores específicos do sistema de produção de leite.

Dentre estes sub-setores ou áreas de conhecimento estudadas, podem ser destacadas algumas, são elas: 1) nutrição e alimentação; 2) lucratividade durante a vida produtiva da vaca; 3) estratégias de reposição de novilhas; 4) reprodução; 5) melhoramento genético; 6) sanidade.

A nutrição, alimentação e as exigências nutricionais de animais explorados em sistemas de produção de leite exercem grandes influencias sobre a lucratividade dessas empresas rurais. Conforme citaram Bath & Sosnik (1992), Van Elzakker & Van Arendonk (1993), Collard et al. (2000) e Pereira (2000), dentre os fatores que influenciam a eficiência de produção dos sistemas de produção de leite, o custo com a alimentação do rebanho é a mais importante variável dos custos operacionais de produção.

Segundo Ferreira (2002) e Nogueira (2004a), a participação dos concentrados e sais mineralizados (minerais e vitaminas) representam de 30 a 40% dos custos operacionais totais, sendo, portanto, os de maior importância. Ferreira (2002) cita que, para sistemas de produção de leite de média e alta tecnologia, a média de gastos com volumosos é de 17,6% do custo operacional total, enquanto que Nogueira (2004a) cita que estes gastos representam cerca de 25 a 30% dos custos operacionais de produção. Desta forma, considerando os alimentos concentrados, os insumos para a produção de volumosos (fertilizantes, sementes, etc), mão-de-obra, combustível, maquinários e energia elétrica para produzir, cortar, misturar e fornecer os alimentos aos animais, a alimentação do rebanho pode representar 65% do custo total de produção do leite (Bath & Sosnik, 1992; Nogueira, 2004a).

Os índices de produtividade nos sistemas de produção com bovinos estão intimamente relacionados com a qualidade e quantidade do volumoso produzido, e ainda com seus custos de produção e utilização. Ely (1992) relatou que o valor nutritivo das forragens é crítico para o sucesso de sistemas de produção de leite, com a estratégia de alimentação sendo baseada na escolha de forragens que devem suprir adequadamente os nutrientes durante um ciclo produtivo anual. A decisão sobre qual a forragem será utilizada depende de fatores múltiplos que determinaram o valor daquela forragem para determinado rebanho (Ely, 1992).

Segundo Nussio & Nussio (2003), programas de alimentação de bovinos leiteiros devem fundamentar suas diretrizes em função das necessidades dos animais em termos de ingestão de nutrientes, de forma qualitativa e quantitativa, ao longo de uma lactação ou período produtivo, considerando as diversas modificações nas exigências destes animais nas diferentes fases do ciclo produtivo.

No entanto, apesar de ser relativamente grande o acervo de pesquisas conduzidas com bovinos leiteiros avaliando diferentes volumosos e estratégias de alimentação, estes estudos tem sido conduzidos dentro de fases distintas da lactação, e avaliados por períodos curtos de produção. No caso de diferentes forrageiras, normalmente são realizados estudos envolvendo a utilização de pastagens isoladamente, e, também, de volumosos consideradas forrageiras de inverno, como a silagem de milho e a cana-de-açúcar. Desta forma, apesar destes estudos gerarem grande número de dados para a pesquisa científica, não são eficazes em determinar a

melhor opção como estratégia de alimentação para animais de variados níveis de produção e em diferentes cenários de produção, onde dificilmente é gerada alguma informação.

Segundo Leite & Gomes (2001), a avaliação bioeconômica de alimentos utilizados para a produção de leite se torna cada vez mais importante, uma vez que a maximização de lucros se torna uma necessidade. A tomada de decisão pela fonte de forragem suplementar mais adequada se caracteriza por ser uma função multidisciplinar, e, desta forma, a utilização de métodos de simulação vêm se tornando uma ferramenta ideal para prever o retorno econômico gerado pela tecnificação e intensificação na produção (Nussio & Nussio, 2003).

Avaliando pesquisas que utilizaram a técnica da simulação na avaliação do potencial de utilização de diferentes forrageiras no Brasil, se verifica que foram realizados poucos estudos. Nussio et al. (1998), simulando dados a partir de recomendações nutricionais do NRC (1988), avaliou diferentes forrageiras de inverno em relação a produtividade e a geração de receita, por animal e por área.

De forma semelhante, Nussio & Nussio (2003), utilizando as exigências nutricionais e o valor nutritivo dos alimentos preditos no NRC (2001), e também avaliando a produtividade e geração de receita com a utilização de forrageiras de inverno, para vacas de dois níveis de produção, verificaram que a utilização da silagem de milho, para vacas de 15 e 25 kg/dia, propiciou menor custo de alimentação, principalmente pela menor utilização de concentrados e maior utilização dos volumosos nas formulações das rações. No entanto, na avaliação da produtividade e receita por unidade de área (ha), a cana-de-açúcar apresentou os melhores resultados.

Os trabalhos realizados por Nussio et al. (1998) e Nussio & Nussio (2003) são os primeiro realizados no Brasil que avaliaram a eficiência bioeconômica de estratégias de alimentação, utilizando a técnica de simulação. Estes estudos foram desenvolvidos baseados na metodologia de simulação proposta por Undersander et al. (1993), que utiliza equações sucessivas, por meio de planilha eletrônica, na determinação da produtividade e eficiência econômica de estratégias de alimentação.

2.3. – Efeito do Nível de Produção na Eficiência Bioeconômica

Segundo Vandehaar (1998), eficiência biológica ou de produção é definida como a captura dos nutrientes dos alimentos, principalmente energia, para a produção de leite, conceito, e tecidos corporais, sendo expressa como a porcentagem da energia bruta (EB) destinada para estes fins. A eficiência de produção deve ser expressa em eficiência do uso da energia, já que este é o nutriente mais limitante para modernas vacas leiteiras (Vandehaar, 1998), e também a energia é o nutriente que seu consumo esta mais relacionado com o nível de produção de leite (Bath, 1985).

Bauman et al. (1985) sugeriu que existem quatro aspectos fundamentais para a melhoria da eficiência biológica de vacas leiteiras e, conseqüentemente, de sistemas de produção de leite. Estes aspectos são: 1) a digestão e absorção de nutrientes; 2) os requerimentos de manança; 3) utilização da energia metabolizável para a produção de leite; e 4) partição dos nutrientes dietéticos em leite.

Das fontes de variação da eficiência biológica de vacas leiteiras, a partição dos nutrientes dietéticos em leite apresenta a maior importância. Para uma vaca de 625 kg de peso vivo, as exigências de manança são preditos em cerca de 10 Mcal ELI/dia, segundo o NRC (1988), sendo este valor associado à ingestão de 25 Mcal/dia de EB.

Esta exigência de manança permanecendo constante em 10 Mcal/dia, e esta vaca consumindo 2x mais do que o necessário para a manança, ou seja, 20 Mcal ELI/dia, 50% da energia total (10 Mcal ELI/dia) será utilizada para a produção de leite. Se o mesmo animal consumir 3x mais do que o necessário para a manança, esta vaca utilizará 67% de sua ELI dietética para a produção de leite, ou, em termos de EB, 27% da energia total consumida será convertida em leite .

Assim, quanto mais uma vaca leiteira consome alimentos para suportar os aumentos crescentes da produção de leite, uma porção menor da energia consumida diariamente será utilizada para satisfazer as exigências de manança, sobrando a maior parte para a síntese de leite. Este fenômeno é denominado classicamente como “diluição dos requerimentos de manança” que ocorre com os aumentos do consumo de energia e aumentos da produção de leite, sendo estes fatores associados a vacas de maior mérito genético (Gibson, 1986).

Se vacas leiteiras apresentam produção individual da ordem de 12-15 kg/dia, grande proporção desses nutrientes são utilizados para a manutenção (manutenção) desses animais, e não para a produção. Assim, uma vaca de 20 kg/dia é cerca de 40% mais eficiente do que uma de 10 kg/dia (NRC, 2001), e isto pode influenciar o custo final de produção, já que a alimentação corresponde por cerca de 60% dos custos totais de produção, como visto anteriormente.

Também, quando é somada a eficiência de utilização dos nutrientes, a demanda de energia para manutenção em vacas mantidas em regime de pastagens, observa-se que estas consomem cerca de 15 a 20% mais energia para a manutenção da atividade de pastejo (NRC, 2001), o que também pode aumentar os custos com a alimentação.

Segundo Pereira (2000), diversos estudos demonstraram que vacas de maior potencial genético para produção de leite são aquelas que apresentam melhor retorno, sendo esse variável em função do sistema de produção utilizado. No entanto, apesar da eficiência biológica ser influenciada pelo maior utilização dos nutrientes para a produção de leite em relação a utilização para manutenção, não significa, necessariamente, que uma vaca de maior produção seja mais eficiente economicamente do que uma de menor produção.

Vandehaar (1998) cita que a avaliação das relações entre o nível de produção e o nível de rentabilidade deve considerar dois fatores principais. O primeiro refere-se aos custos de alimentação, que podem ser maiores quando são comparados esses custos em vacas de alta e baixa produção; e o segundo é a diluição dos custos fixos relativos a produção total de leite quando a produção por vaca é aumentada.

Pereira (2000) cita que o retorno financeiro, em relação ao custo de alimentação, constitui o maior determinante dos lucros ou perdas na exploração leiteira. Esse fator está em função dos preços de venda de leite, do custo de alimentação e da resposta da vaca ao alimento fornecido. Portanto, a obtenção de um maior retorno dependerá do custo dos nutrientes, nos alimentos disponíveis, do valor da venda do leite e do manejo geral (Pereira, 2000).

Os resultados do aumento do nível de produção de leite influenciando a eficiência biológica de vacas leiteiras podem ser diferentes quando são avaliadas as eficiências bioeconômicas. Na eficiência bioeconômica são considerados os custos e receitas oriundas da alimentação e da produção de leite, respectivamente. Como a

receita é influenciada pela relação de preços de insumos e de produtos, o aumento de produção pode não resultar em aumentos de eficiência bioeconômica.

3 – Material e Métodos

3.1. Modelo de Simulação

Na Figura 1 é apresentado o diagrama correspondente à estrutura do modelo utilizado nas simulações. Foi utilizado um modelo de simulação que representa a produção de leite de uma lactação completa, sendo desenvolvido utilizando o *software* CNCPS (Cornell Net Carbohydrate and Protein System) versão 5.0 (Fox et al., 2003) para a formulação das dietas, e, com estes resultados, por meio de planilhas eletrônicas, utilizando o *software* Microsoft EXCELL[®], foram realizados os cálculos de eficiência bioeconômica dos diferentes sistemas de alimentação avaliados.

O modelo de simulação utilizado considera as necessidades nutricionais de vacas leiteiras durante o período de uma lactação, combinado com o valor nutritivo e características agrônomicas das forrageiras utilizadas, para vacas de cinco níveis de produção. Modificações nas necessidades dietéticas das vacas em função do aumento de produção ou modificação da base forrageira resultam em alterações no nível de utilização de forragens e de concentrado, alterando a produtividade e a eficiência bioeconômica das estratégias de alimentação.

3.1.1. Características dos Animais

Considerou-se animais da raça Holandesa em idade adulta (48 meses), ou seja, não há requerimento nutricional para crescimento, e que, nos níveis de produção

avaliados, as vacas apresentam peso vivo médio de 600 kg após o parto. Com relação à reprodução, foi considerado que os animais ficam gestantes com 120 dias pós-parto, resultando em intervalo de partos de 13,2 meses.

Foram considerados oito período de lactação para obtenção da produção de leite, exigências nutricionais, e para a formulação das dietas: 14, 42, 70, 112, 168, 231, 294 e 305 dias de lactação. Para a estimativa da produção média de leite em cada período de lactação, adotou-se o modelo proposto por Congleton & Everett (1980), estando os valores de produção de leite, de acordo com o nível de produção e período de lactação, descritos na Tabela 1. O modelo utilizado para estimativa da produção de leite está descrito abaixo:

$$PL = PLi(S^{0,2218})(\exp^{-0,034*S})$$

em que PL é a produção de leite (kg/dia) na semana S, PLi é a produção inicial; S é a semana de lactação.

Foram avaliados animais de cinco níveis de produção de leite por lactação (kg de leite em 305 dias): 1) 3075,65; 2) 4473,67; 3) 6151,30; 4) 7549,32; e 5) 9226,95, sendo denominados, respectivamente, de nível de produção baixo (B), médio baixo (MB), médio (M), médio-alto (MA) e alto (A), correspondendo a vacas de produção média, em 305 dias de lactação, de 10,08; 14,67; 20,17; 24,75 e 30,25 kg/dia. Para os diferentes níveis de produção avaliados foi considerada uma produção inicial, segundo o modelo desenvolvido por Congleton & Everett (1980), sendo estas produções de 11, 16, 22, 27 e 33 kg de leite por dia, para os níveis de produção B, MB, M, MA e A, respectivamente. Foi considerado que as produções de leite se referem à composição de 3,8% de gordura e 3,3% de proteína total.

Para o cálculo da produção total de leite na lactação foram utilizadas as médias das produções de leite estimadas segundo o modelo descrito anteriormente, sendo calculada a média entre dois pontos consecutivos multiplicada pelo número de dias do período, obtendo-se, desta forma, as produções parciais ao longo da lactação, sendo a produção final a somatória dessas produções parciais. Na Tabela 1 estão descritos os números de dias por período, dias acumulados, a produção de leite no período, a produção de leite acumulada, a produção média de leite no período, e a

produção média acumulada (final da lactação), segundo o nível de produção avaliado. A equação utilizada para o cálculo destas produções está descrita abaixo:

$$PLp = \frac{(PLi + PLj)}{2} * D$$

em que PLp é a produção de leite estimada no período p; PLi é a média de produção de leite estimada no ponto i; PLf é a média de produção de leite estimada no ponto j; e D é o número de dias entre os períodos avaliados.

3.1.2. Mobilização de Reservas Corporais

No cálculo do potencial de produção foi considerada a adequada mobilização de reservas corporais. Desta forma, para todas as estratégias de alimentação avaliadas, nos diferentes níveis de produção de leite, foi considerado que as rações foram suficientes para sustentarem a produção de leite e propiciar o retorno a condição corporal inicial quando as vacas estiverem no final da lactação. Foi introduzido um limite para a ocorrência de mobilização de reservas corporais no início de lactação até 70 dias pós parto, sendo esta mobilização não superior a uma unidade (1) da escala de avaliação do escore da condição corporal (ECC), quando comparado com o ECC no momento do parto.

Neste estudo, o ECC no momento do parto foi considerado 3,5 em função da maximização da produção de leite ser obtida com este escore de condição corporal no momento do parto (Waltner et al., 1993). Após o início da lactação, a partir de 70 dias pós-parto, foi exigido que os animais apresentassem balanço energético e protéico próximo a zero, e a partir de 112 dias de lactação, que fossem fornecidas quantidades de nutrientes acima das exigências nutricionais, de forma que os animais recuperassem, até aos 305 dias de lactação, as reservas corporais mobilizadas no início da lactação, conforme recomendam Van Soest (1994), Fox et al. (2003) e o NRC (2001). Para se obter o padrão de mobilização de reservas descrito anteriormente, foi utilizado o otimizador de dietas do CNCPS 5.0, sendo exigido que

a cada fase de lactação avaliada, as exigências nutricionais fossem atendidas conforme a descrição dos balanços energéticos e protéicos nas Tabelas 1A a 7A.

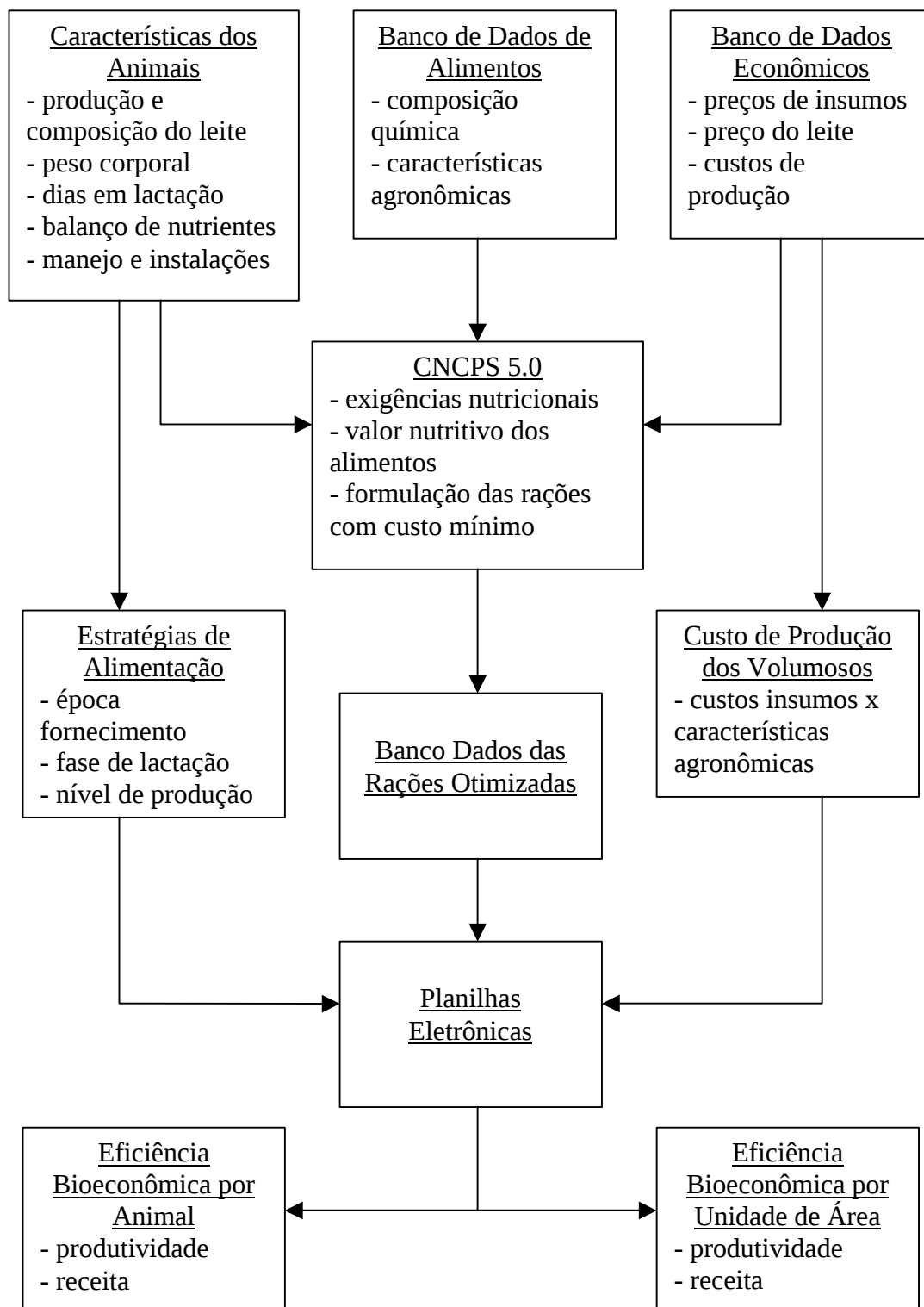


Figura 1 – Diagrama correspondente a estrutura do modelo utilizado nas simulações.

Para o cálculo das exigências nutricionais de manutenção, o peso corporal variou segundo o padrão de mobilização de reservas corporais para vacas leiteiras. Foi utilizada a equação proposta por Rotz et al. (1999), obtendo-se o peso corporal em função dos dias de lactação (Tabela 2). Para a mobilização de reservas corporais foram utilizadas as recomendações de alteração do ECC segundo os dias de lactação propostas por Edmonson et al. (1989) (Tabela 2). O modelo utilizado na predição do peso corporal em função dos dias em lactação, está descrito a seguir:

$$PC = PCi(S + 1,57)^{-0,0803} [\exp^{0,00720(S+1,71)}]$$

em que PC é o peso corporal (kg) na semana S; PCi é o peso inicial do animal após o parto; S é a semana de lactação.

3.1.3. Alimentação e Cálculo das Rações

Para o cálculo das dietas foi utilizado o *software* CNCPS versão 5.0, desenvolvido pela Universidade de Cornell (Fox et al., 2003). Para a predição das exigências nutricionais, bem como para a predição do valor nutritivo dos alimentos, sendo utilizadas as equações do Nível 1, foi utilizado o software descrito acima. Para o correto balanceamento das rações foram consideradas as recomendações descritas por Fox et al. (2003) em função das exigências nutricionais em cada fase da lactação. Foi imposto que todas as dietas formuladas atendessem as recomendações de balanço de nutrientes em relação a fase da lactação, independentemente do volumoso ou componentes dos concentrados utilizados (Tabela 1A a 7A).

Para determinação da máxima participação dos volumosos nas dietas foram seguidas as recomendações de Mertens (1992) para vacas de diferentes períodos de lactação, variando o consumo de FDN de 1,0 a 1,4% do peso vivo. Estas recomendações resultaram no fornecimento de 100 a 200% das exigências mínimas de fibra detergente neutro (FDN) preditas pelo CNCPS. Também foi considerado que as dietas tivessem o suprimento de nutrientes para propiciar balanço de nitrogênio no rúmen de no mínimo de 100 a 125%, balanço de peptídeos no rúmen de no mínimo

100 a 125%, pH ruminal não inferior a 6,2, e suprimento de lisina e metionina de, no mínimo, 100%.

Em função dos elevados níveis de concentrados utilizados em algumas dietas simuladas, foi adicionado cerca de 120 g/vaca/dia de bicarbonato de sódio (tampão) nas dietas das vacas que ultrapassaram 40% de concentrados na matéria seca. Também foram adicionados minerais e vitaminas nas dietas, sendo fixado 2,5% de mistura mineral e de premix vitamínico para todas as dietas das vacas em lactação.

Em relação às condições ambientais, foi considerado que a temperatura ambiente apresentou média de 25°C e a umidade relativa do ar de 40%. Para as estratégias de alimentação que prevêem a utilização de animais em pastejo, foi considerado que os animais apresentaram exigências nutricionais adicionais para esta atividade, conforme recomendam Fox et al. (2003) e o NRC (2001), sendo especificado que cada vaca, ao pastejar caminha 3,0 km por dia em terreno plano. Quando os alimentos foram fornecidos no cocho, ou seja, não houve atividade de pastejo, foi selecionado que os animais estavam em regime de confinamento tipo “free-stalls” de até 200 vacas, caminhando 500 m por dia, segundo sugestões de Fox et al. (2003).

Para o cálculo das dietas foi utilizado o otimizador de rações que acompanha o *software* CNCPS, baseado em programação linear, formulando rações com custo mínimo em função dos diferentes alimentos disponíveis e dos parâmetros nutricionais exigidos. Foram utilizados componentes dietéticos comumente utilizados em rebanhos leiteiros.

Como alimentos concentrados foram utilizados: fubá de milho, farelo de soja, farelo de algodão, farelo de trigo, polpa cítrica e uréia. Como alimentos volumosos foram utilizados: silagem de milho (*Zea mays*), cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.), capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, cv. Napier), capim-braquiária (*Braquiaria brizantha* sp.) e capim tifton-85 (*Cynodon dactylon*, cv. Tifton-85).

Para a utilização destes alimentos, foi utilizado o banco de dados de composição de alimentos tropicais desenvolvido por Tedeschi (2002), que acompanha o *software* CNCPS (2003), e as informações de composição de alimentos descritas por Valadares Filho et al. (2003) (Tabelas 3 e 4).

Tabela 1 – Dias de lactação, produção de leite estimada, número de dias do período, número de dias acumulados, produção de leite (PL) no período, produção de leite acumulada, produção de leite média (PLM) no período, produção de leite média acumulada, segundo o nível de produção simulado

Dias de lactação	PL estimada	Dias período	Dias acumulados	PL período	PL acumulada	PLM período	PLM acumulada
Baixo							
14	11,98	14	14	167,79	167,79	11,98	11,98
42	13,35	28	42	354,65	522,43	12,67	12,44
70	13,05	28	70	369,53	891,96	13,20	12,74
112	11,81	42	112	521,99	1413,95	12,43	12,62
168	9,84	56	168	606,26	2020,21	10,83	12,03
231	7,78	63	231	555,10	2575,31	8,81	11,15
294	6,04	63	294	435,39	3010,70	6,91	10,24
305	5,78	11	305	64,94	3075,65	5,91	10,08
Médio-Baixo							
14	17,43	14	14	244,05	244,05	17,43	17,43
42	19,41	28	42	515,85	759,90	18,42	18,09
70	18,98	28	70	537,50	1297,40	19,20	18,53
112	17,18	42	112	759,26	2056,66	18,08	18,36
168	14,32	56	168	881,83	2938,49	15,75	17,49
231	11,31	63	231	807,42	3745,91	12,82	16,22
294	8,79	63	294	633,30	4379,21	10,05	14,90
305	8,40	11	305	94,46	4473,67	8,60	14,67
Médio							
14	23,97	14	14	335,57	335,57	23,97	23,97
42	26,69	28	42	709,30	1044,87	25,33	24,88
70	26,10	28	70	739,06	1783,92	26,39	25,48
112	23,62	42	112	1043,98	2827,90	24,86	25,25
168	19,69	56	168	1212,52	4040,42	21,65	24,05
231	15,56	63	231	1110,20	5150,62	17,62	22,30
294	12,09	63	294	870,79	6021,41	13,82	20,48
305	11,55	11	305	129,89	6151,30	11,82	20,17
Médio-Alto							
14	29,42	14	14	411,84	411,84	29,42	29,42
42	32,76	28	42	870,50	1282,34	31,09	30,53
70	32,03	28	70	907,02	2189,36	32,39	31,28
112	28,99	42	112	1281,24	3470,61	30,51	30,99
168	24,16	56	168	1488,10	4958,70	26,57	29,52
231	19,09	63	231	1362,52	6321,22	21,63	27,36
294	14,83	63	294	1068,69	7389,91	16,96	25,14
305	14,18	11	305	159,41	7549,32	14,50	24,75
Alto							
14	35,95	14	14	503,36	503,36	35,95	35,95
42	40,04	28	42	1063,94	1567,30	38,00	37,32
70	39,14	28	70	1108,58	2675,89	39,59	38,23
112	35,43	42	112	1565,96	4241,85	37,28	37,87
168	29,53	56	168	1818,78	6060,64	32,48	36,08
231	23,34	63	231	1665,30	7725,93	26,43	33,45
294	18,13	63	294	1306,18	9032,11	20,73	30,72
305	17,33	11	305	194,83	9226,95	17,73	30,25

Tabela 2 – Variação de peso corporal (kg) e escore da condição corporal (ECC), em função dos dias em lactação

Dias em lactação	Peso corporal (kg)	ECC
0	600,0	3,50
14	556,4	3,00
42	539,1	2,75
70	536,3	2,50
112	541,5	2,75
168	556,5	3,00
231	579,6	3,25
294	607,0	3,25
305	612,2	3,50

As variáveis de interesse para a interpretação dos resultados, fornecidas pelo CNCPS v.5.0, foram: estimativa da produção de leite em função da disponibilidade de energia metabolizável (EM) e de proteína metabolizável (PM) (kg/dia); estimativa da mobilização e reposição das reservas corporais a partir da mudança de peso vivo (kg/dia); estimativa de parâmetros ruminais a partir da PM microbiana (g/dia); balanço de peptídeo (g/dia); balanço de N ruminal (g/dia); pH e excesso de N excretado (g/dia).

3.2. Estratégias de Alimentação

Para a avaliação dos volumosos foram desenvolvidas sete estratégias de alimentação ao longo da lactação, variando entre sistemas de alimentação que utilizam um único volumoso ao longo do ano, a sistemas de alimentação onde são utilizadas pastagens na época das águas (outubro a março) como volumoso exclusivo, e suplementação com silagem ou cana-de-açúcar na época das secas (abril a setembro), sendo: Estratégia (EST) 1 – silagem de milho como volumoso exclusivo, ao longo de toda lactação (SIM); EST 2 – silagem de milho durante a época seca e pastejo em capim-braquiária durante a época das águas (SIM+BRI); EST 3 – silagem de milho durante a época seca e pastejo de capim-elefante durante a época das águas (SIM+NAP); EST 4 – silagem de milho durante a época seca e

pastejo em capim tifton-85 durante a época das águas (SIM+TIF); EST 5 – cana-de-açúcar durante a época seca e pastejo de capim-braquiária durante a época das águas (CAN+BRI); EST 6 – cana-de-açúcar durante a época seca e pastejo de capim-elefante durante a época das águas (CAN+NAP); EST 7 – cana-de-açúcar durante a época seca e pastejo de capim tifton-85 durante a época das águas (CAN+TIF).

Foi considerado o mês de maio, início da época seca, como o mês de parto padrão. Assim, a utilização dos diferentes volumosos avaliados foi realizada em conjunto com os dias de lactação das vacas, nos níveis de produção estudados. Desta forma, aproximadamente até o meio da lactação, as vacas receberam dietas baseadas em forrageiras utilizadas na época seca, ou seja, silagem de milho e cana-de-açúcar. Na segunda metade da lactação, nas estratégias que a utilizaram, o volumoso padrão foi constituído de pastagens.

Considerando todas as estratégias de alimentação avaliadas e a metodologia utilizada, com avaliações de dietas em função das fases de lactação, e envolvendo vacas de cinco níveis de produção, foram realizadas aproximadamente 375 simulações no CNCPS v.5.0 para a obtenção dos dados para a avaliação bioeconômica da utilização dos alimentos. Considerando ainda que, para a definição da metodologia utilizada e do sistema de formulação de rações adotado, foram simuladas aproximadamente 855 dietas no CNCPS v.5.0. A descrição detalhada das rações formuladas está disposta nas Tabelas 8A a 21A.

3.2.1. Características Agronômicas e Custos de Produção dos Volumosos

Nas simulações foram utilizados valores comumente encontrados na literatura para as características agronômicas das forragens. Para a silagem de milho foi considerado que esta planta forrageira apresenta produção de 45,0 toneladas de matéria verde por hectare (ton.MV/ha), correspondendo a produção de 14,1 toneladas de matéria seca por hectare (ton.MS/ha) (Boletim do Leite, 2002). Foi considerado as perdas resultantes do processo de ensilagem da ordem de 5%, e, as perdas resultantes do processo de distribuição e arração dos animais também de 5%. Desta forma, o custo de produção estimado da silagem de milho foi de R\$54,5 por tonelada de

matéria verde (R\$/ton MV), sendo de R\$173,7 por tonelada de matéria seca (R\$/ton MS).

Tabela 3 – Composição química, frações e parâmetros da cinética de degradação dos carboidratos e de proteínas dos volumosos silagem de milho (SIM), cana-de-açúcar (CAN), *Braquiaria brizantha* (BRI), capim-elefante *Napier* (NAP) e capim Tifton-85 (TIF)

Composição	Alimentos				
	SIM	CAN	BRI	NAP	TIF
MS (%MN)	31,4	29,7	14,5	18,0	17,9
FDN (%MS)	53,2	57,1	67,9	72,0	65,0
Lignina (%FDN)	8,1	11,0	5,4	8,0	6,4
EE (%MS)	2,5	1,4	3,5	3,5	2,5
MM (%MS)	4,2	2,9	9,6	7,0	7,8
PB (%MS)	7,1	2,5	11,0	14,0	17,2
PNDR 1x (%PB)	37,7	19,4	38,6	30,1	11,9
PNDR 3x (%PB)	46,5	23,8	49,0	42,0	20,0
Sol. PB (%PB)	41,4	55,0	41,0	46,0	25,9
NNP (%Sol.PB)	98,3	100,0	2,4	2,2	25,4
NIDN (%PB)	14,6	16,0	25,4	56,2	8,6
NIDA (%PB)	10,8	9,0	21,7	23,1	3,8
CHOT (%MS)	86,2	93,2	78,0	79,0	70,6
CNF (%MS)	34,0	36,5	10,1	7,0	9,2
Amido (%CNF)	100,0	0,0	5,0	8,0	6,0
FDNef (%FDN)	85,0	60,0	60,0	60,0	60,0
CHO-A (%MS)	0,0	36,5	7,2	7,2	2,5
CHO-B ₁ (%MS)	34,0	0,0	0,4	0,6	0,2
CHO-B ₂ (%MS)	41,8	41,6	60,9	56,8	63,3
CHO-C (%MS)	10,3	15,1	15,2	17,0	16,1
PTN-A (%MS)	2,9	1,4	0,1	0,1	0,6
PTN-B ₁ (%MS)	0,0	0,0	2,8	3,0	1,8
PTN-B ₂ (%MS)	3,1	0,7	3,9	3,4	6,5
PTN-B ₃ (%MS)	0,3	0,2	0,2	0,1	0,3
PTN-C (%MS)	0,8	0,2	0,1	0,1	0,2
CHO-A (%hr)	10,0	275,0	34,8	250,0	250,0
CHO-B ₁ (%hr)	25,0	25,0	34,8	30,0	30,0
CHO-B ₂ (%hr)	6,0	4,0	8,6	3,0	3,0
PTN-A (%hr)*1000	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
PTN-B ₁ (%hr)	94,1	300,0	132,2	69,7	135,0
PTN-B ₂ (%hr)	1,5	10,0	1,1	1,7	11,0
PTN-B ₃ (%hr)	0,2	0,2	0,3	0,1	0,1

Tabela 4 – Composição química, frações e parâmetros da cinética de degradação dos carboidratos e de proteínas dos alimentos concentrados fubá de milho (MIL), farelo de soja (SOJ), farelo de trigo (TRI), farelo de algodão (ALG) e polpa cítrica (CIT)

Composição	Alimentos				
	MIL	SOJ	TRI	ALG	CIT
MS (%MN)	88,0	88,7	88,3	90,1	86,9
FDN (%MS)	13,4	14,1	43,0	46,9	18,2
Lignina (%FDN)	2,8	19,0	11,2	15,1	10,0
EE (%MS)	4,4	5,5	5,3	1,5	2,0
MM (%MS)	1,5	6,2	5,6	5,8	6,1
PB (%MS)	9,5	47,0	17,6	37,9	7,1
PNDR 1x (%PB)	25,2	16,5	19,2	21,8	29,4
PNDR 3x (%PB)	40,1	29,8	31,0	35,3	38,9
Sol. PB (%PB)	11,0	35,9	53,0	20,0	27,0
NNP (%Sol.PB)	73,0	11,1	19,0	40,0	96,0
NIDN (%PB)	10,7	2,8	3,0	9,3	21,1
NIDA (%PB)	4,0	1,6	0,5	1,5	16,3
CHOT (%MS)	84,6	41,3	71,5	54,8	84,8
CNF (%MS)	72,2	28,5	29,0	11,4	68,1
Amido (%CNF)	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0
FDNef (%FDN)	20,0	30,0	20,0	20,0	30,0
CHO-A (%MS)	7,2	2,9	2,9	1,1	6,8
CHO-B ₁ (%MS)	65,0	25,7	26,1	10,3	61,3
CHO-B ₂ (%MS)	11,5	6,4	30,9	26,4	12,3
CHO-C (%MS)	0,9	6,4	11,6	17,0	4,4
PTN-A (%MS)	0,8	1,9	1,8	3,0	1,8
PTN-B ₁ (%MS)	0,3	15,0	7,6	4,5	0,1
PTN-B ₂ (%MS)	7,4	28,8	7,7	26,8	3,7
PTN-B ₃ (%MS)	0,6	0,6	0,4	3,0	0,3
PTN-C (%MS)	0,4	0,8	0,1	0,6	1,2
CHO-A (%hr)	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0
CHO-B ₁ (%hr)	35,0	45,0	35,0	25,0	40,0
CHO-B ₂ (%hr)	6,0	6,0	5,0	3,0	8,0
PTN-A (%hr)*1000	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
PTN-B ₁ (%hr)	135,0	238,2	113,0	186,7	300,0
PTN-B ₂ (%hr)	10,0	8,4	4,0	9,9	12,0
PTN-B ₃ (%hr)	0,15	0,4	0,8	0,2	0,35

Para a cana-de-açúcar foi considerado que esta planta forrageira apresenta produção de 100,0 ton.MV/ha, correspondendo a produção de 29,7 ton.MS/ha (Galan et al., 1997) e as perdas resultantes do processo de distribuição e arração dos animais de 5%. Assim, o custo de produção estimado da cana-de-açúcar foi de 25,1

R\$/ton MV, sendo de 84,5 R\$/ton MS. Foi considerada uma vida útil do canavial de 7 anos.

Para as pastagens avaliadas foi considerado 90% ou mais da produção anual de forragem ocorrendo no período das águas, ou seja, de outubro até abril. Desta forma, as pastagens não foram utilizadas como fonte de volumosos na época da seca em função da marcante sazonalidade de produção forrageira, principalmente a verificada na região sudeste do Brasil (Botrel et al., 1998). Para avaliação dos custos de produção, foi considerado que durante o processo de pastejo os animais teriam uma oferta de forragem sendo o dobro do consumo, correspondendo portanto, a uma eficiência de colheita de forragem de 50% do disponível.

Para o capim-braquiária *Brizantha* foi considerada uma produtividade durante a época das águas de 165,5 ton.MV/ha, correspondente a 24 ton.MS/ha (Galan et al., 1997; Silva et al., 1996). Como sistema de pastejo, estipulou-se o rotacionado, com 3 dias de ocupação e 30 dias de descanso, segundo recomendações de Gomide (1997), perfazendo um sistema de pastejo com 11 piquetes. Estipulou-se as adubações em 6 ciclos, sendo considerada uma vida útil de 20 anos para os cálculos dos custos de produção. Desta forma, o custo de produção estimado do capim-braquiária foi de 10,4 R\$/ton MV, sendo de 71,6 R\$/ton MS.

Quanto ao capim-elefante *Napier* foi considerada uma produtividade durante a época das águas de 222,2 ton.MV/ha, o correspondente a 40 ton.MS/ha (Galan et al., 1997; Silva et al., 1996). Como sistema de pastejo, também foi utilizado o rotacionado, com 3 dias de ocupação e 30 dias de descanso, segundo Derez (1998), perfazendo um sistema de pastejo com 11 piquetes. Como anteriormente, considerou-se as adubações realizadas em 6 ciclos, e uma vida útil de 20 anos para os cálculos dos custos de produção. O custo de produção estimado do capim-elefante foi de 14,9 R\$/ton MV, sendo de 82,8 R\$/ton MS.

Com relação ao capim *Tifton-85* foi considerada uma produtividade durante a época das águas de 124,2 ton.MV/ha, o correspondente a 22,2 ton.MS/ha (Rodrigues et al., 1997; Cóser et al., 2000). Como sistema de pastejo, adotou-se o rotacionado, com 1 dia de ocupação e 26 dias de descanso, segundo Cóser et al. (2000), perfazendo um sistema de pastejo com 26 piquetes. As adubações foram realizadas em 6 ciclos, sendo considerada uma vida útil de 20 anos para os cálculos dos custos

de produção. Desta forma, o custo de produção estimado do capim *Tifton-85* foi de 18,3 R\$/ton MV, sendo de 102,1 R\$/ton MS.

