



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

GUTENBERG LIRA SILVA

**SIMULAÇÃO DA ALIMENTAÇÃO VOLUMOSA EM SISTEMAS
DE PRODUÇÃO DE LEITE NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

FORTALEZA-CE

2013

GUTENBERG LIRA SILVA

**SIMULAÇÃO DA ALIMENTAÇÃO VOLUMOSA EM SISTEMAS DE
PRODUÇÃO DE LEITE NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido

Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Gregório da Silva

FORTALEZA-CE

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S58s Silva, Gutenberg Lira.
Simulação da alimentação volumosa em sistemas de produção de leite no semiárido brasileiro / Gutenberg Lira Silva. – 2013.
94 f. : il.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2013.
Orientação: Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido.
Coorientação: Prof. Dr. Rodrigo Gregório da Silva.
1. Modelagem. 2. Bovinocultura leiteira. 3. Aspectos econômicos. 4. Produção de volumoso. I. Título.
CDD 636.08
-

GUTENBERG LIRA SILVA

**SIMULAÇÃO DA ALIMENTAÇÃO VOLUMOSA EM SISTEMAS DE
PRODUÇÃO DE LEITE NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

APROVADA EM: 17/12/2013

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Rodrigo Gregório da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE

Profa. Dra. Andréa Pereira Pinto
Universidade Federal do Ceará – UFC

Dr. Guilherme de Lira Sobral Silva
Universidade Federal do Ceará – UFC

DEDICATÓRIA

Aos meus pais José Ribeiro e Ana Zélia
com muito amor, carinho e respeito.

AGRADECIMENTOS

À Deus, Jeová, em primeiro lugar, pela vida, pela saúde e pela força para vencer os obstáculos do dia à dia.

Aos meus pais, José Ribeiro e Ana Zélia, pela dedicação e incentivo aos meus estudos.

À minha querida Elayne por me animar nas horas mais difíceis da vida.

A meu irmão Vandenberg pelo apoio e incentivo.

À Universidade Federal do Ceará pela oportunidade de ingressar no curso de Pós-graduação e desenvolver o trabalho de dissertação contribuindo para o desenvolvimento de tecnologias.

Ao professor Rodrigo Gregório da Silva, pela orientação deste trabalho, pelos ensinamentos acadêmicos, compreensão e paciência.

Ao professor Magno Cândido, pela amizade, incentivo e orientações acadêmicas.

Ao Professor Cléber Barreto, pela amizade, ensinamentos, apoio com hospedagem no Sítio Pasta durante a estadia em Limoeiro do Norte.

Ao amigo Rildson, pelas lições de vida e pelo apoio dentro e fora da universidade.

Aos amigos Zé Pereira e Dona Geni pelo acolhimento em seu lar e compreensão.

Aos amigos, Allysson Ney, Gil Mário, Ítalo (Lôlô), Alano, Luiz Neto e Marcos Neves, pelos muitos momentos de alegrias que tivemos dentro e fora da universidade. Foi muito bom tê-los conhecido.

A CAPES pela concessão da bolsa, que muito contribuiu para a minha manutenção durante todo este tempo fora de casa.

A todos os membros da banca examinadora deste trabalho, que muito contribuíram para sua melhoria e a todos os professores e funcionários da Universidade Federal do Ceará, que contribuíram para minha formação.

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1. Equação de regressão, coeficiente de correlação e nível de probabilidade (valor P) dos indicadores avaliados com a taxa de remuneração do capital investido, de quatro tipos de propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a 2006): CI, capineira irrigada 59
- Gráfico 2. Equação de regressão, coeficiente de correlação e nível de probabilidade (valor P) dos indicadores avaliados com a taxa de remuneração do capital investido, de quatro tipos de propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a 2006): LR, lotação rotativa 63
- Gráfico 3. Equação de regressão, coeficiente de correlação e nível de probabilidade (valor P) dos indicadores avaliados com a taxa de remuneração do capital investido, de quatro tipos de propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a 2006): MI, misto irrigado..... 61
- Gráfico 4. Equação de regressão, coeficiente de correlação e nível de probabilidade (valor P) dos indicadores avaliados com a taxa de remuneração do capital investido, de quatro tipos de propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a 2006): MS, misto sequeiro.....**Erro! Indicador não definido.**
- Gráfico 5. Avaliação dos ajustes de modelos (equações de regressão múltipla) de estimativa para custo diário de produção de leite (R\$/100 L)**Erro! Indicador não definido.**
- Gráfico 6. Avaliação dos ajustes de modelos (equações de regressão múltipla) de estimativa para receita menos custo com alimentação mensal por hectare ($R\$ \cdot ha^{-1} \cdot mês^{-1}$) da atividade de produção de leite**Erro! Indicador não definido.**
- Gráfico 7. Avaliação dos ajustes de modelos (equações de regressão múltipla) de estimativa para renda bruta mensal ($R\$ \cdot ani^{-1} \cdot mês^{-1}$) da atividade de recria de novilhas**Erro! Indicador não definido.**

Gráfico 8. Avaliação dos ajustes de modelos (equações de regressão múltipla) de estimativa para receita líquida anual por hectare ($R\$.ha^{-1}ano^{-1}$) da atividade de recria de novilhas.....**Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dias de lactação, produção de leite estimada, produção de leite no período, produção de leite média no período, segundo o nível de produção simulado..... 38

Tabela 2. Dados Climatológicos de Morada Nova - CE (1961-1990)**Erro! Indicador não definido.**

Tabela 3. Composição químico-bromatológica levantada da literatura e do banco de dados do CNCPS versão 5.0..... 41

Tabela 4. Preço do leite e dos insumos utilizados nos concentrados, para cálculo dos custos de alimentação 45

Tabela 5. Estatística descritiva dos indicadores de tamanho de quatro tipos de propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a 2006): CI, capineira irrigada; MI, misto irrigado; MS, misto sequeiro; LR, lotação rotativa..... 51

Tabela 6. Estatística descritiva dos indicadores zootécnicos de quatro tipos de propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a 2006): CI, capineira irrigada; MI, misto irrigado; MS, misto sequeiro; LR, lotação rotativa..... 53

Tabela 7. Estatística descritiva dos indicadores econômicos anuais de quatro tipos de propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a 2006): CI, capineira irrigada; MI, misto irrigado; MS, misto sequeiro; LR, lotação rotativa..... 54

Tabela 8. Estatística descritiva dos indicadores de pesos econômicos mensais, de algumas variáveis, de quatro tipos de propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a 2006): CI, capineira irrigada; MI, misto irrigado; MS, misto sequeiro; LR, lotação rotativa 55

Tabela 9. Estatística descritiva dos indicadores econômicos, por unidade de produto, de quatro tipos de propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a 2006): CI, capineira irrigada; MI, misto irrigado; MS, misto sequeiro; LR, lotação rotativa ... 57

Tabela 10. Estatística descritiva dos indicadores de rentabilidade de quatro tipos de propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a 2006): CI, capineira irrigada; MI, misto irrigado; MS, misto sequeiro; LR, lotação rotativa..... 57

Tabela 11. Equação de regressão, coeficiente de correlação e nível de probabilidade ($P<0,05$) dos custos diários de produção de leite ($R\$/100 L$) em função do tipo de volumoso avaliado para cada estratégia de alimentação 64

Tabela 12. Equação de regressão, coeficiente de correlação e nível de probabilidade ($P<0,05$) para receita menos custo com alimentação mensal por hectare ($R\$.ha^{-1}mês^{-1}$) da

atividade de produção de leite em função do tipo de volumoso avaliado para cada estratégia de alimentação..... 68

Tabela 13. Programação linear para custo diário de produção de leite (R\$/100 L) com valores de custo mínimo, máximo e médio, além de faixas de 20%, 40% e 60% do preço de 100 L de leite em função do tipo de volumoso, produção de leite durante a lactação, peso corporal e teor de gordura do leite, avaliado para as estratégias de alimentação a pasto..... 71

Tabela 14. Programação linear para receita menos custo com alimentação mensal por hectare ($R\$.ha^{-1}mês^{-1}$) da atividade leiteira com valores de receita mínima, máxima e média, além de faixas de R\$ 500,00 e R\$ 1.000,00 de receita líquida menos custo com alimentação mensal por hectare em função do tipo de volumoso, produção de leite durante a lactação, peso corporal e teor de gordura do leite, avaliado para as estratégias de alimentação a pasto..... 74

Tabela 15. Equação de regressão, coeficiente de correlação e nível de probabilidade ($P<0,05$) para área de pasto disponibilizada por novilha ($ha\cdot anim^{-1}$) da atividade de recria de novilhas em função do tipo de volumoso, do peso corporal à idade adulta, ganho de peso diário, avaliado para cada estratégia de alimentação 77

Tabela 16. Equação de regressão, coeficiente de correlação e nível de probabilidade ($P<0,05$) para receita menos custo com alimentação anual por hectare ($R\$.ha^{-1}ano^{-1}$) da atividade de recria de novilhas em função do tipo de volumoso, do peso corporal à idade adulta, ganho de peso diário, avaliado para cada estratégia de alimentação 78

Tabela 17. Programação linear para análise da área de pasto disponibilizada por novilha ($ha\cdot anim^{-1}$) na atividade de recria de novilhas com faixas de mínimo, máximo e médio da área de pasto disponibilizada por novilha em função do tipo de volumoso, do ganho de peso médio diário (GMD), peso corporal à idade adulta (PC), avaliado para as estratégias de alimentação 79

Tabela 18. Programação linear para receita menos custo com alimentação anual por hectare ($R\$.ha^{-1}ano^{-1}$) da atividade de recria de novilhas com mínimo, máximo, média, faixas de R\$ 500 e R\$ 1.000 da receita líquida menos custo com alimentação anual em função do tipo de volumoso, do ganho de peso diário (GMD) e peso corporal à idade adulta (PC), avaliada para as estratégias de alimentação 81

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| RESUMO | 12 |
| Palavras-chave: bovinocultura leiteira, aspectos econômicos, produção de volumoso, programação linear, alternativas alimentares. | 12 |
| ABSTRACT | 13 |
| Key words: dairy cattle, economic aspects, grass production, linear programming, alternative food. | 13 |
| INTRODUÇÃO..... | 14 |
| REVISÃO DE LITERATURA | 16 |
| Simulação | 16 |
| A raça Sindi | 17 |
| Programação Linear..... | 19 |
| Pastagem de capim-tanzânia..... | 20 |
| Pastagem de capim-búffel diferido..... | 22 |
| Utilização de pastagem nativa (Caatinga) | 25 |
| Utilização de silagem de milho | 29 |
| Uso de silagem de capim-elefante | 32 |
| Uso de capim-elefante <i>in natura</i> | 33 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 35 |
| Caracterização dos Sistemas de Produção de Leite..... | 35 |
| Simulação com Vacas Leiteiras e Novilhas | 36 |
| Formulação das Rações | 36 |
| Características dos Animais..... | 37 |
| Mobilização de Reservas Corporais..... | 38 |

| | |
|---|----|
| Alimentação e Cálculo das Rações | 39 |
| Estratégias de Alimentação | 42 |
| Características Agronômicas e Custos de Produção dos Volumosos | 43 |
| Custos de Produção e Avaliação Econômica | 44 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 50 |
| Caracterização dos sistemas de produção | 50 |
| Avaliação bioeconômica e simulação de sistemas de produção de vacas em lactação .. | 64 |
| Avaliação bioeconômica e simulação de sistemas de produção de recria de novilhas .. | 76 |
| CONCLUSÕES | 84 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 85 |

RESUMO

SILVA, G.L. Simulação da alimentação volumosa em sistemas de produção de leite no Semiárido Brasileiro. Fortaleza: UFC, 2013. 94f (Dissertação, Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Brasil.

Objetivou-se caracterizar e aplicar um modelo de simulação para avaliação bioeconômica de estratégias de alimentação em sistemas de produção de leite no Semiárido Brasileiro, com ênfase no alimento volumoso produzido. O estudo ocorreu na região do Baixo Jaguaribe, estado do Ceará. Os dados de 45 propriedades foram agrupados mensalmente em indicadores zootécnicos e econômicos. Utilizaram-se os programas CNCPS v.5.0 e Microsoft Excell® para simular as exigências de nutrientes de vacas de diferentes níveis de produção. Foram utilizadas regressões múltiplas e modelo de Programação Linear (PL) para análise de valores mínimo, máximo, médio, R\$ 500 e R\$ 1.000 de RMCA da atividade leiteira, da recria de novilhas, e da área do pasto disponibilizada por novilha, respectivamente. Além, de valores mínimo, máximo, médio, 40% e 60% do custo diário de produção de leite (CDP). As produções diárias de leite por tipo de propriedade foram maiores no sistema Misto Sequeiro (MS) e no Lotação Rotativa (LR) com 84,21 e 77,36 L·dia⁻¹, respectivamente. O LR apresentou maior valor de produtividade por área (13.547 L·ha⁻¹·ano⁻¹, em 2,63 ha). A maior taxa de remuneração do capital investido (TRCI) foi de 1,42% para o sistema Capineira Irrigada. Maiores produções de leite na lactação (PLL) reduzem o CDP, enquanto o peso corporal (PC) e teor de gordura do leite (TGL) elevam o CDP. O valor médio do CDP, para 100 L diários, variou de R\$ 25,43 no sistema CAA3+TANZ1 a R\$ 62,50 no sistema CAA1+SILMIL3. A maior média de RMCA (R\$ 3.524 ha⁻¹·mês⁻¹) foi obtida no sistema CAA3+TANZ1 e a PL mostrou que a PLL foi determinante para a RMCA, com tendência para vacas de menor PC e menor TGL. A máxima RMCA em recria de novilhas foi de R\$ 8.846 ha⁻¹·ano⁻¹, no sistema TANZ+TANZ. A simulação possibilita identificar variáveis relacionadas ao animal e aos alimentos volumosos capazes de influenciar a RMCA.

Palavras-chave: bovinocultura leiteira, aspectos econômicos, produção de volumoso, programação linear, alternativas alimentares.

ABSTRACT

SILVA, G.L. Simulation of roughage feeding in dairy production systems in Brazilian Semiarid: UFC, 2013. 94f (Thesis, Animal Science Master Degree) – Universidade Federal do Ceará, Brasil.

The objective of this study was characterization and application of a simulation model for the bioeconômica evaluation of feeding strategies in milk production systems in semiarid conditions with emphasis on the type of bulk food used. The study occurred in the region of Baixo Jaguaribe, in state of Ceará, with monthly data obtained on 45 producers and grouped into zootechnical and economic indicators. The CNCPS v.5.0 and Microsoft Excell® programs were used, to simulate the demands of nutrients for cows of different milk yield levels. Multiple regressions and Linear Programming model (LP) were used for analysis of tracks (minimum, maximum, medium, R\$ 500 and R\$ 1,000) for RMCA of milk activity, of rearing heifers, and of pasture area available for heifers, respectively. Beyond, the minimum, maximum, medium, 40% and 60% of the daily cost of milk production (DCM). The daily milk yield was higher in the Mixed Dryland (MD) and Rotational Stocking (RS) systems (84.21 and 77.36 L•dia⁻¹), respectively. The LR showed higher productivity per area (13,547 L•ha⁻¹•ano⁻¹, in areas of 2.63 ha). The rate of pay invested capital (RPIC) was 1.42% for Irrigated Grass. Higher milk production in lactation (MPL) reduces the DCM, inversely to the effect the variable body weight (BW) and fat content of milk (FCM). The DCM, for 100 L daily, on average, varied between R\$ 25.43 in CAA3+TANZ1 system to R\$ 62.50 in CAA1+SILMIL3 system. Higher average RMCA (R\$ 3.524,29 ha⁻¹•mês⁻¹) was obtained in CAA3+TANZ1 system. The LP showed that the MPL is more determinant in adjustment of the RMCA, using cows with lower BW and lower FCM. The maximum RMCA in rearing heifers was R\$ 8,846.81 ha⁻¹•ano⁻¹, in TANZ+TANZ system. The simulation makes it possible to identify variables related to the animal and forages can influence the RMCA.

Key words: dairy cattle, economic aspects, grass production, linear programming, alternative food.

INTRODUÇÃO

O agronegócio vem se desenvolvendo significativamente no Brasil, com destaque para a bovinocultura leiteira, com importante papel na geração de emprego e renda, além do fato do leite ser um produto de fácil aquisição e ser importante componente da dieta das famílias.

Para garantir a eficiência do agronegócio do leite, deve-se fazer análises periódicas para contabilizar seu desempenho econômico e técnico (SOUSA JÚNIOR *et al.*, 2008), permitindo a detecção de entraves estruturais dos sistemas produtivos e na utilização dos recursos naturais pelos seus componentes bióticos. Assim, Moura *et al.* (2010) sugeriram que essas análises possibilitam a utilização inteligente e econômica dos fatores terra, trabalho e capital.

No que se refere à diluição no custo desses fatores, a produção em pastejo propicia a redução no custo de leite produzido, principalmente quando se utilizam forrageiras adaptadas às condições de manejo e de clima locais, especificamente no Semiárido Brasileiro.

Além da escolha correta das forrageiras, a utilização de animais rústicos e adaptados ao clima semiárido permite a obtenção de resultados produtivos e econômicos satisfatórios. A raça Sindi, zebuína originária do semiárido do Paquistão, considerada uma raça leiteira, é destacada por seu menor porte, eficiente produção de leite e teor de gordura do leite.

Para a otimização do uso dos alimentos e do modelo animal, a avaliação de dietas e predição de desempenho do rebanho tem utilizado ferramentas computacionais como o *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* (CNCPS) (Fox *et al.*, 2003), capaz de prever o consumo de matéria seca de diversas categorias de bovinos com equações de ajuste para consumo de manutenção e de produção, em condições tropicais.

Os índices de produtividade da bovinocultura estão relacionados à qualidade e quantidade do volumoso produzido, que por meio de seus custos de produção e utilização influenciam a rentabilidade desses sistemas (RENNÓ *et al.*, 2008). A atividade leiteira em regiões semiáridas está envolvida em empreendimentos de aspectos econômicos e produtivos de baixa eficiência, sugerindo possíveis intervenções e aprimoramento das técnicas que afetam esses aspectos da atividade.

100 A obtenção de volumosos de bom valor nutritivo é um fator limitante ao sucesso
101 da bovinocultura leiteira no Semiárido Brasileiro, cuja base alimentar é o pasto natural
102 (Caatinga), mas é muito influenciado pela variação climática, havendo a necessidade de
103 se avaliar alternativas alimentares para reduzir a oscilação no suprimento de alimentos
104 e, conseqüentemente, na produção de leite, melhorando a rentabilidade dos sistemas de
105 produção.

106 A utilização de modelos sistêmicos é uma técnica capaz de gerar indicadores que
107 possibilitam a avaliação do desempenho produtivo, nutricional e econômico dos
108 sistemas de produção de leite, com ênfase nas condições do Semiárido Brasileiro.
109 Portanto, a técnica de simulação de sistemas possibilita a ação de tomada de decisão,
110 melhorando a eficiência técnica e econômica, tornando o sistema sustentável e viável.

111 Assim, esse trabalho foi conduzido com o objetivo de caracterizar e aplicar um
112 modelo de simulação para avaliação bioeconômica de estratégias de alimentação em
113 sistemas de produção de leite no Semiárido Brasileiro, com ênfase no alimento
114 volumoso produzido.