Para todas as forrageiras utilizadas, podem ser visualizadas as avaliações detalhadas dos custos de implantação, manutenção ou de produção nas Tabelas 22A a 26A. Todos os insumos utilizados tiveram seus custos deflacionados para dezembro de 2003 utilizando como índice o IGP-DI, utilizando dados médios da Scott Consultoria (2003), por meio do seu periódico mensal “A Nata do Leite”.

3.2.2. Custos de Produção e Avaliação Econômica

Os preços do leite e dos insumos utilizados neste estudo também foram obtidos por meio da Scott Consultoria (2003), utilizando seu periódico mensal “A Nata do Leite”, se referindo ao período de janeiro a dezembro de 2003. Nas análises econômicas foram utilizados os preços deflacionados até dezembro de 2003, sendo utilizados os preços mensais para determinação dos custos de produção e venda de leite de acordo com a variação mensal de preços. No valor dos insumos utilizados estão embutidos os custos de transporte (6%) e impostos (12%) e, no preço do leite estão descontados 3% de custo de transporte do preço bruto do leite, segundo aos preços averiguados (Scott Consultoria, 2003).

Na Tabela 5 estão descritos os preços do leite e dos alimentos concentrados utilizados para a avaliação das estratégias de alimentação. O insumo bicarbonato de sódio não apresentou oscilações em seu preço ao longo do ano, sendo o preço por tonelada de R\$ 1416,00 para todos os meses do ano. De forma semelhante, a mistura de minerais e de vitaminas teve o preço fixado em R\$900,00, para todos os meses do ano.

Para o cálculo da quantidade de alimentos fornecida e custos com a alimentação ao longo da lactação foram consideradas as médias das dietas entre dois pontos na curva de lactação, utilizando metodologia semelhante à utilizada no cálculo da produção de leite. Os custos de alimentação foram obtidos considerando as exigências de alimentos para cada período de lactação avaliado, considerando os preços dos insumos naquele período, de acordo com a formulação de ração realizada por meio de custo mínimo com o CNCPS v.5.0.

Tabela 5 – Preços nominais (N) e reais (R), deflacionados para dezembro/2003, do leite e dos insumos utilizados nos concentrados, para cálculo dos custos de alimentação

Produto/Insumo		Meses de 2003					
		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
Leite C, litro	N ¹	0,422	0,424	0,437	0,458	0,473	0,496
	R ²	0,445	0,440	0,445	0,465	0,484	0,511
Farelo de algodão 38%, ton.	N	717,4	566,4	660,8	501,5	489,7	531,0
	R	756,0	587,5	674,3	509,6	501,0	547,0
Farelo de soja, ton.	N	808,3	837,8	755,2	607,7	631,3	631,3
	R	851,8	869,0	770,6	617,5	645,8	650,4
Farelo de trigo, ton.	N	404,7	365,8	265,5	322,1	324,5	324,5
	R	426,5	379,4	270,9	327,4	332,0	334,3
Fubá de milho, ton.	N	481,4	451,9	451,9	392,9	333,9	284,4
	R	507,3	468,8	461,2	399,3	341,6	293,0
Polpa cítrica, ton.	N	247,8	330,4	318,6	330,4	259,6	259,6
	R	261,1	342,7	325,1	335,8	265,6	267,4
Uréia, ton.	N	869,7	869,7	863,8	1236,6	1236,6	1236,6
	R	916,5	902,1	881,4	1256,7	1265,1	1274,0
		JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Leite C, litro	N	0,495	0,479	0,499	0,494	0,476	0,448
	R	0,511	0,492	0,506	0,499	0,479	0,448
Farelo de algodão 38%, ton.	N	501,5	448,4	448,4	448,4	507,4	483,8
	R	517,7	460,0	455,2	453,3	510,5	483,8
Farelo de soja, ton.	N	643,1	649,0	708,0	708,0	896,8	814,2
	R	663,9	665,8	718,8	715,7	902,2	814,2
Farelo de trigo, ton.	N	324,5	324,5	259,6	259,6	259,6	247,8
	R	335,0	332,9	263,6	262,4	261,2	247,8
Fubá de milho, ton.	N	295,0	259,6	304,4	354,0	333,9	324,5
	R	304,5	266,3	309,1	357,8	336,0	324,5
Polpa cítrica, ton.	N	259,6	236,0	247,8	247,8	236,0	259,6
	R	268,0	242,1	251,6	250,5	237,4	259,6
Uréia, ton.	N	1161,1	1085,6	1091,5	1091,5	1091,5	1091,5
	R	1198,6	1113,7	1108,2	1103,3	1098,1	1091,5

¹ Preços nominais. ² Preços reais, deflacionados para dezembro/2003.

Assim, o gasto diário em determinada fase da lactação foi multiplicado pelo número de dias da fase, com este procedimento sendo realizado sucessivamente para a composição dos custos totais de alimentação ao final da lactação.

Posteriormente, foi avaliada a geração de receitas com a venda do leite, também considerando a produção em cada fase da lactação e o preço médio do leite naquele período, considerando que os preços iniciais do leite e dos alimentos são relativos ao início da lactação na época seca (maio/2003). Desta forma, foi avaliada a obtenção de receitas menos os custos de alimentação para cada estratégia de alimentação, relacionando a venda do leite menos os custos de alimentação, durante toda a lactação.

O cálculo da geração de receitas menos os custo de alimentação foram realizados utilizando as equações descritas abaixo:

$$CAT = (\sum UA_{ij} * D_j) * R\$I_j$$

em que CAT é o custo de alimentação total; UA é a somatória da utilização do alimento i no tempo j; D é o número de dias no período j; e R\$I é o custo dos insumos utilizados na alimentação no tempo j.

$$RBPL = (\sum PL_{ij} * D_j) * R\$L_j$$

em que RBPL é o renda bruta com a produção de leite; PL é a somatória da utilização do alimento i no tempo j; D é o número de dias no período j; e R\$L é o preço do leite no tempo j.

$$RMCA_{lm} = RBPL_{lm} - CAT_{lm}$$

em que RMCA é a receita menos os custos com alimentação da estratégia de alimentação l no nível de produção m; RBPL é a renda bruta da produção de leite da estratégia de alimentação l no nível de produção m; e CAT são os custos totais de alimentação da estratégia de alimentação l no nível de produção m.

Os custos de produção foram avaliados por meio das seguintes variáveis: consumo total de concentrados (CTC); relação kg leite produzidos por kg de concentrado fornecido (L:C); custo total dos concentrados (CUTC); custo médio por kg de concentrado (CMC); custo total dos volumosos (CTV); custo total da dieta (CTD) e custo médio diário da dieta (CMD).

As avaliações econômicas das diferentes estratégias de alimentação foram analisadas por meio das seguintes variáveis: receita menos o custo de alimentação, avaliada pelo retorno total por lactação (RMCA/Lac) e retorno médio diário (RMCA/Dia); produtividade por hectare (PROD/ha); animais por hectare (Vaca/ha) e lucratividade por hectare (LUCR/ha). Para a avaliação dos resultados das simulações os dados foram discutidos utilizando estatística descritiva.

3.3. Metodologia de Avaliação “Ajuste para o Nível de *Capital*”

Para avaliação das estratégias de alimentação foi desenvolvida uma metodologia alternativa, denominada de “Ajuste para o Nível de *Capital*”, baseada na produção por unidade de área, considerando diferentes níveis de utilização de insumos (*Input*) e de capital por hectare. Desta forma, nesta avaliação, são consideradas duas variáveis limitantes em cada análise: área e nível de *Input*, ou área e nível de capital.

Esta metodologia de avaliação é diferente da avaliação convencional, denominada “Tradicional”, onde são utilizadas avaliações de estratégias de alimentação ou de alimentos considerando somente um fator limitante, sendo baseada na produção ou receita por animal (por vaca) ou por unidade de área (por hectare). Desta forma, fixando-se ou obtendo-se experimentalmente o nível de produção dos animais a serem avaliados, por meio de simulação, ou a campo com animais, respectivamente, os alimentos são utilizados livremente, sem nenhuma restrição de utilização de insumos ou de capital para tal.

Com a metodologia de “Ajuste para o Nível de *Capital*”, foram avaliadas a produção de leite e a geração de receita por unidade de área (PROD/ha e LUCR/ha, respectivamente), considerando diferentes níveis de utilização de concentrados e de

capital. Como insumo mais importante em rebanhos de gado de leite, conforme demonstrado por Ferreira (2002) e Nogueira (2004), foi escolhido o nível de concentrado utilizado por hectare como *Input* determinante.

A utilização de concentrado foi avaliada em relação à quantidade, avaliando o gasto em kg de concentrado por hectare (COK/ha), e por quantidade e qualidade, sendo avaliado por meio do gasto em reais de concentrado por hectare (COR/ha). Para a realização de uma avaliação mais completa, representando o nível de capital utilizado por unidade de área, foram utilizados os custos com alimentação, somando os custos de volumosos e concentrados, como variável determinante. Desta forma, a metodologia de “Ajuste para o Nível de *Capital*” não permite que as diferentes estratégias de alimentação, e alimentos, sejam utilizadas sem restrição, como ocorre na metodologia tradicional de avaliação.

3.3.1. Método e Análises Estatísticas

Para a metodologia de “Ajuste para o Nível de *Capital*” foram utilizados dados gerados conforme o modelo de simulação descrito anteriormente.

Em cada estratégia de alimentação avaliada foi estimada uma equação de regressão avaliando a PROD/ha e LUCR/ha em relação ao gasto com concentrados e capital por unidade de área. Foi avaliada a PROD/ha e a LUCR/ha em função da utilização de concentrado por hectare (COK/ha); do gasto em reais de concentrado por hectare (COR/ha); e do capital gasto com alimentação por hectare (CAL/ha).

Como as taxas de lotação são diferentes, quando são comparadas as estratégias de alimentação avaliadas neste estudo, em função de diferenças nas características agronômicas das forrageiras avaliadas, quando é fixada determinada quantidade de concentrado ou de capital por área, também se limita o nível de produção das vacas, devido ao nível de concentrado disponível por vaca.

Para se obter a produção de leite média por vaca, considerando as diferentes estratégias de alimentação e os níveis de concentrado testados, foram estimadas equações de regressão da produção de leite por vaca em função da quantidade de concentrados fornecida por animal, avaliando em kg de concentrado por vaca (COK/vaca), e de reais de concentrado por vaca (COR/vaca). Assim, dividindo o

nível de concentrado utilizado por hectare, restringido conforme a metodologia de “Ajuste para o Nível de *Capital*”, em determinada estratégia de alimentação, pela taxa de lotação estimada para esta estratégia, foram obtidas as quantidades de concentrado que seriam administradas por vaca.

Desta forma, com a utilização das equações, foi possível determinar a produção esperada por vaca em cada nível de utilização de concentrados nas diferentes estratégias de alimentação. Com este procedimento podem ser verificadas as diferenças nos níveis de produção de leite por vaca, quando são comparadas diferentes estratégias de alimentação e utilizadas restrições como unidade de área e nível de *Input*.

Para a estimativa das equações de regressão foi utilizado o software SAS (*Statistical Analysis System*), utilizando o procedimento PROC REG (SAS, 1999).

3.4. Eficiência Bioeconômica e o Nível de Produção de Leite

Nesse estudo, como citado anteriormente, as rações foram formuladas para o completo atendimento das exigências nutricionais de manutenção, produção, gestação e mobilização/reposição de reservas corporais, considerando uma lactação completa. Assim, não somente foram consideradas as exigências de energia, bem como de proteína e de fibra. Em função de cada nível de eficiência biológica, ou seja, em cada nível de produção de leite, e com a utilização destas dietas, foram avaliadas as eficiências bioeconômica (EBE) de vacas de diferentes níveis de produção de leite, em cada estratégia de alimentação avaliada.

A EBE foi definida de forma semelhante à eficiência biológica, proposta por Vandehaar (1998), considerando a quantidade de alimento utilizada e a produção de leite obtida, multiplicado pelos respectivos valores econômicos. Dessa forma, a EBE foi calculada considerando os custos de alimentação e a renda bruta com a venda de leite, utilizando a seguinte equação:

$$EBE = \frac{100 - (CA_{ij} * 100)}{RBPL_j}$$

em que CA é o custo de alimentação da estratégia i no nível de produção j; e RBPL é a renda bruta da venda de leite no nível de produção j.

Também com o propósito de avaliar a eficiência bioeconômica das vacas de cada nível de produção, foi avaliado o produto físico médio (PFme) ou produtividade média de cada nível de produção, em cada estratégia de alimentação. Utilizando o PFme é possível avaliar a eficiência do processo de produção, sendo relativo a quantidade da produção dividida pela quantidade do investimento variável. A equação utilizada é apresentada a seguir:

$$PFme_{x_1} = \frac{Y}{X_1}$$

em que Y é a quantidade de produto (produção de leite), e X_1 é a quantidade do investimento variável (kg concentrado, R\$ gasto com concentrados e R\$ gasto com alimentação).

Foi avaliado o produto físico marginal (PFma) ou produtividade marginal de cada estratégia de alimentação. O PFma refere-se a quantidade que cada unidade adicional do fator variável acrescenta ao produto físico total. Dessa forma, é possível avaliar a resposta na produção de leite em função dos custos de alimentação, para cada estratégia de alimentação, considerando todos os níveis de produção avaliados. A equação utilizada é apresentada a seguir:

$$PFma = \frac{\partial Y}{\partial X_1}$$

em que Y é a derivada parcial da mudança na produção de leite, e X_1 é a derivada parcial do acréscimo em uma unidade adicional do fator variável.

Para a avaliação do PFma foram estimadas equações de regressão da produção de leite por vaca em função do nível de utilização de concentrados, avaliado em COK/vaca/ano e COR/vaca/ano, e dos custos de alimentação (CAL/vaca/ano). Na estimativa das equações de regressão foi utilizado o software SAS (*Statistical Analysis System*), utilizando o procedimento PROC REG (SAS, 1999).

4 – Resultados e Discussão

4.1. Utilização de Concentrados

Na Tabela 6 estão descritos os gastos e custos de concentrados, volumosos e da alimentação para cada estratégia de alimentação avaliada. O consumo (CTC) e o custo total do concentrado (CUTC) aumentaram em função do nível de produção, em todas as estratégias de alimentação. O consumo de concentrado variou de cerca de 700 a 3300 kg/vaca/lactação, e os custos com concentrados variaram de R\$360,00 a R\$1820,00 por vaca/lactação, quando são comparados os níveis de produção baixo com o médio-alto e alto. Desta forma, maior produção de leite por lactação se relaciona ao maior fornecimento de concentrados por vaca, para todos os volumosos e estratégias de alimentação avaliadas.

Entre as estratégias de alimentação, a utilização da silagem de milho durante toda a lactação (SIM) resultou em menor uso de concentrado por vaca e em menor custo de utilização de concentrados por lactação. Também, nas estratégias de alimentação onde foi utilizada a combinação da silagem de milho e pastagens (SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF), foi observado menor nível de utilização e menor custo com concentrados quando são comparadas as estratégias de alimentação baseadas em cana-de-açúcar e pastagens (CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF) (Figura 2 e 3).

Na média, as estratégias SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF utilizaram 21,74% a mais de concentrado que a SIM, enquanto que as estratégias CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF, na média, resultaram na utilização de 43,42% a mais de concentrado em relação à estratégia com silagem de milho como volumoso exclusivo. Os custos com concentrados seguiram a mesma tendência, onde as estratégias baseadas em silagem de milho e pastagens (SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF), na média, apresentaram gastos com concentrados 9,44% superiores a silagem de milho como volumoso exclusivo, enquanto que as estratégias baseadas em cana-de-açúcar e pastagens (CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF) gastaram, na média, 38,98% a mais com concentrados. As estratégias que utilizaram a combinação de cana-de-açúcar e pastagens utilizaram 17,80% e gastaram 26,99% com concentrados do que as estratégias que utilizaram silagem de milho e pastagens.

A relação kg de leite produzido para kg de concentrado fornecido (L:C), durante toda a lactação e para todas as estratégias de alimentação, diferiram quando são comparados os valores obtidos nos diferentes níveis de produção (Figura 4). Nos níveis de produção baixo e médio-baixo foram observadas as melhores eficiências de utilização do concentrado quando são comparados com os níveis de produção médio, médio-alto e alto. Estes resultados são justificados pela menor necessidade de incrementar com concentrados as dietas para vacas de menor produção, que, conforme demonstram os resultados das formulações de rações nas Tabelas 8A a 21A, apresentam maior relação volumoso:concentrado durante a lactação quando comparado com dietas de vacas de maior produção.

De forma semelhante a utilização de concentrados (CTC e CUTC) descrita anteriormente, as estratégias de alimentação baseadas em silagem de milho, associada ou não as pastagens, apresentaram as melhores eficiências de utilização de concentrados quando são comparadas com as dietas baseadas em cana-de-açúcar e pastagens (Figura 4). A estratégia que utilizou silagem de milho como volumoso exclusivo durante a lactação (SIM) resultou, para todos os níveis de produção, em 3,52 kg de leite produzido por kg de concentrado utilizado (L:C). As demais estratégias baseadas em silagem de milho e pastagens, SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF; apresentaram, respectivamente, 3,23, 3,18 e 3,27 L:C. Por outro lado, as estratégias de alimentação baseadas em cana-de-açúcar e pastagens apresentaram

uma eficiência de utilização de concentrados de 2,63, 2,63 e 2,60 L:C, respectivamente, para as estratégias CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF.

Os custos por kg de concentrado (CMC) foram maiores para as dietas das vacas de menor produção (Figura 5), em todas as estratégias avaliadas, com exceção da estratégia de alimentação CAN+TIF. Desta forma, a necessidade de maior percentual de fontes protéicas nos concentrados das vacas de menor produção, principalmente no nível baixo de produção, como demonstra as formulações de rações descritas nas Tabelas 8A a 21A, resultaram em maiores custos por kg de concentrado nos dois menores níveis de produção.

Por outro lado, em função da composição bromatológica dos volumosos, as estratégias baseadas em silagem de milho e pastagens apresentaram os menores CMC de concentrado, principalmente as combinações de SIM+NAP e SIM+TIF. As estratégias de alimentação com cana-de-açúcar apresentaram resultados intermediários, e as estratégias com silagem de milho como volumoso exclusivo, bem como SIM+BRI e CAN+BRI, apresentaram os maiores custos por kg de concentrado.

Considerando os custos dos concentrados e as quantidades administradas por vaca/dia, para cada estratégia de alimentação e nível de produção, pode ser avaliada a estimativa de custos de concentrados por litro de leite produzido (CMC/litro) (Figura 6). As estratégias com silagem de milho apresentaram os menores gastos com concentrados, apresentando médias de 0,164, 0,179, 0,164 e 0,159 CMC/litro para as estratégias, respectivamente, SIM, SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF. As estratégias baseadas em cana-de-açúcar e pastagens apresentaram médias de 0,224, 0,209 e 0,210 CMC/litro, respectivamente, para as estratégias CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF. Na média, as estratégias baseadas em silagem de milho resultaram num gasto cerca de 0,048 CMC/litro menor do que nas estratégias baseadas em cana-de-açúcar.

Apesar de algumas estratégias de alimentação apresentarem maior custo por kg de concentrado, as estratégias que apresentaram estes resultados propiciaram os menores custos com concentrados por litro de leite produzido. De forma semelhante, quando são avaliados os custos por litro de leite produzido em relação aos diferentes níveis de produção, pode ser observado que, mesmo apresentando os maiores custos

Tabela 6 – Consumo total com concentrados (CTC), relação kg leite produzidos por kg de concentrado fornecido (L:C), custo total dos concentrados (CUTC), custo médio por kg de concentrado (CMC), custo total dos volumosos (CTV), custo total da dieta (CTD) e custo médio diário da dieta (CMD), em cada estratégia de alimentação, para vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação (305 dias)

Estratégia de Alimentação	Variável	Unidade	Nível de Produção				
			Baixo	Médio-baixo	Médios	Médio-alto	Altos
1 (SIM)	CTC	Kg	836,31	1092,34	1812,28	2198,56	3037,26
	L:C	L:Kg	3,68	4,10	3,39	3,43	3,04
	CUTC	R\$	526,83	672,95	987,11	1204,65	1656,69
	CMC	R\$	0,630	0,616	0,545	0,548	0,545
	CTV	R\$	493,89	565,97	556,33	566,33	579,79
	CTD	R\$	1020,72	1238,92	1543,44	1770,99	2176,48
	CMD	R\$	3,35	4,06	5,06	5,81	7,14
2 (SIM+BRI)	CTC	Kg	730,56	1336,89	2297,36	2809,50	-
	L:C	L:Kg	4,21	3,35	2,68	2,69	-
	CUTC	R\$	472,21	768,41	1201,57	1472,12	-
	CMC	R\$	0,646	0,575	0,523	0,524	-
	CTV	R\$	359,64	338,18	341,28	338,55	-
	CTD	R\$	831,84	1106,59	1542,84	1810,67	-
	CMD	R\$	2,73	3,63	5,06	5,94	-
3 (SIM+NAP)	CTC	Kg	723,85	1395,50	2350,86	2858,74	-
	L:C	L:Kg	4,25	3,21	2,62	2,64	-
	CUTC	R\$	388,93	694,78	1142,89	1418,08	-
	CMC	R\$	0,537	0,498	0,486	0,496	-
	CTV	R\$	359,64	338,18	341,28	338,55	-
	CTD	R\$	770,43	1037,05	1489,62	1760,72	-
	CMD	R\$	2,53	3,40	4,88	5,77	-
4 (SIM+TIF)	CTC	Kg	707,99	1289,20	2299,02	2893,98	-
	L:C	L:Kg	4,34	3,47	2,68	2,61	-
	CUTC	R\$	362,32	653,16	1128,06	1432,57	-
	CMC	R\$	0,512	0,507	0,491	0,495	-
	CTV	R\$	422,72	366,12	378,53	366,48	-
	CTD	R\$	785,04	1019,28	1506,60	1799,05	-
	CMD	R\$	2,57	3,34	4,94	5,90	-
5 (CAN+BRI)	CTC	Kg	1015,92	1633,02	2589,89	3205,28	-
	L:C	L:Kg	3,03	2,74	2,38	2,36	-
	CUTC	R\$	616,62	983,02	1456,05	1819,19	-
	CMC	R\$	0,607	0,602	0,562	0,568	-
	CTV	R\$	233,77	183,72	192,93	184,15	-
	CTD	R\$	850,40	1166,75	1648,98	2003,33	-
	CMD	R\$	2,79	3,83	5,41	6,57	-
6 (CAN+NAP)	CTC	Kg	945,99	1693,36	2691,32	3230,56	-
	L:C	L:Kg	3,25	2,64	2,29	2,34	-
	CUTC	R\$	526,02	909,36	1409,65	1768,60	-
	CMC	R\$	0,556	0,537	0,524	0,547	-
	CTV	R\$	259,04	195,9	203,21	196,33	-
	CTD	R\$	785,06	1105,21	1612,87	1964,93	-
	CMD	R\$	2,57	3,62	5,29	6,44	-
7 (CAN+TIF)	CTC	Kg	1025,95	1637,52	2630,70	3255,51	-
	L:C	L:Kg	3,00	2,73	2,34	2,32	-
	CUTC	R\$	525,35	881,97	1421,36	1823,63	-
	CMC	R\$	0,512	0,539	0,540	0,560	-
	CTV	R\$	289,09	219,42	235,87	219,85	-
	CTD	R\$	814,45	1101,40	1657,22	2043,48	-
	CMD	R\$	2,67	3,61	5,43	6,70	-

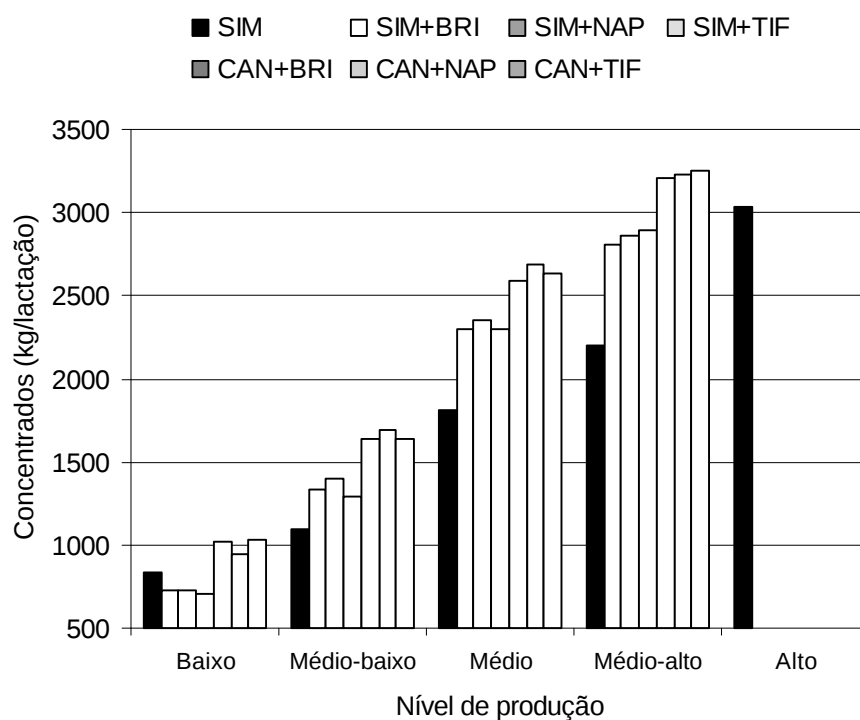


Figura 2 – Consumo total com concentrados (CTC), em cada estratégia de alimentação, para vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação (305 dias).

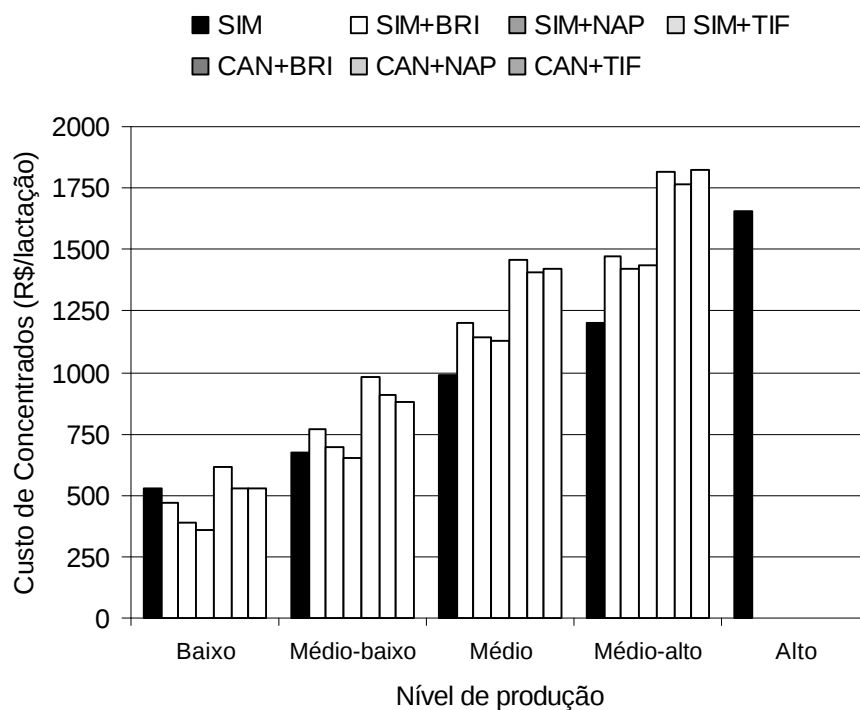


Figura 3 – Custo total dos concentrados (CUTC), em cada estratégia de alimentação, para vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação (305 dias).

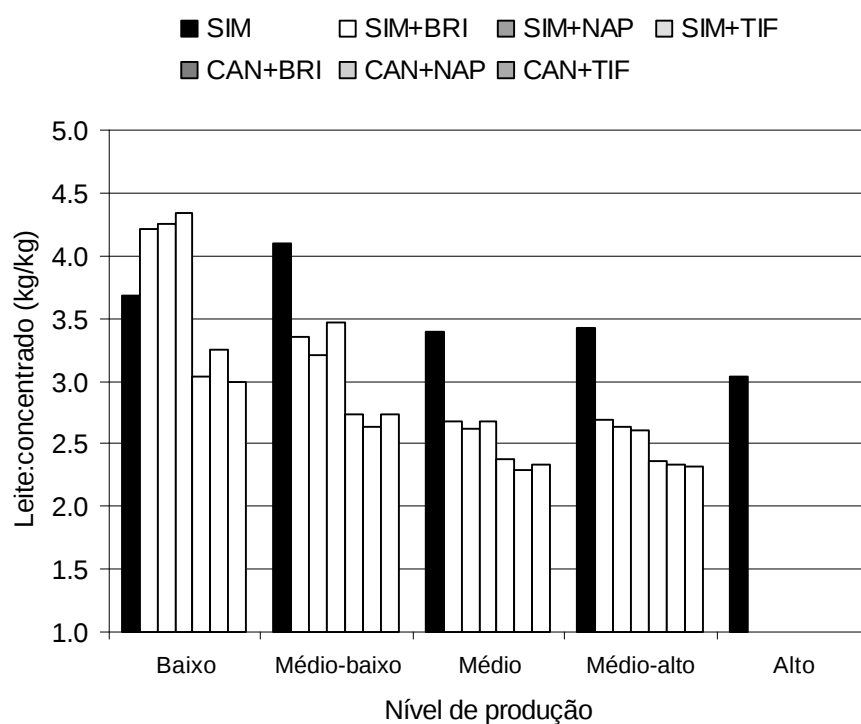


Figura 4 – Relação leite produzido:concentrado fornecido (L:kg), em cada estratégia de alimentação, para vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação (305 dias).

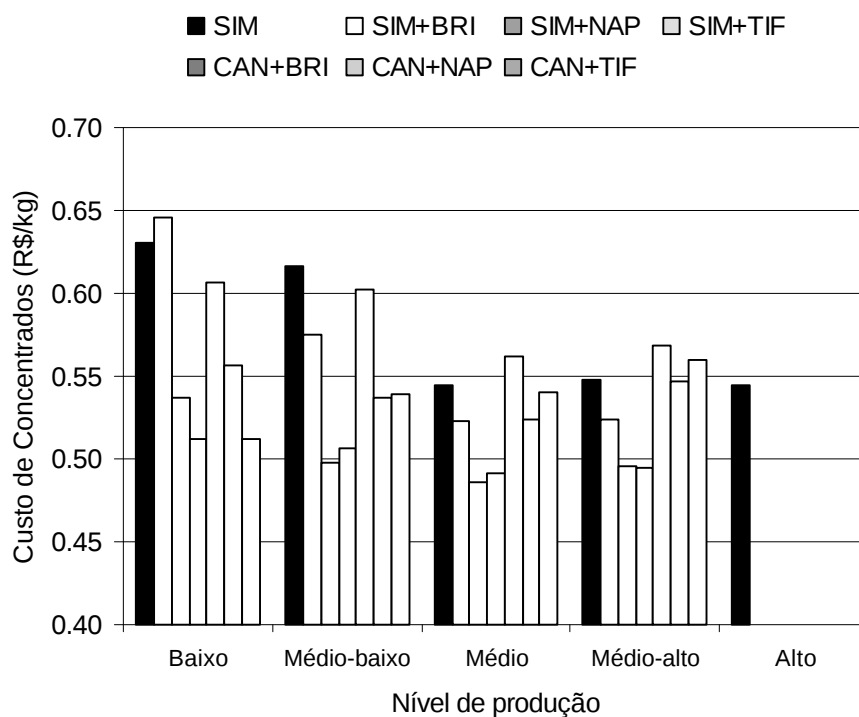


Figura 5 – Custo médio por kg de concentrado (CMC), em cada estratégia de alimentação, para vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação (305 dias).

por kg de concentrado, os níveis de menor produção apresentaram os menores gastos de concentrados por litro de leite produzido, nas diferentes estratégias de alimentação avaliadas.

Estes resultados demonstraram que avaliações do uso de concentrados para vacas em lactação, baseadas somente no custo por kg de concentrado, não representam economicamente qualquer tipo de vantagem nos custos de produção por litro de leite produzido, seja em diferentes estratégias de alimentação, e para vacas de variados níveis de produção, como as avaliadas neste estudo.

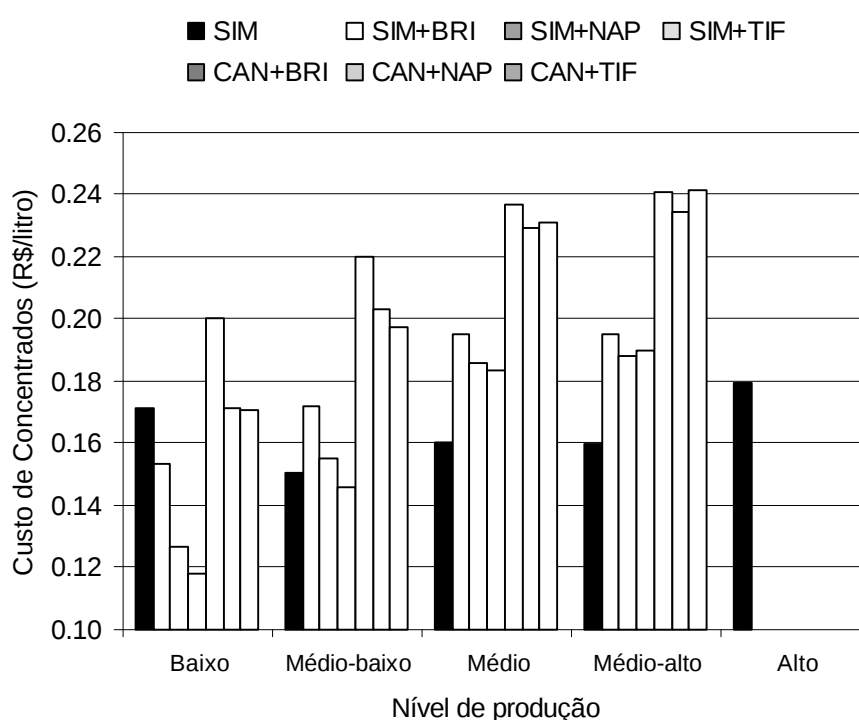


Figura 6 – Gasto com concentrados em relação a produção de leite (CMC/litro), em cada estratégia de alimentação, para vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação (305 dias).

4.2. Custos de Alimentação e Receita por Animal

Na Figura 7 estão descritos os custos com volumosos para cada estratégia de alimentação e nível de produção. Com relação aos diferentes níveis de produção, com exceção do nível baixo, que apresentou maiores gastos com volumosos em

função da maior participação destes nas dietas (Tabelas 8A a 21A), para os demais níveis de produção os custos foram semelhantes dentro da mesma estratégia de alimentação.

No entanto, quando são avaliados os custos com volumosos (CTV) entre as estratégias de alimentação, estes são diferentes (Tabela 6). Quanto maior a participação da silagem de milho nas dietas, maiores são os custos totais com volumosos. A estratégia SIM, que utilizou silagem de milho durante toda lactação, apresentou os maiores gastos com volumosos. Em nível de gasto intermediário, estão posicionadas as estratégias baseadas em silagem de milho e pastagens, com a estratégia SIM+TIF apresentando maior custo de volumoso do que as demais, SIM+BRI e SIM+NAP.

As estratégias de alimentação baseadas em cana-de-açúcar apresentaram os menores custos com volumosos, respectivamente, 198,64, 213,62, 241,05 reais para as estratégias CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF. Na média, a estratégia SIM apresentou um gasto com volumosos (CTV) de 545,63 reais, ou 150,54% maior do que as estratégias baseadas em cana-de-açúcar, e 51,40% maior do que as demais estratégias que utilizaram silagem de milho. Estas estratégias apresentaram custos totais com volumosos de, respectivamente, 344,41, 353,28, 383,46 para SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF. Desta forma, quanto maior a participação da silagem de milho nas dietas, maior é a participação dos volumosos nos custos de alimentação.

Na avaliação dos custos com alimentação, expressos em custos por vaca durante toda lactação (CTD) e por vaca por dia (CMD), são avaliados a combinação dos custos de concentrados e dos volumosos (Tabela 6) (Figura 8 e 9). Quanto maior é o nível de produção de leite, maiores são as exigências de nutrientes, e, desta forma, maiores são os custos de alimentação.

Para o nível baixo de produção, o menor custo foi de CTD 770,43, e para o nível médio-alto e alto, respectivamente, os maiores valores foram de CTD 2043,48 e 2176,48. Desta forma, os custos com alimentação são proporcionais ao volume total de leite produzido. Nesta avaliação houve diferenças nos resultados em relação ao nível de produção avaliado.

No nível baixo e médio-baixo de produção, representando vacas de produção média de leite de 10,0 e 15,0 kg/dia na lactação, as estratégias baseada em silagem de

milho e pastagens, especificamente SIM+NAP e SIM+TIF, e as estratégias com cana-de-açúcar, CAN+NAP e CAN+TIF, apresentaram os menores custos de alimentação. Numa posição intermediária ficaram as estratégias que utilizaram pastagens de capim-braquiária, SIM+BRI e CAN+BRI.

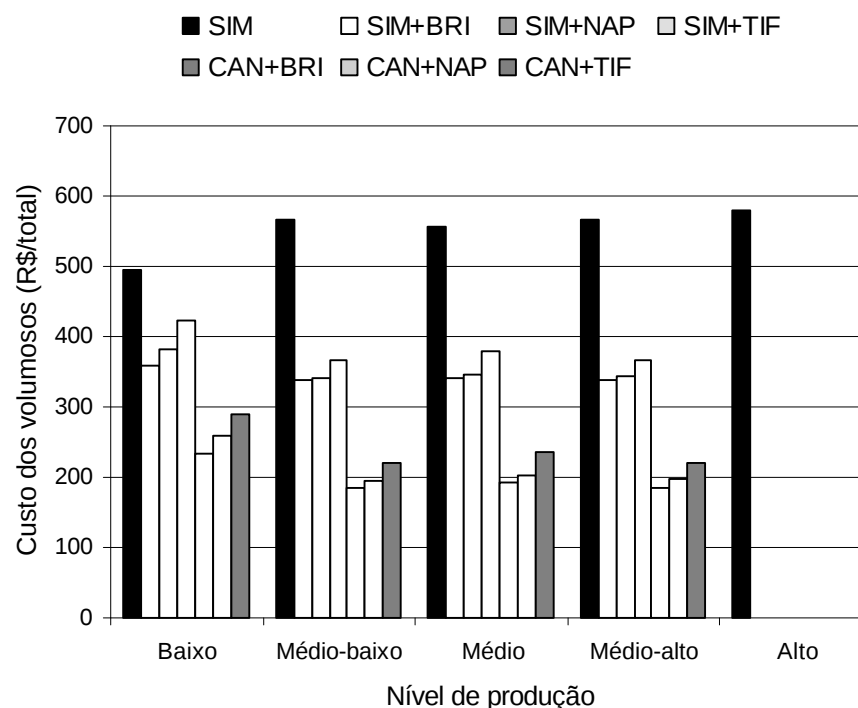


Figura 7 – Custo total dos volumosos (CTV), em cada estratégia de alimentação, para vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação (305 dias).