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

REVISÃO DE LITERATURA

134
135
136
137

Simulação

138 A utilização de programas computacionais tem ajudado bastante a potencializar,
139 de modo qualitativo e quantitativo, o uso das informações que são imprescindíveis na
140 tomada de decisão nas empresas rurais, auxiliando a gerência de sistemas de produção
141 tanto na agricultura como na pecuária (LEWIS, 1998). Os Sistemas de Suporte à
142 Decisão (SSD) são ferramentas computacionais de importância relevante na solução de
143 problemas complexos ajudando aos administradores de empreendimentos a melhorarem
144 suas decisões (NEWMAM *et al.*, 1999).

145 A utilização de SSD em sistemas de produção animal permite que a informação
146 seja integrada nos diversos segmentos práticos dos sistemas de produção, melhorando o
147 gerenciamento dos recursos e otimizando o processo de tomada de decisão. O aumento
148 da capacidade de avaliação das relações custo-benefício e análises de risco são algumas
149 das condições oportunas que estes SSD possibilitam, permitindo, assim, a geração de
150 informações que podem ser utilizadas na redução de custos de produção e na melhora
151 dos índices de produtividade, podendo resultar em aumento da sustentabilidade de
152 sistemas de produção agropecuário (NEWMAM *et al.*, 1999).

153 Os modelos de simulação como ferramentas na tomada de decisão, segundo
154 Barbosa e Assis (1999), são de fundamental importância no processo decisório nos
155 diversos segmentos dos sistemas de produção de gado de leite e de corte. A tomada de
156 decisão se torna mais complexa, devido à globalização da agropecuária surgindo, com
157 isso, uma maior necessidade de se adotar práticas sustentáveis nos diferentes sistemas
158 de produção (NEWMAM *et al.*, 1999).

159 A modelagem permite que esse tipo de estudo seja abordado, sendo capaz de,
160 rapidamente, identificar parâmetros que possam direcionar ou afetar o sistema de
161 produção (NAAZIE *et al.*, 1999).

162 A incerteza sobre os resultados de implementação de alternativas no curso de ação
163 sobre o sistema, segundo Medeiros *et al.* (2005), resulta em problema causado pela falta
164 de informação, esta informação é imprecisa acerca do risco e/ou da incerteza dos
165 resultados esperados. O processo de tomada de decisão está cercado de riscos e
166 incertezas, sendo recomendada a realização, quando for possível, de um estudo

167 detalhado acerca dos riscos e incertezas, destacando as principais soluções com maior
168 probabilidade de sucesso, processo esse definido como análise de decisão.

169 A simulação de sistemas com utilização de animais com grande potencial de
170 produção requer aumentos nos níveis de nutrientes disponíveis por quilograma de
171 matéria seca consumida e, desta forma, necessita de estratégias de alimentação com
172 plantas forrageiras de alta produção e bom valor nutritivo. O potencial de produção de
173 leite a partir de forrageiras comumente utilizadas no Brasil pode auxiliar no processo
174 decisório de qual sistema produtivo deve ser adotado, bem como na estimativa de seu
175 potencial produtivo (RENNÓ, 2005).

176 Os valores preditos são dependentes da dieta e de sua disponibilidade em energia
177 metabolizável (EM) e proteína metabolizável (PM). No entanto, a aplicação de tais
178 modelos em condições tropicais necessita de ajustes para sua otimização, considerando-
179 se que foram desenvolvidos utilizando sistemas de produção típicos de regiões de clima
180 temperado (ELYAS *et al.*, 2009). Esses autores relataram resultados em que as
181 produções de leite observadas (19,48 kg/dia de leite) e estimadas pelo CNCPS não
182 diferiram ($P>0,05$), no entanto, observou-se tendência do modelo em superestimar as
183 produções em função da EM (20,22 kg/dia de leite) e da PM (19,88 kg/dia de leite) da
184 dieta.

185

186 **A raça Sindi**

187 Por suas características de rusticidade e excelente adaptação a ambientes
188 semiáridos, o Sindi mostrou-se um animal ideal para a produção em regime de pastejo
189 na região tropical, com sua estacionalidade na produção e grandes oscilações climáticas,
190 onde a rusticidade tenha que ser considerada como importante condição para o sucesso
191 da criação (LEITE *et al.*, 2001).

192 Essa adaptabilidade se dá pelas condições edafoclimáticas encontradas na região
193 de Kohistan na província de Sind, no Paquistão. Essa é uma região cercada por
194 cordilheiras no sentido norte sul, predominando áreas de clima semiárido, solo arenoso
195 e pedregoso e vegetação lenhosa com aparecimento de algumas gramíneas no período
196 chuvoso (SANTOS, 1990; LEITE, 2001; MARIZ, 2010).

197 As raças bovinas com maior grau de adaptação às condições semiáridas são as
198 zebuínas e dentre estas a raça Sindi tem se destacado, por apresentar dupla aptidão (leite
199 e carne), alta eficiência alimentar e reprodutiva, precocidade e bom desempenho
200 produtivo (SOUZA *et al.*, 2007).

201 A raça Sindi demonstra ser resultado do cruzamento entre indivíduos do antigo
202 gado comum afegão, caracterizado pela pelagem vermelha e em diferentes tonalidades,
203 com animais da raça Gir, que imprimem a caracterização de cabeça e tendência leiteira.
204 Essa mistura de sangue provém das migrações pela vasta região por intermédio da
205 atividade nômade das tribos dos Malders, buscando os melhores pastos ao longo do ano.
206 Diferenciação adicional foi obtida pela forte e antiga seleção na região de Lasbella do
207 Beluchistão, fronteira com a Índia, que dá nome à linhagem reconhecida como a mais
208 pura da raça, com os melhores tipos para produção de leite na região Indu-paquistanesa
209 (SANTOS, 1990; LEITE, 2001; MARIZ, 2010)

210 Na Índia, o Sindi é considerado uma raça leiteira, sendo os machos utilizados
211 também para tração de carroças e arados. Seu contingente no Paquistão é de
212 aproximadamente três milhões de indivíduos, o que a torna a mais criada entre todas as
213 de seu grupo, inclusive a Sahiwal (KHAN, 2008).

214 Um dos principais atributos da raça Sindi é sua aptidão leiteira, rivalizando com a
215 Sahiwal, Tharparkar e a Hariana. A produção média das vacas, em fazenda de seleção
216 de Malir, em Karachi, referente a 350 lactações, foi de 1.549 kg com desvio padrão de
217 37 kg, em um período de 274 dias. Não havia desmame precoce e o leite disponibilizado
218 ao bezerro não foi incluído. Em Ribeirão Preto – SP, a média de produção tem
219 aumentado de 1.200 kg na primeira lactação, passando para 1.500 kg na segunda e
220 chegando em 1.800 a 2.200 kg na terceira lactação, com duas ordenhas diárias, e média
221 de 6 a 7 kg diários (Turco *et al.*, 2004).

222 A maior capacidade de adaptação da raça Sindi a ambientes tropicais tem feito
223 desta uma das raças interessante para o Semiárido Brasileiro pela produção de leite,
224 carne e gordura do leite. Em estudo realizado por Lemos *et al.* (2007), com animais da
225 raça Sindi, em Alagoinha-PB, relatou média de produção de leite de 1840 kg, em 249
226 dias de lactação, com média de 7,39 kg por dia.

227 A relação da eficiência reprodutiva por intermédio da idade ao primeiro parto é
228 refletida não só pelas diferenças genéticas entre indivíduos, mas pelas condições de
229 manejo nutricional, sanitário e reprodutivo para adequada idade ao primeiro parto
230 durante a fase de recria dos animais. Moura (2002) observou média de idade ao
231 primeiro parto de 39,94 meses com vacas Sindi, no estado da Paraíba.

232 Os trabalhos realizados com a raça Sindi ainda são incipientes, mas trazem
233 sempre resultados animadores. Nota-se uma variação entre os resultados apresentados,
234 como é o caso de estudos relacionados com índices reprodutivos. Segundo Mariz *et al.*

235 (1987), em estudos em um rebanho no alto sertão da Paraíba, relataram idade ao
236 primeiro parto de 29,7 meses em média, em contraste aos 38,15 meses de um rebanho
237 no Cariri Ocidental do estado (MOURA *et al.*, 2009). Em relação ao intervalo entre
238 partos da raça, observa-se também uma variação entre os trabalhos realizados, como
239 relataram Moura *et al.* (2009) com média de 16,28 meses e Santiago (1985) com média
240 de intervalo entre partos de 11,3 meses. Essas variações provavelmente ocorreram pelas
241 diferenças nos manejos alimentares e de clima da região de estudo dos rebanhos e
242 sugerem a necessidade de verificar e testar técnicas de manejo e tipos de sistemas a
243 serem adotados nas regiões em que a raça esteja inserida, buscando maximizar a
244 produção e os índices econômicos.

245

246 **Programação Linear**

247 A programação linear é uma das técnicas da pesquisa operacional das mais
248 utilizadas em se tratando de problemas de otimização, com a finalidade de distribuição
249 eficiente de recursos limitados para atender um objetivo, que geralmente é maximizar
250 lucros ou minimizar custos. O objetivo é expresso por uma função linear, determinada
251 de função objetivo. A programação linear é uma ferramenta utilizada para ajudar na
252 tomada de decisão melhorando a eficiência técnico-econômica na gestão das
253 propriedades (DOSSA, 1994).

254 Nesse sentido, há a necessidade de se definir as atividades que consomem os
255 recursos e a proporção em que são consumidos, sendo estas atividades apresentadas na
256 forma de inequações, denominadas de restrições do modelo. Sua solução encontrada em
257 um problema de programação linear é chamada de solução ótima.

258 Algumas pesquisas têm aplicado modelos de programação matemática na tomada
259 de decisão em sistemas de produção. Barioni *et al.* (2003), analisaram o problema de
260 otimização de dietas para o custo mínimo de ganho de peso, admitindo que o grupo
261 genético e os pesos inicial e final dos animais tenham sido preestabelecidos. Lanna *et*
262 *al.* (1999), trabalharam em busca de resolver o problema de minimização do custo de
263 alimentação por quilo de carcaça, enquanto Resende Filho (2002), trabalhou em um
264 modelo para a maximização do lucro com animais em confinamento em que se requer a
265 predefinição do peso inicial, data inicial e o grupo genético dos animais. Tanto Lanna *et*
266 *al.* (1999) quanto Resende Filho (2002) relataram limitações quanto à utilização de
267 modelos de programação não linear na maximização do lucro do confinamento.

268 Os procedimentos de cálculo matemático de programação linear dependem, em
269 parte, de vários métodos de programação adotados em determinado problema. O caso
270 básico, ou geral, é chamado método simplex, porque é baseado no algoritmo simplex.
271 Certos tipos de problemas de alocação podem ser resolvidos pelas versões especiais,
272 menos complexas, do método Simplex, conhecidas como Métodos Gráficos e de
273 Transporte.

274 Diversas áreas do conhecimento têm utilizado o modelo de programação linear, e
275 nesse sentido, os autores Rodriguez e Lima (1985), demonstraram o potencial desse
276 modelo em situações onde diferentes alternativas de escolha desafiam a tomada de
277 decisão, sendo desenvolvidos dois modelos de programação linear, um visando
278 minimizar os custos e outro para maximizar o rendimento futuro de uma floresta de
279 Eucalyptus, aplicando o Método Simplex.

280

281 **Pastagem de capim-tanzânia**

282 A estacionalidade da produção de forragem é um dos principais entraves que se
283 refletem na produtividade e na oferta de leite ou de carne no Brasil, principalmente no
284 Semiárido Brasileiro. Isso pode baixar os índices produtivos do setor agropecuário, no
285 período de baixa pluviosidade, resultando em menor disponibilidade de forragem e com
286 reduzido valor nutricional afetando substancialmente o desempenho de animais
287 mantidos a pasto. Além desses fatores, Gonçalves *et al.*, (2008) enfatizaram o potencial
288 genético dos rebanhos, o manejo, o intervalo entre partos, a idade ao primeiro parto, o
289 controle das enfermidades e o gerenciamento dos rebanhos.

290 Existem diversas formas e alternativas de contornar esse problema que é
291 bastante comum na região semiárida. A conservação de forragem na forma de silagem
292 ou mesmo o uso de irrigação em propriedades que disponibilizam de um bom
293 reservatório de água são capazes de proporcionar uma elevada produtividade das
294 forrageiras, reduzindo a variação tanto na quantidade como também na qualidade do
295 alimento volumoso ao longo do ano.

296 Nesse sentido, Gonçalves *et al.*, (2008) enfatizaram que há diversos fatores,
297 tanto dentro e fora da propriedade, que impossibilitam a elevação da produtividade e da
298 oferta de leite ou de carne no Brasil, com destaque para o potencial genético dos
299 rebanhos, a sazonalidade da produção, a qualidade das forrageiras tropicais, o clima, o
300 manejo, o intervalo de partos, a idade ao primeiro parto, o controle das enfermidades, o
301 gerenciamento dos rebanhos, a nutrição dos rebanhos, entre outros.

302 Segundo Porto *et al.* (2009), o teor médio de PB da grama-estrela foi
303 estatisticamente superior ao dos capim-tanzânia e capim-marandu, sendo 18,5 %,
304 enquanto que os demais foram 13,5 e 11,6 %, respectivamente. Os teores de PB das
305 bainhas/colmos não variaram entre as forrageiras, indicando condição química similar
306 entre as três gramíneas. Porto *et al.* (2009) relataram que a média de DIVMS para a
307 grama-estrela foi de 56,7 % e inferior ($P < 0,05$) à do capim-tanzânia, com 61,2 %,
308 enquanto o capim-marandu (59,8 %) apresentou valor intermediário e não diferiu do
309 capim-tanzânia e/ou a grama-estrela. De acordo com Aguiar (2000) maior proporção de
310 folhas causa aumento na DIVMS da forragem, pois as hastes possuem menor DIVMS.

311 A MSLV é uma variável muito importante por ser o principal componente
312 colhido pelo animal em pastejo. Considerando a produção anual, observou-se que Silva
313 (2004) obteve produção de 40.136 kg MSLV ha⁻¹ano⁻¹, trabalhando com capim-tanzânia
314 sob lotação rotativa com PD de 2,5 folhas por perfilho, utilizando IAF residual de 1,0 e
315 adubação nitrogenada equivalente a 600 kg ha⁻¹ano⁻¹, sendo que os valores obtidos por
316 Pompeu *et al.* (2008) para MSLV foram superiores aos desse autor, obtendo uma
317 produção de MSLV de 44.682 kg MSLV ha⁻¹ano⁻¹, com IAF residual médio de 2,20. É
318 possível que o maior IAF residual tenha propiciado a recuperação mais rápida da
319 gramínea sem haver possivelmente a mobilização de reservas orgânicas para o
320 restabelecimento do dossel.

321 Cecato *et al.* (2000) observaram MSLV de 936; 3.360; 2.179; 4.131; 3.388 e
322 3.751 kg ha⁻¹ para os cultivares Aruana, Centenário, Colonião, Mombaça, Tanzânia e
323 Tobiatã, respectivamente, após corte a 20 cm de altura a cada 35 dias, obtendo taxas de
324 lotação na ordem de 2,08; 7,47; 4,84; 9,18; 7,53 e 8,33 UA/ha. A biomassa de forragem
325 total entre as alturas de corte de 40 e 20 cm, avaliado por Cecato *et al.* (2000), mostrou
326 que o capim-tanzânia produziu mais quando cortado na altura de 20 cm do solo,
327 demonstrando que o capim-tanzânia se adapta melhor a cortes mais baixos.

328 Trabalhando com gramíneas do gênero *Panicum*, Cecato *et al.* (2000), relataram
329 que sob duas alturas de corte, relataram produções de 1.499, 4.294, 2.759, 5.286, 4.141
330 e 4.773 kg ha⁻¹ para os cultivares Aruana, Centenário, Colonião, Mombaça, Tanzânia e
331 Tobiatã, respectivamente, com período de descanso de 35 dias.

332 Nos processos de intensificação dos sistemas de produção maior ênfase deve ser
333 dada a produção de volumosos pela formação de pastagens de alta qualidade,
334 utilizando-se forrageiras de alta produtividade e elevado valor nutritivo. A cultivar
335 tanzânia tem sido implantado em sistemas de produção intensivos nos quais geralmente

336 se utiliza elevados níveis de adubação nitrogenada, sistema de lotação rotativa e
337 irrigação, visando elevar os índices produtivos.

338

339 **Pastagem de capim-búffel diferido**

340 Na tentativa de estabelecer pastagens que possam efetivamente contribuir para a
341 melhoria dos índices produtivos da pecuária de leite no Semiárido Brasileiro, o capim-
342 búffel (*Cenchrus ciliares* L.) tem se destacado como uma gramínea de características
343 adaptativas às condições edafoclimáticas da região. O baixo adensamento do estrato
344 herbáceo da caatinga faz com que o potencial de produção animal seja baixo, refletindo
345 assim a baixa disponibilidade de biomassa forrageira, sendo essa gramínea uma
346 alternativa importante para aumentar o potencial produtivo dos animais.

347 O diferimento de pastagens representa uma técnica simples, que pode fornecer
348 forragem para os animais durante a época seca. Entretanto, segundo Reis *et al.* (1997)
349 essa prática leva a planta a avançar em seu estágio fenológico, influenciando
350 positivamente o acúmulo de biomassa e negativamente a sua composição química e
351 digestibilidade. A viabilidade dessa prática já foi relatada por vários autores
352 (EUCLIDES, *et al.*2007; COSTA *et al.*1993; LEITE *et al.*1998), sendo esta associada a
353 uma combinação de forrageiras, períodos de vedação e utilização específicos para cada
354 espécie e região.

355 O pasto de capim-búffel pode apresentar uma disponibilidade de 6,0 t ha⁻¹ de
356 MS, enquanto uma pastagem de caatinga bruta (não manejada) apresentou 900 kg ha⁻¹
357 de MS (ALBUQUERQUE, 1988), destacando-se dentre as características adaptativas do
358 capim-búffel à associação entre rápida germinação e estabelecimento, precocidade na
359 produção de sementes e capacidade de entrar em dormência na época seca (ARAÚJO
360 FILHO, *et.al*, 1998).

361 Durante a época seca os animais chegam a perder até 25% do peso máximo
362 alcançado na época chuvosa, isso se deve a baixa produtividade da caatinga durante a
363 época seca (ALBUQUERQUE, 1988). Uma das alternativas para melhorar esse cenário
364 é o manejo integrado da caatinga com o capim-búffel. Nesse manejo os animais
365 ficariam na pastagem nativa durante o período das chuvas que ocorre entre janeiro e
366 junho e poderiam ser alocados em uma pastagem de capim-búffel (*Cenchrus ciliares* L.)
367 a partir do mês de julho, dependendo da localização dentro da região do Nordeste
368 (ALBUQUERQUE, 1988).

369 O interesse do capim-búffel pelos pecuaristas, como a planta forrageira mais
370 adaptada as condições semiárida do Nordeste, motivou diversas avaliações, cujos
371 resultados envolveram os aspectos de cultivo, manejo e utilização (OLIVEIRA, 1993),
372 sendo que Torres e Viana (1986) comprovaram a eficiência do plantio na estação seca,
373 seu estabelecimento foi obtido com plantio em covas e sem compactação, semanas antes
374 do início das chuvas, embora não tenha havido diferenças deste método sobre o plantio
375 a lanço ou sulcos, sendo o plantio a lanço um método mais econômico.