Nestes níveis de produção, a utilização da silagem de milho como volumoso exclusivo (SIM) resultou nos maiores custos de alimentação (CTD e CMD). Em porcentagem, a estratégia SIM apresentou custos de alimentação 28,26 e 24,99%, no nível baixo, e 17,51 e 10,18%, no nível médio-baixo, superiores na média as estratégias baseadas em silagem de milho e pastagens, e cana-de-açúcar e pastagens, respectivamente.

No nível médio, equivalente a vacas de 20,0 kg/dia de média de produção por lactação, as estratégias de alimentação baseadas em silagem de milho apresentaram os menores custos de alimentação. As estratégias SIM+NAP e SIM+TIF apresentaram os melhores resultados, seguido das estratégias SIM e SIM+BRI. Na média, as estratégias com silagens e pastagens apresentaram custos de alimentação somente 2,01% inferiores ao da silagem de milho como volumoso exclusivo. Em

relação as estratégias de alimentação baseadas em cana-de-açúcar e pastagens (CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF), na média apresentaram custos de alimentação 8,37% superiores as estratégias com silagem de milho e pastagens.

No nível médio-alto de produção, cerca de 25,0 kg/dia de leite por lactação, novamente as estratégias baseadas em silagem de milho apresentaram os melhores resultados. A estratégia SIM, baseada unicamente em silagem de milho, apresentou custo de alimentação somente 1,02% melhor do que as demais estratégias que utilizaram silagem de milho. No entanto, em relação às estratégias com cana-de-açúcar, a estratégia SIM apresentou custos de alimentação 13,15% inferiores do que a média das estratégias com cana-de-açúcar (CTD e CMD).

A receita menos os custos de alimentação, avaliada por vaca/lactação (RMCA/Lac) e por vaca/dia (RMCA/Dia) apresentam resultados invertidos em relação aos custos de alimentação (Tabela 7). Como a produção de leite, em cada nível de produção, é fixa para todas as estratégias de alimentação, a geração de receitas com a venda de leite dentro de cada nível é a mesma. Desta forma, a receita com a venda do leite menos os custos de alimentação resultaram na geração de receitas/vaca/lactação. Quando menores os custos com alimentação, maior a geração de receita por vaca dentro do mesmo nível de produção (Figura 10 e 11).

Desta forma, os resultados demonstraram que existe interação entre a melhor estratégia de alimentação com o nível de produção das vacas a serem trabalhadas. A combinação de silagem de milho durante a época da seca (início de lactação das vacas) com pastagens na época das águas (meio e final de lactação) parece ser a opção mais estável dentre os níveis de produção avaliados. Em todos os níveis avaliados estas alternativas apresentaram menores custos de alimentação e maior geração de receita por vaca (RMCA/Lac) (Figura 8, 9, 10 e 11).

A escolha das estratégias baseadas em cana-de-açúcar como forrageira de inverno e pastagens no verão, como opção de alimentos volumosos, também é dependente do nível de produção dos rebanhos. Nos casos de rebanhos de produção média por vaca entre 3000 e 4500 kg leite/vaca/lactação, talvez as estratégias que combinem cana-de-açúcar e pastagens possam ser as melhores opções onde não seja possível a utilização das estratégias baseadas em silagem de milho.

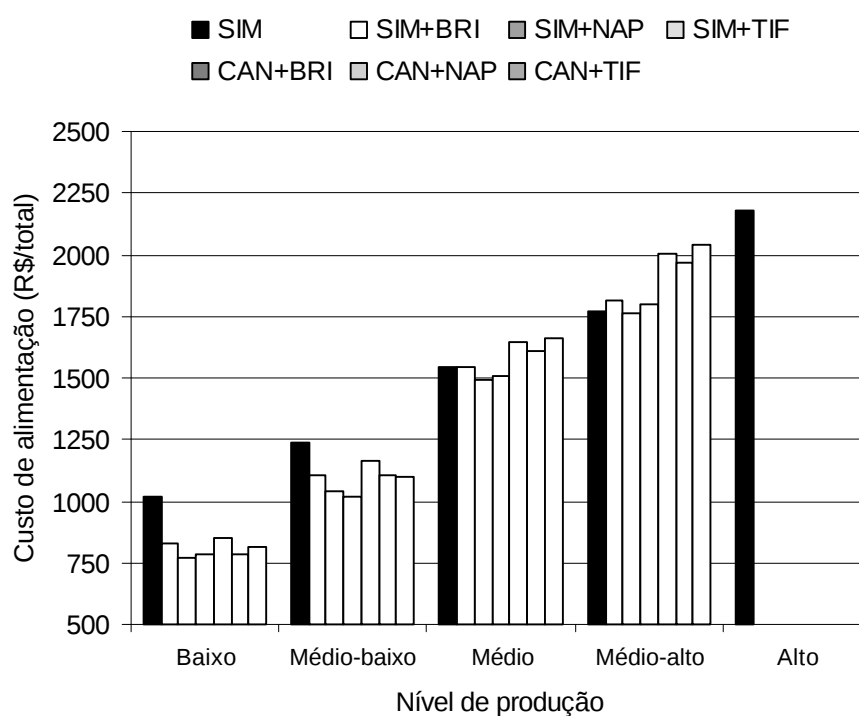


Figura 8 – Custos de alimentação (CTD), em cada estratégia de alimentação, para vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação (305 dias)

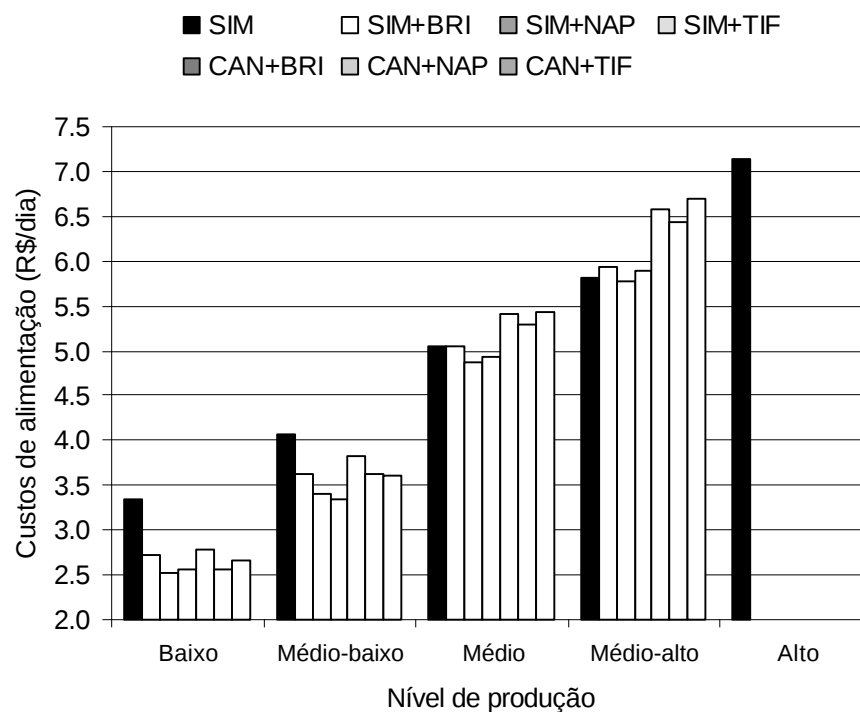


Figura 9 – Custos de alimentação (CMD), em cada estratégia de alimentação, para vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação (305 dias).

Tabela 7 – Receita menos o custo de alimentação avaliada pelo retorno total por lactação (RMCA/Lac), retorno médio diário (RMCA/Dia), produtividade por hectare (PROD/ha), animais por hectare (Vaca/ha) e lucratividade por hectare (LUCR/ha), para vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação, submetidas a diferentes estratégias de alimentação

Estratégia de Alimentação	Variável	Unidade	Nível de Produção				
			Baixo	Médio-baixo	Médio	Médio-alto	Alto
1 (SIM)	RMCA/Lac	R\$	468,40	927,09	1434,82	1884,15	2290,90
	RMCA/Dia	R\$	1,54	3,04	4,70	6,18	7,51
	PROD/ha	L/ha	13884,2	17750,5	24652,1	29720,2	39577,0
	Vaca/ha	Vaca/ha	4,51	3,97	4,01	3,94	4,29
	LUCR/ha	R\$	2112,5	3680,5	5753,6	7423,6	9828,0
2 (SIM+BRI)	RMCA/Lac	R\$	657,29	1059,42	1435,41	1844,46	-
	RMCA/Dia	R\$	2,16	3,47	4,71	6,05	-
	PROD/ha	L/ha	11643,6	17496,4	27436,3	34388,0	-
	Vaca/ha	Vaca/ha	3,79	3,91	4,46	4,56	-
	LUCR/ha	R\$	2491,1	4142,3	6401,9	8410,7	-
3 (SIM+NAP)	RMCA/Lac	R\$	718,70	1128,96	1488,64	1894,41	-
	RMCA/Dia	R\$	2,36	3,70	4,88	6,21	-
	PROD/ha	L/ha	15582,2	23011,0	35400,6	44091,2	-
	Vaca/ha	Vaca/ha	5,07	5,14	5,75	5,84	-
	LUCR/ha	R\$	3643,8	5802,9	8559,7	11063,4	-
4 (SIM+TIF)	RMCA/Lac	R\$	704,09	1146,73	1471,66	1856,09	-
	RMCA/Dia	R\$	2,31	3,76	4,83	6,09	-
	PROD/ha	L/ha	10985,0	16478,1	26296,4	33833,2	-
	Vaca/ha	Vaca/ha	3,57	3,68	4,27	4,48	-
	LUCR/ha	R\$	2513,6	4220,0	6284,0	8315,3	-
5 (CAN+BRI)	RMCA/Lac	R\$	638,73	999,25	1329,28	1651,80	-
	RMCA/Dia	R\$	2,09	3,28	4,36	5,42	-
	PROD/ha	L/ha	15467,5	23948,7	38891,5	50931,9	-
	Vaca/ha	Vaca/ha	5,03	5,35	6,32	6,75	-
	LUCR/ha	R\$	3212,8	5346,0	8401,0	11149,7	-
6 (CAN+NAP)	RMCA/Lac	R\$	704,06	1060,80	1365,39	1690,21	-
	RMCA/Dia	R\$	2,31	3,48	4,48	5,54	-
	PROD/ha	L/ha	22163,4	35683,9	57691,3	73648,8	-
	Vaca/ha	Vaca/ha	7,21	7,98	9,38	9,76	-
	LUCR/ha	R\$	5076,3	8465,2	12807,4	16496,4	-
7 (CAN+TIF)	RMCA/Lac	R\$	674,68	1064,61	1321,03	1611,65	-
	RMCA/Dia	R\$	2,21	3,49	4,33	5,28	-
	PROD/ha	L/ha	14825,6	21958,0	36768,2	49101,2	-
	Vaca/ha	Vaca/ha	4,82	4,91	5,98	6,50	-
	LUCR/ha	R\$	3252,0	5227,2	7899,8	10475,7	-

A utilização da silagem de milho como volumoso exclusivo para vacas de produção de 3000 e 4500 kg leite/vaca/lactação não é a melhor opção quando se avalia o custo de alimentação nestes níveis de produção. Porém, para rebanhos de potencial de produção de 6000 a 7500 kg leite/vaca/lactação, a utilização da silagem de milho como volumoso exclusivo apresenta as mesmas vantagens em relação a utilização da combinação de silagem de milho e pastagens, com reduzidos custos de

alimentação e apresentando maior geração de receita por vaca (RMCA/Lac) (Figura 8, 9, 10 e 11).

A utilização da silagem de milho como volumoso exclusivo ainda pode apresentar vantagens de requerer menor suplementação com concentrados durante a lactação, o que pode ser vantajoso em situações de restrição de capital ou quando da dificuldade para a aquisição deste insumo, para todas as estratégias de alimentação.

4.3. Produtividade e Receita por Unidade de Área

Na Tabela 7 estão descritas as taxas de lotação (Vaca/ha), a produtividade por hectare (PROD/ha) e a lucratividade por hectare (LUCR/ha) para cada estratégia de alimentação e nível de produção avaliado. Com exceção da estratégia baseada exclusivamente em silagem de milho, quanto maior a produção por vaca, maior a taxa de lotação que pode ser utilizada nas diferentes estratégias de alimentação avaliadas.

O maior nível de produção por vaca resulta na utilização de maior quantidade de concentrados nas mesmas (Figura 2 e 3), sendo menor a utilização proporcional de volumosos nas dietas (Tabelas 8A a 21A). Como existem diferenças na utilização de volumosos entre os níveis de produção, como mostra a Figura 7, a maior utilização de concentrados por vaca, e conseqüentemente, por área, dentro da mesma estratégia de alimentação, propicia maior taxa de lotação nos maiores níveis de produção (Figura 12).

As estratégias de alimentação que utilizaram forrageiras de alta produtividade por unidade de área, como a cana-de-açúcar e o capim-elefante, propiciaram as maiores taxas de lotação em todos os níveis de produção e estratégias de alimentação. Junto a grande produtividade por área destas forrageiras, também deve ser considerada a grande utilização de concentrados por unidade de área quando são utilizadas estratégias de alimentação com estes alimentos, favorecendo a manutenção de altas taxas de lotação nessas estratégias.

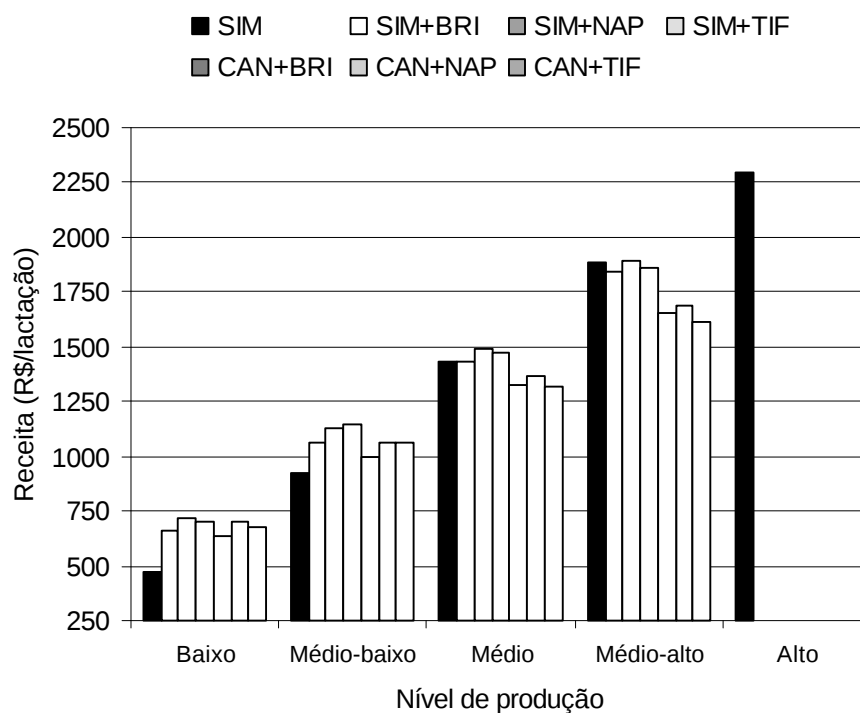


Figura 10 – Receita menos os custos de alimentação (RMCA/Lac), em cada estratégia de alimentação, para vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação (305 dias).

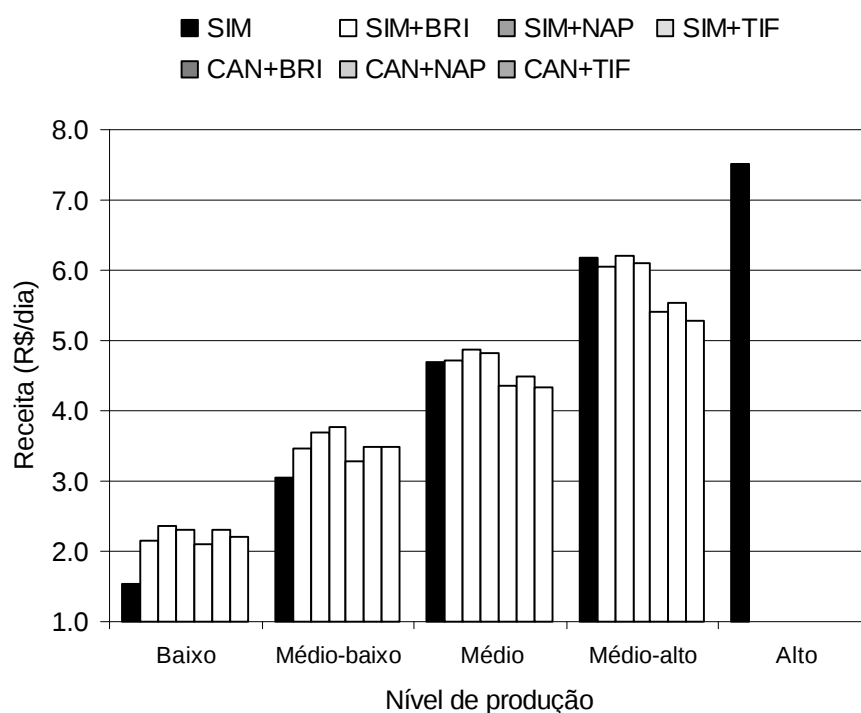


Figura 11 – Receita menos os custos de alimentação (RMCA/Dia), em cada estratégia de alimentação, para vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação (305 dias).

Utilizando a estratégia com silagem de milho (SIM) como referência, na média, as estratégias SIM+BRI, SIM+NAP, SIM+TIF, CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF, apresentaram taxa de lotação 1,76; 32,68; -2,62; 42,72; 108,95 e 35,18% maiores, respectivamente, do que a utilização de silagem de milho como volumoso exclusivo durante a lactação.

Em todas as estratégias de alimentação avaliadas, quanto maior a produção por vaca, maior a produtividade por unidade de área (PROD/ha). Na média, a produção de leite/ha no nível baixo foi 49,52, 136,38 e 201,97%, respectivamente, menor do que a produtividade dos níveis médio-baixo, médio e médio-alto (Figura 13). Avaliando somente a estratégia SIM, a PROD/ha no nível baixo foi 185,05% menor do que o nível alto de produção.

De forma semelhante, a geração de receitas menos os custos de alimentação (LUCR/ha), por hectare, foram 65,38, 151,58 e 228,82% maiores, respectivamente, nos níveis médio-baixo, médio e médio-alto quando comparada com o nível baixo de produção (Figura 14). Desta forma, quanto maior a produção de leite por vaca, maior a geração de receitas menos os custos de alimentação, por vaca e por unidade de área.

Em relação à produtividade por hectare, quanto maior for a capacidade de suporte da estratégia de alimentação, ou, quanto maior a taxa de lotação a que determinada área for submetida, dentro de determinado nível de produção, maior poderá ser a produtividade e a geração de receitas por unidade de área. Desta forma, novamente utilizando a estratégia SIM como referência, na média, a produtividade (PROD/ha) das estratégias de alimentação SIM+BRI, SIM+NAP, SIM+TIF, CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF foram, respectivamente, 5,76; 37,30; 1,84; 50,27; 119,97 e 42,61% maiores do que a utilização da silagem de milho durante toda lactação (Figura 13 e Tabela 7).

Utilizando novamente a estratégia SIM como referência, a geração de receitas menos os custos de alimentação (LUCR/ha) para as estratégias de alimentação SIM+BRI, SIM+NAP, SIM+TIF, CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF foram 13,05; 53,24; 12,45; 48,18; 125,85 e 41,56% maiores do que a estratégia SIM (Figura 14 e Tabela 7). Em todos os níveis de produção, a utilização da silagem de milho durante toda a lactação resultou na menor geração de receitas por unidade de área, enquanto

que as estratégias de alimentação baseadas em cana-de-açúcar e pastagens de capim-elefante, apresentaram os melhores resultados nos diferentes níveis de produção.

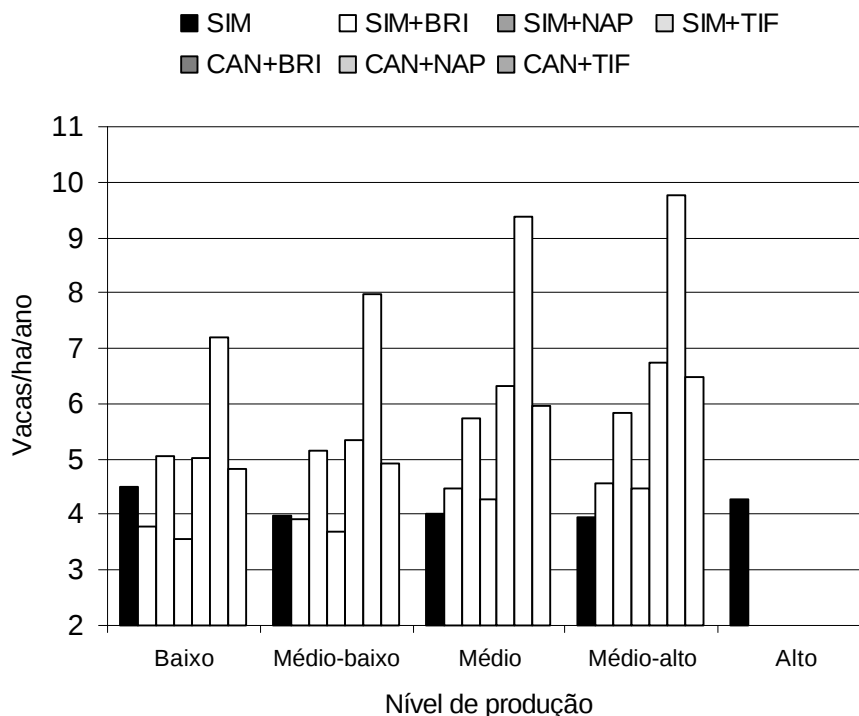


Figura 12 – Taxa de lotação (Vacas/ha/ano), em cada estratégia de alimentação, para vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação (305 dias).

Desta forma, a receita menos os custos de alimentação, por animal, é mais influenciada pela composição química das forrageiras, que resultam em diferentes níveis de utilização de concentrado e, conseqüentemente, diferenças no custo de alimentação por vaca. Paralelamente, existe uma interação entre a melhor opção de forrageira e o nível de produção dos animais a serem alimentados. Conforme citaram Nussio et al. (2001), a análise dos dados também revelou forte tendência de interação volumoso x produção individual diária de leite, ou seja, a ordem de classificação dos volumosos preferenciais é específica para um dado nível de produção do animal.

Avaliando os resultados de receita menos os custos de alimentação observa-se que existe a possibilidade de obtenção de produtividades semelhantes entre algumas fontes de volumosos, e estratégias de alimentação, para determinado nível de produção, o que, segundo Nussio et al. (2001), cria flexibilidade de opção por culturas agrícolas sob maior diversidade edafoclimática e características diferentes das bases físicas dos sistemas de produção de leite.

Avaliando resultados de pesquisas que utilizaram a técnica da simulação na avaliação do potencial de utilização de diferentes forrageiras, com os dados obtidos no presente trabalho, verifica-se resultados semelhantes. Nussio et al. (1998), simulando dados a partir de recomendações nutricionais do NRC (1988), e Nussio & Nussio (2003), utilizando as exigências nutricionais e o valor nutritivo dos alimentos preditos no NRC (2001), verificaram que a utilização da silagem de milho, para vacas de 15 e 25 kg/dia, propicia menor custo de alimentação, principalmente pela menor utilização de concentrados e maior utilização dos volumosos nas formulações das rações.

Estudos com animais, realizados no Brasil, comparando a utilização de silagem de milho com a cana-de-açúcar, tem demonstrado vantagens em reduzir o custo de alimentação por animal utilizando estas forrageiras quando são utilizadas vacas de nível médio de produção. Magalhães (2001) e Souza (2003) demonstraram que a utilização da silagem de milho reduziu os custos de alimentação por animal, aumentando a geração de receitas por vaca/dia.

Souza (2003), trabalhando com vacas de 17 a 21 kg/dia verificou que a utilização de silagem de milho como volumoso exclusivo resultou em saldo diário de R\$4,04/vaca, enquanto que o saldo por vaca para os tratamentos com cana-de-açúcar, com 0, 7 e 14% de caroço de algodão substituindo a cana-de-açúcar, foram de R\$2,04, R\$3,31 e R\$2,85, respectivamente.

De forma semelhante, Costa (2004) verificou maior rentabilidade por vaca/dia quando comparou a utilização de silagem de milho com a cana-de-açúcar, utilizando diferentes níveis de concentrado nas dietas e vacas de 16 a 22 kg/dia. A utilização de silagem de milho resultou num saldo diário de R\$3,46 por vaca, enquanto que para os tratamentos com cana-de-açúcar, com diferentes proporções de concentrados nas dietas, 40, 50 e 60%, o saldo diário por vaca foi de R\$2,37, R\$3,03 e R\$2,38, respectivamente. Oliveira et al. (2004), também avaliando a utilização de dietas baseadas em silagem de milho e em cana-de-açúcar, verificaram resultados semelhantes, com menor custo de alimentação e maior geração de receita por vaca/dia para as dietas que utilizaram silagem de milho.

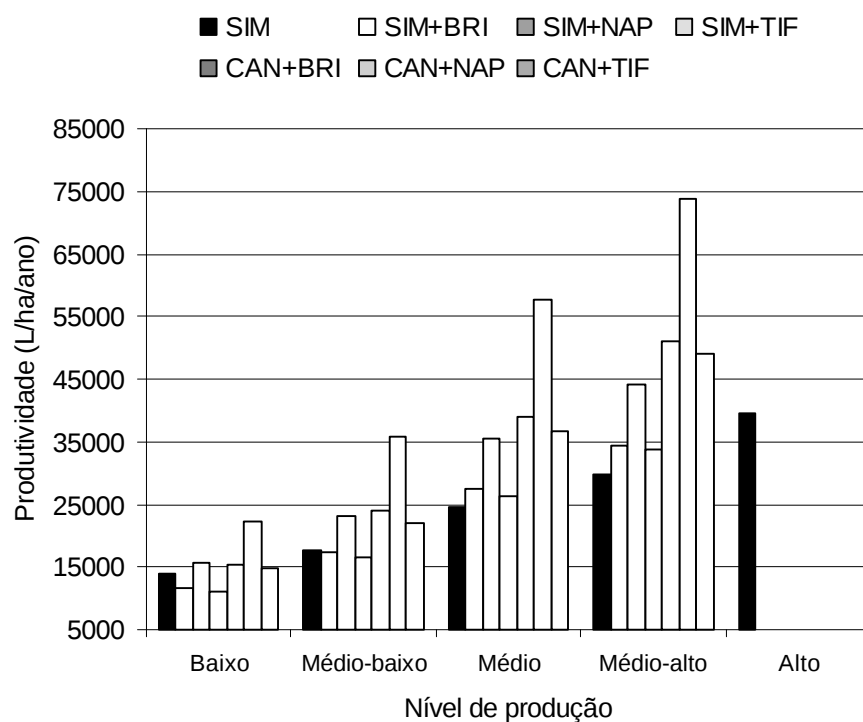


Figura 13 – Produtividade da terra (PROD/ha), em cada estratégia de alimentação, para vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação (305 dias).

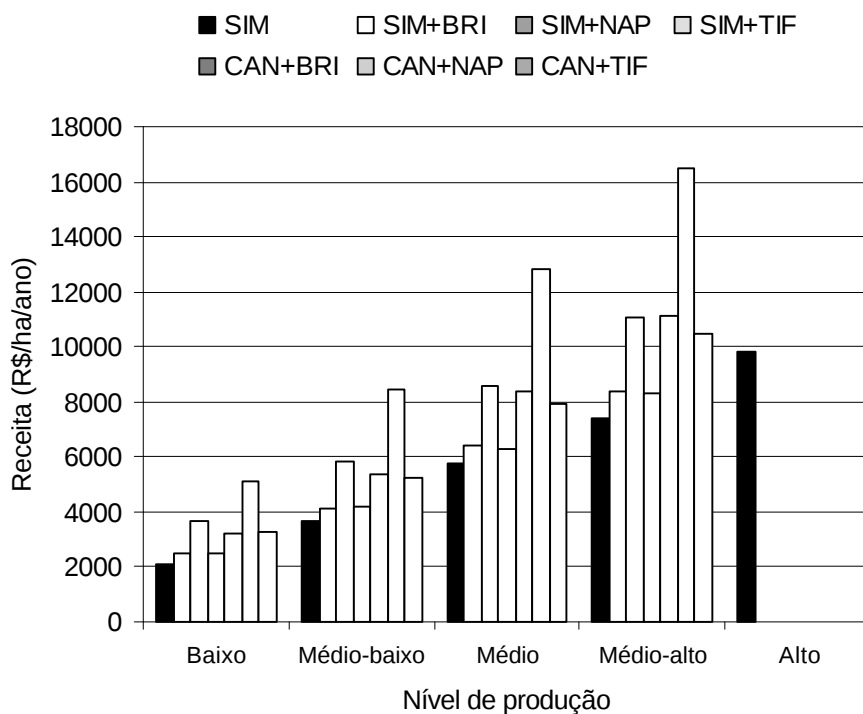


Figura 14 – Receita menos o custo de alimentação (LUCR/ha), em cada estratégia de alimentação, para vacas de diferentes níveis de produção de leite por lactação (305 dias).

Desta forma, analisando a produtividade por animal, se o objetivo for a redução dos custos de produção por litro de leite ou aumentar a geração de receita por vaca/dia, volumosos de maior densidade energética são mais efetivos em reduzir custos de produção, conforme resultados obtidos neste estudo e em trabalhos citados na literatura, sejam realizados por meio de simulação ou experimentos com animais.

No entanto, em relação à geração de receitas por hectare, esta é fortemente influenciada pela capacidade de suporte das forrageiras, em todos os níveis de produção. Mesmo que determinada estratégia de alimentação apresente menores custos de alimentação e, portanto, maior geração de receita por vaca, a taxa de lotação que esta estratégia pode ser submetida altera marcadamente a geração de receita por área.

Nos estudos de Nussio et al (1998) e Nussio & Nussio (2003), por meio de simulação, maior produtividade agrícola se relacionou com maior rentabilidade por unidade de área. De forma semelhante, nos estudos de Costa (2004) e Oliveira et al. (2004), a utilização de cana-de-açúcar, que apresenta grande produtividade agrícola, resultou em maior receita por unidade de área quando comparada com a silagem de milho. Nussio et al. (2001) citaram que a produtividade agrícola é de grande importância na competitividade de determinada opção de volumoso suplementar, e cria o desafio de estruturação gerencial na propriedade no sentido de efetivar a produção de forragem prevista como aquela potencial da cultura.

A escolha da melhor estratégia de alimentação, baseadas na escolha adequada das forrageiras a serem utilizadas, é influenciada por diversos fatores. Ely (1992) demonstrou que o valor bioeconômico das forragens não é estático, é dependente do nível de produção dos animais, da disponibilidade de alimentos e de seus preços. Desta forma, no momento da escolha do volumoso, fatores como potencial de produção dos animais, disponibilidade de concentrados, disponibilidade da área para produção, aptidão regional da cultura e aptidão do produtor são os aspectos principais a serem considerados (Nogueira, 2004b).

A utilização de forragem suplementar para bovinos leiteiros não deve prescindir de análise da aptidão agrícola da base física. A competência na produção de volumosos depende da definição pela opção mais adequada, mas sobretudo, é condicionada a profissionalização da produção e colheita da forragem e alimentação

do rebanho. Apesar da produção de volumosos constituir-se em atividade tipicamente multidisciplinar, o gerenciamento com base em prioridades de ações poderá promover ganhos consistentes ao processo de produção. Transferir competência agrônômica ao setor pecuário consiste em desafio para técnicos e produtores envolvidos na produção de volumosos para rebanho leiteiros (Nussio & Nussio, 2003).

4.4. Utilização de Concentrado e Capital por Unidade de Área

Nas Tabelas 8 e 9 estão descritos os gastos de concentrados e de capital por unidade de área, em cada estratégia de alimentação e nível de produção. A utilização de concentrado por hectare, avaliada em COK/ha e em COR/ha, dentro do mesmo nível de produção, foi intimamente relacionada com a qualidade das forrageiras utilizadas nas estratégias de alimentação.

As estratégias baseadas na utilização da silagem de milho como volumoso exclusivo (SIM) ou em associação com pastagens (SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF), durante toda a lactação, resultaram na menor quantidade de concentrados utilizados, nas duas formas de avaliação. Exceção feita quando é avaliada a estratégia SIM no nível baixo de produção.

Dentre as combinações com pastagens, utilizando silagem de milho ou cana-de-açúcar, a utilização do capim *Tifton-85* (TIF), de melhor qualidade, resultou na menor utilização de concentrados e de capital por hectare, quando comparados ao capim-elefante (NAP) e ao capim-braquiária (BRI). Entre esses dois últimos, a utilização do capim-braquiária resultou numa menor utilização de concentrado por hectare em relação ao capim-elefante.

No nível baixo de produção, a estratégia SIM apresentou maior gasto relativo de concentrados. No entanto, nos demais níveis, foram observados níveis de utilização de concentrado por hectare de até 364,13% em relação a utilização de silagem de milho como volumoso exclusivo (SIM) (Figura 15 e 16). Desta forma, nas estratégias em que foram utilizadas pastagens e cana-de-açúcar, gastou-se muito

mais *Input* para a avaliação de uma mesma área de produção do que a estratégia baseada em silagem de milho como volumoso exclusivo (SIM).

Tabela 8 – Nível de utilização de concentrado por unidade de área, expresso em kg (COK/ha) e reais (COK/ha), em função da estratégia de alimentação utilizada e do nível de produção¹

Estratégia de Alimentação	Nível de Produção				
	Baixo ²	Médio-Baixo	Médio	Médio-Alto	Alto
COK/ha					
SIM	3775,3 (100,00)	4334,2 (100,00)	7262,9 (100,00)	8655,3 (100,00)	13027,7 (100,00)
SIM+BRI	2765,7 (73,26)	5228,5 (120,63)	10246,8 (141,08)	12797,6 (147,86)	-
SIM+NAP	3667,2 (97,14)	7177,9 (165,61)	13529,1 (186,28)	16696,3 (192,90)	-
SIM+TIF	2528,7 (66,98)	4748,6 (109,56)	9828,2 (135,32)	12924,9 (149,33)	-
CAN+BRI	5109,1 (135,33)	8741,9 (201,70)	16374,5 (225,45)	21624,6 (249,84)	-
CAN+NAP	6816,8 (180,56)	13507,0 (311,64)	25241,2 (347,54)	31516,3 (364,13)	-
CAN+TIF	4945,4 (130,99)	8037,4 (185,44)	15724,5 (216,50)	21174 (244,64)	-
Média	4229,7	7396,5	14029,6	17912,7	-
COR/ha					
SIM	2378,2 (100,00)	2670,1 (100,00)	3956,0 (100,00)	4742,5 (100,00)	7106,0 (100,00)
SIM+BRI	1787,6 (75,17)	3005,2 (112,55)	5359,3 (135,47)	6705,7 (141,40)	-
SIM+NAP	1970,4 (82,85)	3573,7 (133,84)	6577,3 (166,26)	8282,2 (174,64)	-
SIM+TIF	1294,1 (54,42)	2405,8 (90,10)	4822,4 (121,90)	6420,2 (135,38)	-
CAN+BRI	3101,0 (130,39)	5262,4 (197,09)	9205,9 (232,71)	12273,2 (258,79)	-
CAN+NAP	3790,5 (159,39)	7253,0 (271,64)	13220,8 (334,20)	17253,9 (363,81)	-
CAN+TIF	2532,4 (106,48)	4329,0 (162,13)	8495,9 (214,76)	11861,0 (250,10)	-
Média	2407,7	4071,3	7376,8	9648,4	-

¹ Valores entre parênteses se referem a relativização do gasto de capital por unidade de área em relação a estratégia de alimentação SIM, por nível de produção (coluna).

² Níveis Baixo, Médio-Baixo, Médio, Médio-Alto e Alto correspondem a médias de produção de leite por lactação (305 dias), de 10, 15, 20, 25 e 30 kg/dia.

Tabela 9 – Nível de utilização de capital por unidade de área (CAL/ha) em função da estratégia de alimentação utilizada e do nível de produção¹

Estratégia de Alimentação	Nível de Produção				
	Baixo ²	Médio-Baixo	Médio	Médio-Alto	Alto
SIM	4607,8 (100,00)	4915,8 (100,00)	6185,5 (100,00)	6972,0 (100,00)	9592,9 (100,00)
SIM+BRI	3149,1 (68,34)	4327,8 (88,04)	6881,5 (111,25)	8247,8 (118,30)	-
SIM+NAP	3903,2 (84,71)	5334,2 (108,51)	8572,7 (138,59)	10283,4 (147,50)	-
SIM+TIF	2803,8 (60,85)	3754,4 (76,37)	6440,6 (104,12)	8062,7 (115,64)	-
CAN+BRI	4276,6 (92,81)	6245,9 (127,06)	10425,7 (168,55)	13515,6 (193,86)	-
CAN+NAP	5657,2 (122,77)	8815,6 (179,33)	15126,6 (244,55)	19169,2 (274,95)	-
CAN+TIF	3925,9 (85,20)	5405,9 (109,97)	9905,8 (160,15)	13290,9 (190,63)	-
Média	4046,2	5542,8	9076,9	11363,1	-

¹ Valores entre parênteses se referem a relativização do gasto de capital por unidade de área em relação a estratégia de alimentação SIM, por nível de produção (coluna).

² Níveis Baixo, Médio-Baixo, Médio, Médio-Alto e Alto correspondem a médias de produção de leite por lactação (305 dias), de 10, 15, 20, 25 e 30 kg/dia.

De forma semelhante, avaliando a utilização de capital gasto com alimentação por unidade de área, as estratégias baseadas em silagem de milho, exclusivamente ou em combinação com pastagens (SIM, SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF), utilizaram menor quantidade relativa de capital do que as estratégias baseadas em cana-de-açúcar e pastagens (CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF). Exceção a utilização de capital da estratégia SIM no nível baixo de produção, que novamente apresentou maior utilização de capital (Tabela 9).