376 Segundo Oliveira (1993) a produtividade do capim-búffel varia de 4 a 12 t ha⁻¹
377 de MS por ano, onde esses valores variam de acordo com a menor ou maior adaptação
378 as condições locais. O valor médio encontrado por Queiroz *et.al.*(2008) foi de
379 8.005 kg ha⁻¹ de MS, estudando pastagem de capim-búffel diferida nos meses de janeiro
380 a março e utilizada nos meses de junho a agosto, valores superiores relatados na
381 literatura devem-se, provavelmente, as diferentes condições climáticas e de fertilidade
382 do solo. Souza e Espíndola (1999) observaram biomassa de forragem de capim-búffel
383 diferido no início do período chuvoso, chegando a 6.862 kg·ha⁻¹ MS e no início da
384 estação seca e atingindo 2.185 kg·ha⁻¹ MS no final da estação.

385 A qualidade de uma gramínea está ligada a sua composição bromatológica e
386 digestibilidade. A composição irá variar de acordo com a parte da planta, fertilidade do
387 solo, adubação, idade da planta, estações do ano e entre outros fatores. De maneira
388 geral, os principais constituintes químicos das plantas forrageiras podem ser divididos
389 nas categorias que compõem a estrutura da parede celular, menos disponíveis no
390 processo de digestão, em sua maior parte os carboidratos e a lignina onde a digestão é
391 totalmente dependente da atividade enzimática dos micro-organismos gastrointestinal
392 dos ruminantes e os que estão contidos no conteúdo celular que são mais disponíveis e
393 solúveis em água como lipídios, amido e algumas proteínas que são digeridas tanto por
394 enzimas de microrganismos quanto por aquelas secretadas pelo aparelho digestório dos
395 animais (VAN SOEST, 1994).

396 Os fatores climáticos temperatura, luminosidade e umidade são quem mais
397 afetam a composição bromatológica das forrageiras. Segundo Van Soest (1994),
398 elevadas temperaturas, típicas das condições tropicais, aceleram a lignificação da parede
399 celular, diminuindo os metabólicos do conteúdo celular. O avançar da idade fisiológica
400 da planta aumenta as porcentagens de celulose, hemicelulose e lignina, reduzindo a

401 quantidade dos nutrientes mais digestíveis (carboidratos solúveis, proteínas, vitaminas e
402 minerais) reduzindo a digestibilidade (REIS, *et.al*, 2005).

403 Moreira, *et.al*, (2007), trabalhando com o capim-búffel, como pastagem diferida,
404 obtiveram teores de MS de 72,82% no mês de setembro este valor foi semelhante ao
405 encontrado por Oliveira (2005) para a cultivar *Biloela de* 71,87%. Esse fato deve-se a
406 idade fisiológica avançada do capim, que culmina na redução dos nutrientes digestíveis
407 e no progressivo aumento da porção fibrosa.

408 Nunes (2004) avaliando capim-búffel observou que os teores de PB, MM, EE,
409 FDN e FDA variaram entre as estações seca e chuvosa, sendo estes respectivamente, de
410 5,96 a 6,5%; 7,03 a 8,98%; 3,02 a 2,94%; 79,09 a 75,81%; 51,79 a 47,86%. Segundo o
411 autor, essa gramínea, apresenta perda significativa de nutrientes entre as estações do
412 ano, devido ao processo de lignificação e diminuição da relação folha/colmo.

413 Santos, *et.al*.(2005), analisando capim-búffel diferido no estado de Pernambuco,
414 mencionaram teores de FDA entre 53,02 a 57,47%, sendo esses valores superiores aos
415 encontrados comumente na literatura. É importante ressaltar que a FDA é constituída de
416 celulose e ligninas, que são diretamente relacionados aos tecidos de sustentação da
417 planta e tendem a aumentar conforme a planta vai avançando no seu estágio fisiológico.

418 De acordo com Van Soest (1994), o teor de FDN é o fator mais limitante do
419 consumo de volumosos, sendo que os teores dos constituintes da parede celular entre 55
420 e 60% na matéria seca correlacionam-se de forma negativa com o consumo de
421 forragem. Resultados encontrados por Camurça *et al.* (2002), Santos *et al.*(2005) e
422 Oliveira (2005), mostram que o capim-búffel constitui uma excelente fonte protéica e de
423 alta digestibilidade para os animais. Contudo no período seco essa gramínea necessita
424 ser suplementada com sal mineralizado ou consorciada com uma leguminosa.

425 O capim-búffel apresenta características que demonstram excelente potencial
426 para uso diferido em regiões semiáridas (DANTAS NETO *et al.* 2000), visto que essa
427 gramínea pode entrar em dormência na época seca, apresenta boa capacidade produtiva,
428 resistência a longos períodos de estiagem, sobrevivência com baixos índices
429 pluviométricos, além da sua capacidade de permanecer no campo como reserva
430 alimentar sem se decompor.

431 Santos *et al.* (2005) trabalhando com diferimento em pastos de capim-búffel,
432 concluíram que o uso do diferimento pode garantir disponibilidade total de biomassa de
433 forragem suficiente para atender o nível de consumo dos animais no período seco. A
434 composição química da pastagem variou com o avanço do período seco. Os níveis de

435 nutrientes e digestibilidade indicaram que o pasto diferido de capim-búffel era pobre ou
436 regular, isso sugere a importância de consorciá-lo com leguminosas.

437 Souza e Espíndola (1999) trabalhando na região Nordeste com o capim-búffel
438 em consórcio com leucena no período das águas e secas obtiveram grande melhora no
439 valor proteico da forragem, principalmente no período seco do ano, sem reduzir a taxa
440 diária de ganho de peso dos animais. Nesse trabalho foi encontrada uma disponibilidade
441 de forragem no período das águas de 6.400 kg de MS·ha⁻¹ e no período das secas,
442 3.700 kg de MS·ha⁻¹.

443 De acordo com Garcia e Silva (1980) o capim-búffel pode chegar até 7 toneladas
444 por hectare de MS com cortes entre 42 e 56 dias de idade. Segundo esses autores apesar
445 do aumento significativo de matéria seca naquele período, ocorreu uma sensível
446 diminuição da relação folha/caule, o que poderia comprometer o valor nutritivo da
447 forragem.

448 As pastagens cultivadas nas regiões de clima tropical são capazes de produzir
449 ganhos médios diários em torno de 500 a 600 g anim⁻¹dia⁻¹, embora no período chuvoso
450 esse valor chegue até 1.000 g anim⁻¹dia⁻¹ (OLIVEIRA, 1981). Esse mesmo autor, no
451 município de Quixadá, no estado do Ceará, novilhos de corte mantidos em pastagem de
452 capim-búffel ganharam 470 g anim⁻¹dia⁻¹, correspondendo a um aumento de 149% sobre
453 o ganho de peso na pastagem nativa que foi de 189 g anim⁻¹dia⁻¹.

454

455 **Utilização de pastagem natural (Caatinga)**

456 A caatinga, caracterizada como floresta arbórea ou arbustiva, é composta de
457 árvores e arbustos baixos, com características xerofíticas (PRADO, 2003). Contudo,
458 devido à grande extensão territorial e dos diversos ambientes em que pode ser
459 encontrada, a caatinga encerra enorme variabilidade fitogeográfica, evidenciada
460 principalmente pelas diferenças fisionômicas, de densidades, de composição de espécies
461 e de aspectos fenológicos (PEREIRA *et al.*, 2001).

462 A vegetação da caatinga é decorrente de fatores climáticos marcantes da região
463 semiárida, associada aos diversos tipos de solo, relevo e a rede hidrográfica da região.
464 Esse conjunto de fatores resultou em uma vegetação xerófila, característica das
465 paisagens que compõe o ecossistema (ANDRADE LIMA, 1981). A complexidade desse
466 ecossistema demonstra que são necessárias pesquisas mais detalhadas sobre a caatinga
467 para que possamos explorá-la de maneira mais sustentável.

468 Para explorar essa região de maneira sustentável e economicamente viável exige
469 a compreensão de que a natureza tem que ser respeitada, pois ela é decisiva sobre quais
470 as práticas agrícolas e qual a época que elas podem ser executadas.

471 Existem diversas plantas na caatinga, que são fonte potencial para a alimentação
472 animal. Contudo métodos de manejo da vegetação, como o raleamento e ou
473 rebaixamento, enriquecimento, associadas ao aproveitamento de plantas xerófilas
474 possibilitam incrementos na produtividade animal.

475 O clima predominante na região semiárida nordestina é o tipo tropical seco com
476 a evaporação excedendo a precipitação, ocorrendo pequenos períodos de chuvas com
477 precipitações escassas e mal distribuídas chovendo em média cerca de 350 a 700
478 mm/ano. A situação crítica anual de limitações hídricas torna-se mais dramática pela
479 ocorrência de secas periódicas podendo durar 18 ou mais meses, reduzindo os índices
480 pluviométricos (RODRIGUES, 1988) e a disponibilidade de forragem.

481 O domínio do bioma caatinga abrange cerca de 800 mil km², correspondendo
482 aproximadamente a 70 % da Região Nordeste e 11 % do território brasileiro
483 (ANDRADE *et al.*, 2006). A vegetação é caracterizada por apresentar espinhos, folhas
484 pequenas e caducifólias, constituída por arbustos e árvores de pequeno porte, com
485 cactáceas, bromeliáceas, euforbiáceas e leguminosas. A vegetação nativa é rica em
486 espécies forrageiras em seus três extratos: arbóreo, arbustivo e herbáceo.

487 É importante destacar a estacionalidade da produção, composição e
488 disponibilidade da biomassa predominante na maioria dos sítios ecológicos da caatinga.
489 No início da estação das chuvas, o extrato herbáceo nos sítios ecológicos de maior
490 potencial é dominado por gramíneas que completam seu ciclo fenológico nos primeiros
491 40 dias da estação. Segue-se então uma substituição da dominância que passa a ser
492 exercida, dependendo do sítio e das características da estação, por dicotiledôneas
493 herbáceas anuais (SILVA *et al.*, 2000).

494 Em relação a árvores e arbustos, durante o período chuvoso, estas conferem
495 baixa contribuição na oferta de forragem, visto que sua folhagem encontra-se fora do
496 alcance dos animais. Contudo no início da estação seca, quando as folhas começam a
497 cair, é que elas tornam-se predominantes na composição da biomassa disponível.
498 Todavia o seu valor nutritivo é bastante reduzido.