Apesar de, relativamente, a utilização de capital por unidade de área ser mais próxima a estratégia de alimentação referência (SIM) do que a utilização de concentrado por unidade de área, as diferenças são ainda muito grandes. Foram observados níveis de utilização de capital com alimentação por hectare de até 274,95% superiores do que na estratégia que utilizou silagem de milho como volumoso exclusivo (Figura 17). Assim, os níveis de utilização de capital por hectare são muito discrepantes, o que revela as possibilidades de favorecimento na interpretação dos resultados em prol de uma estratégia de alimentação.

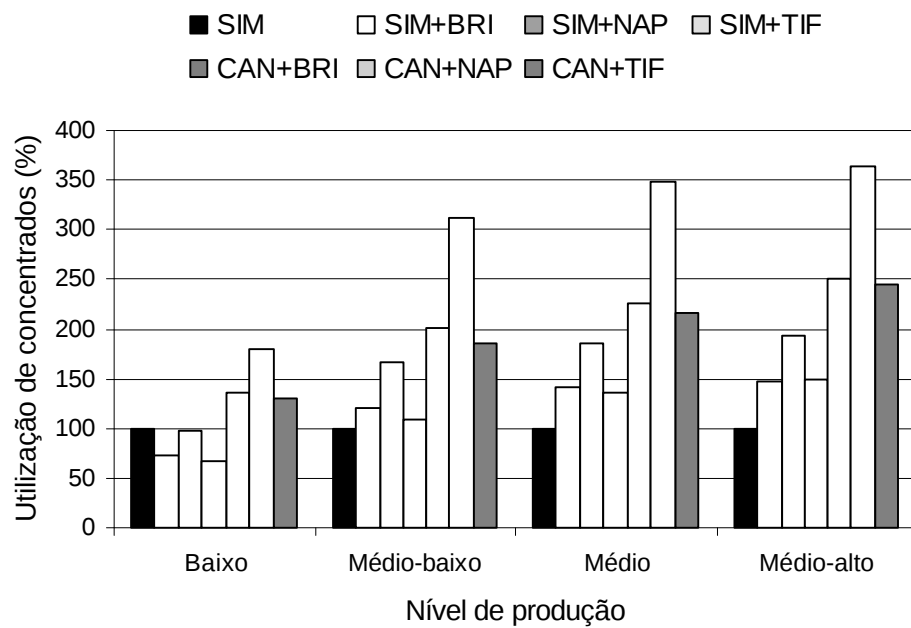


Figura 15 – Utilização de concentrado por unidade de área (%) em relação a estratégia de alimentação baseada em silagem de milho (SIM) como volumoso exclusivo, expresso em porcentagem.

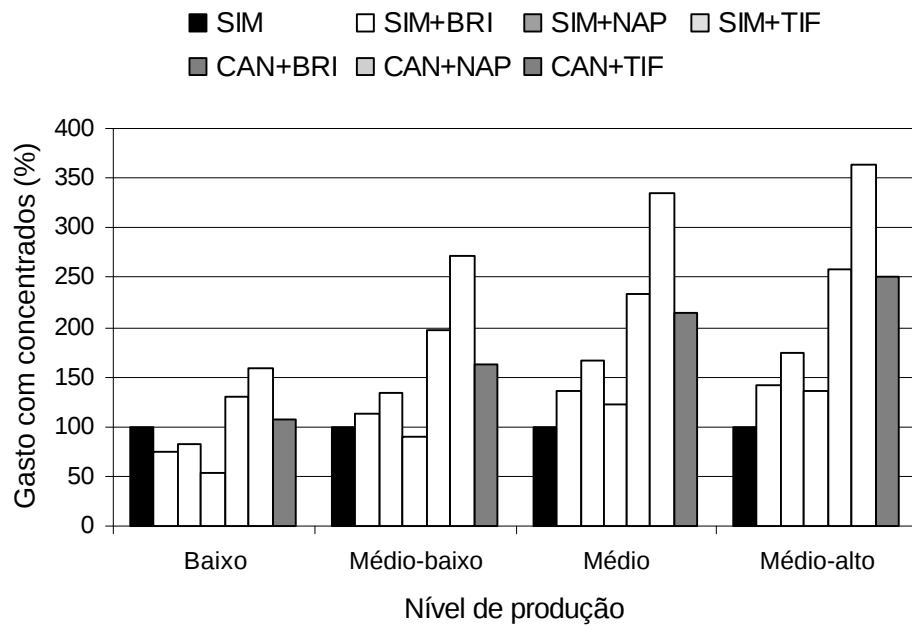


Figura 16 – Utilização de concentrado por unidade de área (%) em relação a estratégia de alimentação baseada em silagem de milho (SIM) como volumoso exclusivo, expresso em porcentagem.

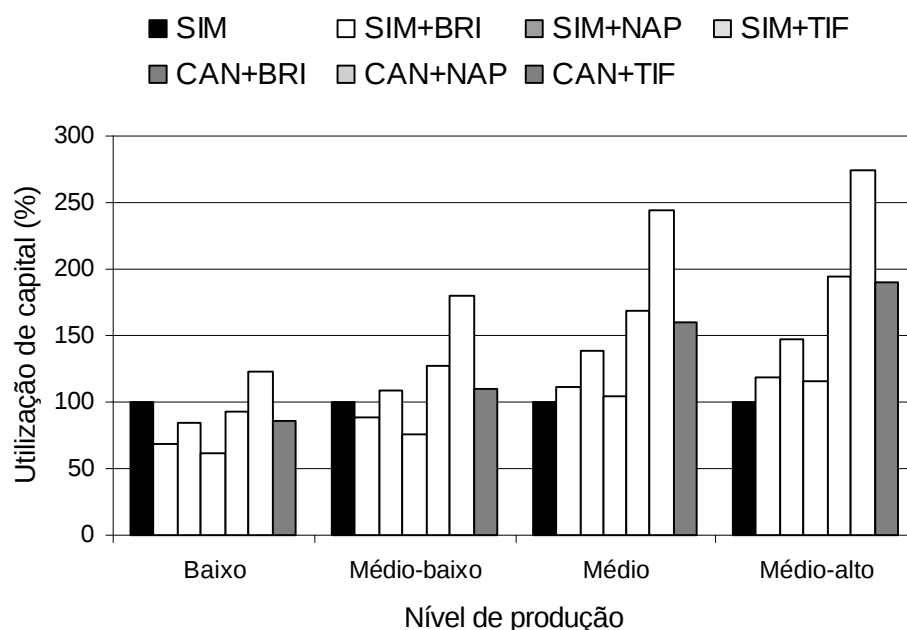


Figura 17 – Utilização de capital com alimentação por unidade de área (%) em relação a estratégia de alimentação baseada em silagem de milho (SIM) como volumoso exclusivo, expresso em porcentagem.

Se o objetivo é a comparação da produção de leite e da geração de receita por unidade de área, a condição básica para a exploração da melhor estratégia de alimentação deve ser baseada no mesmo nível de *Input* ou de capital, já que existem outras restrições de ordem técnica e econômica que podem favorecer ou desfavorecer determinada estratégia, comprometendo a viabilidade das análises. As restrições principais seriam a composição dos alimentos, as exigências nutricionais dos animais avaliados e as características agrônomicas das forrageiras.

O exemplo de distorções nas análises são dados a seguir. A utilização da silagem de milho como volumoso exclusivo, apesar de ser considerado o volumoso padrão para sistemas de produção de leite, são comuns argumentos desfavoráveis a sua utilização em função do seu maior custo de produção e, principalmente, da menor rentabilidade por unidade de área quando comparado com outras forrageiras, apesar do menor custo de alimentação e maior rentabilidade por vaca (Nussio et al., 1998, Nussio & Nussio, 2003).

Conforme citado anteriormente, se o objetivo for a geração de receita por hectare, essa é fortemente influenciada pela capacidade de suporte das forrageiras, em todos os níveis de produção. Mesmo que determinada estratégia de alimentação

apresente menores custos de alimentação e, portanto, maior geração de receita por vaca, a taxa de lotação que essa estratégia pode ser submetida altera marcadamente a geração de receita por área.

Analisando os resultados desse estudo e os apresentados por Nussio et al. (1998) e Nussio & Nussio (2003), que utilizaram a metodologia de simulação, e os resultados de Costa (2004) e Oliveira et al. (2004), com experimentos com animais, verifica-se que as dietas formuladas com silagem de milho, dentro de um mesmo nível de produção, sempre apresentaram as maiores proporções de volumoso nas formulações das dietas quando comparados com qualquer outra forrageira. Considerando este aspecto, somado a menor produtividade agrícola por unidade de área do milho, quando comparado com outras culturas, a utilização da silagem de milho como volumoso resulta em menor capacidade de suporte e menor retorno econômico por hectare.

Desta forma, a questão é, se o nível de utilização dos volumosos nas dietas (% de uso nas formulações) influencia de forma mais acentuada os resultados econômicos da produção de leite com silagem de milho, avaliada por unidade de área, ou, se somente a produtividade agrícola explica a menor capacidade de suporte e o desempenho inferior das estratégias de alimentação baseadas em silagem de milho como volumoso exclusivo, quando é avaliada por hectare.

Nas avaliações por animal, a variável que apresenta restrição é o custo de alimentação, enquanto que nas avaliações por unidade de área, a restrição é a produtividade obtida por hectare. No entanto, nas avaliações por unidade de área a utilização de concentrados por hectare é livre, o que caracteriza diferentes níveis de *Input* quando avaliamos a mesma área, quando demonstrado anteriormente. Assim, a utilização de diferentes níveis de concentrado e de capital por hectare, quando é comparado o mesmo nível de produção, nas variadas estratégias de alimentação, pode estar subestimando ou superestimando o potencial de geração de receita das estratégias de alimentação.

Como o nível de utilização de *Input* e de capital é maior por hectare nas demais estratégias que não utilizam a silagem de milho como volumoso exclusivo, conforme demonstram as Tabelas 8 e 9 e as Figuras 15, 16 e 17, o potencial de geração de receita das diferentes estratégias de alimentação pode estar super ou subestimado em

função da utilização desproporcional de *Input* e de capital por unidade de área, nas diferentes estratégias de alimentação, dentro de um mesmo nível de produção.

A silagem de milho poderia ter seu potencial de produção e geração de receita por hectare subestimado, principalmente, devido a suas características nutricionais favoráveis, que resultam em maior proporção de utilização deste volumoso nas dietas de vacas leiteiras e, conseqüentemente, diminuem sua capacidade de suporte. De forma semelhante, a avaliação da utilização de cana-de-açúcar poderia estar superestimada, já que este volumoso estaria sendo beneficiado nas avaliações por unidade de área simplesmente por apresentar características nutricionais que limitam sua utilização nas dietas de vacas em lactação, resultando na menor proporção deste volumoso nas dietas e, conseqüentemente, auxiliando a manutenção de maior capacidade de suporte.

Talvez o grande responsável pela super ou subestimação do potencial de produção dos diferentes volumosos seja o nível de produção. Como ferramenta do planejamento da produção de bovinos, considerado o ponto de partida na definição dos sistemas de produção com bovinos leiteiros, o nível de produção de leite das vacas do sistema é o principal aspecto a ser considerado. Assim, a definição de qual é a melhor estratégia de alimentação é dependente do nível de produção dos animais do sistema.

Entretanto, quando é fixado o nível de produção, são atendidas as necessidades dos animais neste nível, sem considerar qualquer restrição ou nível de utilização de *Input* ou de capital. Nessa situação, a utilização de *Input* e de capital por unidade de área será livre, sem restrições, novamente ocorrendo as situações descritas nas Tabelas 8 e 9.

Desta forma, a avaliação da produtividade e da geração de receita por unidade de área, em sistemas bioeconômicos com bovinos, devem ser avaliadas, além das necessidades dos animais, em função das exigências de *Input* e de capital, sob pena de super ou sub-estimar a capacidade dos alimentos avaliados, e de não ser obtido o desempenho econômico esperado em situações de campo.

4.5. Produtividade e Receita por Nível de Input por Unidade de Área

Nas Tabela 10 e 11 estão descritas as equações de regressão utilizadas para a avaliação da produtividade e receita (respectivamente, PROD/ha e LUCR/ha) por nível de concentrado utilizado, avaliado em COK/ha e em COR/ha. Também estão descritas as equações de regressão da produção de leite média por vaca, por lactação, em função dos níveis de concentrado utilizados. Todas as equações apresentaram alto coeficiente de determinação, demonstrando bom ajuste em relação aos dados avaliados.

Na Tabela 12 e 13 estão descritas a produção de leite e a geração de receita por hectare, em função da utilização de diferentes níveis de concentrado utilizado por área. Avaliando a utilização de concentrado em quantidade (COK/ha), as estratégias de alimentação que utilizaram silagem de milho como volumoso exclusivo (SIM) ou em combinação com pastagens (SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF) apresentaram os melhores resultados, tanto em produtividade (PROD/ha) quanto em geração de receita (LUCR/ha), em relação a utilização de cana-de-açúcar e pastagens (CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF) (Figura 18 e 19).

Considerando a estratégia SIM como referência, as estratégias que utilizaram a combinação da silagem de milho e cana-de-açúcar com pastagens, apresentaram na média, desempenho de 87,74 e 83,52% na PROD/ha, e 89,01 e 78,53% na LUCR/ha, respectivamente, em relação a silagem de milho. Nos três maiores níveis de utilização de concentrados, a silagem de milho apresentou sempre os melhores resultados, sendo, na média, 13,87 e 17,87% superior na PROD/ha e 16,29 e 27,25% superior na LUCR/ha, respectivamente, em relação as estratégias baseadas em silagem de milho e cana-de-açúcar combinadas com pastagens.

No nível de utilização de concentrado de 6000 kg/ha, os resultados entre as estratégias de alimentação foram semelhantes. No entanto, no menor nível de utilização de concentrado (3000 kg/ha), a utilização de silagem de milho e cana-de-açúcar, combinada com pastagens, apresentou melhores resultados do que a utilização de silagem de milho como volumoso exclusivo durante a lactação. Em relação a PROD/ha os resultados foram semelhantes, com a estratégia SIM apresentando 3,16 e 8,61% maior produção/ha do que as estratégias baseadas em

silagem de milho e cana-de-açúcar combinadas com pastagens, respectivamente. Porém, a geração de receita por hectare (LUCR/ha) foi 30,44% inferior na estratégia SIM em relação as demais estratégias.

Tabela 10 – Equações de regressão da produção de leite (PROD/ha), da receita menos os custos de alimentação (LUCR/ha) e da estimativa de produção de leite por animal (kg/vaca/ano), em função do nível de utilização de concentrado (kg/ha/ano), para cada estratégia de alimentação

Estratégia de alimentação	Equações de regressão ¹	R ²
Produção de leite (PROD/ha)		
SIM	$5126,59884 + 2,69734 * \text{kg conc./ha}$	98,40
SIM+BRI	$5590,80901 + 2,21019 * \text{kg conc./ha}$	99,50
SIM+NAP	$7539,30962 + 2,14090 * \text{kg conc./ha}$	99,41
SIM+TIF	$5777,64119 + 2,14723 * \text{kg conc./ha}$	99,64
CAN+BRI	$4903,01200 + 2,11432 * \text{kg conc./ha}$	99,83
CAN+NAP	$7887,53227 + 2,04508 * \text{kg conc./ha}$	99,51
CAN+TIF	$4735,40562 + 2,07916 * \text{kg conc./ha}$	99,82
Receita (LUCR/ha)		
SIM	$-160,80520 + 0,79856 * \text{kg conc./ha}$	95,23
SIM+BRI	$1000,45627 + 0,56168 * \text{kg conc./ha}$	98,38
SIM+NAP	$1690,92287 + 0,54335 * \text{kg conc./ha}$	98,26
SIM+TIF	$1368,34433 + 0,52862 * \text{kg conc./ha}$	98,08
CAN+BRI	$989,25265 + 0,46582 * \text{kg conc./ha}$	99,34
CAN+NAP	$2129,94397 + 0,44511 * \text{kg conc./ha}$	98,93
CAN+TIF	$1400,27734 + 0,42611 * \text{kg conc./ha}$	98,64
Produção de leite (kg/vaca/ano)		
SIM	$1195,77166 + 2,72904 * (\text{kg conc./ha})/4,14$	97,51
SIM+BRI	$1583,86058 + 2,07887 * (\text{kg conc./ha})/4,18$	99,05
SIM+NAP	$1585,91476 + 2,03388 * (\text{kg conc./ha})/5,45$	99,06
SIM+TIF	$1747,50633 + 1,98600 * (\text{kg conc./ha})/4,00$	99,14
CAN+BRI	$1097,08071 + 1,99684 * (\text{kg conc./ha})/5,86$	99,57
CAN+NAP	$1230,56242 + 1,90716 * (\text{kg conc./ha})/8,58$	99,06
CAN+TIF	$1136,05727 + 1,95395 * (\text{kg conc./ha})/5,55$	99,45

¹ Todas as equações $P < 0,01$.

Tabela 11 – Equações de regressão da produção de leite (PROD/ha), da receita menos os custos de alimentação (LUCR/ha) e da estimativa de produção de leite por animal (kg/vaca/ano), em função do nível de utilização de concentrado (R\$/ha/ano), para cada estratégia de alimentação

Estratégia de alimentação	Equações de regressão ¹	R ²
Produção de leite (PROD/ha)		
SIM	$3082,17226 + 5,28337 * \text{R\$ conc./ha}$	97,58
SIM+BRI	$3562,12734 + 4,55076 * \text{R\$ conc./ha}$	99,79
SIM+NAP	$6846,38776 + 4,44527 * \text{R\$ conc./ha}$	99,77
SIM+TIF	$5518,00482 + 4,38485 * \text{R\$ conc./ha}$	99,82
CAN+BRI	$3551,00093 + 3,85476 * \text{R\$ conc./ha}$	99,99
CAN+NAP	$7833,25904 + 3,80205 * \text{R\$ conc./ha}$	99,97
CAN+TIF	$5824,20533 + 3,65034 * \text{R\$ conc./ha}$	99,96
Receita (LUCR/ha)		
SIM	$-747,48437 + 1,55972 * \text{R\$ conc./ha}$	93,70
SIM+BRI	$480,49090 + 1,15754 * \text{R\$ conc./ha}$	98,54
SIM+NAP	$1511,97116 + 1,12880 * \text{R\$ conc./ha}$	98,78
SIM+TIF	$1301,43558 + 1,08030 * \text{R\$ conc./ha}$	98,47
CAN+BRI	$686,21582 + 0,84996 * \text{R\$ conc./ha}$	99,75
CAN+NAP	$2113,47455 + 0,82797 * \text{R\$ conc./ha}$	99,55
CAN+TIF	$1620,61952 + 0,74853 * \text{R\$ conc./ha}$	98,94
Produção de leite (kg/vaca/ano)		
SIM	$677,62738 + 5,36597 * (\text{R\$ conc./ha})/4,14$	97,01
SIM+BRI	$1028,35983 + 4,37790 * (\text{R\$ conc./ha})/4,18$	99,58
SIM+NAP	$1440,67886 + 4,24926 * (\text{R\$ conc./ha})/5,45$	99,54
SIM+TIF	$1670,87428 + 4,07325 * (\text{R\$ conc./ha})/4,00$	99,47
CAN+BRI	$807,01605 + 3,69686 * (\text{R\$ conc./ha})/5,86$	99,96
CAN+NAP	$1200,36141 + 3,56523 * (\text{R\$ conc./ha})/8,58$	99,89
CAN+TIF	$1364,21982 + 3,39466 * (\text{R\$ conc./ha})/5,55$	99,74

¹ Todas as equações $P < 0,01$.

Analisando as estratégias baseadas em cana-de-açúcar, aquela baseada em CAN+NAP, por possibilitar alta taxa de lotação, também apresentou resultados satisfatórios na PROD/ha e LUCR/ha nos dois primeiros níveis de utilização de concentrado (3000 e 6000 kg/ha/ano), quando comparada com as estratégias de alimentação que utilizaram silagem de milho.

A avaliação da utilização de concentrados, considerando a qualidade e a quantidade (COR/ha), também resultaram em maior produtividade e geração de

receita por hectare nas estratégias de alimentação que utilizaram silagem de milho, como volumoso exclusivo ou em associação com pastagens (Figura 20 e 21). Na média, as estratégias SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF apresentaram PROD/ha e LUCR/ha 92,20 e 90,95% da observada na estratégia SIM, enquanto que as estratégias baseadas em cana-de-açúcar apresentaram a PROD/ha e a LUCR/ha 81,51 e 73,47% da apresentada na estratégia baseada em silagem de milho como volumoso exclusivo.

Tabela 12 – Produção de leite (PROD/ha), receita menos os custos de alimentação (LUCR/ha) e estimativa de produção de leite por animal (kg/vaca/ano), em função do nível de utilização de concentrado (kg/ha/ano), para cada estratégia de alimentação

Estratégia de Alimentação	Nível de concentrado (kg/ha/ano)				
	3000	6000	9000	12000	15000
Produção de leite (PROD/ha)					
SIM	13218,6	21310,6	29402,7	37494,7	45586,7
SIM+BRI	12221,4	18851,9	25482,5	32113,1	38743,7
SIM+NAP	13962,0	20384,7	26807,4	33230,1	39652,8
SIM+TIF	12219,3	18661,0	25102,7	31544,4	37986,1
CAN+BRI	11246,0	17588,9	23931,9	30274,9	36617,8
CAN+NAP	14022,8	20158,0	26293,3	32428,5	38563,7
CAN+TIF	10972,9	17210,4	23447,8	29685,3	35922,8
Receita (LUCR/ha)					
SIM	2234,9	4630,6	7026,2	9421,9	11817,6
SIM+BRI	2685,5	4370,5	6055,6	7740,6	9425,7
SIM+NAP	3321,0	4951,0	6581,1	8211,1	9841,2
SIM+TIF	2954,2	4540,1	6125,9	7711,8	9297,6
CAN+BRI	2386,7	3784,2	5181,6	6579,1	7976,6
CAN+NAP	3465,3	4800,6	6135,9	7471,3	8806,6
CAN+TIF	2678,6	3956,9	5235,3	6513,6	7791,9
Produção de leite (kg/vaca/ano)					
SIM	3177,4	5159,1	7140,7	9122,4	11104,1
SIM+BRI	3086,2	4588,6	6091,0	7593,3	9095,7
SIM+NAP	2709,8	3833,7	4957,6	6081,5	7205,4
SIM+TIF	3249,7	4751,9	6254,1	7756,4	9258,6
CAN+BRI	2133,5	3169,9	4206,3	5242,7	6279,2
CAN+NAP	1907,5	2584,5	3261,4	3938,4	4615,3
CAN+TIF	2209,1	3282,2	4355,3	5428,4	6501,4

Tabela 13 – Produção de leite (PROD/ha), receita menos os custos de alimentação (LUCR/ha) e estimativa de produção de leite por animal (kg/vaca/ano), em função do nível de utilização de concentrado (R\$/ha/ano), para cada estratégia de alimentação

Estratégia de Alimentação	Nível de concentrado (R\$/ha/ano)			
	2500	5000	7500	9000
Produção de leite (PROD/ha)				
SIM	16290,6	29499,0	42707,4	50632,5
SIM+BRI	14939,0	26315,9	37692,8	44519,0
SIM+NAP	17959,6	29072,7	40185,9	46853,8
SIM+TIF	16480,1	27442,3	38404,4	44981,7
CAN+BRI	13187,9	22824,8	32461,7	38243,8
CAN+NAP	17338,4	26843,5	36348,6	42051,7
CAN+TIF	14950,1	24075,9	33201,8	38677,3
Receita (LUCR/ha)				
SIM	3151,8	7051,1	10950,4	13290,0
SIM+BRI	3374,3	6268,2	9162,0	10898,4
SIM+NAP	4334,0	7156,0	9978,0	11671,2
SIM+TIF	4002,2	6702,9	9403,7	11024,1
CAN+BRI	2811,1	4936,0	7060,9	8335,9
CAN+NAP	4183,4	6253,3	8323,2	9565,2
CAN+TIF	3491,9	5363,3	7234,6	8357,4
Produção de leite (kg/vaca/ano)				
SIM	3924,7	7171,7	10418,7	12366,9
SIM+BRI	2931,9	5041,1	7150,4	8415,9
SIM+NAP	2717,9	4283,3	5848,7	6787,9
SIM+TIF	3390,7	5444,7	7498,7	8731,1
CAN+BRI	1924,8	3204,0	4483,2	5250,7
CAN+NAP	1803,9	2647,6	3491,3	3997,5
CAN+TIF	2334,2	3577,1	4819,9	5565,7

De forma semelhante a avaliação da utilização de concentrados em COK/ha, o nível de utilização de 5000 R\$conc./ha resultou em valores próximos entre si nas diferentes estratégias de alimentação. No menor nível avaliado (2500 R\$conc./ha), a silagem de milho apresentou resultados inferiores às demais estratégias, apresentando LUCR/ha 23,85 e 10,90% inferior a utilização de silagem de milho e cana-de-açúcar combinadas com pastagens, respectivamente. Apesar da estratégia SIM ter obtido níveis semelhantes às demais na PROD/ha, a geração de receita por

unidade de área (LUCR/ha) ficou comprometida em função do maior custo de alimentação, sendo inferior às demais estratégias de alimentação.

Entre as estratégias baseadas em cana-de-açúcar, nos dois primeiros níveis de utilização de concentrado (2500 e 5000 R\$conc./ha), a estratégia CAN+NAP novamente apresentou resultado satisfatório em relação às demais. No entanto, a estratégia CAN+BRI apresentou resultado inferior em todos os níveis de utilização de concentrado avaliados.

A Figura 22 e 23 demonstra o nível de produção de leite por vaca/lactação em função dos níveis de concentrado avaliados. Como as forrageiras avaliadas apresentam diferentes valores nutritivos e permitem diferentes taxas de lotação, restringindo a utilização de concentrados por área, e conseqüentemente, por animal, o nível de produção por vaca é proporcional à combinação do valor nutritivo das forragens e da quantidade disponível de concentrados. Utilizando as equações de regressão descritas nas Tabelas 10 e 11, que avaliam a produção de leite por vaca em função do nível de utilização de concentrados, foi possível determinar a produção/vaca/ano de cada estratégia de alimentação nos níveis de utilização de *Input* selecionados (Tabela 12 e 13).

Como anteriormente descrito, considerando diferentes níveis de *Input*, as produções por vaca não serão mais iguais. Na avaliação da PL/vaca/ano, considerando diferentes COK/ha, as estratégias baseadas em silagem de milho e cana-de-açúcar e pastagens apresentaram PL/vaca/ano de 80,77 e 55,19% da observada na estratégia SIM para o mesmo nível de utilização de *Input*. Considerando a avaliação da utilização de concentrados em COR/ha, na média, a estratégia SIM resultou na produção de leite por vaca cerca de 32,86 e 57,60% superiores as estratégias baseadas em silagem de milho e cana-de-açúcar e pastagens, respectivamente, para um mesmo nível de *Input*.

Considerando somente as estratégias de alimentação que propiciaram as maiores taxas de lotação por unidade de área, baseadas na utilização de silagem de milho e cana-de-açúcar, as estratégias SIM+NAP e CAN+NAP apresentaram PL/vaca/ano na média, avaliando a utilização de concentrado em COK/ha e COR/ha, de 30,57 e 42,04%, e 54,33 e 64,76%, respectivamente, inferiores as observadas com silagem de milho como volumoso exclusivo (SIM).

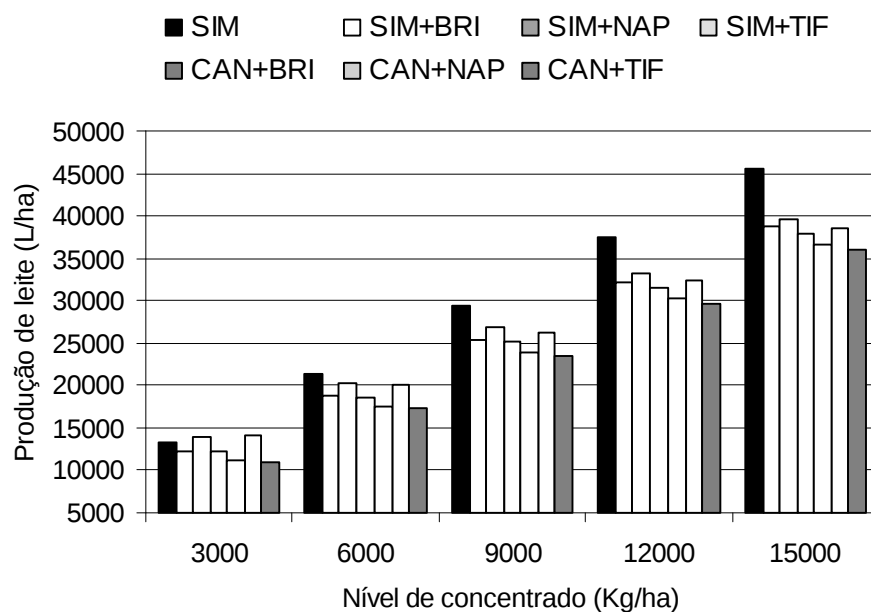


Figura 18 – Produção de leite (PROD/ha/ano), em cada estratégia de alimentação, para diferentes níveis de utilização de concentrado (kg/ha/ano).

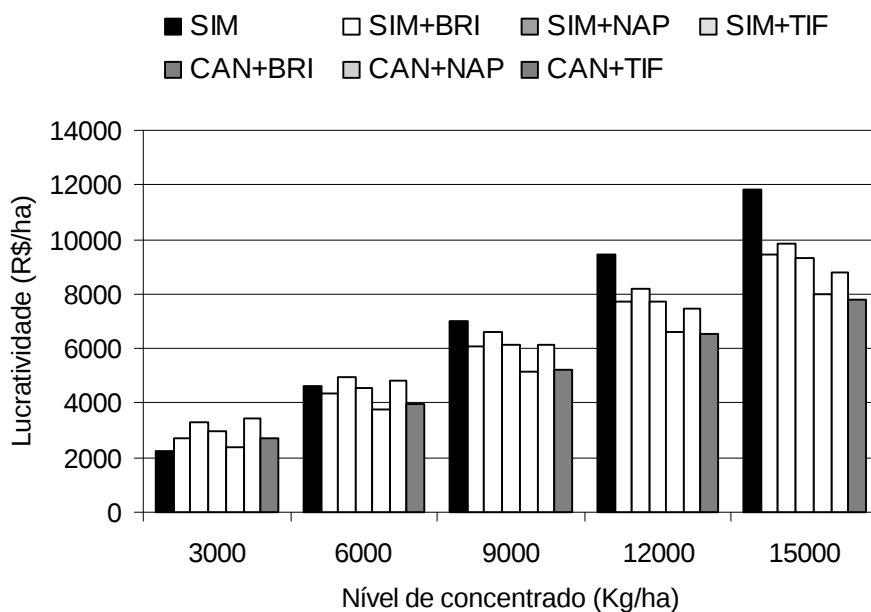


Figura 19 – Receita estimada (LUCR/ha/ano), em cada estratégia de alimentação, para diferentes níveis de utilização de concentrado (kg/ha/ano).

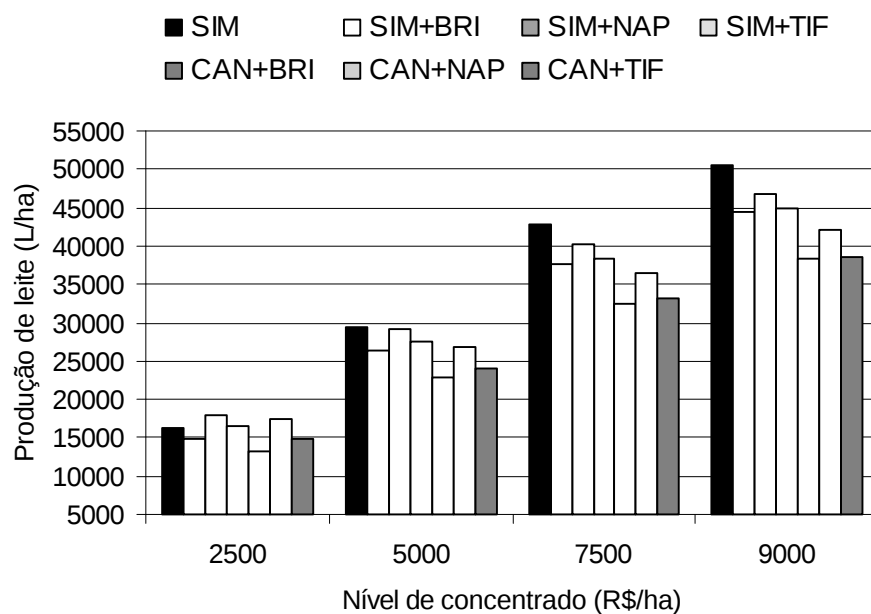


Figura 20 – Produção de leite (PROD/ha/ano), em cada estratégia de alimentação, para diferentes níveis de utilização de concentrado (R\$/ha/ano).

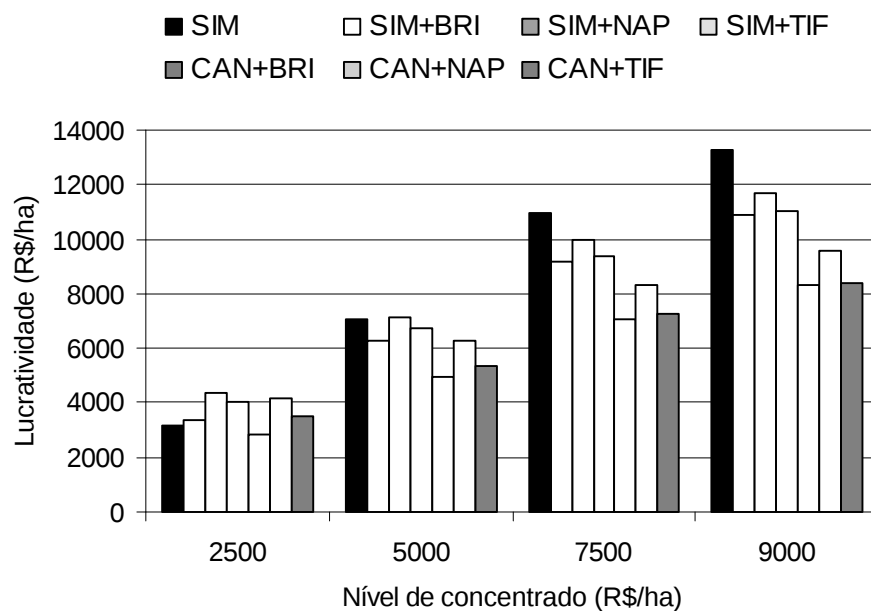


Figura 21 – Receita estimada (LUCR/ha/ano), em cada estratégia de alimentação, para diferentes níveis de utilização de concentrado (R\$/ha/ano).

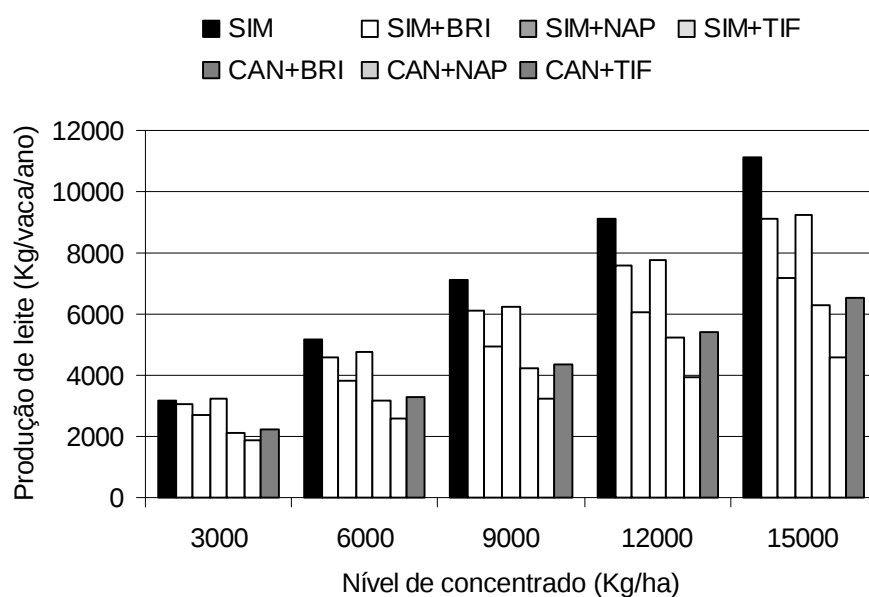


Figura 22 – Produção de leite estimada (L/vaca/ano), em cada estratégia de alimentação, para diferentes níveis de utilização de concentrado (Kg/ha/ano).

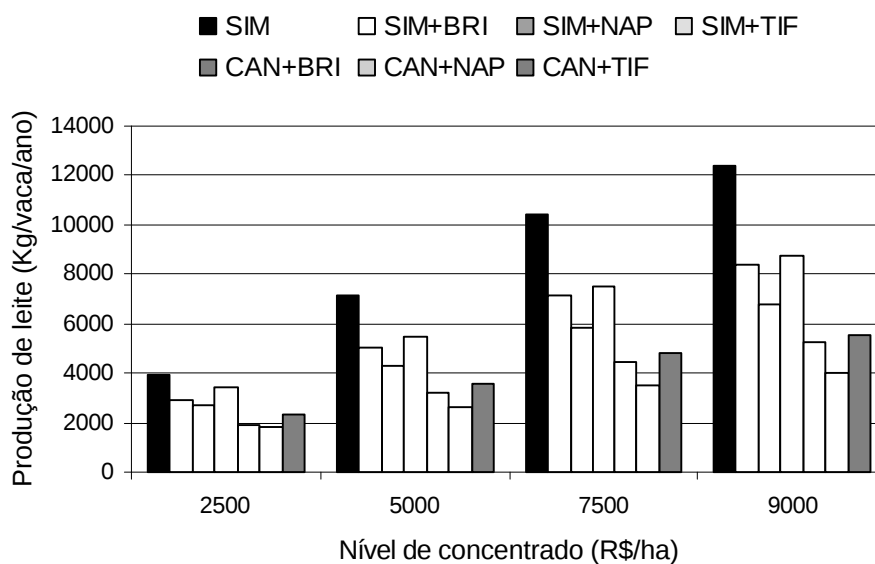


Figura 23 – Produção de leite estimada (L/vaca/ano), em cada estratégia de alimentação, para diferentes níveis de utilização de concentrado (R\$/ha/ano).