499 Segundo Araújo Filho (1980), a biomassa produzida pela caatinga aumenta a
500 partir do início das chuvas em janeiro atingindo o ponto máximo em junho e julho com
501 a média de quase 4.000 kg•ha⁻¹, reduzindo-se até menos de 2.000 kg•ha⁻¹ ao final da

502 estação seca. A eficiência da utilização das plantas forrageiras pelos animais depende de
503 vários fatores, entre os quais podem ser citados como mais significativas à qualidade e a
504 quantidade de forragem disponível na pastagem e o potencial do animal.

505 Um dos maiores desafios da pecuária no Semiárido Brasileiro é utilizar os
506 recursos da caatinga de maneira sustentável. Há uma relação linear entre o acúmulo de
507 biomassa e a utilização de água pelas plantas (LOOMIS e CONNOR, 1992; CONNOR
508 *et al.*, 1985), ou seja, a produção vegetal depende da disponibilidade de água do solo.
509 Também, é bem conhecida a relação direta entre a produção de biomassa e a
510 evapotranspiração.

511 De acordo com Silva e Medeiros (2003), a disponibilidade real de biomassa da
512 caatinga para ruminantes confere baixa capacidade de suporte dos pastos naturais,
513 associado ainda às pequenas áreas das propriedades rurais. Assim, a exploração
514 zootécnica fica prejudicada, necessitando-se da inserção das técnicas de manejo da
515 pastagem nos sistemas de produção animal.

516 O manejo eficiente de uma pastagem requer conhecimento dos recursos
517 forrageiros existentes, permitindo assim uma melhor utilização desses recursos. No caso
518 da pastagem nativa se faz necessário conhecer o funcionamento do ecossistema,
519 associado aos fatores do ciclo fisiológico das espécies forrageiras, hábito de crescimento
520 e aceitabilidade das plantas pelos animais (SILVA e MEDEIROS, 2003).

521 Nos ecossistemas da caatinga a principal limitação para a produção animal é a
522 disponibilidade de matéria seca potencialmente digestível (PAULINO *et al.*, 2003). As
523 limitações de oferta de nutrientes pelo pasto natural podem ser contornadas de diversas
524 maneiras, dentre elas com o enriquecimento da caatinga com espécies nativas e/ou
525 adaptadas com alto potencial forrageiro, por formação de pastos cultivados com
526 forrageiras adaptadas às condições locais, uso de bancos de proteína, suplementação
527 alimentar (com misturas múltiplas, resíduos culturais e agroindustriais) e utilização de
528 alimentos na forma de forragem conservada.

529 O aumento da disponibilidade de forragem na caatinga tem sido obtido por meio
530 de modificações na estrutura e na arquitetura da vegetação. As práticas envolvem o
531 controle das espécies ditas indesejáveis, seguindo-se, do enriquecimento com
532 forrageiras adaptadas. A pastagem nativa embora apresente uma grande diversidade de
533 espécies apresenta limites para a disponibilidade de nutrientes para animais em pastejo
534 ao longo do ano devido ao caráter efêmero da comunidade vegetal, principalmente a
535 herbácea, disponível para os animais em apenas uma época do ano.

536 Dentre as espécies mais adaptadas às condições do semiárido é possível citar:
537 capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*), capim-gramão (*Cynodon dactylus*), capim-corrente
538 (*Urochloa mosambicensis*) e capim-andropógon (*Andropogon gayanus*) para
539 enriquecimento do estrato herbáceo e a leucena (*Leucaena leucocephala*) no estrato
540 arbustivo.

541 A baixa produtividade das pastagens naturais pode ser incrementada com o uso
542 da fertilização, onde os nutrientes removidos do sistema são repostos. Os benefícios
543 dessa prática centralizam-se no aumento da produção de forragens e de sementes, além
544 de elevar a qualidade nutritiva além de favorecer estabelecimento das plântulas
545 (ANDREASE, 1971; HEADY, 1975).

546 O pastejo de curta duração associado à dinâmica de rotação dos pastos permite
547 uma melhor utilização da forragem disponível, uma adequação da qualidade às
548 necessidades nutricionais dos animais, permitindo assim uma diminuição das perdas,
549 uniformização do uso da pastagem e uma grande melhora no desempenho dos animais.

550 A produtividade animal, em termos de ganho de peso, tem ficado em torno de 60
551 a 70 kg·ha⁻¹ de peso corporal por ano (ARAÚJO FILHO *et al.*, 2002). Embora a
552 caatinga apresente boa disponibilidade de biomassa no período chuvoso, parte
553 significativa desse material não é utilizada na alimentação dos animais.

554 No Semiárido Brasileiro tem-se destacado o uso de leguminosas como forma de
555 reduzir a escassez de forragem nas épocas secas do ano (SOUSA *et al.*, 2000). O banco
556 de proteína deverá ser implantado em áreas vizinhas ou adjacentes ao centro de manejo
557 dos rebanhos, visando facilitar o acesso dos animais e o uso do esterco e sobras de
558 alimentos a serem usados no solo da área (SOUSA, 1998). Destacando-se a leucena e o
559 guandu como as mais comumente usadas nos bancos de proteínas, embora várias
560 espécies nativas do semiárido apresentem potencial para serem utilizadas com esta
561 finalidade.

562 De acordo com Neiva e Santos (1998), a escolha de um alimento pra ser usado
563 como suplemento é determinado pelo fator econômico que o torna viável de acordo com
564 a região onde se localiza a propriedade. Misturas múltiplas e sais proteinados, devido à
565 sua simplicidade e baixo custo, são utilizados como alternativas para solucionar as
566 deficiências de grande parte dos nutrientes em muitos sistemas de produção em pastejo.

567

568 **Utilização de silagem de milho**

569 A sazonalidade da produção de forragem é um dos fatores de restrição na
570 produção animal, baixando os índices produtivos no período seco, principalmente nas
571 regiões semiáridas, como o Nordeste brasileiro, reduzindo a quantidade e o valor
572 nutritivo da forragem, prejudicando o desempenho animal.

573 Dentre as diversas formas e alternativas de contornar esse problema que é
574 bastante comum na região semiárida está a conservação de forragem na forma de
575 silagem, ou mesmo com o uso de irrigação em propriedades que disponibilizam de um
576 bom reservatório de água, proporcionando uma elevada produtividade das forrageiras,
577 mantendo a quantidade e a qualidade do alimento volumoso durante todo o ano.

578 A suplementação de bovinos leiteiros com forragens conservadas dependerá do
579 valor nutricional da forragem conservada e dos requerimentos nutricionais dos animais,
580 com a finalidade de atender o déficit dos nutrientes como proteínas, energia e minerais.

581 Suplemento alimentar refere-se àquele alimento rico em determinado nutriente
582 que está em deficiência na alimentação dos animais, mas que será corrigido na dieta,
583 seja de animais criados a pasto ou em confinamento recebendo ração que será
584 balanceada com um alimento suplementar (VALLENTINE, 2001). Assim, um
585 desbalanço de nutrientes na dieta de animais como bovinos leiteiros, seja proteico ou
586 energético, poderá resultar em menor síntese de proteína microbiana diminuindo a
587 digestão da forragem e o consumo, além de causar perdas de nutrientes (SILVEIRA *et*
588 *al.*, 2002) resultando em diminuição na produção de leite. A maximização de eficiência
589 de utilização da dieta, segundo o NRC (2001), resulta do balanceamento nutricional de
590 forma que todos os nutrientes estejam atendendo a necessidade do animal, pois um
591 nutriente limitante fará com que os outros nutrientes não sejam eficientemente
592 utilizados.

593 O consumo de silagem é inversamente proporcional ao conteúdo de FDN, sendo
594 este dependente do conteúdo de parede celular indigestível. A fibra indigestível ocupa
595 espaço no trato gastrointestinal, provocando diminuição na taxa de passagem e consumo
596 (ZANINE *et al.*, 2006).

597 Armazenar o excesso da produção de forragem proveniente do período favorável
598 de chuvas para utilização no período seco demonstra-se uma estratégia de grande
599 impacto na viabilidade da atividade pecuária (CABRAL *et al.*, 2002), principalmente
600 em regiões semiáridas como o Nordeste do Brasil.

601 A silagem de milho é considerada padrão, pois possui adequado teor de
602 carboidratos solúveis, que leva à fermentação láctica, promovendo a conservação de um
603 alimento de alto valor nutritivo, fácil preparação e de grande aceitabilidade pelos
604 animais, além de grande produção de biomassa e teor adequado de matéria seca,
605 conforme Caetano (2001).

606 O sistema de produção de leite é parte integrante da cadeia produtiva que está
607 inserida em um mercado cada vez mais exigente e competitivo, devendo fazer uma série
608 de adaptações tecnológicas para promover a intensificação da produção, visando a
609 permanência de produtores que pouco utilizam técnicas de conservação de alimentos a
610 permanecerem no mercado cada vez mais competitivo.

611 A idade fenológica da planta é o fator que mais influencia o valor nutritivo da
612 planta forrageira, seja gramínea ou leguminosa, colhida para produção de feno ou
613 silagem, sendo que a colheita na idade adequada promove aquisição de uma forragem
614 de maior valor nutritivo e estimula o maior consumo de alimento pelo animal.

615 O estágio de maturidade ótimo da planta forrageira para colheita e ensilagem
616 com o intuito de elevar o aproveitamento nutritivo no momento de seu maior acúmulo
617 líquido de nutrientes, necessariamente não resulta em elevação do consumo de forragem
618 e nem em altas taxas de desempenho animal, pois o processo de ensilagem promove
619 perdas na colheita, no armazenamento e na fermentação, bem como no consumo dos
620 animais alimentados com forragem ensilada, isso quando comparada ao consumo do
621 mesmo material, na forma fresca.