As diferenças em relação à quantidade de concentrado utilizada por unidade de área (nível de *Input*) são relativas a manutenção constante do nível de produção por vaca quando são avaliadas as diferentes estratégias de alimentação na metodologia “Tradicional”. Desta forma, a primeira modificação que pode ser observada quando são comparadas as metodologias “Tradicional” e “Ajuste para o Nível de *Capital*”, na avaliação bioeconômica de volumosos, são os diferentes níveis de produção quando são utilizadas as mesmas quantidades e capital com concentrados em diferentes estratégias de alimentação.

4.6. Produtividade e Receita por Nível de Capital por Unidade de Área

Nas Tabelas 14 e 15 estão descritas as equações de regressão e as médias utilizadas para a avaliação da produtividade e receita (respectivamente, PROD/ha e LUCR/ha) por nível de capital utilizado com alimentação (volumoso e concentrado) por unidade de área (CAL/ha). Também estão descritas as equações de regressão da produção de leite média por vaca, por lactação, em função dos níveis de capital utilizados. Todas as equações apresentaram alto coeficiente de determinação, demonstrando bom ajuste em relação aos dados avaliados.

A produtividade (PROD/ha) e a receita menos os custos com alimentação (LUCR/ha) da estratégia de alimentação baseada em silagem de milho como volumoso exclusivo (SIM) foi, na média, 2,96 e 10,28%, e 5,72 e 19,86% superior as estratégias que combinaram silagem de milho (SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF) e cana-de-açúcar (CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF) com pastagens, respectivamente (Figura 24 e 25). As diferenças entre as estratégias de alimentação foram maiores na avaliação da receita menos os custos de alimentação (LUCR/ha), comparando-se as avaliações utilizando o nível de *Input* (utilização de concentrado), principalmente por esta variável ser mais completa, envolvendo todos os custos de alimentação, refletindo apropriadamente os resultados.

Considerando os dois maiores níveis de capital utilizado por hectare (8000 e 10000 R\$/ha), a estratégia de alimentação que utilizou silagem de milho como volumoso exclusivo apresentou uma PROD/ha e LUCR/ha, respectivamente, 11,76 e 19,63%, e 20,81 e 34,79% superior as estratégias SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF,

que utilizaram silagem de milho e pastagens, e as estratégias CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF, que utilizaram cana-de-açúcar combinadas com pastagens, respectivamente (Figura 24 e 25). Nesses dois níveis de utilização de capital com alimentação, por unidade de área, a utilização da estratégia SIM claramente apresentou resultados superiores as demais estratégias de alimentação avaliadas neste estudo (Tabela 15).

Tabela 14 – Equações de regressão da produção de leite (PROD/ha) e da receita menos os custos de alimentação (LUCR/ha) em função do nível de utilização de capital (CAL/ha), para cada estratégia de alimentação

Estratégia de alimentação	Equações de regressão ¹	R ²
Produção de leite (PROD/ha)		
SIM	$-14530,00000 + 6,35451 * \text{R\$ cap./ha}$	98,14
SIM+BRI	$-1829,80625 + 4,34764 * \text{R\$ cap./ha}$	99,58
SIM+NAP	$-937,98430 + 4,33684 * \text{R\$ cap./ha}$	99,47
SIM+TIF	$-187,66079 + 4,19454 * \text{R\$ cap./ha}$	99,27
CAN+BRI	$-344,79729 + 3,79003 * \text{R\$ cap./ha}$	99,87
CAN+NAP	$1567,52143 + 3,75072 * \text{R\$ cap./ha}$	99,82
CAN+TIF	$1578,15161 + 3,57657 * \text{R\$ cap./ha}$	99,62
Receita (LUCR/ha)		
SIM	$-7034,69686 + 2,07660 * \text{R\$ cap./ha}$	95,97
SIM+BRI	$-886,02671 + 1,10499 * \text{R\$ cap./ha}$	98,49
SIM+NAP	$-454,16444 + 1,09976 * \text{R\$ cap./ha}$	98,07
SIM+TIF	$-90,95221 + 1,03088 * \text{R\$ cap./ha}$	97,20
CAN+BRI	$-167,06837 + 0,83502 * \text{R\$ cap./ha}$	99,40
CAN+NAP	$758,89006 + 0,81598 * \text{R\$ cap./ha}$	99,10
CAN+TIF	$764,08231 + 0,73166 * \text{R\$ cap./ha}$	97,90
Produção de leite (kg/vaca/ano)		
SIM	$-1875,35239 + 5,10254 * (\text{R\$ cap./ha})/4,14$	98,11
SIM+BRI	$-575,10798 + 4,45022 * (\text{R\$ cap./ha})/4,18$	99,45
SIM+NAP	$-222,59897 + 4,37744 * (\text{R\$ cap./ha})/5,45$	99,27
SIM+TIF	$-84,11964 + 4,22437 * (\text{R\$ cap./ha})/4,00$	98,61
CAN+BRI	$-100,04265 + 3,81872 * (\text{R\$ cap./ha})/5,86$	99,72
CAN+NAP	$234,75206 + 3,71446 * (\text{R\$ cap./ha})/8,58$	99,61
CAN+TIF	$363,09251 + 3,52486 * (\text{R\$ cap./ha})/5,55$	98,94

¹ Todas as equações $P < 0,01$.

Tabela 15 – Produção de leite (PROD/ha), receita menos os custos de alimentação (LUCR/ha) e estimativa de produção de leite por animal (kg/vaca/ano), em função do nível de utilização de capital gasto com alimentação (CAL/ha/ano), para cada estratégia de alimentação

Estratégia de Alimentação	Nível de capital (R\$/ha/ano)			
	4000	6000	8000	10000
Produção de leite (PROD/ha)				
SIM	10888,0	23597,1	36306,1	49015,1
SIM+BRI	15560,8	24256,0	32951,3	41646,6
SIM+NAP	16409,4	25083,1	33756,7	42430,4
SIM+TIF	16590,5	24979,6	33368,7	41757,7
CAN+BRI	14815,3	22395,4	29975,4	37555,5
CAN+NAP	16570,4	24071,8	31573,3	39074,7
CAN+TIF	15884,4	23037,6	30190,7	37343,9
Receita (LUCR/ha)				
SIM	1271,7	5424,9	9578,1	13731,3
SIM+BRI	3533,9	5743,9	7953,9	10163,9
SIM+NAP	3944,9	6144,4	8343,9	10543,4
SIM+TIF	4032,6	6094,3	8156,1	10217,8
CAN+BRI	3173,0	4843,1	6513,1	8183,1
CAN+NAP	4022,8	5654,8	7286,7	8918,7
CAN+TIF	3690,7	5154,0	6617,4	8080,7
Produção de leite (kg/vaca/ano)				
SIM	2659,6	5764,1	8868,6	11973,0
SIM+BRI	3748,5	5843,1	7937,8	8920,8
SIM+NAP	3022,5	4620,2	6217,8	7815,5
SIM+TIF	4183,0	6298,2	8413,4	10528,5
CAN+BRI	2563,2	3874,6	5186,0	6497,5
CAN+NAP	1960,6	2848,1	3735,7	4623,2
CAN+TIF	2907,8	4217,3	5526,7	6836,2

No nível intermediário de utilização de capital com alimentação (6000 R\$/ha), as estratégias baseadas em silagem de milho e pastagens (SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF) foram, na média, 4,98 e 10,49% superiores na PROD/ha e LUCR/ha, respectivamente, em relação a silagem de milho como volumoso exclusivo (SIM). Nesse nível de utilização de capital com alimentação por hectare, a estratégia SIM apresentou resultado semelhante às estratégias baseadas em cana-de-açúcar e

pastagens, apresentando a PROD/ha e LUCR/ha, respectivamente, somente 1,82 e 3,83% superior, na média, as estratégias CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF.

Entretanto, no menor nível de capital por unidade de área, a utilização da silagem de milho como volumoso exclusivo apresentou os resultados mais modestos (Figura 24 e 25). Na média, avaliando em conjunto as estratégias com silagem de milho e pastagens (SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF) e cana-de-açúcar e pastagens (CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF), a PROD/ha e a LUCR/ha foram 46,69 e 193,54% inferior, respectivamente, comparando com a estratégia SIM (Tabela 15).

A utilização da metodologia “Ajuste para o Nível de *Capital*”, na avaliação econômica de volumosos, modifica os resultados observados na avaliação bioeconômica de estratégias de alimentação, quando é considerada a metodologia “Tradicional” de avaliação. A metodologia “Tradicional” tende a superestimar o potencial de geração de receita, com a venda de leite nas estratégias de alimentação, quando são utilizados volumosos de alta produtividade agrícola por unidade de área. A combinação da alta produtividade agrícola, somada às características nutritivas que limitam a utilização destes volumosos nas dietas, permite que sejam obtidas maiores taxas de lotação nessas forrageiras. Como não é considerada nenhuma restrição sobre a utilização de insumos e de capital por unidade de área, ocorre superestimativa do potencial de geração de receita. No entanto, estes resultados são obtidos em condições desproporcionais de utilização de insumos e de capital, como demonstrado nas Tabelas 8 e 9.

Entretanto, a metodologia descrita nesse estudo permite condições de avaliação semelhantes, em relação a utilização de insumos e de capital, entre os diferentes volumosos ou estratégias de alimentação. Não ocorre a utilização desproporcional de insumos e de capital por unidade de área quando são avaliadas diferentes estratégias de alimentação.

Na realidade, o ponto de partida nas avaliações dessa nova metodologia é exatamente a utilização de insumos e de capital por unidade de área, considerando que a prioridade é a melhor remuneração dos fatores de produção utilizados no sistema de produção de leite. Assim, esta metodologia permite a obtenção de resultados que se aproximam com maior fidedignidade aos resultados observados em

situações de campo, já que não existem distorções na utilização de insumos e de capital.

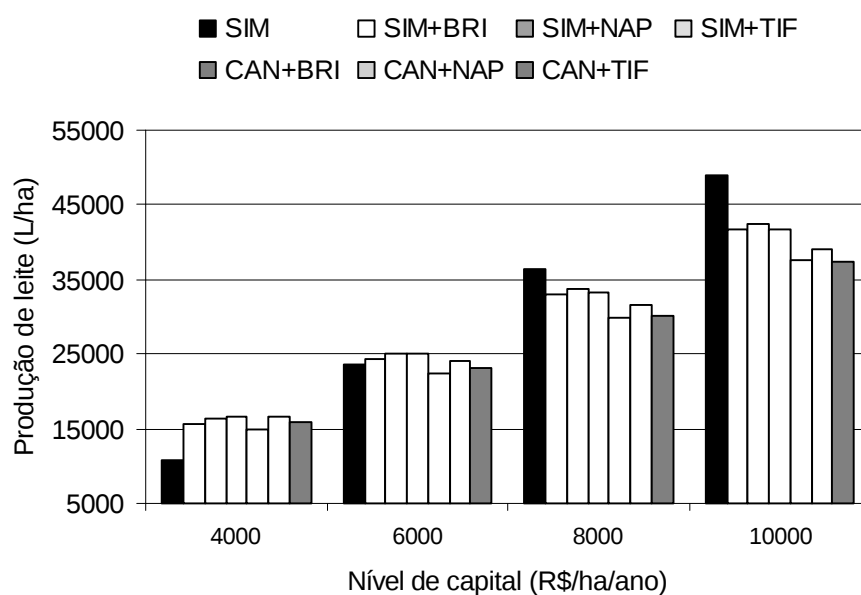


Figura 24 – Produção de leite (PROD/ha/ano), em cada estratégia de alimentação, para diferentes níveis de utilização de capital (R\$/ha/ano).

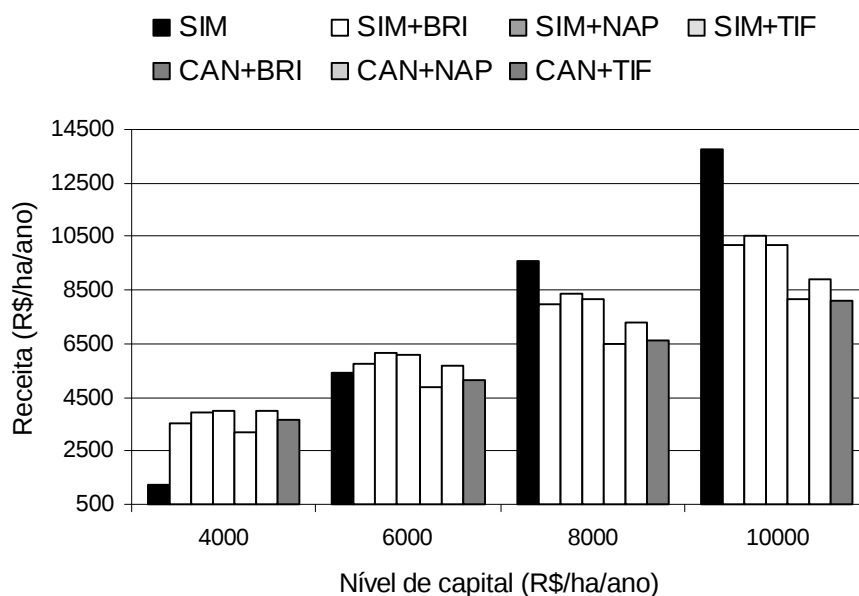


Figura 25 – Receita menos os custos com alimentação (RMCA/ha/ano), em cada estratégia de alimentação, para diferentes níveis de utilização de capital (R\$/ha/ano).

Na metodologia “Tradicional” os resultados são comparados por nível de produção de leite por vaca, enquanto que, na metodologia “Ajuste para o Nível de *Capital*”, os resultados são dependentes do nível de insumos e de capital utilizados por unidade de área. Nessa metodologia, o nível de produção de leite por vaca será dependente do valor nutritivo e das características agrônômicas dos volumosos, em determinado nível de utilização de insumos e capital por área.

A avaliação da PL/vaca/ano, da mesma forma como nas avaliações da utilização por nível de *Input* (uso de concentrados, em kg/ha e R\$/ha), demonstrou grandes diferenças nos resultados entre as diferentes estratégias de alimentação (Tabela 15). Considerando todos os níveis de utilização de capital, as estratégias baseadas em silagem de milho e cana-de-açúcar, combinadas com pastagens, apresentaram, respectivamente uma PL/vaca/ano de 97,11 e 62,61% da observada na estratégia SIM (Figura 26).

Considerando somente os dois maiores níveis de utilização de capital por unidade de área (8000 e 10000 R\$cap./ha), as diferenças entre a estratégia SIM e as demais aumenta. Na média, as estratégias SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF apresentaram a PL/vaca/ano de 92,38% da observada com a estratégia SIM, enquanto que as estratégias CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF, na média, apresentaram PL/vaca/ano 58,46% da estimada para a estratégia SIM.

No nível intermediário de utilização de capital por hectare (6000 R\$/ha), as estratégias que contém silagem de milho apresentaram, na média, resultados semelhantes entre si, com uma diferença de 1,05% em favor das estratégias que utilizaram silagem de milho e pastagens em relação a silagem como volumoso exclusivo. No entanto, as estratégias que utilizaram cana-de-açúcar e pastagens, na média, continuaram apresentando baixa PL/vaca/ano em relação às demais estratégias de alimentação, sendo de 66,07 e 67,12%, respectivamente, das produções observadas nas estratégias baseadas em silagem de milho como volumoso exclusivo ou em associação com pastagens.

A PL/vaca/ano estimada para o menor nível de utilização de capital foi 18,46% superior, na média, para as estratégias de alimentação SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF em relação a estratégia SIM. Novamente, as estratégias baseadas em cana-de-açúcar, CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF, apresentaram estimativa da

PL/vaca/ano abaixo das demais estratégias, sendo de 18,65 e 37,11% inferiores, respectivamente, as estratégias SIM e a média das estratégias SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF (Figura 26).

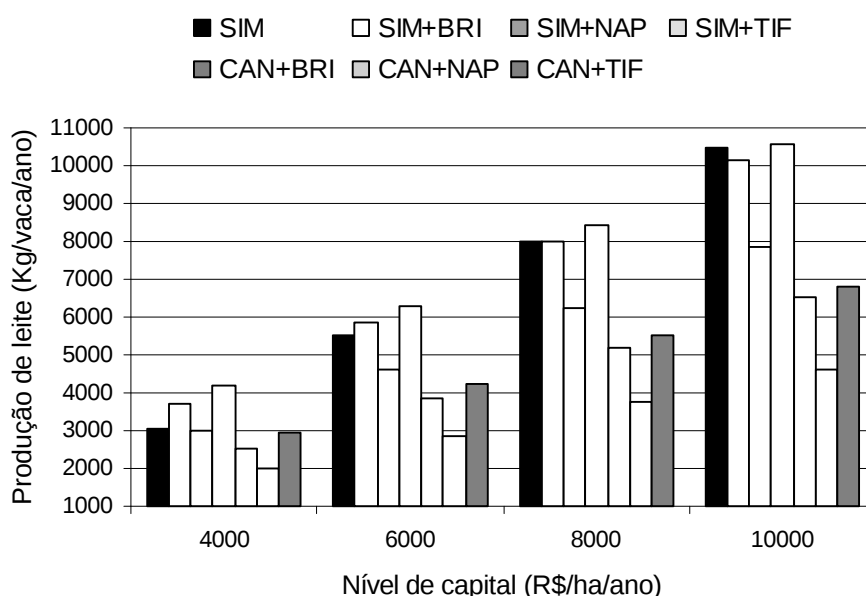


Figura 26 – Produção de leite estimada (L/vaca/ano), em cada estratégia de alimentação, para diferentes níveis de utilização de capital (R\$/ha/ano).

A maior PL/vaca/ano, avaliada em somente um nível de utilização de capital com alimentação por hectare, é fortemente influenciada pela qualidade da(s) forrageira(s) que compõem a estratégia de alimentação. A utilização da silagem de milho na alimentação, que é o volumoso avaliado que apresenta a melhor composição nutricional, resultou nas maiores estimativas de produção de leite por vaca, independentemente do nível de capital utilizado na alimentação por hectare. Estando como volumoso exclusivo ou em associação com pastagens, apresentou os maiores valores estimados de produção individual de leite.

A qualidade dos capins e a capacidade de suporte das estratégias de alimentação também influenciaram os resultados. As estratégias de alimentação que utilizaram capins de maior qualidade e de menor capacidade de suporte, nesse estudo o capim *Tifton-85*, apresentaram as maiores médias estimadas de PL/vaca/ha, associado a silagem de milho ou a cana-de-açúcar (Figura 26).

Os dados descritos na Tabela 13 e nas Figuras 25 e 26 podem ser modificados dependendo do nível de utilização de capital por hectare. Modificações nos níveis de capital resultam em mudanças na produção de leite e geração de receita por hectare, e também na produção de leite por vaca.

A melhor opção de estratégia de alimentação para sistemas de produção de leite pode ser comparada sempre em um nível de utilização de capital pré-determinado, utilizando os resultados do modelo de simulação desenvolvido nesse estudo, aplicando a metodologia de avaliação de “Ajuste para o Nível de *Capital*”. Como exemplo, será considerado o nível mais baixo de utilização de capital, 4000 R\$/ha/ano, e as estratégias de alimentação SIM, SIM+NAP e CAN+NAP, utilizando os resultados descritos na Tabela 15.

Considerando as premissas acima, os resultados seriam interpretados da seguinte maneira: 1) nesse nível de utilização de capital (CAL/ha), a melhor estratégia de alimentação seria a CAN+NAP, que resultaria em R\$4022,8 de LUCR/ha/ano (100%), com uma PROD/ha/ano de 16570,4 litros, sendo equivalente a um sistema de produção de leite baseado em vacas de 1992,7 kg/vaca/ano, ou seja, vacas de 6,5 kg/dia; 2) a segunda melhor opção seria a estratégia SIM+NAP, que resultaria em R\$3944,9 de LUCR/ha/ano (98,06%), com uma PROD/ha/ano de 16409,4 litros, equivalente a vacas de 3002,6 kg/ano, ou média de 9,8 kg/vaca/dia; e 3) a opção menos rentável seria a estratégia SIM, resultando em R\$1271,7 de LUCR/ha/ano (31,61%), com PROD/ha/ano de 10888,0 litros e vacas de 3064,8 kg/ano ou com média de 10,1 kg/dia.

Para melhor entendimento da metodologia, um exemplo considerando a utilização de 8000 R\$/ha de CAL/ha/ano, e as estratégias de alimentação SIM, SIM+NAP e CAN+NAP. Considerando essas premissas, os resultados seriam interpretados da seguinte maneira: 1) nesse nível de utilização de capital, a melhor estratégia seria a SIM, resultando em R\$9578,1 de LUCR/ha/ano (100%), com uma PROD/ha/ano de 36306,1 litros, sendo um sistema de produção baseado em vacas de 8005,0 kg/ano ou 26,2 kg/dia; 2) a segunda opção seria a utilização da estratégia SIM+NAP, resultando em R\$8343,9 de LUCR/ha/ano (87,11%), com uma PROD/ha/ano de 33756,7 litros, sendo um sistema composto por vacas de 6227,8 kg/vaca/ano ou média de 20,4 kg/dia; e 3) a opção menos rentável seria a estratégia

CAN+NAP, resultando em R\$7286,7 de LUCR/ha/ano (76,08%), com uma PROD/ha/ano de 31573,3 litros, sendo um sistema de produção baseado em vacas de 3750,6 kg/vaca/ano ou de 12,3 kg/dia.

Dessa forma, qualquer que seja o sistema de produção de leite, desde que se tenha o conhecimento prévio do montante de capital disponível que será utilizado com a alimentação, e a área disponível, respeitando as características da base física do sistema, é possível determinar qual é a melhor opção de estratégia de alimentação, inclusive indicando o melhor tipo de animal para a situação de produção simulada. Para a estimativa da melhor resposta, dentro de uma situação de produção, devem ser utilizadas as equações descritas na Tabela 14.

4.7. Eficiência Bioeconômica e o Nível de Produção de Leite

Na Tabela 16 estão descritas as eficiências bioeconômicas (EBE) em função do nível de produção de leite e das estratégias de alimentação avaliadas. A EBE variou de 31,46 a 51,83%, considerando vacas de baixo e alto nível de produção. Na média, não foram observadas grandes modificações na EBE quando o nível de produção de leite/vaca é aumentado, sendo de 43,80; 48,72; 47,23; 48,59 e 51,28%, respectivamente, nos níveis baixo, médio-baixo, médio, médio-alto e alto (somente estratégia SIM).

O padrão de resposta da EBE ao aumento no nível de produção foi diferente em relação às estratégias de alimentação. Na estratégia baseada em silagem de milho como volumoso exclusivo (SIM), a EBE foi maior em função do aumento do nível de produção, sendo as diferenças de eficiência entre o nível de produção baixo e médio-alto de 63,88%. Entretanto, nas estratégias baseadas em silagem de milho e pastagens (SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF) foi observado aumento de aproximadamente 10% quando o nível de produção foi do baixo para o médio-baixo. A partir deste nível de produção, foram observadas pequenas mudanças na EBE, sendo de 0,56 a 4,50%, entre os níveis de produção médio-baixo, médio e médio-alto.

Nas estratégias baseadas em cana-de-açúcar e pastagens (CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF), foi observado um aumento médio de 6,54% na EBE quando são avaliados os níveis baixo e médio-baixo. A partir do nível médio-baixo de produção, não foram observadas mudanças significativas na EBE quando é aumentado o nível de produção de leite por vaca. Os níveis médio e médio-alto apresentaram a EBE de 99,64 e 100,16% em relação ao nível baixo de produção.

Tabela 16 – Eficiência bioeconômica em função do nível de produção, para cada estratégia de alimentação

Estratégia de Alimentação	Nível de produção				
	Baixo	Médio-baixo	Médio	Médio-Alto	Alto
Custo de alimentação/Renda bruta					
SIM	31,46	42,80	48,18	51,55	51,28
SIM+BRI	44,14	48,91	48,20	50,46	
SIM+NAP	48,26	52,12	49,98	51,83	
SIM+TIF	47,28	52,94	49,41	50,78	
CAN+BRI	42,89	46,13	44,63	45,19	
CAN+NAP	47,28	48,97	45,85	46,24	
CAN+TIF	45,31	49,15	44,36	44,09	
Custo de alimentação/Renda bruta					
SIM	100,00	136,07	153,16	163,88	163,03
SIM+BRI	100,00	110,81	109,19	114,33	
SIM+NAP	100,00	107,99	103,56	107,39	
SIM+TIF	100,00	111,97	104,51	107,40	
CAN+BRI	100,00	107,56	104,06	105,36	
CAN+NAP	100,00	103,58	96,96	97,80	
CAN+TIF	100,00	108,48	97,90	97,32	

Na Tabela 17 está descrito o produto físico médio (PFme) da produção de leite por animal em função do nível de utilização de concentrados, avaliado em COK/vaca/ano e em COR/vaca/ano, e em relação aos custos de alimentação. A eficiência de utilização do concentrado, nas duas formas avaliadas, seguiu a lei dos retornos decrescentes ou produtividade decrescente. Ocorreu produtividade decrescente do fator variável, os concentrados, quando a cada nova unidade do

investimento (kg), o aumento na produção de leite foi inferior ao da unidade anterior (Figura 27 e 28).

Contudo, quando foi avaliado o PFme da produção de leite em função dos custos de alimentação, houve efeito da estratégia de alimentação sobre a produtividade do fator variável. A avaliação do PFme em função dos custos de alimentação revela resultados semelhantes à avaliação da EBE descrita anteriormente.

Tabela 17 – Produto Físico Médio (PFMe) da produção de leite por animal (kg/vaca/ano) em função do nível de utilização de concentrado (kg/vaca/ano e R\$/vaca/ano) e custo de alimentação (R\$/vaca/ano), segundo o nível de produção, para cada estratégia de alimentação

Estratégia de Alimentação	Nível de produção				
	Baixo	Médio-baixo	Médio	Médio-Alto	Alto
Concentrado (kg/vaca/ano)					
SIM	3,68	4,10	3,39	3,43	3,04
SIM+BRI	4,21	3,35	2,68	2,69	
SIM+NAP	4,25	3,21	2,62	2,64	
SIM+TIF	4,34	3,47	2,68	2,62	
CAN+BRI	3,03	2,74	2,38	2,36	
CAN+NAP	3,25	2,64	2,29	2,34	
CAN+TIF	3,00	2,73	2,34	2,32	
Concentrado (R\$/vaca/ano)					
SIM	5,84	6,65	6,23	6,27	5,57
SIM+BRI	6,51	5,82	5,12	5,13	
SIM+NAP	7,91	6,44	5,38	5,32	
SIM+TIF	8,49	6,85	5,45	5,27	
CAN+BRI	4,99	4,55	4,22	4,15	
CAN+NAP	5,85	4,92	4,36	4,27	
CAN+TIF	5,85	5,07	4,33	4,14	
Gasto com alimentação (R\$/vaca/ano)					
SIM	3,01	3,61	3,99	4,26	4,24
SIM+BRI	3,70	4,04	3,99	4,17	
SIM+NAP	3,99	4,31	4,13	4,29	
SIM+TIF	3,92	4,39	4,08	4,20	
CAN+BRI	3,62	3,83	3,73	3,77	
CAN+NAP	3,92	4,05	3,81	3,84	
CAN+TIF	3,78	4,06	3,71	3,69	

Na estratégia SIM houve retorno crescente em relação aos custos de alimentação, havendo aumento de produção de leite em função do investimento variável, maior do que a unidade anterior (Tabela 17). Na demais estratégias, baseadas em silagem de milho e pastagens, houve aumento no PFme somente quando é comparado o nível médio-baixo com o nível baixo de produção. Os níveis médio e médio-alto apresentaram resultados semelhantes ao médio-baixo, sendo superiores ao nível baixo, porém, os PFme desses níveis de produção não aumentaram. Nas estratégias de alimentação baseadas em cana-de-açúcar houve comportamento semelhante entre os níveis de produção avaliados, demonstrando retornos constantes ou aumento na produtividade constante quando é maior o nível de produção de leite (Figura 29).

Segundo o NRC (2001) e Fox et al. (2004), dentre as fontes de variação da eficiência biológica de vacas leiteiras, a partição dos nutrientes dietéticos em leite apresenta a maior importância. A relação entre a exigência nutricional de manutenção e a utilizada para a produção de leite define a eficiência biológica de vacas leiteiras e, dessa forma, vacas de mesmo peso corporal (mesma exigência de manutenção), e com maior produção de leite, apresentam maior eficiência de utilização de nutrientes dos alimentos, resultando em melhor eficiência biológica de vacas de maior produção de leite (Vandehaar, 1998). Segundo Vandehaar (1998), aumentos de produção de leite por vaca também estariam relacionados a aumentos da eficiência vitalícia de produção, principalmente pela maior eficiência biológica destes animais a cada lactação.

No entanto, apesar da maior eficiência biológica das vacas de maior produção, a eficiência bioeconômica é influenciada por outros fatores além do nível de produção de leite. São considerados as quantidades e os custos dos nutrientes utilizados, assim como a receita com o produto obtido, dentro de um cenário específico de produção. Assim, a relação de troca entre os diversos insumos utilizados e a produção de leite, bem como as necessidades dietéticas em função do nível de produção, influenciam mais o resultado do que a maior eficiência biológica em função da produção por vaca.

Nessa avaliação, as vacas de maior eficiência biológica não apresentaram melhor eficiência bioeconômica, mesmo considerando vacas de produções de leite por lactação diferentes (10, 15, 20, 25 e 30 kg/dia, respectivamente, para os níveis baixo, meio-baixo, médio, médio-alto e alto) (Tabela 16). Com exceção da comparação entre os níveis baixo e médio-baixo, os demais níveis de produção apresentaram EBE semelhantes.

Uma possível explicação para esses resultados é a gradativa diminuição do PFme quando é avaliada a utilização dos concentrados em função do nível de produção. São obtidos retornos decrescentes na utilização dos concentrados, avaliados por COK/vaca/ano e em COR/vaca/ano, com o aumento do nível de produção (Figura 27 e 28).

Como o concentrado representa significativa parcela dos custos de alimentação de vacas em lactação, sendo ainda maior com o aumento do nível de produção (Tabela 8 e 9), as reduções na eficiência de utilização do concentrado comprometem o melhor resultado na EBE de vacas de maior produção, pelo menos na relação de preços de insumos e do leite utilizada nesse estudo.

Pereira (2000) citou redução da produtividade na utilização de concentrados para vacas de maior produção de leite, onde acréscimos na utilização desse fator de produção não corresponde a uma resposta crescente na produção de leite, na mesma proporção. Dessa forma, quando o nível de produção de leite é aumentado, ocorre uma perda na eficiência bioeconômica de utilização dos concentrados a cada litro de leite produzido, para todas as estratégias de alimentação avaliadas.

Bath & Sosnik (1992) relataram que a formulação de dietas para a maximização da receita sobre os custos de alimentação deve considerar dois fatores principais; 1) o preço do leite; e 2) o princípio dos retornos decrescentes. Estes autores relataram que a produção de leite por unidade de nutriente dietético sofre influência do nível de produção. Quanto maior for a produção de leite por vaca, menor é a resposta produtiva por unidade do insumo utilizado.

Também, é importante ressaltar que na análise realizada nesse estudo não foi considerado o efeito da redução dos custos fixos, por vaca, em função do aumento da produção por lactação. Assim, esses resultados se referem a avaliação dos sistemas de alimentação, não sendo incluído todo o sistema de produção.

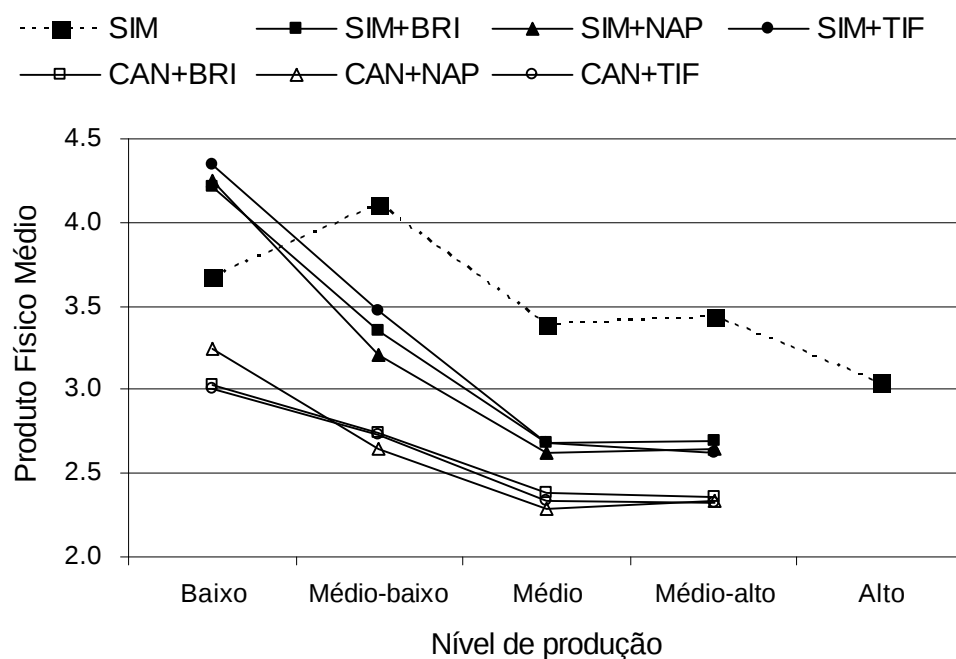


Figura 27 – Produto físico médio da produção de leite (PL/vaca/ano) em função do nível de utilização de concentrado (kg/vaca/ano), segundo o nível de produção, para cada estratégia de alimentação.

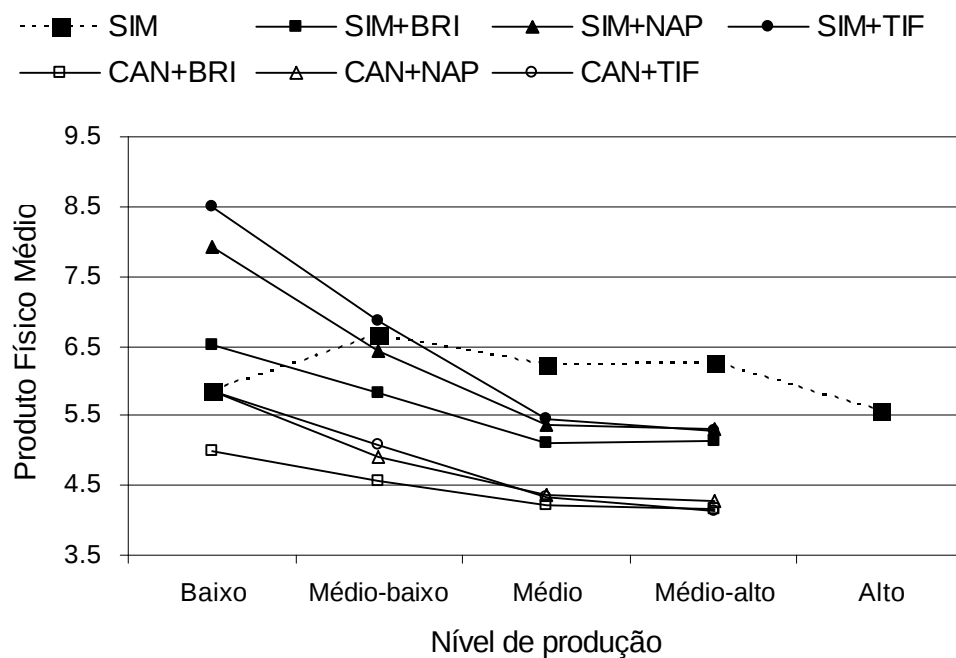


Figura 28 – Produto físico médio da produção de leite (PL/vaca/ano) em função do nível de utilização de concentrado (R\$/vaca/ano), segundo o nível de produção, para cada estratégia de alimentação.

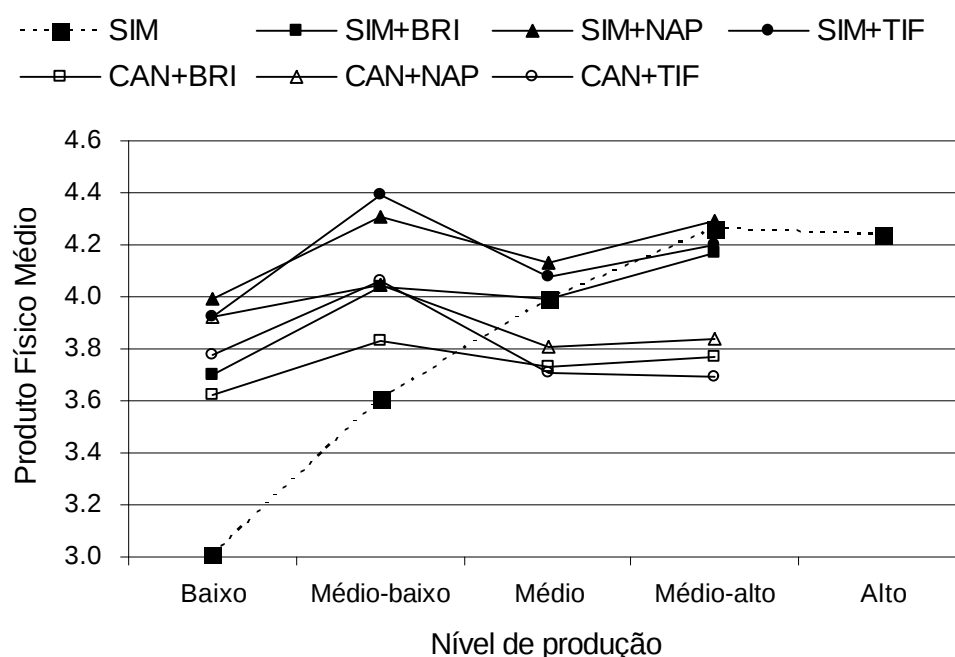


Figura 29 – Produto físico médio da produção de leite (PL/vaca/ano) em função do custo de alimentação (R\$/vaca/ano), segundo o nível de produção, para cada estratégia de alimentação.

Na Tabela 18 estão descritas as equações de regressão da produção de leite por animal (kg/vaca/ano) em função do nível de utilização de concentrado e custos de alimentação, utilizadas para calcular o PFma de cada estratégia de alimentação (Tabela 19). Todas as equações apresentaram alto coeficiente de determinação, demonstrando bom ajuste em relação aos dados avaliados.

O PFma que avaliou a utilização de concentrados demonstrou maior resposta no uso deste insumo, nas duas formas avaliadas (COK/vaca/ano e COR/vaca/ano), para a estratégia de alimentação que utilizou a silagem de milho como volumoso exclusivo (SIM). Com a utilização da estratégia SIM espera-se, na média de todos os níveis de produção, uma produção de leite de 3,06 e 6,35 L, respectivamente, por kg de concentrado ou por R\$ gasto com concentrado.

As estratégias de alimentação que utilizaram silagem de milho e pastagens (SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF), ou cana-de-açúcar e pastagens (CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF), apresentaram, na média, PFma 66,4 e 63,8%, avaliado em COK/vaca/ano; e 66,7 e 55,9%, avaliado em COR/vaca/ano; respectivamente, em

relação a estratégia SIM. Na média, o PFma, avaliado por kg de concentrado ou por R\$ gasto com concentrado, respectivamente, das estratégias SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF foi de 2,03 e 4,23 L, enquanto que nas estratégias que utilizaram cana-de-açúcar, CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF, foram na média, de 1,95 e 3,55 L.

Tabela 18 – Equações de regressão da produção de leite por animal (kg/vaca/ano) em função do nível de utilização de concentrado (kg/vaca/ano e R\$/vaca/ano) e custos de alimentação (R\$/vaca/ano), para cada estratégia de alimentação e todas em conjunto (geral)

Estratégia de alimentação	Equações de regressão ¹	R ²
Gasto com concentrado (kg/vaca/ano)		
SIM	$761,56815 + 3,06485 * \text{kg conc./vaca}$	97,05
SIM+BRI	$1583,86058 + 2,07887 * \text{kg conc./vaca}$	99,05
SIM+NAP	$1585,91476 + 2,03388 * \text{kg conc./vaca}$	99,06
SIM+TIF	$1747,50633 + 1,98600 * \text{kg conc./vaca}$	99,14
CAN+BRI	$1097,08071 + 1,99684 * \text{kg conc./vaca}$	99,57
CAN+NAP	$1230,56242 + 1,90716 * \text{kg conc./vaca}$	99,06
CAN+TIF	$1136,05727 + 1,95395 * \text{kg conc./vaca}$	99,45
GERAL	$1683,74811 + 1,91065 * \text{kg conc./vaca}$	90,19
Gasto com concentrado (R\$/vaca/ano)		
SIM	$-70,13240 + 6,34828 * \text{R\$ conc./vaca}$	98,47
SIM+BRI	$1028,35983 + 4,37790 * \text{R\$ conc./vaca}$	99,58
SIM+NAP	$1440,67886 + 4,24926 * \text{R\$ conc./vaca}$	99,54
SIM+TIF	$1670,87428 + 4,07325 * \text{R\$ conc./vaca}$	99,47
CAN+BRI	$807,01605 + 3,69686 * \text{R\$ conc./vaca}$	99,96
CAN+NAP	$1200,36141 + 3,56523 * \text{R\$ conc./vaca}$	99,89
CAN+TIF	$1364,21982 + 3,39466 * \text{R\$ conc./vaca}$	99,74
GERAL	$1655,90474 + 3,57144 * \text{R\$ conc./vaca}$	88,30
Gasto com alimentação (R\$/vaca/ano)		
SIM	$-2906,78319 + 5,89821 * \text{R\$ alim./vaca}$	99,88
SIM+BRI	$-575,10735 + 4,45023 * \text{R\$ alim./vaca}$	99,45
SIM+NAP	$-222,62146 + 4,37746 * \text{R\$ alim./vaca}$	99,27
SIM+TIF	$-84,09779 + 4,22435 * \text{R\$ alim./vaca}$	98,61
CAN+BRI	$-100,08266 + 3,81875 * \text{R\$ alim./vaca}$	99,72
CAN+NAP	$234,75822 + 3,71445 * \text{R\$ alim./vaca}$	99,61
CAN+TIF	$363,04105 + 3,52489 * \text{R\$ alim./vaca}$	98,94
GERAL	$-105,39510 + 4,01452 * \text{R\$ alim./vaca}$	95,42

¹ Todas as equações $P < 0,01$.

A avaliação do PFma em função do custo de alimentação demonstrou, novamente, melhor eficiência na utilização dos alimentos para a estratégia de alimentação SIM. Na média de todos os níveis de produção, essa estratégia produziu 5,9 L de leite a cada real gasto com alimentação. Comparando com as estratégias de alimentação que também utilizaram silagem de milho (SIM+BRI, SIM+NAP e SIM+TIF) e com as estratégias baseadas em cana-de-açúcar (CAN+BRI, CAN+NAP e CAN+TIF), cujo valores foram, na média, de 4,35 e 3,68 L por real gasto com alimentação, estes valores representam 73,73 e 62,43% do valor obtido com a estratégia SIM.

Dessa forma, esses resultados demonstram que se o objetivo for maximizar a receita menos os custos de alimentação, considerando vacas de variados níveis de produção, a estratégia que utilizou silagem de milho como volumoso exclusivo apresentou os melhores resultados. Entretanto, a avaliação do PFma é realizada por animal, e, da mesma forma que na avaliação de custos de alimentação por animal, descrita na metodologia “Tradicional”, pode ser utilizada se não houver limitações de área.

Tabela 19 – Produto físico marginal (PFma) da produção de leite por animal (kg/vaca/ano) em função do nível de utilização de concentrado (kg/vaca/ano e R\$/vaca/ano) e custo de alimentação (R\$/vaca/ano), para cada estratégia de alimentação

Estratégia de Alimentação	PFma ¹	% ²	PFma ³	%	PFma ⁴	%
SIM	3,06	100,00	6,35	100,00	5,90	100,00
SIM+BRI	2,08	67,97	4,38	68,98	4,45	75,42
SIM+NAP	2,03	66,34	4,25	66,93	4,38	74,24
SIM+TIF	1,99	65,03	4,07	64,09	4,22	71,53
CAN+BRI	2,00	65,36	3,70	58,27	3,82	64,75
CAN+NAP	1,91	62,42	3,56	56,06	3,71	62,88
CAN+TIF	1,95	63,73	3,39	53,39	3,52	59,66

¹ Em relação a utilização de concentrados (kg/vaca/ano).

² Porcentual em relação ao valor da estratégia SIM.

³ Em relação ao gasto com concentrados (R\$/vaca/ano).

⁴ Em relação ao gasto com alimentação (R\$/vaca/ano).

5 – Conclusões

A avaliação bioeconômica de estratégias de alimentação, considerando o modelo de simulação utilizado, cinco níveis de produção de leite e sete estratégias avaliadas, resultaram nas seguintes conclusões:

- a utilização de concentrados é mais intensa em função do nível de produção e da qualidade da forrageira, com a geração de renda sendo proporcional ao nível de produção das vacas, em todas as estratégias de alimentação avaliadas;
- com a metodologia “Tradicional”, a avaliação do desempenho das estratégias de alimentação, considerando a avaliação por animal, são influenciadas pela qualidade das forrageiras que compõem as estratégias de alimentação, enquanto que na avaliação por unidade de área, a produção de leite e geração de receita são fortemente influenciadas pela capacidade de suporte das forrageiras que compõe as estratégias de alimentação;
- a utilização de concentrados (*Input*) e de capital por unidade de área, quando utilizada a metodologia de avaliação “Tradicional”, resulta em diferenças desproporcionais na utilização dos fatores de produção, comprometendo as avaliações da produtividade e receita por unidade de área;
- a metodologia alternativa de avaliação “Ajuste para o Nível de Capital” compara as diferentes estratégias de alimentação numa mesma base de uso de fatores de produção, onde as estratégias de alimentação que utilizaram volumosos de melhor qualidade resultaram em maior produtividade e geração de renda por unidade de área;

- o nível de produção de leite por vaca, entre as estratégias de alimentação, é diferente quando são fixadas as quantidades dos fatores de produção de leite por unidade de área quando da utilização da metodologia alternativa “Ajuste para o Nível de Capital”;
- a maior eficiência biológica de vacas de maior produção de leite/lactação não resulta, necessariamente, em maior eficiência bioeconômica;
- a eficiência da utilização de concentrados, quando avaliada em níveis crescentes de produção de leite/vaca, segue a lei dos retornos decrescentes, influenciando a eficiência bioeconômica quando é maior o nível de produção por vaca.

6 – Bibliografia

- ASSIS, A. G.; BROCKINGTON, N. R. Sistemas de produção e economia: o estado da arte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1995, Brasília. **Anais...**Brasília:SBZ, 1995, p.573-582.
- BAILEY, K.; HARDIN, D.; SPAIN, J. et al. An economic simulation study of large scale dairy units in the Midwest. **Journal of Dairy Science**, vol.80, p.205-214, 1997
- BARBOSA, P. F.; ASSIS, A. G. Modelos de simulação como auxílio à tomada de decisões em sistemas de produção de gado de leite. In: WORKSHOP SOBRE MODELAGEM E SIMULAÇÃO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO ANIMAL: ESTADO DA ARTE E PERSPECTIVAS, 1999, São Carlos. **Anais...** São Carlos:EMBRAPA-Sudeste, 1999, p.01-29.
- BATH, D. L.; SOSNIK, U. Formulation, delivery and inventory control of cost-effective rations. p.709-719. In: **Large Dairy Herd Management**. H. H. Van Horn e C. J. Wilcox. Ed. American Dairy Science Association, Savoy, Illinois.
- BAUMAN, D. A.; McCUTCHEON, S. N.; STEINHOFF, W. D. et al. Sources of variation and prospects for improvement of productive efficiency in the dairy cow: A Review. **Journal of Animal Science**, vol.60, p.583-595, 1985.

- BERETTA, V. **Avaliação bioeconômica de sistemas alternativos de produção de gado de corte no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 1999. 208p. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.
- BLACKBURN, H. D.; CARTWRIGHT, T. C. Description and validation of the Texas A&M sheep simulation model. **Journal of Animal Science**, vol.65, p.373-386, 1987.
- BOLETIM DO LEITE. Custo de produção da silagem de milho. ESALQ/USP–CEPEA, Piracicaba. Ano 9, nº 102, p.03, 2002.
- BOTREL, M. A.; XAVIER, D. F. Cultivares de capim-elefante para o Estado de Minas Gérias In: Pastejo de Capim Elefante. **Informe Agropecuário**, vol.19, n.192, p.14-16, 1998.
- BOURDON, R. M. Shortcomings of current genetic evaluation systems. **Journal of Animal Science**, vol.76, p.2308-2323, 1998.
- BROCKINGTON, N. R.; VEIL, J. M.; ZOCCAL, R. Herd dynamics and management strategies for small scale milk production systems in southeast Brazil. **Agricultural Systems**, vol.39, p.201-225, 1992.
- CARDOSO, V. L.; NOGUEIRA, J. R. Efeito de mudanças no nível de produção, preço de leite e custos de produção, sobre estratégias ótimas de reposição em sistema de produção de bovinos da raça Holandesa. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba:SBZ, 2001, p.1540-1542.
- COLLARD, B. L.; BOETTCHER, P. J.; DEKKERS, J. C. et al. Relationship between energy balance and health traits of dairy cattle in early lactation. **Journal of Dairy Science**, vol.83, p.2683-2690, 2000.
- CONGLETON, W. R. Jr. Dynamic model for combined simulation of dairy management strategies. **Journal of Dairy Science**, vol.67, p.644-660, 1984.

- CONGLETON, W. R.; EVERETT, R. W. Application of the incomplete gamma function to predict cumulative milk production. **Journal of Dairy Science**, vol.63, p.109-119, 1980.
- CÓSER, A.C; DERESZ, F.; MARTINS, C.E. Período de utilização de capim-elefante em pastagens. In: Pastejo de capim elafante. **Informe Agropecuário**, vol.19, n.192, p.33-35, 1998.
- COSTA, M. G. **Cana-de-açúcar e concentrados em diferentes proporções para vacas leiteiras**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 66p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- DeLORENZO, M. A.; THOMAS, C. V. Dairy records and models for economic and financial planning. **Journal of Dairy Science**, vol.79, p.337-345, 1996.
- DERESZ, F. Manejo de pastagem do capim elefante para produção de leite. In: Pastejo de capim elefante. **Informe Agropecuário**, vol.19, nº.192, p.55-61, 1998.
- DIAS, F. J. S., ASSUNÇÃO, A. H. F. Sistema de dimensionamento de estruturas utilizadas na conservação de forragens (SIDECA). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. **Anais...Botucatu:SBZ**, 1998, p.707.
- EDMONSON, A. J.; LEAN, I. J.; WEAVER, L. D. et al. A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. **Journal of Dairy Science**, vol.72, p.68-78, 1989.
- ELY, L. O. Economics of forage programs. p.720-730. In: **Large Dairy Herd Management**. H. H. Van Horn e C. J. Wilcox. Ed. American Dairy Science Association, Savoy, Illinois.
- FERREIRA, A. H. **Eficiência de sistemas de produção de leite: Uma aplicação da análise envoltória de dados na tomada de decisão**. Viçosa, MG: UFV, 2002. 120p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) - Universidade Federal de Viçosa, 2002.

- FOX, D.G.; TYLUTKI, T.P.; TEDESCHI, L.O. et al. **The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion**. Model documentation. CNCPS version 5.0. Cornell University, Ithaca, N.Y., 2003. 292p.
- GALAN, V. B; JÚNIOR TORRES, A. M.; MATSUMOTO, R. A. Alguns aspectos dos custos de produção na pecuária de corte e leiteira. In.: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 9, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ. 1997. p.161-184.
- GOMIDE, J. A. Fatores da produção de leite a pasto. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA – CONEZ, 1998, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZO-UFV, 1998. p.01-32.
- HARRIS, D. L., NEWMAN, S. Breeding for profit: Synergism between genetic improvement and livestock production (a review). **Journal of Animal Science**, vol.72, p.2178-2200, 1994.
- HOGVEEN, H.; NOORDHUIZEN-STASSEN, E. N.; SCHREINEMAKERS, J. F. et al. Development of an integrated knowledge-based system for management support on dairy farms. **Journal of Dairy Science**, vol.74, p.4377-4384, 1991.
- HOLMANN, F. J.; SHUMWAY, C. R.; BLAKE, R. W. et al. Economic value of days open for Holstein cows of alternative milk yields with varying calving intervals. **Journal of Dairy Science**, vol.67, p.636-648, 1984.
- KAYE, D. The importance of information. **Management Decision**, vol.33, p.05-12, 1995.
- KERR, D. V.; COWAN, R. T.; CHASELING, J. DAIRYPRO – a knowledge-based decision support system for strategic planning on sub-tropical dairy farms. I. System description. **Agricultural Systems**, vol.59, p.245-255, 1999.
- LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. **Sistemas de informação com Internet**. 4ª ed. Rio de Janeiro:LTC Editora. 389p., 1999.

- LEITE, J. L. B.; GOMES, A. T. Perspectivas futuras dos sistemas de produção de leite. In: GOMES, A. T.; LEITE, J. L. B.; CARNEIRO, A. V. (Ed.) **O Agronegócio do Leite no Brasil**. Juiz de Fora: EMBRAPA Gado de Leite, 2001, p.207-240.
- LEWIS, T. Evolution of farm management information systems. **Computers and Electronics in Agriculture**, vol.19, p.233-248, 1998.
- LIMA Jr., A. C. S. Repensando o negócio de produzir leite: Terceirizar para competir. In: **BOLETIM DO LEITE**. ESALQ/USP– CEPEA, Piracicaba. Ano 8, nº90, p.01-02, 2001.
- LOPES, M. A.; VEIGA, R. D.; ZAMBALDE, A. L. et al. HERDSIZE: Sistema computacional para dimensionamento, evolução e dinâmica de rebanhos bovinos mantidos em sistemas de produção semi-intensivo ou extensivo. In: CONGRESSO DA SBI-AGRO, 1, 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: AGROSOFT/CTSOFT/SBI-AGRO, 1997, p.225-229.
- LOPES, M. A.; VIEIRA, P. F.; CASTRO NETO, P. et al. Sistema computacional para o dimensionamento e evolução de rebanhos bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa:SBZ, 2000, p.525.
- MADALENA, F. E. La utilización sostenible de hembras F₁ en la producción del ganado lechero tropical. In: ORGANIZAÇÃO DE LAS NACIONES UNIDAS ESTUDIO FAO PRODUCCION Y SANIDAD ANIMAL, 1993, Roma. **Anais...** Roma:FAO, 1993, p.01.
- MAGALHÃES, A.L.R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) em substituição à silagem de milho (*Zea mays*) em dietas para vacas em lactação**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 62p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 2001.

- MARSH, W. E.; MORRIS, R. S. ORACLE computer programs for economic decision making on health and management in livestock herds. **Preventive Veterinary Medicine**, vol.16, p.59-65, 1993.
- MCCALL, D. G.; CLARK, D. A. Optimized dairy grazing systems in the northeast United States and New Zealand. II. System analysis. **Journal of Dairy Science**, vol.81, p.1808-1816, 1999.
- MCCALL, D. G.; CLARK, D. A.; STACHURSKI, L. J. et al. Optimized dairy grazing systems in the northeast United States and New Zealand. I. Model description and evaluation. **Journal of Dairy Science**, vol.82, p.1795-1807, 1999.
- McCULLOUGH, D. A.; DeLORENZO, M. A. Effects of price and management level on optimal replacement and insemination decisions. **Journal of Dairy Science**, vol.79, p.242-253, 1996.
- MERTENS, D. R. 1992. Nonstructural and structural carbohydrates. p.219-235. In: **Large Dairy Herd Management**. H. H. Van Horn e C. J. Wilcox. Ed. American Dairy Science Association, Savoy, Illinois.
- NAAZIE, A.; MAKARECHIAN, M.; HUDSON, R. J. Evaluation of life-cycle herd efficiency in cow-calf systems of beef production. **Journal of Animal Science**, vol.77, p.01-11, 1999.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC 1988. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 6 ed. Washinton, D.C.: National Academic Press, 157p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC 2001. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washinton, D.C.: National Academic Press. 381p.
- NEWMAN, S., LYNCH, T., PLUMMER, A. A. Success and failure of decision support systems: Learning as we go. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999. **Anais...** ASAS, 1999, p.01.

- NOGUEIRA, M. P. **Pontos para o bom gerenciamento de uma fazenda leiteira.** [S.L.]: Scott Consultoria, 2004a. p.05-07 (A Nata do Leite, 76).
- NOGUEIRA, M. P. **Produção de volumosos; Condução técnica e custos.** [S.L.]: Scott Consultoria, 2004b. p.04-05 (A Nata do Leite, 78).
- NUSSIO, L. G.; LIMA, L. G.; MATTOS, W. R. S. Alimentos volumosos para o período da seca. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2001. p.85-100.
- NUSSIO, L. G.; LIMA, L. G.; MATTOS, W. R. S. Planejamento da produção de alimentos para o inverno. In: SIMPOSIO SOBRE A PRODUÇÃO ANIMAL, 10, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1998. p. 57-94.
- NUSSIO, L. G.; NUSSIO, C. M. B. Aspectos técnicos e econômicos que afetam a escolha da fonte de forragem suplementar. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE – INTERLEITE, 6, 2003, Uberaba. **Anais...** Uberaba: FMVZ-USP, 2003. p.123-135.
- OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J. M. S.; GOMES, S. T. et al. Análise econômica e de sensibilidade da substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar corrigida em dietas de vacas leiteiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande:Gmosis, 2004, CD-ROM. Sistema de Produção, Administração e Economia. SIS07.
- PEREIRA, J. C. **Vacas Leiteiras: Aspectos Práticos da Alimentação.** Viçosa: Aprenda Fácil. 198p. 2000.
- RENNÓ, F. P.; PEREIRA, J. C.; ARAÚJO, C. V. Raças e cruzamentos para a produção de leite e de carne. In: SIMBRAS – SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2, 2000, Brasilândia de Minas. **Anais...** Brasilândia de Minas:UFV-CODEVASF, 2000, p.75.

- RITCHIE, J. T. International consortium for agriculture systems application (ICASA): Establishment and Purpose. **Agricultural Systems**, vol.49, p.329-335, 1995.
- RODRIGUES, L. H. A. Planejamento estratégico de uma propriedade de leite através de um modelo de programação linear. In: CONGRESSO DA SBI-AGRO, 1, 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte:AGROSOFT/CTSOFT/SBI-AGRO, 1997, p.125-131.
- RODRIGUES, L. R. A.; RODRIGUES, T. J. D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: **Ecofisiologia da produção agrícola**. (Ed.) CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. p.203-227.
- ROTZ, C. A.; MERTENS, D. R.; BUCKMASTER, D. R. et al. A dairy herd model for use in whole farm simulations. **Journal of Dairy Science**, vol.82, p.2826-2840, 1999.
- SANTOS, F. A. P. Manejo dos sistemas de produção de leite a pasto. In: SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO, 2001, 3º Minas Leite, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora:EMBRAPA, 2001, p.07-26.
- SCOTT CONSULTORIA. A Nata do Leite, nº58-69. Bebedouro, S.P.: 2003.
- SILVA, S.C. Condições edafo-climáticas para produção de *Panicum sp.* In.: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 12, 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.129-146.
- SMITH, N. E. Maximizing income over feed costs: Evaluation of production responses relationships. **Journal of Dairy Science**, vol.59, p.1193-1199, 1975.
- SORENSEN, J. T.; ENEVOLDSEN, C.; KRISTENSEN, T. Effects of different dry period lengths on production and economy in the dairy herd estimated by stochastic simulation. **Livestock Production Science**, vol.33, p.77-90, 1993.

- SORENSEN, J. T.; KRISTENSEN, E. S.; THYSEN, I. A stochastic model simulating the dairy herd on a PC. **Agricultural Systems**, vol.39, p.177-200, 1992.
- SOUZA, D.P. **Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar e caroço de algodão ou silagem de milho**. Viçosa, MG: UFV, 2003. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- STAIR, R. M. **Principles of information systems: A managerial approach**. Boston: Boyd & Fraser Publishing Company. 701p., 1992.
- TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; PELL, A. N. et al. Development and evaluation of a tropical feed library for the Cornell Net Carbohydrate and Protein System Model. **Scientia Agricola**, vol.59, p.01-18, 2002.
- TOZER, P. R.; HEINRICHS, A. J. What affects the costs of raising replacement dairy heifers: A multiple-component analysis. **Journal of Dairy Science**, vol.84, p.1836-1844, 2001.
- UNDERSANDER, D. J.; HOWARD, W. T.; SHEWER, R. D. Milk per acre spreadsheet for combining yield and quality into a single term. *Journal of Production Agriculture*, v.2, p.231-235, 1993.
- VALADARES FILHO, S. C.; ROCHA JUNIOR, V. R.; CAPPELLE, E. R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: Suprema Gráfica, 2002. 297p.
- VALE, S. M. L. R. **Avaliação de sistemas de informação para produtores rurais: Metodologias e um estudo de caso**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 139p. Tese (Doutorado em Economia Rural) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.
- VAN ELZAKKER, P. J. M.; VAN ARENDONK, J. A. M. Feed intake, body weight and milk production: Genetic analysis of different measurements in lactating dairy heifers. **Livestock Production Science**, vol.37, p.37-51, 1993.

- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Cornell University: Cornell University Press, 1994, 476p.
- VANDEHAAR, M. J. Efficiency of nutrient use and relationship to profitability on dairy farms. **Journal of Dairy Science**, vol.81, n.1, p.272-282, 1998.
- WALTNER, S. S.; McNAMARA, J. P.; HILLERS, J. K. Relationships of body condition score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, vol.66, p.3410-3419, 1993.
- YAMAGUCHI, L. C. T., CARNEIRO, A. V. Aplicação de planilha eletrônica na análise técnica e econômica de unidades de produção de leite. In: CONGRESSO DA SBI-AGRO, 1, 1997, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: AGROSOFT/CTSOFT/SBI-AGRO, 1997, p.95-122.

APÊNDICE

Tabela 1A – Rações formuladas para a estratégia de alimentação contendo silagem de milho (*Zea mays*) como volumoso durante a lactação, avaliando o balanço de energia metabolizável (BEM, Mcal/dia), balanço de proteína metabolizável (BPM, g/dia), atendimento das exigências nutricionais de energia (%RE) e de proteína (%RP), mudança estimada de peso corporal (MPESO, kg/dia) e de escore de condição corporal (ECC, dias/unidade), para os diferentes níveis de produção

DEL ¹	BEM	%RE	BPM	%RP	MPESO	ECC ²
Baixo						
14	-2,92	90,0	-59,0	94,0	-0,4	182 (-)
42	-0,39	99,0	53,0	105,0	-0,1	1284 (-)
70	0,45	102,0	128,0	112,0	0,1	1399 (+)
112	0,14	100,0	50,0	105,0	0,0	4531 (+)
168	0,14	100,0	69,0	107,0	0,0	4815 (+)
231	0,02	100,0	74,0	109,0	0,0	+9999 (+)
294	0,77	103,0	128,0	115,0	0,1	952 (+)
305	0,37	102,0	109,0	114,0	0,0	1986 (+)
Médio-Baixo						
14	-4,37	88,0	-87,0	93,0	-0,6	122 (-)
42	-0,50	99,0	0,0	100,0	-0,1	994 (-)
70	-0,17	100,0	0,0	100,0	0,0	2958 (-)
112	0,19	101,0	47,0	104,0	0,0	3425 (+)
168	0,50	102,0	86,0	107,0	0,1	1321 (+)
231	0,93	103,0	125,0	112,0	0,1	750 (+)
294	0,15	100,0	81,0	108,0	0,0	4987 (+)
305	0,14	100,0	102,0	111,0	0,0	5253 (+)
Médio						
14	-6,47	85,0	-218,0	86,0	-0,8	82 (-)
42	-2,03	95,0	-32,0	98,0	-0,3	247 (-)
70	-1,13	97,0	-17,0	99,0	-0,2	440 (-)
112	0,24	101,0	32,0	102,0	0,0	2702 (+)
168	0,61	102,0	29,0	102,0	0,1	1079 (+)
231	0,90	103,0	65,0	105,0	0,1	772 (+)
294	1,18	104,0	140,0	112,0	0,1	620 (+)
305	1,13	104,0	203,0	119,0	0,1	653 (+)
Médio-Alto						
14	-9,93	80,0	-308,0	83,0	-1,3	54 (-)
42	-2,73	94,0	-94,0	95,0	-0,4	184 (-)
70	-0,77	98,0	0,0	100,0	-0,1	651 (+)
112	0,23	100,0	22,0	101,0	0,0	2762 (+)
168	-0,20	100,0	0,0	100,0	0,0	2668 (+)
231	0,22	101,0	20,0	101,0	0,0	3195 (+)
294	0,20	101,0	81,0	106,0	0,0	3632 (+)
305	0,19	101,0	116,0	110,0	0,0	3903 (+)

Tabela 1A – Rações formuladas para a estratégia de alimentação contendo silagem de milho (*Zea mays*) como volumoso durante a lactação, avaliando o balanço de energia metabolizável (BEM, Mcal/dia), balanço de proteína metabolizável (BPM, g/dia), atendimento das exigências nutricionais de energia (%RE) e de proteína (%RP), mudança estimada de peso corporal (MPESO, kg/dia) e de escore de condição corporal (ECC, dias/unidade), para os diferentes níveis de produção (continuação)

DEL ¹	BEM	%RE	BPM	%RP	MPESO	ECC ²
			Alto			
14	-13,0	77,0	-467,0	78,0	-1,7	41 (-)
42	-4,88	92,0	-110,0	95,0	-0,7	103 (-)
70	-2,64	96,0	-60,0	97,0	-0,4	188 (-)
112	-0,29	99,0	31,0	101,0	0,0	1764 (-)
168	1,28	102,0	69,0	104,0	0,2	520 (+)
231	1,11	102,0	58,0	103,0	0,1	626 (+)
294	1,05	103,0	74,0	105,0	0,1	698 (+)
305	0,59	102,0	74,0	105,0	0,1	1255 (+)

¹ Dias em lactação. ² Valores entre parênteses informam balanço energético; (-) dias para mobilizar uma unidade de ECC; (+) dias para reposição de uma unidade de ECC.

Tabela 2A – Rações formuladas para a estratégia de alimentação contendo silagem de milho (*Zea mays*) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim brachiaria (*Brachiaria brizantha* sp.) durante a época das águas, avaliando o balanço de energia metabolizável (BEM, Mcal/dia), balanço de proteína metabolizável (BPM, g/dia), atendimento das exigências nutricionais de energia (%RE) e de proteína (%RP), mudança estimada de peso corporal (MPESO, kg/dia) e de escore de condição corporal (ECC, dias/unidade), para os diferentes níveis de produção¹

DEL ²	BEM	%RE	BPM	%RP	MPESO	ECC ³
Baixo						
14	-2,92	90,0	-59,0	94,0	-0,4	182 (-)
42	-0,39	99,0	53,0	105,0	-0,1	1284 (-)
70	0,45	102,0	128,0	112,0	0,1	1399 (+)
112	0,14	100,0	50,0	105,0	0,0	4531 (+)
168	0,05	100,0	192,0	121,0	0,0	+9999 (+)
231	0,38	101,0	272,0	131,0	0,0	1850 (+)
294	0,14	100,0	288,0	135,0	0,0	4309 (+)
305	0,13	100,0	300,0	138,0	0,0	4459 (+)
Médio-Baixo						
14	-4,37	88,0	-87,0	93,0	-0,6	122 (-)
42	-0,50	99,0	0,0	100,0	-0,1	994 (-)
70	-0,17	100,0	0,0	100,0	0,0	2958 (-)
112	0,19	101,0	47,0	104,0	0,0	3425 (+)
168	0,50	102,0	114,0	110,0	0,1	1323 (+)
231	0,82	103,0	238,0	123,0	0,1	848 (+)
294	0,17	101,0	259,0	126,0	0,0	4321 (+)
305	0,16	101,0	273,0	129,0	0,0	4543 (+)
Médio						
14	-6,47	85,0	-218,0	86,0	-0,8	82 (-)
42	-2,03	95,0	-32,0	98,0	-0,3	247 (-)
70	-1,13	97,0	-17,0	99,0	-0,2	440 (-)
112	0,24	101,0	32,0	102,0	0,0	2702 (+)
168	0,15	101,0	55,0	104,0	0,1	1205 (+)
231	0,97	103,0	173,0	114,0	0,1	721 (+)
294	1,26	104,0	250,0	122,0	0,2	578 (+)
305	1,19	104,0	263,0	124,0	0,1	616 (+)
Médio-Alto						
14	-9,93	80,0	-308,0	83,0	-1,3	54 (-)
42	-2,73	94,0	-94,0	95,0	-0,4	184 (-)
70	-0,77	98,0	0,0	100,0	-0,1	651 (+)
112	0,23	100,0	22,0	101,0	0,0	2762 (+)
168	0,20	100,0	29,0	102,0	0,0	3277 (+)
231	0,19	100,0	138,0	109,0	0,0	3694 (+)
294	0,22	101,0	202,0	115,0	0,0	3280 (+)
305	0,21	101,0	222,0	118,0	0,0	3518 (+)

¹ Os resultados dos dias em lactação 14, 42, 70 e 112 são iguais aos da silagem de milho como volumoso exclusivo. ² Dias em lactação. ³ Valores entre parênteses informam balanço energético; (-) dias para mobilizar uma unidade de ECC; (+) dias para reposição de uma unidade de ECC.

Tabela 3A – Rações formuladas para a estratégia de alimentação contendo silagem de milho (*Zea mays*) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier) durante a época das águas, avaliando o balanço de energia metabolizável (BEM, Mcal/dia), balanço de proteína metabolizável (BPM, g/dia), atendimento das exigências nutricionais de energia (%RE) e de proteína (%RP), mudança estimada de peso corporal (MPESO, kg/dia) e de escore de condição corporal (ECC, dias/unidade), para os diferentes níveis de produção¹

DEL ²	BEM	%RE	BPM	%RP	MPESO	ECC ³
Baixo						
14	-2,92	90,0	-59,0	94,0	-0,4	182 (-)
42	-0,39	99,0	53,0	105,0	-0,1	1284 (-)
70	0,45	102,0	128,0	112,0	0,1	1399 (+)
112	0,14	100,0	50,0	105,0	0,0	4531 (+)
168	0,15	101,0	121,0	113,0	0,0	4287 (+)
231	0,14	101,0	204,0	124,0	0,0	4918 (+)
294	0,13	100,0	236,0	129,0	0,0	4468 (+)
305	0,13	100,0	245,0	131,0	0,0	4545 (+)
Médio-Baixo						
14	-4,37	88,0	-87,0	93,0	-0,6	122 (-)
42	-0,50	99,0	0,0	100,0	-0,1	994 (-)
70	-0,17	100,0	0,0	100,0	0,0	2958 (-)
112	0,19	101,0	47,0	104,0	0,0	3425 (+)
168	0,50	102,0	74,0	106,0	0,1	1327 (+)
231	0,82	103,0	173,0	115,0	0,1	852 (+)
294	0,17	101,0	190,0	119,0	0,0	4274 (+)
305	0,16	101,0	206,0	122,0	0,0	4577 (+)
Médio						
14	-6,47	85,0	-218,0	86,0	-0,8	82 (-)
42	-2,03	95,0	-32,0	98,0	-0,3	247 (-)
70	-1,13	97,0	-17,0	99,0	-0,2	440 (-)
112	0,24	101,0	32,0	102,0	0,0	2702 (+)
168	0,55	101,0	34,0	102,0	0,1	1206 (+)
231	0,96	103,0	118,0	109,0	0,1	724 (+)
294	1,26	104,0	187,0	116,0	0,2	580 (+)
305	1,19	104,0	199,0	119,0	0,1	618 (+)
Médio-Alto						
14	-9,93	80,0	-308,0	83,0	-1,3	54 (-)
42	-2,73	94,0	-94,0	95,0	-0,4	184 (-)
70	-0,77	98,0	0,0	100,0	-0,1	651 (+)
112	0,23	100,0	22,0	101,0	0,0	2762 (+)
168	0,20	100,0	19,0	101,0	0,0	3279 (+)
231	0,19	100,0	83,0	106,0	0,0	3732 (+)
294	0,22	101,0	136,0	110,0	0,0	3297 (+)
305	0,21	101,0	155,0	113,0	0,0	3535 (+)

¹ Os resultados dos dias em lactação 14, 42, 70 e 112 são iguais aos da silagem de milho como volumoso exclusivo. ² Dias em lactação. ³ Valores entre parênteses informam balanço energético; (-) dias para mobilizar uma unidade de ECC; (+) dias para reposição de uma unidade de ECC.

Tabela 4A – Rações formuladas para a estratégia de alimentação contendo silagem de milho (*Zea mays*) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim Tifton-85 (*Cynodon dactylon* cv. Tifton-85) durante a época das águas, avaliando o balanço de energia metabolizável (BEM, Mcal/dia), balanço de proteína metabolizável (BPM, g/dia), atendimento das exigências nutricionais de energia (%RE) e de proteína (%RP), mudança estimada de peso corporal (MPESO, kg/dia) e de escore de condição corporal (ECC, dias/unidade), para os diferentes níveis de produção¹

DEL ²	BEM	%RE	BPM	%RP	MPESO	ECC ³
Baixo						
14	-2,92	90,0	-59,0	94,0	-0,4	182 (-)
42	-0,39	99,0	53,0	105,0	-0,1	1284 (-)
70	0,45	102,0	128,0	112,0	0,1	1399 (+)
112	0,14	100,0	50,0	105,0	0,0	4531 (+)
168	0,76	103,0	0,0	100,0	0,1	875 (+)
231	-0,07	100,0	26,0	103,0	0,0	8088 (+)
294	0,07	100,0	58,0	107,0	0,0	8447 (+)
305	0,07	100,0	75,0	109,0	0,0	9200 (+)
Médio-Baixo						
14	-4,37	88,0	-87,0	93,0	-0,6	122 (-)
42	-0,50	99,0	0,0	100,0	-0,1	994 (-)
70	-0,17	100,0	0,0	100,0	0,0	2958 (-)
112	0,19	101,0	47,0	104,0	0,0	3425 (+)
168	0,57	102,0	12,0	101,0	0,1	1168 (+)
231	0,90	103,0	21,0	101,0	0,1	774 (+)
294	0,24	101,0	18,0	102,0	0,0	3050 (+)
305	0,23	101,0	34,0	104,0	0,0	3167 (+)
Médio						
14	-6,47	85,0	-218,0	86,0	-0,8	82 (-)
42	-2,03	95,0	-32,0	98,0	-0,3	247 (-)
70	-1,13	97,0	-17,0	99,0	-0,2	440 (-)
112	0,24	101,0	32,0	102,0	0,0	2702 (+)
168	0,55	101,0	29,0	102,0	0,1	1205 (+)
231	0,91	103,0	64,0	105,0	0,1	686 (+)
294	0,94	103,0	0,0	100,0	0,1	775 (+)
305	1,26	104,0	11,0	101,0	0,1	585 (+)
Médio-Alto						
14	-9,93	80,0	-308,0	83,0	-1,3	54 (-)
42	-2,73	94,0	-94,0	95,0	-0,4	184 (-)
70	-0,77	98,0	0,0	100,0	-0,1	651 (+)
112	0,23	100,0	22,0	101,0	0,0	2762 (+)
168	0,20	100,0	0,0	100,0	0,0	3329 (+)
231	0,20	100,0	15,0	101,0	0,0	3544 (+)
294	0,25	101,0	13,0	101,0	0,0	2911 (+)
305	0,20	101,0	12,0	101,0	0,0	3617 (+)

¹ Os resultados dos dias em lactação 14, 42, 70 e 112 são iguais aos da silagem de milho como volumoso exclusivo. ² Dias em lactação. ³ Valores entre parênteses informam balanço energético; (-) dias para mobilizar uma unidade de ECC; (+) dias para reposição de uma unidade de ECC.