622 A fermentação no processo de ensilagem causa grandes alterações na quantidade
623 e na qualidade dos nutrientes da forragem em relação ao material fresco. Segundo
624 Erdman (1993), ao passo que carboidratos solúveis são convertidos a ácidos orgânicos
625 que reduzem pH e conservam a silagem, ocorre também alteração na proteína ao final
626 da fermentação correspondendo a cerca de 40 a 75% de nitrogênio não proteico (NNP).

627 Os processos de conservação de forragem convivem rotineiramente com
628 processos de perdas de nutrientes e essas perdas ocorrem no decorrer do processo de
629 ensilagem como na forma de efluentes que é indesejável e deve ser evitada por causar
630 prejuízo na fermentação provocada por bactérias indesejadas do gênero *Clostridium*,
631 aumentando a proteólise.

632 A importância do teor de matéria seca na perda por efluentes de silagens foi
633 relatada por Oliveira *et al.* (2010) ao estudar quatro forrageiras ensiladas, estes
634 relataram que a silagem de sorgo-sudão produziu maiores quantidades ($P < 0,05$) de

635 efluente e gases em relação às de milho e girassol, com produções semelhantes à da
636 silagem do sorgo forrageiro. A silagem de milho se destacou por apresentar menores
637 perdas, sendo de 2,2% para gases e de 20,4 kg/t MV para efluentes, não diferindo da
638 silagem de girassol com 2,2% da MS e 37,9 kg/t MV para gases e efluentes,
639 respectivamente, enquanto as de sorgo forrageiro e sorgo-sudão apresentaram maiores
640 perdas por efluente, alcançando valores de 69,7 kg/t MV e 7,4% para sorgo forrageiro e
641 96,9 kg/t MV e 5,3% para sorgo-sudão em perdas de efluentes e gases, respectivamente.

642 O volume do efluente produzido em um silo é influenciado principalmente pelo
643 conteúdo de matéria seca da espécie forrageira ensilada e pelo grau de compactação,
644 além de outros, como o tipo de silo. Segundo McDonald *et al.* (1991), aumento
645 significativo nas perdas por gases ocorre quando há produção de álcool por fermentação
646 provocada por bactérias heterofermentativas, enterobactérias, leveduras e bactérias no
647 gênero *Clostridium ssp.*

648 A adição de leguminosa na silagem fornecida aos animais como a associação de
649 milho e soja testada por Eichelberger *et al.* (1997) nas proporções de 0, 10, 20,30,40 e
650 50% de forragem de soja, concluíram que a inclusão de até 50% de soja na silagem é
651 uma opção que pode proporcionar alterações na composição químico-bromatológica da
652 silagem como o aumento nos teores de proteína bruta (PB), cálcio e fósforo.

653 Efeitos da inclusão de leucena na qualidade da silagem de milho foram
654 estudados por Pereira *et al.*, (2004), estes verificaram que o aumento na proporção de
655 leucena na silagem de milho não alterou significativamente o teor de matéria seca (MS)
656 das silagens, sendo a silagem de milho exclusivo de 27,34% de MS, e com a inclusão de
657 40% de forragem de leucena reduziu o teor de MS para 26,34%, e resultou efeito linear
658 positivo sobre os valores de pH variando de 3,32 até 3,58 para silagem com 40% de
659 leucena, poder tampão e PB, já que os teores de proteína bruta obtidos variaram de 7,85
660 para a silagem de milho exclusivo a 13,90% para a silagem com 40% de leucena,
661 correspondendo a um incremento de 77,07%, nitrogênio amoniacal.

662 Ao se utilizar suplementação animal em pastejo, busca-se uma alternativa que
663 possa melhorar a eficiência bioeconômica do sistema produtivo, melhorando os índices
664 produtivos, reprodutivos e de capital do produtor. No entanto, para bovinos leiteiros,
665 com a finalidade de atender as demandas de mercado e proporcionar melhores índices
666 produtivos, deve-se considerar a qualidade da forragem conservada e dos aspectos
667 qualiquantitativos do concentrado fornecido nas dietas, que requer balanceamento das
668 rações para atender as exigências dos animais e seu desempenho esperado.

669

670 Uso de silagem de capim-elefante

671 A ensilagem é um método de conservação de forragem em seu estado úmido, por
672 meio da fermentação realizada por bactérias formadoras de ácido láctico que promovem
673 redução do pH, inibindo o crescimento de microrganismos indesejáveis por um longo
674 período de tempo. É uma técnica bastante útil, quando se pretende aproveitar o
675 excedente de produção de forragem no período das chuvas, para ser fornecida no
676 período seco.

677 O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) é uma forrageira com excelente
678 potencial de produção de matéria seca por área cultivada, apresentando quantidades
679 razoáveis de carboidratos solúveis. Apesar disso, o elevado teor de umidade, na fase em
680 que é ótimo o seu valor nutritivo, representa um importante obstáculo para o seu
681 aproveitamento na forma de silagem, pois resulta em fermentações indesejáveis, com
682 consideráveis perdas de nutrientes (ZANINE *et al.*, 2006; ANDRADE *et al.*, 2012).

683 A produção de silagem permite a redução da estacionalidade da oferta de
684 forragem, possibilitando a melhoria dos índices zootécnicos e redução de custo com
685 aquisição de alimentos. De modo que o capim-elefante tem se destacado por apresentar
686 boas características para ensilagem, com alto potencial produtivo, grande
687 adaptabilidade, facilidade de cultivo, boa aceitabilidade pelos animais e bom valor
688 nutritivo quando em estágio jovem de maturidade. Assim, a inclusão de aditivos na
689 silagem impede o escape de nutrientes via efluentes como açúcares, compostos
690 nitrogenados, ácidos orgânicos e sais minerais, além de reduzir perdas de matéria seca
691 (ANDRADE *et al.*, 2012).

692 Nesse sentido, alguns aditivos são utilizados como absorventes de umidade como
693 a casca de café, farelo de trigo e polpa cítrica são utilizados como absorventes de
694 umidade, enquanto que o fubá de milho, casquinha de soja (ANDRADE *et AL.*, 2012),
695 subprodutos do abacaxi, maracujá e melão (POMPEU *et al.* 2006) representam
696 alternativas para aumentar o percentual de MS, pela absorção do excesso de umidade,
697 melhoria da fermentação microbiana e do valor nutritivo da silagem (ZANINE *et al.*,
698 2006). Desse modo, a composição químico bromatológica das silagens podem ser
699 alterados através da adição de vários produtos no momento da ensilagem, como relata
700 Van Soest (1987) e Gonçalves *et al* (2012), influenciando o curso da fermentação.

701 Avaliando silagens de capim-elefante, Lopes *et al.* (2010) relataram que a adição
702 de 15 e 30% de leucena aumentou significativamente os teores de proteína bruta de
703 4,06% para 6,27% e 7,19%, respectivamente. Segundo Magalhães *et al.* (2003), a
704 adição de 20 e 40% de leucena aumentou significativamente, os teores de PB de 4,04%
705 para 6,54% e 7,60%, na silagem de capim-elefante, respectivamente, representando
706 incrementos de 61,88% e 88,11%, respectivamente.

707 Quanto ao teor de PB, os resultados de Monteiro *et al.* (2011) mostraram que as
708 silagens que apresentaram maiores teores de PB foram aquelas aditivadas com casca de
709 soja (7,83%), farelo de arroz (7,12%) e fubá de milho (6,89%). Já as que apresentaram
710 menores teores de PB, foram às silagens com inoculante (5,45%) e sem aditivo (5,16%).
711 A utilização do fubá de milho propiciou redução dos valores de FDN (44,42%) e FDA
712 (25,36%) e aumento do NDT (74,63%), que podem ter sido influenciados pelo menor
713 teor de FDN do aditivo e redução de efluente na silagem (MONTEIRO *et al.*, 2011).

714

715 **Uso de capim-elefante *in natura***

716 A agricultura nacional tem apresentado padrão de crescimento notável nos últimos
717 anos, resultado de um cenário econômico e de mercado favoráveis e que têm permitido
718 ao país alcançar patamares de produção e exportação nunca antes atingidos. Nesse
719 contexto, a pecuária tem papel de destaque, razão pela qual observa-se interesse
720 crescente pelo desenvolvimento de novas tecnologias e uso de pastagens para a
721 produção de produtos mais competitivos e de qualidade (SILVA *et al.*, 2005).

722 A escolha da espécie forrageira é um fator importante, pois determinará a
723 produtividade e longevidade da pastagem, juntamente ao manejo adotado. O solo é
724 determinante ao bom desenvolvimento de uma forrageira. Assim, a fertilidade do solo
725 destaca-se quando a meta é ter altas produções e a física do solo desempenha papel
726 limitante na seleção das espécies. O capim-elefante exige solos mais profundos,
727 mecanizáveis, além de práticas de reposição de nutrientes para que não haja
728 comprometimento de seu estabelecimento e produção.

729 A capineira torna-se vantajosa quando os animais são produtivamente medianos,
730 com produção em torno de 10 a 15 kg de leite por vaca ao dia ou quando o ganho de
731 peso é de até $900 \text{ g} \cdot \text{anim}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$, tendo a possibilidade de suplementá-los na estação
732 seca, mantendo o produto animal a baixo custo quando comparado a outras fontes de
733 alimento que não seja volumosos *in natura*. As vantagens apontadas para este sistema

734 são o maior aproveitamento da forragem produzida e a diminuição de perdas no campo.
735 Já a desvantagem é a perda rápida do valor nutritivo com a idade, limitando o seu
736 potencial para a produção animal. O desempenho animal dependerá, então, do valor
737 nutritivo da forragem cortada e do uso de suplementação com concentrados.