Tabela 5A – Rações formuladas para a estratégia de alimentação contendo cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim brachiaria (*Brachiaria brizantha* sp.) durante a época das águas, avaliando o balanço de energia metabolizável (BEM, Mcal/dia), balanço de proteína metabolizável (BPM, g/dia), atendimento das exigências nutricionais de energia (%RE) e de proteína (%RP), mudança estimada de peso corporal (MPESO, kg/dia) e de escore de condição corporal (ECC, dias/unidade), para os diferentes níveis de produção¹

DEL ²	BEM	%RE	BPM	%RP	MPESO	ECC ³
Baixo						
14	-3,39	89,0	-59,0	94,0	-0,4	157 (-)
42	-0,42	99,0	0,0	100,0	-0,1	1188 (-)
70	0,45	102,0	41,0	104,0	0,1	1417 (+)
112	0,58	102,0	10,0	101,0	0,1	1107 (+)
168	-0,09	100,0	131,0	114,0	0,0	6206 (+)
231	0,38	101,0	272,0	131,0	0,0	1850 (+)
294	0,14	100,0	288,0	135,0	0,0	4309 (+)
305	0,13	100,0	300,0	138,0	0,0	4459 (+)
Médio-Baixo						
14	-5,17	86,0	-187,0	85,0	-0,7	103 (-)
42	-0,50	99,0	0,0	100,0	-0,1	1001 (-)
70	-0,11	100,0	0,0	100,0	0,0	4570 (-)
112	0,19	101,0	76,0	106,0	0,0	3353 (+)
168	0,50	102,0	68,0	106,0	0,1	1325 (+)
231	0,82	103,0	238,0	123,0	0,1	848 (+)
294	0,17	101,0	259,0	126,0	0,0	4321 (+)
305	0,16	101,0	273,0	129,0	0,0	4543 (+)
Médio						
14	-7,95	82,0	-416,0	73,0	-1,0	67 (-)
42	-2,39	95,0	-64,0	96,0	-0,3	210 (-)
70	-0,18	100,0	0,0	100,0	0,0	2696 (-)
112	0,65	101,0	48,0	103,0	0,1	989 (+)
168	0,55	101,0	36,0	102,0	0,1	1214 (+)
231	0,97	103,0	173,0	114,0	0,1	721 (+)
294	1,26	104,0	250,0	122,0	0,2	578 (+)
305	1,19	104,0	263,0	124,0	0,1	616 (+)
Médio-Alto						
14	-11,09	78,0	-471,0	74,0	-1,5	48 (-)
42	-3,82	93,0	-94,0	95,0	-0,5	131 (-)
70	-1,87	96,0	-58,0	97,0	-0,3	266 (-)
112	-0,48	99,0	22,0	101,0	-0,1	1048 (-)
168	0,66	101,0	16,0	101,0	0,1	999 (+)
231	0,19	100,0	138,0	109,0	0,0	3694 (+)
294	0,22	101,0	202,0	115,0	0,0	3280 (+)
305	0,21	101,0	222,0	118,0	0,0	3518 (+)

¹ Os resultados dos dias em lactação 231, 294 e 305 são iguais a combinação silagem de milho e capim brachiaria como volumoso. ² Dias em lactação. ³ Valores entre parênteses informam balanço energético; (-) dias para mobilizar uma unidade de ECC; (+) dias para reposição de uma unidade de ECC.

Tabela 6A – Rações formuladas para a estratégia de alimentação contendo cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier) durante a época das águas, avaliando o balanço de energia metabolizável (BEM, Mcal/dia), balanço de proteína metabolizável (BPM, g/dia), atendimento das exigências nutricionais de energia (%RE) e de proteína (%RP), mudança estimada de peso corporal (MPESO, kg/dia) e de escore de condição corporal (ECC, dias/unidade), para os diferentes níveis de produção¹

DEL ²	BEM	%RE	BPM	%RP	MPESO	ECC ³
Baixo						
14	-3,39	89,0	-59,0	94,0	-0,4	157 (-)
42	-0,42	99,0	0,0	100,0	-0,1	1188 (-)
70	0,45	102,0	41,0	104,0	0,1	1417 (+)
112	0,58	102,0	10,0	101,0	0,1	1107 (+)
168	-0,09	100,0	60,0	106,0	0,0	6081 (-)
231	0,14	101,0	204,0	124,0	0,0	4918 (+)
294	0,13	100,0	236,0	129,0	0,0	4468 (+)
305	0,13	100,0	245,0	131,0	0,0	4545 (+)
Médio-Baixo						
14	-5,17	86,0	-187,0	85,0	-0,7	103 (-)
42	-0,50	99,0	0,0	100,0	-0,1	1001 (-)
70	-0,11	100,0	0,0	100,0	0,0	4570 (-)
112	0,19	101,0	76,0	106,0	0,0	3353 (+)
168	0,50	102,0	28,0	102,0	0,1	1329 (+)
231	0,82	103,0	173,0	115,0	0,1	852 (+)
294	0,17	101,0	190,0	119,0	0,0	4274 (+)
305	0,16	101,0	206,0	122,0	0,0	4577 (+)
Médio						
14	-7,95	82,0	-416,0	73,0	-1,0	67 (-)
42	-2,39	95,0	-64,0	96,0	-0,3	210 (-)
70	-0,18	100,0	0,0	100,0	0,0	2696 (-)
112	0,65	101,0	48,0	103,0	0,1	989 (+)
168	0,55	101,0	29,0	102,0	0,1	1211 (+)
231	0,96	103,0	118,0	109,0	0,1	724 (+)
294	1,26	104,0	187,0	116,0	0,2	580 (+)
305	1,19	104,0	199,0	119,0	0,1	618 (+)
Médio-Alto						
14	-11,09	78,0	-471,0	74,0	-1,5	48 (-)
42	-3,82	93,0	-94,0	95,0	-0,5	131 (-)
70	-1,87	96,0	-58,0	97,0	-0,3	266 (-)
112	-0,48	99,0	22,0	101,0	-0,1	1048 (-)
168	0,66	101,0	17,0	101,0	0,1	1011 (+)
231	0,19	100,0	83,0	106,0	0,0	3732 (+)
294	0,22	101,0	136,0	110,0	0,0	3297 (+)
305	0,21	101,0	155,0	113,0	0,0	3535 (+)

¹Os resultados dos dias em lactação 14, 42, 70 e 112 são iguais aos da cana-de-açúcar como volumoso exclusivo, e dos dias em lactação 231, 294 e 305 são iguais a combinação silagem de milho e capim-elefante como volumoso. ² Dias em lactação. ³ Valores entre parênteses informam balanço energético; (-) dias para mobilizar uma unidade de ECC; (+) dias para reposição de uma unidade de ECC.

Tabela 7A – Rações formuladas para a estratégia de alimentação contendo cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim Tifton-85 (*Cynodon dactylon* cv. Tifton-85) durante a época das águas, avaliando o balanço de energia metabolizável (BEM, Mcal/dia), balanço de proteína metabolizável (BPM, g/dia), atendimento das exigências nutricionais de energia (%RE) e de proteína (%RP), mudança estimada de peso corporal (MPESO, kg/dia) e de escore de condição corporal (ECC, dias/unidade), para os diferentes níveis de produção¹

DEL ²	BEM	%RE	BPM	%RP	MPESO	ECC ³
Baixo						
14	-3,39	89,0	-59,0	94,0	-0,4	157 (-)
42	-0,42	99,0	0,0	100,0	-0,1	1188 (-)
70	0,45	102,0	41,0	104,0	0,1	1417 (+)
112	0,58	102,0	10,0	101,0	0,1	1107 (+)
168	0,47	102,0	0,0	100,0	0,1	1413 (+)
231	-0,07	100,0	26,0	103,0	0,0	8088 (+)
294	0,07	100,0	58,0	107,0	0,0	8447 (+)
305	0,07	100,0	75,0	109,0	0,0	9200 (+)
Médio-Baixo						
14	-5,17	86,0	-187,0	85,0	-0,7	103 (-)
42	-0,50	99,0	0,0	100,0	-0,1	1001 (-)
70	-0,11	100,0	0,0	100,0	0,0	4570 (-)
112	0,19	101,0	76,0	106,0	0,0	3353 (+)
168	0,57	102,0	12,0	101,0	0,1	1172 (+)
231	0,90	103,0	21,0	101,0	0,1	774 (+)
294	0,24	101,0	18,0	102,0	0,0	3050 (+)
305	0,23	101,0	34,0	104,0	0,0	3167 (+)
Médio						
14	-7,95	82,0	-416,0	73,0	-1,0	67 (-)
42	-2,39	95,0	-64,0	96,0	-0,3	210 (-)
70	-0,18	100,0	0,0	100,0	0,0	2696 (-)
112	0,65	101,0	48,0	103,0	0,1	989 (+)
168	0,59	101,0	29,0	102,0	0,1	1132 (+)
231	0,91	103,0	64,0	105,0	0,1	686 (+)
294	0,94	103,0	0,0	100,0	0,1	775 (+)
305	1,26	104,0	11,0	101,0	0,1	585 (+)
Médio-Alto						
14	-11,09	78,0	-471,0	74,0	-1,5	48 (-)
42	-3,82	93,0	-94,0	95,0	-0,5	131 (-)
70	-1,87	96,0	-58,0	97,0	-0,3	266 (-)
112	-0,48	99,0	22,0	101,0	-0,1	1048 (-)
168	0,66	101,0	17,0	101,0	0,1	979 (+)
231	0,20	100,0	15,0	101,0	0,0	3544 (+)
294	0,25	101,0	13,0	101,0	0,0	2911 (+)
305	0,20	101,0	12,0	101,0	0,0	3617 (+)

¹Os resultados dos dias em lactação 14, 42, 70 e 112 são iguais aos da cana-de-açúcar como volumoso exclusivo, e dos dias em lactação 231, 294 e 305 são iguais a combinação silagem de milho e capim-elefante como volumoso. ² Dias em lactação. ³ Valores entre parênteses informam balanço energético; (-) dias para mobilizar uma unidade de ECC; (+) dias para reposição de uma unidade de ECC.

Tabela 8A – Composição das dietas, em % da matéria seca, para a estratégia de alimentação contendo silagem de milho (*Zea mays*) como volumoso durante a lactação, para os diferentes níveis de produção

Componente	Dias em lactação							
	14	42	70	112	168	231	294	305
Baixo								
Fubá de milho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de soja	22,43	0,00	0,00	5,14	0,00	0,00	0,00	1,54
Farelo de algodão	2,69	17,62	21,91	10,59	16,27	16,54	16,78	14,45
Uréia	0,00	1,04	0,62	1,13	1,17	1,15	1,13	1,19
Minerais e vitaminas	2,46	2,47	2,55	2,75	2,83	2,93	2,88	2,93
Bicarbonato de sódio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silagem de Milho	72,42	78,87	74,92	80,40	79,73	79,38	79,21	79,89
Médio-Baixo								
Fubá de milho	13,37	4,32	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	7,23	0,00	6,83	0,00	0,00	0,00
Farelo de soja	34,20	18,44	12,91	10,44	0,00	0,00	4,32	0,11
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	5,53	15,01	17,78	11,83	16,51
Uréia	0,00	0,70	1,00	1,00	1,02	1,01	1,11	1,14
Minerais e vitaminas	2,47	2,49	2,53	2,52	2,51	2,60	2,78	2,77
Bicarbonato de sódio	1,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silagem de Milho	48,90	74,06	75,53	80,52	74,63	78,60	79,96	79,47
Médio								
Fubá de milho	25,05	16,69	15,13	16,77	6,74	0,00	0,00	0,00
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	15,24	15,96	0,00	0,00
Farelo de soja	31,23	22,15	18,60	13,46	9,46	4,65	4,02	0,00
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	4,14	2,03	6,09	13,18	22,97
Uréia	0,00	1,00	1,00	1,00	0,98	1,02	1,00	0,51
Minerais e vitaminas	2,50	2,51	2,58	2,52	2,44	2,49	2,53	2,40
Bicarbonato de sódio	0,94	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silagem de Milho	40,28	56,89	62,00	62,11	63,11	69,79	79,28	74,11
Médio-Alto								
Fubá de milho	20,86	27,70	29,37	27,03	14,80	2,50	0,00	0,00
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	8,40	8,92	0,00	0,00
Farelo de soja	34,93	20,09	19,40	17,75	12,71	12,38	7,84	1,44
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	0,00	2,03	0,00	8,56	16,39
Uréia	0,00	0,97	1,01	1,02	1,01	1,01	1,00	0,98
Minerais e vitaminas	2,51	2,51	2,50	2,52	2,52	2,50	2,50	2,48
Bicarbonato de sódio	0,86	0,69	0,64	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00
Silagem de Milho	40,84	48,03	47,08	51,04	59,07	72,69	80,10	78,72

Tabela 8A – Composição das dietas, em % da matéria seca, para a estratégia de alimentação contendo silagem de milho (*Zea mays*) como volumoso durante a lactação, para os diferentes níveis de produção (continuação)

Componente	Dias em lactação							
	14	42	70	112	168	231	294	305
			Alto					
Fubá de milho	25,26	30,83	35,19	36,74	33,23	19,41	7,80	0,00
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de soja	31,08	23,53	18,72	18,80	18,40	17,22	16,05	14,56
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,87
Uréia	0,00	0,98	1,01	1,02	1,02	0,99	1,00	0,98
Minerais e vitaminas	2,47	2,48	2,50	2,52	2,50	2,52	2,52	2,52
Bicarbonato de sódio	0,84	0,67	0,62	0,63	0,66	0,66	0,00	0,00
Silagem de Milho	40,35	41,50	41,96	40,29	44,18	59,20	72,62	81,07

Tabela 9A – Composição das dietas, em % da matéria seca, para a estratégia de alimentação contendo silagem de milho (*Zea mays*) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim brachiaria (*Brachiaria brizantha* sp.) durante a época das águas, para os diferentes níveis de produção¹

Componente	Dias em lactação							
	14	42	70	112	168	231	294	305
Baixo								
Fubá de milho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,72	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de soja	22,43	0,00	0,00	5,14	0,00	6,90	6,52	4,60
Farelo de algodão	2,69	17,62	21,91	10,59	10,25	2,23	0,68	2,87
Uréia	0,00	1,04	0,62	1,13	1,06	0,99	1,00	1,01
Minerais e vitaminas	2,46	2,47	2,55	2,75	2,56	2,52	2,53	2,49
Bicarbonato de sódio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silagem de Milho	72,42	78,87	74,92	80,40	20,35	0,00	0,00	0,00
Capim Brachiaria	0,00	0,00	0,00	0,00	65,78	81,64	89,27	89,03
Médio-Baixo								
Fubá de milho	13,37	4,32	0,79	0,00	0,00	14,25	9,11	7,10
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	8,25	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	7,23	0,00	16,99	2,14	0,00	0,00
Farelo de soja	34,20	18,44	12,91	10,44	5,09	10,00	9,20	8,54
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	5,53	2,56	0,00	0,00	0,00
Uréia	0,00	0,70	1,00	1,00	1,02	0,98	1,00	1,03
Minerais e vitaminas	2,47	2,49	2,53	2,52	2,51	2,52	2,51	2,50
Bicarbonato de sódio	1,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silagem de Milho	48,90	74,06	75,53	80,52	23,78	0,00	0,00	0,00
Capim Brachiaria	0,00	0,00	0,00	0,00	39,79	70,10	78,18	80,84
Médio								
Fubá de milho	25,05	16,69	15,13	16,77	15,10	21,79	21,77	19,10
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	15,24	15,96	0,00	0,00
Farelo de soja	31,23	22,15	18,60	13,46	9,52	7,73	12,09	11,22
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	4,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Uréia	0,00	1,00	1,00	1,00	1,04	1,02	1,00	1,03
Minerais e vitaminas	2,50	2,51	2,58	2,52	2,62	2,49	2,53	2,61
Bicarbonato de sódio	0,94	0,75	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00
Silagem de Milho	40,28	56,89	62,00	62,11	34,41	0,00	0,00	0,00
Capim Brachiaria	0,00	0,00	0,00	0,00	21,34	51,01	62,61	66,04
Médio-Alto								
Fubá de milho	20,86	27,70	29,37	27,03	20,47	28,00	23,43	19,75
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	8,40	8,92	0,00	0,00
Farelo de soja	34,93	20,09	19,40	17,75	13,59	10,81	12,36	11,80
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uréia	0,00	0,97	1,01	1,02	1,01	1,01	1,00	0,98
Minerais e vitaminas	2,51	2,51	2,50	2,52	2,52	2,50	2,50	2,48
Bicarbonato de sódio	0,86	0,69	0,64	0,64	0,67	0,71	0,00	0,00
Silagem de Milho	40,84	48,03	47,08	51,04	43,26	0,00	0,00	0,00
Capim Brachiaria	0,00	0,00	0,00	0,00	10,08	48,06	60,70	64,99

¹ Os resultados dos dias em lactação 14, 42, 70 e 112 são iguais aos da silagem de milho como volumoso exclusivo.

Tabela 10A – Composição das dietas, em % da matéria seca, para a estratégia de alimentação contendo silagem de milho (*Zea mays*) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier) durante a época das águas, para os diferentes níveis de produção¹

Componente	Dias em lactação							
	14	42	70	112	168	231	294	305
Baixo								
Fubá de milho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,97	9,41	5,39
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	7,42	7,35	0,00	4,17
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de soja	22,43	0,00	0,00	5,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de algodão	2,69	17,62	21,91	10,59	0,00	0,00	0,00	0,00
Uréia	0,00	1,04	0,62	1,13	1,02	0,77	0,52	0,55
Minerais e vitaminas	2,46	2,47	2,55	2,75	2,56	2,52	2,53	2,49
Bicarbonato de sódio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silagem de Milho	72,42	78,87	74,92	80,40	20,35	0,00	0,00	0,00
Capim-elefante	0,00	0,00	0,00	0,00	68,64	82,40	87,54	87,39
Médio-Baixo								
Fubá de milho	13,37	4,32	0,79	0,00	0,00	24,33	19,76	14,90
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	15,21	0,00	0,00	3,70
Farelo de trigo	0,00	0,00	7,23	0,00	16,99	0,91	0,00	0,00
Farelo de soja	34,20	18,44	12,91	10,44	1,58	1,85	0,00	0,00
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	5,53	2,25	0,00	0,00	0,00
Uréia	0,00	0,70	1,00	1,00	1,02	0,98	0,97	0,95
Minerais e vitaminas	2,47	2,49	2,53	2,52	2,51	2,52	2,51	2,50
Bicarbonato de sódio	1,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silagem de Milho	48,90	74,06	75,53	80,52	23,78	0,00	0,00	0,00
Capim-elefante	0,00	0,00	0,00	0,00	36,67	69,40	76,77	77,96
Médio								
Fubá de milho	25,05	16,69	15,13	16,77	20,67	28,96	30,49	28,24
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	15,24	15,96	0,00	0,00
Farelo de soja	31,23	22,15	18,60	13,46	6,18	1,68	4,62	3,32
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	4,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Uréia	0,00	1,00	1,00	1,00	1,04	1,02	1,00	1,03
Minerais e vitaminas	2,50	2,51	2,58	2,52	2,62	2,49	2,53	2,61
Bicarbonato de sódio	0,94	0,75	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00
Silagem de Milho	40,28	56,89	62,00	62,11	28,04	0,00	0,00	0,00
Capim-elefante	0,00	0,00	0,00	0,00	25,48	49,88	61,37	64,80
Médio-Alto								
Fubá de milho	20,86	27,70	29,37	27,03	24,71	35,23	31,99	28,84
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	8,40	7,57	0,00	0,00
Farelo de soja	34,93	20,09	19,40	17,75	11,47	5,43	5,11	4,03
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uréia	0,00	0,97	1,01	1,02	1,01	1,01	1,00	0,98
Minerais e vitaminas	2,51	2,51	2,50	2,52	2,52	2,50	2,50	2,48
Bicarbonato de sódio	0,86	0,69	0,64	0,64	0,67	0,71	0,00	0,00
Silagem de Milho	40,84	48,03	47,08	51,04	36,40	0,00	0,00	0,00
Capim-elefante	0,00	0,00	0,00	0,00	14,81	47,55	59,39	63,67

¹ Os resultados dos dias em lactação 14, 42, 70 e 112 são iguais aos da silagem de milho como volumoso exclusivo.

Tabela 11A – Composição das dietas, em % da matéria seca, para a estratégia de alimentação contendo silagem de milho (*Zea mays*) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim Tifton-85 (*Cynodon dactylon* cv. Tifton-85) durante a época das águas, para os diferentes níveis de produção¹

Componente	Dias em lactação							
	14	42	70	112	168	231	294	305
Baixo								
Fubá de milho	0,00	0,00	0,00	0,00	4,49	0,48	5,28	7,80
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	2,08	12,95	5,07	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de soja	22,43	0,00	0,00	5,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de algodão	2,69	17,62	21,91	10,59	1,50	0,00	0,00	0,00
Uréia	0,00	1,04	0,62	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00
Minerais e vitaminas	2,46	2,47	2,55	2,75	2,56	2,52	2,53	2,49
Bicarbonato de sódio	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silagem de Milho	72,42	78,87	74,92	80,40	20,35	0,00	0,00	0,00
Capim Tifton-85	0,00	0,00	0,00	0,00	69,02	84,05	87,13	89,70
Médio-Baixo								
Fubá de milho	13,37	4,32	0,79	0,00	9,46	23,87	17,46	11,07
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	9,93	0,00	0,80	6,97
Farelo de trigo	0,00	0,00	7,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de soja	34,20	18,44	12,91	10,44	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	5,53	10,55	2,87	0,00	0,00
Uréia	0,00	0,70	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Minerais e vitaminas	2,47	2,49	2,53	2,52	2,51	2,52	2,51	2,50
Bicarbonato de sódio	1,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silagem de Milho	48,90	74,06	75,53	80,52	23,78	0,00	0,00	0,00
Capim Tifton-85	0,00	0,00	0,00	0,00	43,76	70,73	79,23	79,47
Médio								
Fubá de milho	25,05	16,69	15,13	16,77	29,17	36,25	30,74	27,68
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de soja	31,23	22,15	18,60	13,46	0,64	0,00	0,00	0,00
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	4,14	13,37	10,08	0,00	0,00
Uréia	0,00	1,00	1,00	1,00	1,04	1,02	0,92	0,00
Minerais e vitaminas	2,50	2,51	2,58	2,52	2,62	2,49	2,53	2,61
Bicarbonato de sódio	0,94	0,75	0,00	0,00	0,73	0,00	0,00	0,00
Silagem de Milho	40,28	56,89	62,00	62,11	28,05	0,00	0,00	0,00
Capim Tifton-85	0,00	0,00	0,00	0,00	24,39	50,16	65,81	69,71
Médio-Alto								
Fubá de milho	20,86	27,70	29,37	27,03	32,26	37,54	31,18	28,68
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de soja	34,93	20,09	19,40	17,75	2,85	5,81	6,10	3,66
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	0,00	11,89	4,88	0,00	0,00
Uréia	0,00	0,97	1,01	1,02	1,01	1,01	1,00	0,98
Minerais e vitaminas	2,51	2,51	2,50	2,52	2,52	2,50	2,50	2,48
Bicarbonato de sódio	0,86	0,69	0,64	0,64	0,67	0,71	0,00	0,00
Silagem de Milho	40,84	48,03	47,08	51,04	36,40	0,00	0,00	0,00
Capim Tifton-85	0,00	0,00	0,00	0,00	12,39	47,55	59,21	64,21

¹ Os resultados dos dias em lactação 14, 42, 70 e 112 são iguais aos da silagem de milho como volumoso exclusivo.

Tabela 12A – Composição das dietas, em % da matéria seca, para a estratégia de alimentação contendo cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim brachiaria (*Brachiaria brizantha* sp.) durante a época das águas, para os diferentes níveis de produção

Componente	Dias em lactação							
	14	42	70	112	168	231	294	305
Baixo								
Fubá de milho	3,18	0,00	10,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,72	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de soja	40,52	15,40	0,00	6,09	0,00	6,90	6,52	4,60
Farelo de algodão	3,49	16,90	28,66	20,00	16,18	2,23	0,68	2,87
Uréia	0,00	0,15	0,83	1,04	1,06	0,99	1,00	1,01
Minerais e vitaminas	2,46	2,47	2,55	2,53	2,56	2,52	2,53	2,49
Bicarbonato de sódio	1,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cana-de-açúcar	49,17	65,07	57,79	70,33	30,16	0,00	0,00	0,00
Capim brachiaria	0,00	0,00	0,00	0,00	50,04	81,64	89,27	89,03
Médio-Baixo								
Fubá de milho	11,96	5,76	3,91	1,28	3,19	14,25	9,11	7,10
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	16,99	2,14	0,00	0,00
Farelo de soja	43,64	35,39	27,55	28,82	9,52	10,00	9,20	8,54
Farelo de algodão	0,00	0,00	5,42	6,99	0,00	0,00	0,00	0,00
Uréia	0,00	0,00	0,00	0,66	1,02	0,98	1,00	1,03
Minerais e vitaminas	2,47	2,49	2,53	2,52	2,51	2,52	2,51	2,50
Bicarbonato de sódio	1,06	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cana-de-açúcar	40,87	55,51	60,59	59,73	23,78	0,00	0,00	0,00
Capim brachiaria	0,00	0,00	0,00	0,00	40,09	70,10	78,18	80,84
Médio								
Fubá de milho	24,77	12,66	17,22	17,66	19,67	21,79	21,77	19,10
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	3,29	15,96	0,00	0,00
Farelo de soja	31,19	39,41	36,62	34,88	16,56	7,73	12,09	11,22
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,76	0,99	0,00	0,00	0,00	0,00
Uréia	0,99	0,00	0,00	1,00	1,04	1,02	1,00	1,03
Minerais e vitaminas	2,47	2,51	2,52	2,52	2,62	2,49	2,53	2,61
Bicarbonato de sódio	0,93	0,75	0,70	0,70	0,73	0,00	0,00	0,00
Cana-de-açúcar	39,64	44,66	42,18	42,25	28,04	0,00	0,00	0,00
Capim brachiaria	0,00	0,00	0,00	0,00	28,04	51,01	62,61	66,04
Médio-Alto								
Fubá de milho	18,16	16,98	23,31	20,81	25,32	28,00	23,43	19,75
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,92	0,00	0,00
Farelo de soja	42,62	45,05	37,86	40,11	24,00	10,81	12,36	11,80
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	0,00	0,00	0,00
Uréia	0,00	0,00	1,01	1,02	1,01	1,01	1,00	0,98
Minerais e vitaminas	2,51	2,51	2,50	2,52	2,52	2,50	2,50	2,48
Bicarbonato de sódio	0,86	0,69	0,64	0,64	0,67	0,71	0,00	0,00
Cana-de-açúcar	35,82	34,76	34,08	34,90	33,60	0,00	0,00	0,00
Capim brachiaria	0,00	0,00	0,00	0,00	11,20	48,06	60,70	64,99

Tabela 13A – Composição das dietas, em % da matéria seca, para a estratégia de alimentação contendo cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier) durante a época das águas, para os diferentes níveis de produção

Componente	Dias em lactação							
	14	42	70	112	168	231	294	305
Baixo								
Fubá de milho	3,18	0,00	10,17	0,00	0,00	6,97	9,41	5,39
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	1,52	7,35	0,00	4,17
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de soja	40,52	15,40	0,00	6,09	4,30	0,00	0,00	0,00
Farelo de algodão	3,49	16,90	28,66	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uréia	0,00	0,15	0,83	1,04	1,06	0,77	0,52	0,55
Minerais e vitaminas	2,46	2,47	2,55	2,53	2,56	2,52	2,53	2,49
Bicarbonato de sódio	1,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cana-de-açúcar	49,17	65,07	57,79	70,33	30,16	0,00	0,00	0,00
Capim-elefante	0,00	0,00	0,00	0,00	60,41	82,40	87,54	87,39
Médio-Baixo								
Fubá de milho	11,96	5,76	3,91	1,28	3,46	24,33	19,76	14,90
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	9,74	0,00	0,00	3,70
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	16,99	0,91	0,00	0,00
Farelo de soja	43,64	35,39	27,55	28,82	5,73	1,85	0,00	0,00
Farelo de algodão	0,00	0,00	5,42	6,99	0,00	0,00	0,00	0,00
Uréia	0,00	0,00	0,00	0,66	1,02	0,98	0,97	0,95
Minerais e vitaminas	2,47	2,49	2,53	2,52	2,51	2,52	2,51	2,50
Bicarbonato de sódio	1,06	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cana-de-açúcar	40,87	55,51	60,59	59,73	23,78	0,00	0,00	0,00
Capim-elefante	0,00	0,00	0,00	0,00	36,76	69,40	76,77	77,96
Médio								
Fubá de milho	24,77	12,66	17,22	17,66	26,39	28,96	30,49	28,24
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,96	0,00	0,00
Farelo de soja	31,19	39,41	36,62	34,88	10,46	1,68	4,62	3,32
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,76	0,99	6,32	0,00	0,00	0,00
Uréia	0,99	0,00	0,00	1,00	1,04	1,02	1,00	1,03
Minerais e vitaminas	2,47	2,51	2,52	2,52	2,62	2,49	2,53	2,61
Bicarbonato de sódio	0,93	0,75	0,70	0,70	0,73	0,00	0,00	0,00
Cana-de-açúcar	39,64	44,66	42,18	42,25	28,04	0,00	0,00	0,00
Capim-elefante	0,00	0,00	0,00	0,00	24,39	49,88	61,37	64,80
Médio-Alto								
Fubá de milho	18,16	16,98	23,31	20,81	25,95	35,23	31,99	28,84
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,57	0,00	0,00
Farelo de soja	42,62	45,05	37,86	40,11	24,51	5,43	5,11	4,03
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00
Uréia	0,00	0,00	1,01	1,02	1,01	1,01	1,00	0,98
Minerais e vitaminas	2,51	2,51	2,50	2,52	2,52	2,50	2,50	2,48
Bicarbonato de sódio	0,86	0,69	0,64	0,64	0,67	0,71	0,00	0,00
Cana-de-açúcar	35,82	34,76	34,08	34,90	33,60	0,00	0,00	0,00
Capim-elefante	0,00	0,00	0,00	0,00	11,20	47,55	59,39	63,67

¹ Os resultados dos dias em lactação 14, 42, 70 e 112 são iguais aos da cana-de-açúcar como volumoso exclusivo.

Tabela 14A – Composição das dietas, em % da matéria seca, para a estratégia de alimentação contendo cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim Tifton-85 (*Cynodon dactylon* cv. Tifton-85) durante a época das águas, para os diferentes níveis de produção¹

Componente	Dias em lactação							
	14	42	70	112	168	231	294	305
Baixo								
Fubá de milho	3,18	0,00	10,17	0,00	0,00	0,48	5,28	7,80
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	3,14	12,95	5,07	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de soja	40,52	15,40	0,00	6,09	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de algodão	3,49	16,90	28,66	20,00	14,88	0,00	0,00	0,00
Uréia	0,00	0,15	0,83	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Minerais e vitaminas	2,46	2,47	2,55	2,53	2,56	2,52	2,53	2,49
Bicarbonato de sódio	1,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cana-de-açúcar	49,17	65,07	57,79	70,33	39,45	0,00	0,00	0,00
Capim Tifton-85	0,00	0,00	0,00	0,00	39,97	84,05	87,13	89,70
Médio-Baixo								
Fubá de milho	11,96	5,76	3,91	1,28	18,59	23,87	17,46	11,07
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	6,97
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de soja	43,64	35,39	27,55	28,82	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de algodão	0,00	0,00	5,42	6,99	16,85	2,87	0,00	0,00
Uréia	0,00	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00
Minerais e vitaminas	2,47	2,49	2,53	2,52	2,51	2,52	2,51	2,50
Bicarbonato de sódio	1,06	0,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Cana-de-açúcar	40,87	55,51	60,59	59,73	23,78	0,00	0,00	0,00
Capim Tifton-85	0,00	0,00	0,00	0,00	38,26	70,73	79,23	79,47
Médio								
Fubá de milho	24,77	12,66	17,22	17,66	21,73	36,25	30,74	27,68
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de soja	31,19	39,41	36,62	34,88	19,14	0,00	0,00	0,00
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,76	0,99	2,31	10,08	0,00	0,00
Uréia	0,99	0,00	0,00	1,00	1,04	1,02	0,92	0,00
Minerais e vitaminas	2,47	2,51	2,52	2,52	2,62	2,49	2,53	2,61
Bicarbonato de sódio	0,93	0,75	0,70	0,70	0,73	0,00	0,00	0,00
Cana-de-açúcar	39,64	44,66	42,18	42,25	28,04	0,00	0,00	0,00
Capim Tifton-85	0,00	0,00	0,00	0,00	24,39	50,16	65,81	69,71
Médio-Alto								
Fubá de milho	18,16	16,98	23,31	20,81	23,86	37,54	31,18	28,68
Polpa cítrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de trigo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Farelo de soja	42,62	45,05	37,86	40,11	29,10	5,81	6,10	3,66
Farelo de algodão	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	4,88	0,00	0,00
Uréia	0,00	0,00	1,01	1,02	1,01	1,01	1,00	0,98
Minerais e vitaminas	2,51	2,51	2,50	2,52	2,52	2,50	2,50	2,48
Bicarbonato de sódio	0,86	0,69	0,64	0,64	0,67	0,71	0,00	0,00
Cana-de-açúcar	35,82	34,76	34,08	34,90	32,48	0,00	0,00	0,00
Capim Tifton-85	0,00	0,00	0,00	0,00	10,08	47,55	59,21	64,21

¹ Os resultados dos dias em lactação 14, 42, 70 e 112 são iguais aos da cana-de-açúcar como volumoso exclusivo.

Tabela 15A – Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia líquida de lactação (ELI), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), FDN efetivo (FDNe), quantidade de concentrados fornecidas diariamente (QCON), participação do concentrado (CON) e do volumoso (VOL) nas rações para a estratégia de alimentação contendo silagem de milho (*Zea mays*) como volumoso durante a lactação, para os diferentes níveis de produção

Componente	Dias em lactação							
	14	42	70	112	168	231	294	305
Baixo								
MS, %	38,0	36,0	38,0	36,0	36,0	36,0	36,0	36,0
PB, %MS	16,7	15,2	15,4	15,3	15,1	15,1	15,2	15,2
NDT, %MS	67,0	61,0	61,0	63,0	62,0	62,0	62,0	63,0
ELI, Mcal/kg MS	1,62	1,47	1,46	1,50	1,48	1,49	1,49	1,51
CNF, %MS	31,0	29,0	28,0	30,0	29,0	29,0	29,0	29,0
FDN, %MS	43,0	50,2	50,1	48,5	50,0	50,0	50,0	49,5
FDNe, %MS	34,0	37,0	36,0	38,0	38,0	37,0	37,0	37,0
QCON, kg/dia	3,12	2,89	3,66	2,65	2,65	2,53	2,60	2,39
CON, % dieta	27,58	21,13	25,08	19,61	20,27	20,62	20,79	20,11
VOL, % dieta	72,42	78,87	74,92	80,40	79,73	79,38	79,21	79,89
Médio-Baixo								
MS, %	47,0	38,0	37,0	36,0	38,0	37,0	36,0	36,0
PB, %MS	20,8	16,3	15,6	15,5	15,1	15,2	15,3	15,2
NDT, %MS	71,0	66,0	64,0	63,0	61,0	61,0	63,0	63,0
ELI, Mcal/kg MS	1,76	1,59	1,54	1,51	1,47	1,47	1,51	1,49
CNF, %MS	36,0	34,0	32,0	31,0	29,0	29,0	30,0	29,0
FDN, %MS	32,6	42,6	45,2	46,9	49,7	50,2	48,7	50,0
FDNe, %MS	24,0	34,0	36,0	37,0	36,0	37,0	30,0	37,0
QCON, kg/dia	6,50	4,06	4,08	3,23	4,11	3,23	2,75	2,74
CON, % dieta	51,10	25,95	24,46	19,49	25,37	21,39	20,04	20,53
VOL, % dieta	48,90	74,06	75,53	80,52	74,63	78,60	79,96	79,47
Médio								
MS, %	51,0	44,0	42,0	42,0	41,0	39,0	36,0	38,0
PB, %MS	19,9	18,9	17,4	16,7	15,8	15,1	15,3	15,4
NDT, %MS	73,0	69,0	67,0	67,0	65,0	63,0	62,0	61,0
ELI, Mcal/kg MS	1,81	1,68	1,63	1,62	1,57	1,51	1,48	1,46
CNF, %MS	41,0	38,0	37,0	38,0	34,0	30,0	30,0	28,0
FDN, %MS	29,2	35,6	37,6	39,1	43,3	47,5	48,9	50,2
FDNe, %MS	20,0	27,0	29,0	29,0	32,0	35,0	37,0	36,0
QCON, kg/dia	8,57	7,68	7,25	7,22	6,77	5,26	3,41	4,13
CON, % dieta	59,72	43,10	37,31	37,89	36,89	30,21	20,73	25,88
VOL, % dieta	40,28	56,89	62,00	62,11	63,11	69,79	79,28	74,11
Médio-Alto								
MS, %	51,0	47,0	48,0	46,0	43,0	38,0	36,0	37,0
PB, %MS	21,3	18,2	18,1	17,4	16,4	15,6	15,4	15,2
NDT, %MS	73,0	70,0	70,0	69,0	66,0	64,0	62,0	61,0
ELI, Mcal/kg MS	1,79	1,72	1,72	1,69	1,61	1,55	1,50	1,47
CNF, %MS	39,0	42,0	43,0	42,0	37,0	33,0	30,0	29,0
FDN, %MS	29,4	32,1	31,7	33,3	39,7	44,6	47,7	49,8
FDNe, %MS	21,0	23,0	23,0	25,0	29,0	35,0	37,0	37,0
QCON, kg/dia	9,27	10,20	11,15	10,25	8,19	5,12	3,49	3,57
CON, % dieta	59,16	51,96	52,92	48,96	41,47	27,31	19,90	21,29
VOL, % dieta	40,84	48,03	47,08	51,04	59,07	72,69	80,10	78,72

Tabela 15A – Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia líquida de lactação (ELI), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), FDN efetivo (FDNe), quantidade de concentrados fornecidas diariamente (QCON), participação do concentrado (CON) e do volumoso (VOL) nas rações para a estratégia de alimentação contendo silagem de milho (*Zea mays*) como volumoso durante a lactação, para os diferentes níveis de produção (continuação)

	Alto							
MS, %	51,0	51,0	50,0	51,0	49,0	43,0	38,0	36,0
PB, %MS	19,9	19,7	18,0	18,0	17,8	16,9	16,2	15,7
NDT, %MS	72,0	71,0	71,0	71,0	71,0	68,0	66,0	64,0
ELI, Mcal/kg MS	1,79	1,76	1,74	1,75	1,74	1,65	1,59	1,54
CNF, %MS	41,0	43,0	45,0	46,0	44,0	39,0	35,0	32,0
FDN, %MS	29,2	29,5	29,7	29,0	30,6	36,5	41,9	45,6
FDNe, %MS	20,0	21,0	21,0	20,0	22,0	28,0	34,0	37,0
QCON, kg/dia	10,32	12,72	13,59	13,85	12,27	8,32	5,20	3,24
CON, % dieta	59,65	58,49	58,04	59,71	55,81	40,80	27,37	18,93
VOL, % dieta	40,35	41,50	41,96	40,29	44,18	59,20	72,62	81,07

Tabela 16A – Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia líquida de lactação (ELI), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), FDN efetivo (FDNe), quantidade de concentrados fornecidas diariamente (QCON), participação do concentrado (CON) e do volumoso (VOL) nas rações para a estratégia de alimentação contendo silagem de milho (*Zea mays*) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim brachiaria (*Brachiaria brizantha* sp.) durante a época das águas, para os diferentes níveis de produção

Componente	Dias em lactação							
	14	42	70	112	168	231	294	305
Baixo								
MS, %	38,0	36,0	38,0	36,0	19,0	17,0	16,0	16,0
PB, %MS	16,7	15,2	15,4	15,3	15,5	16,3	15,9	15,9
NDT, %MS	67,0	61,0	61,0	63,0	57,0	59,0	58,0	58,0
ELI, Mcal/kg MS	1,62	1,47	1,46	1,50	1,34	1,40	1,37	1,36
CNF, %MS	31,0	29,0	28,0	30,0	15,0	15,0	12,0	11,0
FDN, %MS	43,0	50,2	50,1	48,5	60,3	58,5	61,9	62,4
FDNe, %MS	34,0	37,0	36,0	38,0	37,0	34,0	37,0	37,0
QCON, kg/dia	3,13	2,89	3,66	2,65	1,99	2,67	1,52	1,53
CON, % dieta	27,58	21,13	25,08	19,61	13,87	18,36	10,73	10,97
VOL, % dieta	72,42	78,87	74,92	80,40	86,13	81,64	89,27	89,03
Médio-Baixo								
MS, %	47,0	38,0	37,0	36,0	26,0	19,0	18,0	17,0
PB, %MS	20,8	16,3	15,6	15,5	15,9	16,9	16,6	16,5
NDT, %MS	71,0	66,0	64,0	63,0	61,0	63,0	61,0	60,0
ELI, Mcal/kg MS	1,76	1,59	1,54	1,51	1,47	1,50	1,45	1,44
CNF, %MS	36,0	34,0	32,0	31,0	25,0	21,0	18,0	16,0
FDN, %MS	32,6	42,6	45,2	46,9	50,4	51,8	55,6	57,0
FDNe, %MS	24,0	34,0	36,0	37,0	31,0	30,0	32,0	33,0
QCON, kg/dia	6,50	4,06	4,08	3,23	6,01	4,77	3,39	2,89
CON, % dieta	51,10	25,95	24,46	19,49	36,42	29,89	21,82	19,17
VOL, % dieta	48,90	74,06	75,53	80,52	63,57	70,10	78,18	80,84
Médio								
MS, %	51,0	44,0	42,0	42,0	33,0	25,0	21,0	20,0
PB, %MS	19,9	18,9	17,4	16,7	16,3	17,0	17,4	17,2
NDT, %MS	73,0	69,0	67,0	67,0	65,0	66,0	65,0	64,0
ELI, Mcal/kg MS	1,81	1,68	1,63	1,62	1,57	1,59	1,57	1,55
CNF, %MS	41,0	38,0	37,0	38,0	32,0	28,0	26,0	24,0
FDN, %MS	29,2	35,6	37,6	39,1	42,7	45,5	47,1	49,0
FDNe, %MS	20,0	27,0	29,0	29,0	28,0	24,0	27,0	28,0
QCON, kg/dia	8,58	7,68	7,25	7,22	8,13	8,63	6,31	5,50
CON, % dieta	59,72	43,10	37,31	37,89	44,25	48,99	37,39	33,96
VOL, % dieta	40,28	56,89	62,00	62,11	55,75	51,01	62,61	66,04
Médio-Alto								
MS, %	51,0	47,0	48,0	46,0	39,0	26,0	22,0	21,0
PB, %MS	21,3	18,2	18,1	17,4	16,8	17,4	17,5	17,3
NDT, %MS	73,0	70,0	70,0	69,0	67,0	67,0	65,0	64,0
ELI, Mcal/kg MS	1,79	1,72	1,72	1,69	1,63	1,62	1,58	1,55
CNF, %MS	39,0	42,0	43,0	42,0	37,,0	31,0	27,0	25,0
FDN, %MS	29,4	32,1	31,7	33,3	38,1	41,7	46,1	48,4
FDNe, %MS	21,0	23,0	23,0	25,0	26,0	22,0	26,0	28,0
QCON, kg/dia	9,27	10,20	11,16	10,25	9,34	9,81	7,04	6,02
CON, % dieta	59,16	51,96	52,92	48,96	46,66	51,95	39,29	35,01
VOL, % dieta	40,84	48,03	47,08	51,04	53,34	48,06	60,70	64,99

Tabela 17A – Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia líquida de lactação (ELI), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), FDN efetivo (FDNe), quantidade de concentrados fornecidas diariamente (QCON), participação do concentrado (CON) e do volumoso (VOL) nas rações para a estratégia de alimentação contendo silagem de milho (*Zea mays*) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier) durante a época das águas, para os diferentes níveis de produção

Componente	Dias em lactação							
	14	42	70	112	168	231	294	305
Baixo								
MS, %	38,0	36,0	38,0	36,0	22,0	21,0	20,0	20,0
PB, %MS	16,7	15,2	15,4	15,3	14,7	15,1	14,9	14,9
NDT, %MS	67,0	61,0	61,0	63,0	57,0	58,0	58,0	57,0
ELI, Mcal/kg MS	1,62	1,47	1,46	1,50	1,34	1,38	1,37	1,36
CNF, %MS	31,0	29,0	28,0	30,0	20,0	19,0	17,0	17,0
FDN, %MS	43,0	50,2	50,1	48,5	61,6	61,6	64,3	64,4
FDNe, %MS	34,0	37,0	36,0	38,0	39,0	36,0	38,0	38,0
QCON, kg/dia	3,13	2,89	3,66	2,65	1,61	2,58	1,79	1,80
CON, % dieta	27,58	21,13	25,08	19,61	11,00	17,61	12,46	12,60
VOL, % dieta	72,42	78,87	74,92	80,40	88,99	82,40	87,54	87,39
Médio-Baixo								
MS, %	47,0	38,0	37,0	36,0	31,0	24,0	22,0	22,0
PB, %MS	20,8	16,3	15,6	15,5	15,5	16,0	15,6	15,5
NDT, %MS	71,0	66,0	64,0	63,0	61,0	62,0	61,0	60,0
ELI, Mcal/kg MS	1,76	1,59	1,54	1,51	1,47	1,50	1,45	1,43
CNF, %MS	36,0	34,0	32,0	31,0	28,0	26,0	23,0	22,0
FDN, %MS	32,6	42,6	45,2	46,9	50,4	53,9	57,9	58,8
FDNe, %MS	24,0	34,0	36,0	37,0	31,0	31,0	33,0	34,0
QCON, kg/dia	6,50	4,06	4,08	3,23	6,56	4,89	3,62	3,37
CON, % dieta	51,10	25,95	24,46	19,49	39,56	30,59	23,24	22,05
VOL, % dieta	48,90	74,06	75,53	80,52	60,45	69,40	76,77	77,96
Médio								
MS, %	51,0	44,0	42,0	42,0	35,0	30,0	24,0	25,0
PB, %MS	19,9	18,9	17,4	16,7	16,1	16,4	16,1	16,4
NDT, %MS	73,0	69,0	67,0	67,0	65,0	65,0	62,0	64,0
ELI, Mcal/kg MS	1,81	1,68	1,63	1,62	1,57	1,59	1,49	1,54
CNF, %MS	41,0	38,0	37,0	38,0	34,0	32,0	27,0	29,0
FDN, %MS	29,2	35,6	37,6	39,1	43,5	46,9	53,2	50,9
FDNe, %MS	20,0	27,0	29,0	29,0	27,0	25,0	30,0	29,0
QCON, kg/dia	8,58	7,68	7,25	7,22	8,55	8,83	6,53	5,75
CON, % dieta	59,72	43,10	37,31	37,89	46,48	50,11	38,64	35,20
VOL, % dieta	40,28	56,89	62,00	62,11	53,52	49,88	61,37	64,80
Médio-Alto								
MS, %	51,0	47,0	48,0	46,0	40,0	31,0	27,0	25,0
PB, %MS	21,3	18,2	18,1	17,4	16,8	16,9	16,8	16,5
NDT, %MS	73,0	70,0	70,0	69,0	67,0	66,0	65,0	64,0
ELI, Mcal/kg MS	1,79	1,72	1,72	1,69	1,63	1,61	1,57	1,55
CNF, %MS	39,0	42,0	43,0	42,0	38,0	35,0	31,0	29,0
FDN, %MS	29,4	32,1	31,7	33,3	38,6	43,0	47,8	50,3
FDNe, %MS	21,0	23,0	23,0	25,0	25,0	23,0	27,0	28,0
QCON, kg/dia	9,27	10,20	11,16	10,25	9,77	9,92	7,29	6,26
CON, % dieta	59,16	51,96	52,92	48,96	48,78	52,45	40,60	36,33
VOL, % dieta	40,84	48,03	47,08	51,04	51,21	47,55	59,39	63,67

Tabela 18A – Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia líquida de lactação (ELI), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), FDN efetivo (FDNe), quantidade de concentrados fornecidas diariamente (QCON), participação do concentrado (CON) e do volumoso (VOL) nas rações para a estratégia de alimentação contendo silagem de milho (*Zea mays*) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim Tifton-85 (*Cynodon dactylon* cv. Tifton-85) durante a época das águas, para os diferentes níveis de produção

Componente	Dias em lactação							
	14	42	70	112	168	231	294	305
Baixo								
MS, %	38,0	36,0	38,0	36,0	22,0	21,0	20,0	20,0
PB, %MS	16,7	15,2	15,4	15,3	14,5	15,4	15,8	16,2
NDT, %MS	67,0	61,0	61,0	63,0	59,0	59,0	59,0	59,0
ELI, Mcal/kg MS	1,62	1,47	1,46	1,50	1,39	1,40	1,41	1,41
CNF, %MS	31,0	29,0	28,0	30,0	18,0	17,0	15,0	14,0
FDN, %MS	43,0	50,2	50,1	48,5	57,4	57,1	58,3	59,4
FDNe, %MS	34,0	37,0	36,0	38,0	36,0	34,0	34,0	34,0
QCON, kg/dia	3,13	2,89	3,66	2,65	1,56	2,35	1,87	1,46
CON, % dieta	27,58	21,13	25,08	19,61	10,63	15,95	12,88	10,29
VOL, % dieta	72,42	78,87	74,92	80,40	89,37	84,05	87,13	89,70
Médio-Baixo								
MS, %	47,0	38,0	37,0	36,0	28,0	23,0	21,0	21,0
PB, %MS	20,8	16,3	15,6	15,5	14,8	15,5	15,3	15,2
NDT, %MS	71,0	66,0	64,0	63,0	61,0	63,0	62,0	61,0
ELI, Mcal/kg MS	1,76	1,59	1,54	1,51	1,47	1,52	1,47	1,46
CNF, %MS	36,0	34,0	32,0	31,0	27,0	24,0	20,0	20,0
FDN, %MS	32,6	42,6	45,2	46,9	49,1	50,5	54,0	54,4
FDNe, %MS	24,0	34,0	36,0	37,0	30,0	28,0	31,0	32,0
QCON, kg/dia	6,50	4,06	4,08	3,23	5,36	4,68	3,25	3,15
CON, % dieta	51,10	25,95	24,46	19,49	32,45	29,26	20,77	20,54
VOL, % dieta	48,90	74,06	75,53	80,52	67,54	70,73	79,23	79,47
Médio								
MS, %	51,0	44,0	42,0	42,0	36,0	30,0	25,0	24,0
PB, %MS	19,9	18,9	17,4	16,7	17,2	18,8	16,8	14,6
NDT, %MS	73,0	69,0	67,0	67,0	65,0	67,0	65,0	64,0
ELI, Mcal/kg MS	1,81	1,68	1,63	1,62	1,59	1,63	1,58	1,54
CNF, %MS	41,0	38,0	37,0	38,0	35,0	32,0	28,0	26,0
FDN, %MS	29,2	35,6	37,6	39,1	41,0	42,2	46,9	49,0
FDNe, %MS	20,0	27,0	29,0	29,0	24,0	24,0	26,0	28,0
QCON, kg/dia	8,58	7,68	7,25	7,22	8,71	8,76	5,78	4,96
CON, % dieta	59,72	43,10	37,31	37,89	47,57	49,84	34,19	30,29
VOL, % dieta	40,28	56,89	62,00	62,11	52,44	50,16	65,81	69,71
Médio-Alto								
MS, %	51,0	47,0	48,0	46,0	41,0	31,0	27,0	25,0
PB, %MS	21,3	18,2	18,1	17,4	16,5	19,2	18,8	18,2
NDT, %MS	73,0	70,0	70,0	69,0	67,0	68,0	67,0	66,0
ELI, Mcal/kg MS	1,79	1,72	1,72	1,69	1,63	1,66	1,63	1,57
CNF, %MS	39,0	42,0	43,0	42,0	39,0	34,0	30,0	28,0
FDN, %MS	29,4	32,1	31,7	33,3	37,7	39,0	43,5	46,1
FDNe, %MS	21,0	23,0	23,0	25,0	23,0	20,0	24,0	26,0
QCON, kg/dia	9,27	10,20	11,16	10,25	10,23	9,90	7,32	6,16
CON, % dieta	59,16	51,96	52,92	48,96	51,20	52,45	40,78	35,80
VOL, % dieta	40,84	48,03	47,08	51,04	48,79	47,55	59,21	64,21

Tabela 19A – Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia líquida de lactação (ELI), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), FDN efetivo (FDNe), quantidade de concentrados fornecidas diariamente (QCON), participação do concentrado (CON) e do volumoso (VOL) nas rações para a estratégia de alimentação contendo cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim brachiaria (*Brachiaria brizantha* sp.) durante a época das águas, para os diferentes níveis de produção

Componente	Dias em lactação							
	14	42	70	112	168	231	294	305
Baixo								
MS, %	45,0	39,0	41,0	37,0	21,0	17,0	16,0	16,0
PB, %MS	21,9	15,7	15,6	15,1	15,4	16,3	15,9	15,9
NDT, %MS	68,0	61,0	61,0	59,0	57,0	59,0	58,0	58,0
ELI, Mcal/kg MS	1,67	1,47	1,45	1,41	1,33	1,40	1,37	1,36
CNF, %MS	32,0	30,0	32,0	30,0	18,0	15,0	12,0	11,0
FDN, %MS	35,9	47,3	47,8	50,4	58,8	58,5	61,9	62,4
FDNe, %MS	19,0	25,0	23,0	26,0	32,0	34,0	37,0	37,0
QCON, kg/dia	5,78	4,86	6,22	4,38	2,86	2,67	1,52	1,53
CON, % dieta	50,83	34,92	42,21	29,66	19,80	18,36	10,73	10,97
VOL, % dieta	49,17	65,07	57,79	70,33	80,20	81,64	89,27	89,03
Médio-Baixo								
MS, %	49,0	42,0	40,0	41,0	25,0	19,0	18,0	17,0
PB, %MS	22,7	18,6	16,9	19,7	15,8	16,9	16,6	16,5
NDT, %MS	71,0	66,0	64,0	64,0	61,0	63,0	61,0	60,0
ELI, Mcal/kg MS	1,75	1,61	1,54	1,55	1,47	1,50	1,45	1,44
CNF, %MS	36,0	35,0	33,0	32,0	25,0	21,0	18,0	16,0
FDN, %MS	31,1	37,5	41,5	41,6	50,4	51,8	55,6	57,0
FDNe, %MS	16,0	21,0	23,0	22,0	28,0	30,0	32,0	33,0
QCON, kg/dia	7,52	7,01	6,02	6,77	5,96	4,77	3,39	2,89
CON, % dieta	59,13	44,49	39,41	40,27	33,23	29,89	21,82	19,17
VOL, % dieta	40,87	55,51	60,59	59,73	63,87	70,10	78,18	80,84
Médio								
MS, %	50,0	47,0	48,0	48,0	30,0	25,0	21,0	20,0
PB, %MS	20,8	20,8	20,2	22,3	16,9	17,0	17,4	17,2
NDT, %MS	72,0	69,0	69,0	70,0	65,0	66,0	65,0	64,0
ELI, Mcal/kg MS	1,77	1,69	1,70	1,71	1,57	1,59	1,57	1,55
CNF, %MS	41,0	37,0	38,0	38,0	33,0	28,0	26,0	24,0
FDN, %MS	30,4	32,8	31,9	31,9	41,4	45,5	47,1	49,0
FDNe, %MS	16,0	17,0	17,0	17,0	23,0	24,0	27,0	28,0
QCON, kg/dia	8,65	9,89	11,08	11,03	7,45	8,63	6,31	5,50
CON, % dieta	60,35	55,33	57,82	57,75	43,91	48,99	37,39	33,96
VOL, % dieta	39,64	44,66	42,18	42,25	56,08	51,01	62,61	66,04
Médio-Alto								
MS, %	52,0	53,0	53,0	52,0	40,0	26,0	22,0	21,0
PB, %MS	22,7	23,7	23,9	24,6	19,2	17,4	17,5	17,3
NDT, %MS	72,0	72,0	72,0	72,0	68,0	67,0	65,0	64,0
ELI, Mcal/kg MS	1,78	1,76	1,77	1,77	1,67	1,62	1,58	1,55
CNF, %MS	38,0	38,0	40,0	39,0	39,0	31,0	27,0	25,0
FDN, %MS	28,9	28,5	28,2	28,4	34,4	41,7	46,1	48,4
FDNe, %MS	15,0	14,0	14,0	14,0	18,0	22,0	26,0	28,0
QCON, kg/dia	10,06	12,83	13,77	13,64	11,05	9,81	7,04	6,02
CON, % dieta	64,15	65,23	65,32	65,10	55,19	51,95	39,29	35,01
VOL, % dieta	35,82	34,76	34,08	34,90	44,80	48,06	60,70	64,99

Tabela 20A – Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia líquida de lactação (ELI), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), FDN efetivo (FDNe), quantidade de concentrados fornecidas diariamente (QCON), participação do concentrado (CON) e do volumoso (VOL) nas rações para a estratégia de alimentação contendo cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier) durante a época das águas, para os diferentes níveis de produção

Componente	Dias em lactação							
	14	42	70	112	168	231	294	305
Baixo								
MS, %	45,0	39,0	41,0	37,0	22,0	21,0	20,0	20,0
PB, %MS	21,9	15,7	15,6	15,1	14,5	15,1	14,9	14,9
NDT, %MS	68,0	61,0	61,0	59,0	56,0	58,0	58,0	57,0
ELI, Mcal/kg MS	1,67	1,47	1,45	1,41	1,33	1,38	1,37	1,36
CNF, %MS	32,0	30,0	32,0	30,0	20,0	19,0	17,0	17,0
FDN, %MS	35,9	47,3	47,8	50,4	61,6	61,6	64,3	64,4
FDNe, %MS	19,0	25,0	23,0	26,0	37,0	36,0	38,0	38,0
QCON, kg/dia	5,78	4,86	6,22	4,38	1,35	2,58	1,79	1,80
CON, % dieta	50,83	34,92	42,21	29,66	9,44	17,61	12,46	12,60
VOL, % dieta	49,17	65,07	57,79	70,33	90,57	82,40	87,54	87,39
Médio-Baixo								
MS, %	49,0	42,0	40,0	41,0	30,0	24,0	22,0	22,0
PB, %MS	22,7	18,6	16,9	19,7	15,4	16,0	15,6	15,5
NDT, %MS	71,0	66,0	64,0	64,0	61,0	62,0	61,0	60,0
ELI, Mcal/kg MS	1,75	1,61	1,54	1,55	1,46	1,50	1,45	1,43
CNF, %MS	36,0	35,0	33,0	32,0	29,0	26,0	23,0	22,0
FDN, %MS	31,1	37,5	41,5	41,6	50,4	53,9	57,9	58,8
FDNe, %MS	16,0	21,0	23,0	22,0	29,0	31,0	33,0	34,0
QCON, kg/dia	7,52	7,01	6,02	6,77	6,53	4,89	3,62	3,37
CON, % dieta	59,13	44,49	39,41	40,27	39,45	30,59	23,24	22,05
VOL, % dieta	40,87	55,51	60,59	59,73	60,54	69,40	76,77	77,96
Médio								
MS, %	50,0	47,0	48,0	48,0	35,0	30,0	24,0	25,0
PB, %MS	20,8	20,8	20,2	22,3	16,9	16,4	16,1	16,4
NDT, %MS	72,0	69,0	69,0	70,0	65,0	65,0	62,0	64,0
ELI, Mcal/kg MS	1,77	1,69	1,70	1,71	1,57	1,59	1,49	1,54
CNF, %MS	41,0	37,0	38,0	38,0	36,0	32,0	27,0	29,0
FDN, %MS	30,4	32,8	31,9	31,9	41,5	46,9	53,2	50,9
FDNe, %MS	16,0	17,0	17,0	17,0	22,0	25,0	30,0	29,0
QCON, kg/dia	8,65	9,89	11,08	11,03	8,73	8,83	6,53	5,75
CON, % dieta	60,35	55,33	57,82	57,75	47,56	50,11	38,64	35,20
VOL, % dieta	39,64	44,66	42,18	42,25	52,43	49,88	61,37	64,80
Médio-Alto								
MS, %	52,0	53,0	53,0	52,0	42,0	31,0	27,0	25,0
PB, %MS	22,7	23,7	23,9	24,6	19,5	16,9	16,8	16,5
NDT, %MS	72,0	72,0	72,0	72,0	68,0	66,0	65,0	64,0
ELI, Mcal/kg MS	1,78	1,76	1,77	1,77	1,67	1,61	1,57	1,55
CNF, %MS	38,0	38,0	40,0	39,0	39,0	35,0	31,0	29,0
FDN, %MS	28,9	28,5	28,2	28,4	34,4	43,0	47,8	50,3
FDNe, %MS	15,0	14,0	14,0	14,0	18,0	23,0	27,0	28,0
QCON, kg/dia	10,06	12,83	13,77	13,64	11,06	9,92	7,29	6,26
CON, % dieta	64,15	65,23	65,32	65,10	55,19	52,45	40,60	36,33
VOL, % dieta	35,82	34,76	34,08	34,90	44,8	47,55	59,39	63,67

Tabela 21A – Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia líquida de lactação (ELI), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), FDN efetivo (FDNe), quantidade de concentrados fornecidas diariamente (QCON), participação do concentrado (CON) e do volumoso (VOL) nas rações para a estratégia de alimentação contendo cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.) como volumoso durante a época da seca e pastagem de capim Tifton-85 (*Cynodon dactylon* cv. Tifton-85) durante a época das águas, para os diferentes níveis de produção

Componente	Dias em lactação							
	14	42	70	112	168	231	294	305
Baixo								
MS, %	45,0	39,0	41,0	37,0	26,0	21,0	20,0	20,0
PB, %MS	21,9	15,7	15,6	15,1	13,7	15,4	15,8	16,2
NDT, %MS	68,0	61,0	61,0	59,0	57,0	59,0	59,0	59,0
ELI, Mcal/kg MS	1,67	1,47	1,45	1,41	1,35	1,40	1,41	1,41
CNF, %MS	32,0	30,0	32,0	30,0	22,0	17,0	15,0	14,0
FDN, %MS	35,9	47,3	47,8	50,4	56,1	57,1	58,3	59,4
FDNe, %MS	19,0	25,0	23,0	26,0	31,0	34,0	34,0	34,0
QCON, kg/dia	5,78	4,86	6,22	4,38	3,01	2,35	1,87	1,46
CON, % dieta	50,83	34,92	42,21	29,66	20,58	15,95	12,88	10,29
VOL, % dieta	49,17	65,07	57,79	70,33	79,42	84,05	87,13	89,70
Médio-Baixo								
MS, %	49,0	42,0	40,0	41,0	30,0	23,0	21,0	21,0
PB, %MS	22,7	18,6	16,9	19,7	15,3	15,5	15,3	15,2
NDT, %MS	71,0	66,0	64,0	64,0	61,0	63,0	62,0	61,0
ELI, Mcal/kg MS	1,75	1,61	1,54	1,55	1,47	1,52	1,47	1,46
CNF, %MS	36,0	35,0	33,0	32,0	27,0	24,0	20,0	20,0
FDN, %MS	31,1	37,5	41,5	41,6	48,8	50,5	54,0	54,4
FDNe, %MS	16,0	21,0	23,0	22,0	25,0	28,0	31,0	32,0
QCON, kg/dia	7,52	7,01	6,02	6,77	6,23	4,68	3,25	3,15
CON, % dieta	59,13	44,49	39,41	40,27	37,95	29,26	20,77	20,54
VOL, % dieta	40,87	55,51	60,59	59,73	62,04	70,73	79,23	79,47
Médio								
MS, %	50,0	47,0	48,0	48,0	35,0	30,0	25,0	24,0
PB, %MS	20,8	20,8	20,2	22,3	19,7	18,8	16,8	14,6
NDT, %MS	72,0	69,0	69,0	70,0	67,0	67,0	65,0	64,0
ELI, Mcal/kg MS	1,77	1,69	1,70	1,71	1,62	1,63	1,58	1,54
CNF, %MS	41,0	37,0	38,0	38,0	34,0	32,0	28,0	26,0
FDN, %MS	30,4	32,8	31,9	31,9	38,6	42,2	46,9	49,0
FDNe, %MS	16,0	17,0	17,0	17,0	21,0	24,0	26,0	28,0
QCON, kg/dia	8,65	9,89	11,08	11,03	8,73	8,76	5,78	4,96
CON, % dieta	60,35	55,33	57,82	57,75	47,57	49,84	34,19	30,29
VOL, % dieta	39,64	44,66	42,18	42,25	52,43	50,16	65,81	69,71
Médio-Alto								
MS, %	52,0	53,0	53,0	52,0	43,0	31,0	27,0	25,0
PB, %MS	22,7	23,7	23,9	24,6	21,4	19,2	18,8	18,2
NDT, %MS	72,0	72,0	72,0	72,0	70,0	68,0	67,0	66,0
ELI, Mcal/kg MS	1,78	1,76	1,77	1,77	1,71	1,66	1,63	1,57
CNF, %MS	38,0	38,0	40,0	39,0	38,0	34,0	30,0	28,0
FDN, %MS	28,9	28,5	28,2	28,4	32,5	39,0	43,5	46,1
FDNe, %MS	15,0	14,0	14,0	14,0	17,0	20,0	24,0	26,0
QCON, kg/dia	10,06	12,83	13,77	13,64	11,51	9,90	7,32	6,16
CON, % dieta	64,15	65,23	65,32	65,10	57,43	52,45	40,78	35,80
VOL, % dieta	35,82	34,76	34,08	34,90	42,56	47,55	59,21	64,21

Tabela 22A – Custo de produção e utilização da silagem de milho

Especificação	Und	Qut.	R\$/Unt	R\$/Total
1 - Preparo do Solo	R\$			137,5
Calagem	h.t. ¹	0,3	25,00	7,5
Aração	h.t.	2,5	25,00	62,5
Gradagem (2 x)	h.t.	2,2	25,00	55,0
Transporte Interno	h.t.	0,5	25,00	12,5
2 - Plantio				34,0
Plantio e Adubação (plantadeira 6 linhas)	h.t.	0,8	30,00	24,0
Mão-de-Obra	d.h. ²	1	10,00	10,0
3 - Insumos				1.211,6
Calcário Dolomítico	Ton	2	41,50	83,0
Sementes (Ag 1051)	Kg	30	7,50	225,0
Fertilizante 08-28-16 (0,8% Zin e 0,5% Mn)	Kg	400	0,87	348,0
Uréia	Kg	130	0,83	107,9
Sulfato de amônio	Kg	300	0,52	156,0
Cloreto de Potássio	Kg	110	0,71	77,9
Análise de solo	Unid.	1	15,00	15,0
Herbicida Pré-Emergente	L	7	28,38	198,7
Inseticida para Tratamento de Sementes (Furadan)	L	0,6	61,20	36,7
Inseticida para Controle Lagarta do Cartucho (Decis 25 CE)	L	0,4	61,20	24,5
Lona Plástica (200 micras) - 8 metros de largura	metros	5,00	0,55	22,0
4 - Tratos Culturais				126,0
Aplicação de Herbicidas	h.t.	0,5	30,00	15,0
Adubação de Cobertura	h.t.	1,4	30,00	42,0
Aplicação de Inseticidas	h.t.	0,8	30,00	24,0
Mão-de-obra Adubação Cobertura	d.h.	1,0	15,00	15,0
Mão-de-obra para Aplicação Inseticida	d.h.	1,0	15,00	15,0
Mão-de-obra para Aplicação Herbicida	d.h.	1,0	15,00	15,0
5 - Colheita				474,5
Colheita	h.t.	3,7	30,00	111,0
Transporte e descarga - caminhão	h	8,0	25,00	200,0
Compactação	h.t.	3,7	30,00	111,0
Mão-de-obra descarga	d.h.	1,5	15,00	22,5
Fechamento dos Silos	d.h.	2,0	15,00	30,0
6 - Descarga e Distribuição				247,5
Retirada e carregamento da silagem	d.h.	2,5	15,00	37,5
Transporte	h.t.	6,0	25,00	150,0
Distribuição	d.h.	4,0	15,00	60,0
Custo Total por área	R\$/ha			2.231,1
Custo Total por tonelada de silagem (Matéria Natural)	R\$/ ton MN¹			54,5
Custo Total por tonelada de silagem (Matéria Seca)	R\$/ ton MS¹			173,7

¹ Considerando perda de 5% durante a ensilagem e 5% durante a distribuição no cocho.

Tabela 23A – Custo de implantação e manutenção da cana-de-açúcar

A – Custo de Implantação de 1 ha				
Especificação	Und	Qut.	R\$/Und	R\$/Total
1 - Preparo do Solo	R\$/ha			125,0
Aração	h.t.	2,5	25,0	62,5
Gradagem	h.t.	2,2	25,0	55,0
Calagem	h.t.	0,3	25,0	7,5
2 - Plantio	R\$/ha			525,0
Sulcamento	h.t.	4	25,0	100,0
Distribuição mudas	h.t.	2	25,0	50,0
Mão-de-Obra	d.h.	25	15,0	375,0
3 - Insumos	R\$/ha			1.049,2
Mudas	Ton	12	50,0	600,0
Fertilizante 04-30-16	Kg	400	0,8	332,0
Calcário Dolomítico	Ton	2	41,5	83,0
Formicidas	Kg	3	11,4	34,2
Custo de Formação (1+2+3)	R\$/ha			1.699,2
Vida Útil	anos			7,0
Depreciação	R\$/ha/ano			242,7
B - Custo de Manutenção de 1ha				
Especificação	Und	Qut.	R\$/Und	R\$/Total
1 - Tratos Culturais	R\$/ha			733,1
Fertilizante 20-05-20	Kg	600	0,75	450,0
Herbicida (Diuron + MSMA)	L/ha	7	29,2	204,4
Formicida	Kg	3	11,4	34,2
Aplicação Herbicida	h.t	0,4	30,0	12,0
Adubação Cobertura	h.t	1,3	25,0	32,5
2 - Colheita, Transporte e Distribuição	R\$/ha			1.408,4
Mão-de-obra colheita	d.h.	50,0	15,0	750,0
Mão-de-obra picagem	d.h.	1,6	15,0	23,4
Picagem (15 min-2000 Kg)	h.t	12,5	25,0	312,5
Transporte e Distribuição	h.t.	12,0	25,0	300,0
Mão-de-obra de transporte e distribuição	d.h.	1,5	15,0	22,5
Custo de Manutenção (1+2)	R\$/ha/ano			2.141,5
Custo de Formação (Depreciação)	R\$/ha/ano			242,7
Custo Total por área	R\$/ha/ano			2.384,3
Custo Total por ton. de cana-de-açúcar sem uréia	R\$/ton MN¹			25,1
Custo Total por ton. de cana-de-açúcar sem uréia	R\$/ ton MS¹			84,5

¹ Considerando perda de 5% durante a distribuição no cocho.

Tabela 24A – Custo de implantação e manutenção do capim-elefante sob pastejo

A - Custo de Implantação de 1ha					
Especificação	Und	Qut.	R\$/Unt	R\$/Total	
1 – Preparo do Solo	R\$			125,0	
Aração	h.t.	2,5	25,00	62,5	
Gradagem	h.t.	2,2	25,00	55,0	
Calagem	h.t.	0,3	25,00	7,5	
2 - Plantio				500,0	
Sulcamento	h.t.	3	25,00	75,0	
Distribuição mudas	h.t.	2	25,00	50,0	
Mão-de-Obra	d.h.	25	15,00	375,0	
3 - Insumos				916,5	
Mudas	Ton	5	15,00	75,0	
Superfosfato simples	Kg	600	0,41	246,0	
Cloreto de potássio	Kg	400	0,71	284,0	
Calcário Dolomítico	Ton	1,5	41,50	62,3	
Análise de solo	ud	1	15,00	15,0	
Formicidas	Kg	3	11,40	34,2	
Cerca Elétrica	km	0,4	500,00	200,0	
Custo de Formação (1+2+3)	R\$/ha			1.541,5	
Vida Útil	anos			20,0	
Depreciação	R\$/ha/ano			77,1	
B - Custo de Manutenção de 1ha					
Especificação	Und	Qut.	R\$/Unt	R\$/Total	
1 - Insumos	R\$/ha			1.519,0	
Uréia	Kg	932	0,83	773,7	
Cloreto de potássio	Kg	602	0,71	427,4	
Superfosfato simples	Kg	688	0,41	282,1	
Calcário	ton	0,5	41,5	20,8	
Análise de solo	ud	1	15	15,0	
2 - Serviços Mecânicos e Mão-de-obra	R\$/ha			60,4	
Adubação (Vicon) 6 aplicações	h.t.	1,8	25,00	45,0	
Mão-de-obra adubação	d.h.	0,5	15,00	6,8	
Calagem (Vicon) 1 aplicação	h.t	0,3	25,00	7,5	
Mão-de-obra calagem	d.h.	0,08	15,00	1,1	
Custo de Manutenção	R\$/ha/ano			1.579,4	
Custo de Formação (Depreciação)	R\$/ha/ano			77,1	
Custo Total por área	R\$/ha/ano			1.656,4	
Custo Total por ton capim-elefante consumido	R\$/ton MN ¹			14,9	
Custo Total por ton capim-elefante consumido	R\$/ton MS ¹			82,8	

¹ Considerando eficiência de colheita de forragem em pastejo de 50%.

Tabela 25A – Custo de implantação e manutenção do capim *Brachiaria-brizantha* sob pastejo

A - Custo de Implantação de 1ha				
Especificação	Und	Qut.	R\$/Unt	R\$/Total
1 - Preparo do Solo	R\$			96,5
Gradagem aradora	h.t.	1,4	35,00	49,0
Gradagem niveladora	h.t.	1,0	25,00	25,0
Calagem	h.t.	0,9	25,00	22,5
2 - Plantio				86,9
Semeadura e adubação plantio	h.t.	1,5	35,00	52,5
Transporte de insumos	h.t.	1,0	25,00	25,0
Mão-de-Obra	d.h.	0,625	15,00	9,4
3 - Insumos				493,1
Sementes	kg	12	3,20	38,4
Superfosfato simples	Kg	400	0,41	164,0
Calcário Dolomítico	Ton	1	41,50	41,5
Formicidas	Kg	3	11,40	34,2
Análise de solo	ud	1	15,00	15,0
Cerca Elétrica	km	0,4	500,00	200,0
Custo de Formação (1+2+3)	R\$/ha			676,5
Vida Útil	anos			20,0
Depreciação	R\$/ha/ano			33,8
B - Custo de Manutenção 1ha				
Especificação	Und	Qut.	R\$/Unt	R\$/Total
1 - Tratos Culturais	R\$/ha			765,5
Uréia	Kg	447	0,830	370,9
Cloreto de potássio	Kg	309	0,710	219,6
Superfosfato simples	Kg	256	0,410	105,0
Calcário	ton	0,5	41,5	20,8
Análise de solo	ud	1,0	15,0	15,0
Formicida	Kg	3	11,4	34,2
2 - Serviços Mecânicos e Mão-de-obra	R\$/ha			60,4
Adubação (Vicon) 6 aplicações	h.t.	1,8	25,00	45,0
Mão-de-obra adubação	d.h.	0,5	15,00	6,8
Calagem (Vicon) 1 aplicação	h.t.	0,3	25,00	7,5
Mão-de-obra calagem	d.h.	0,08	15,00	1,1
Custo de Manutenção	R\$/ha/ano			825,8
Custo de Formação (Depreciação)	R\$/ha/ano			33,8
Custo Total por área	R\$/ha/ano			859,7
Custo Total por ton brachiaria consumida	R\$/ton MN¹			10,4
Custo Total por ton brachiaria consumida	R\$/ ton MS¹			71,6

¹ Considerando eficiência de colheita da forragem em pastejo de 50%.

Tabela 26A – Custo de implantação e manutenção do capim Tifton-85 sob pastejo

A - Custo de Implantação de 1ha				
Especificação	Und	Qut.	R\$/Unt	R\$/Total
1 - Preparo do Solo	R\$			125,0
Aração	h.t.	2,5	25,00	62,5
Gradagem	h.t.	2,2	25,00	55,0
Calagem	h.t.	0,3	25,00	7,5
2 - Plantio e Outros Serviços				409,0
Sulcamento	h.t.	1,92	25,00	48,0
Distribuição e compactação das mudas	h.t.	10	25,00	250,0
Mão-de-Obra	d.h.	5	15,00	75,0
Aplicação de herbicida	h.t.	1,2	30,00	36,0
3 – Insumos				1.437,2
Mudas (2 mudas p/m2)	No-	20.000	0,03	630,0
Análise de solo	ud	1	15,00	15,0
Superfosfato Simples	Kg	400	0,41	164,0
Cloreto de potássio	Kg	100	0,71	71,0
Calcário Dolomítico	Ton	2	41,50	83,0
Formicida	Kg	3	11,40	34,2
Herbicida	L	5	28	140,0
Cerca elétrica	Km	0,6	500	300,0
Custo de Formação (1+2+3)	R\$/ha			1.971,2
Vida Útil	anos			20,0
Depreciação	R\$/ha/ano			98,6
B - Custo de Manutenção 1ha				
Especificação	Und	Qut.	R\$/Unt	R\$/Total
1 – Insumos	R\$			985,3
Uréia	Kg	473	0,830	392,5
Cloreto de potássio	Kg	393	0,710	278,7
Superfosfato simples	Kg	595	0,410	244,1
Calcário	ton	0,5	41,5	20,8
Análise de solo	ud	1,0	15,0	15,0
Formicida	Kg	3	11,4	34,2
2 - Serviços Mecânicos e Mão-de-obra	R\$			51,8
Adubação Cobertura (Vicon) - 6 aplicações	h.t.	1,80	25	45,0
Mão-de-obra adubação	d.h.	0,45	15	6,8
Calagem (Vicon) - 1 aplicação	h.t.	0,3	25	7,5
Mão-de-obra calagem	d.h.	0,075	15	1,1
Custo de Manutenção (1+2)	R\$/ha/ano			1.037,0
Custo de Formação (Depreciação)	R\$/ha/ano			98,6
Custo Total por área	R\$/ha/ano			1.135,6
Custo Total por ton Tifton-85 consumida	R\$/ton.MN¹			18,3
Custo Total por ton Tifton-85 consumida	R\$/ton.MS¹			102,1

¹ Considerando eficiência de colheita da forragem em pastejo de 50%.