738 A produção média anual de matéria seca da parte aérea (MSPA) entre quatro
739 cultivares de capim-elefante (roxo, cameroon, gramafante e mineirão) não diferiram
740 estatisticamente, apresentando valor médio de $17,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ de MS, com intervalo de
741 60 dias entre cortes. Em relação à produção de MSLF, a gramafante apresentou menor
742 valor em comparação as demais cultivares. A cultivar cameroon apresentou menor
743 produção de MSC, que apesar da menor produção de MSPA, apresentou a maior relação
744 F/C, diferindo das demais cultivares. Os teores médios de proteína bruta (PB), fibra
745 detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA) da parte aérea das quatro
746 cultivares de capim-elefante, diferem entre si, com o maior teor médio de 8,2% de PB
747 para a cultivar roxo (Queiroz Filho., 1998).

748 A composição químico-bromatológico apresenta efeito linear decrescente para os
749 teores de PB e MM em diferentes idades de corte, com valores de 18,17 a 9,87% e de
750 14,32 até 6,46%, respectivamente, no período entre 30 e 105 dias de idade.
751 Contrariamente, os teores de FDN, FDA e FDNi aumentaram com o avanço na idade de
752 corte, com valores de 69,49%, 44,20% e 20,64% aos 30 dias de idade, para valores de
753 78,85%, 47,81% e 34,64% aos 105 dias, pois necessitam de estruturas de sustentação
754 cujos componentes principais são a celulose, hemicelulose e lignina. O aumento de
755 FDNi indica redução na proporção do capim passível de ser digerido pelo animal,
756 principalmente pelo aumento da proporção de colmos no material colhido (MARTINS-
757 COSTA, *et al.*, 2008).

758 A utilização do capim-elefante paraíso, híbrido do cruzamento do milheto
759 (*Pennisetum glaucum*) com o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*), combinou
760 qualidade do milheto com a produção de matéria seca do capim-elefante. De modo que
761 análises das diferentes alturas de corte do capim-elefante cultivar paraíso, verificou-se
762 redução na produção de MS e quantidades de proteína bruta acumuladas com as alturas
763 de corte de 5 para 15 cm (PAULINO; LUCENAS; POSSENTI, 2011). Desse modo, as
764 produções mais elevadas de matéria seca foram $12,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $11,8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ com cortes às
765 alturas de 5 ou 10 cm do nível do solo, respectivamente, e idade de 75 dias. Em relação
766 a proteína bruta, seus valores elevados entre 24,4 a 25,1%, são provenientes de eficiente

767 utilização de nitrogênio, temperaturas e suprimento hídrico adequado e boa proporção
768 de folhas na produção de matéria seca. Os conteúdos de FDN oscilaram entre 63,01 a
769 64,75% e os de FDA entre 32,89 a 34,12%, situados com o descrito por Vilela *et al.*,
770 (2001). Nesse sentido, cortes mais baixos para o capim-elefante paraíso resultam em
771 maiores produções de matéria seca e de proteína bruta por área.

772

773

774

MATERIAL E MÉTODOS

775 **Caracterização dos Sistemas de Produção de Leite**

776 O estudo foi realizado na região do Baixo Jaguaribe, composta pelos municípios
777 de São João do Jaguaribe, Tabuleiro do Norte, Limoeiro do Norte, Quixeré, Russas,
778 Morada Nova e Ibicuitinga, localizando-se na porção leste do estado do Ceará,
779 compondo parte da fronteira dos estados do Ceará e Rio Grande do Norte.

780 O levantamento dos índices econômicos foi iniciado em maio de 2005 e finalizado
781 em abril de 2006. Foram acompanhados cerca de 150 produtores e os dados utilizados
782 são oriundos de 45 propriedades que realizaram controle completo, necessário para
783 realização das análises. As informações foram obtidas de forma direta por meio de
784 entrevista e coleta de dados em caráter mensal.

785 Os sistemas de produção foram agrupados em quatro modelos de sistema, com
786 base no tipo de alimento volumoso mais utilizado na região: capineira irrigada (40% dos
787 produtores), misto irrigado (25% dos produtores), misto sequeiro (17,5% dos
788 produtores) e lotação rotativa (17,5% dos produtores).

789 Os produtores com sistema capineira irrigada foram assim classificados quando
790 sua base de produção de volumosos era a capineira irrigada (CI), podendo ou não ter
791 outra fonte, desde que não fosse superior a 20% do total de alimento volumoso. Os
792 sistemas denominados como de produção misto irrigado (MI) eram aqueles que tinham
793 sua produção de volumosos composto por culturas irrigadas, não existindo uma cultura
794 predominante, sendo resultados da produção de capineiras, pastagens em regime de
795 vazante e sorgo irrigado para corte. No caso dos sistemas de produção do tipo misto
796 sequeiro (MS), eram aqueles que tinham sua base alimentar fundamentada em
797 vegetação natural no período chuvoso e silagens de sorgo e/ou capim na seca, na
798 totalidade ou em mais de 50% da dieta diária. E por fim, os sistemas de produção
799 baseados em pastagens sob lotação rotativa (LR), os quais eram caracterizados quando a
800 base da alimentação volumosa era a pastagem irrigada e adubada.

801 A utilização de silagem foi dividida em forma de reserva e em forma de base
802 alimentar. A primeira situação pode ser entendida como a acumulação de alimento sem
803 predefinição de data para utilização (reserva) e a segunda situação pode ser
804 compreendida como a forma de produção de alimentos volumosos com definição de
805 quantidade demandada e período predefinido de uso (base alimentar).

806 Inicialmente foram determinados os coeficientes de correlação dos indicadores de
807 tamanho, dos índices zootécnicos e dos índices econômicos com a taxa de remuneração
808 do capital investido, selecionando-se aqueles que apresentaram correlação ($P < 0,05$) para
809 estudo de regressão. Foram geradas equações de regressão para cada indicador em
810 função da taxa de remuneração do capital investido. Os dados foram agrupados e
811 analisados segundo a metodologia descrita em OLIVEIRA *et al.*, (2007).

812 Os dados foram tabulados utilizando-se o aplicativo Microsoft Excel[®] versão
813 2010, com posterior análise das frequências de utilização das variáveis avaliadas. Os
814 índices produtivos e econômicos foram comparados por meio de análises estatísticas
815 descritivas e agrupados em tabelas, objetivando-se melhor comparação, discussão e
816 apresentação dos resultados.

817 No primeiro capítulo da dissertação será discutida a caracterização dos sistemas
818 de produção, enquanto que no segundo e terceiro capítulos serão realizadas simulações
819 utilizando diferentes tipos de volumosos que venham a representar os sistemas
820 caracterizados no primeiro capítulo (LR, MS, MI e CI), de modo que possam ser
821 realizadas comparações com os sistemas identificados no levantamento de campo. Será
822 acrescentado na simulação um sistema que seja representativo de uma condição de
823 cultivo plenamente em sequeiro (SE), para comparação com os demais sistemas de
824 produção.

825

826 **Simulação com Vacas Leiteiras e Novilhas**

827 **Formulação das Rações**

828 Foi utilizado um modelo de simulação que representa a produção de leite de uma
829 lactação completa, sendo desenvolvido utilizando o *software* CNCPS (*Cornell Net*
830 *Carbohydrate and Protein System*) versão 5.0 para formulação das rações, sendo
831 utilizadas planilhas eletrônicas, software Microsoft Excell[®] versão 2010, para realização
832 dos cálculos de eficiência bioeconômica dos sistemas de alimentação avaliados.

833 O modelo de simulação utilizado considera as necessidades nutricionais de vacas
834 leiteiras durante o período de lactação, combinado com o valor nutritivo e

835 características agrônômicas das forrageiras utilizadas, para vacas de cinco níveis de
836 produção, três níveis de teor de gordura no leite e cinco diferentes pesos de vaca adulta.
837 As variações nos níveis produtivos, peso corporal, teor de gordura do leite e tipo de
838 alimento volumoso (forrageira) alteram o nível de consumo (forragem e concentrado), a
839 produtividade e a eficiência bioeconômica das estratégias de alimentação.

840

841 **Características dos Animais**

842 Consideraram-se animais da raça Sindi. Para a simulação de vacas em lactação foi
843 estabelecida a idade adulta de 36 meses, ou seja, não há requerimento nutricional para
844 crescimento, e dentre os níveis de produção avaliados as vacas apresentam peso
845 corporal médio de 300; 325; 350; 375 e 400 kg, com composição do teor de gordura do
846 leite variando em valores de 3,8; 4,2 e 4,6%. Com relação à reprodução, foi considerado
847 que os animais ficam gestantes com 120 dias após o parto, resultando em um intervalo
848 entre partos de 13 meses. O peso esperado do bezerro ao nascimento para entrada dos
849 dados no sistema CNCPS v.5.0 foi de 22,0 kg e a idade das vacas ao primeiro parto foi
850 de 36 meses.

851 Foram considerados cinco períodos de lactação (240; 250; 260; 270 e 280 dias) e
852 cinco níveis de produção por lactação (1.296; 1.811; 2.297; 2.804 e 3.302 litros de leite)
853 para o estabelecimento das exigências nutricionais e formulação das dietas. Para
854 estimativa da produção média de leite em cada período de lactação, adotou-se o modelo
855 proposto por Congleton e Everett (1980), estando a produção de leite de acordo com o
856 nível de produção e o período de lactação descritos na Tabela 1. O modelo utilizado
857 para estimativa da produção de leite está descrito abaixo:

858

$$859 \text{ PL} = \text{PLi}(\text{S}^{0,2218})(\text{exp}^{-0,034*\text{S}})$$

860

861 Em que PL é a produção de leite (kg por dia) na semana S, PLi é a produção
862 inicial, S é a semana de lactação.

863 Foram avaliados animais de cinco níveis de produção de leite por lactação, sendo
864 estes: 1.296; 1.811; 2.297; 2.804 e 3.302, correspondendo a vacas de produção média de
865 5,4; 7,2; 8,8; 10,4 e 11,8 kg de leite por dia para cada nível de produção de leite,
866 respectivamente. Para os diferentes níveis de produção avaliados, segundo o modelo
867 desenvolvido por Congleton e Everett (1980), foi considerada a produção média inicial

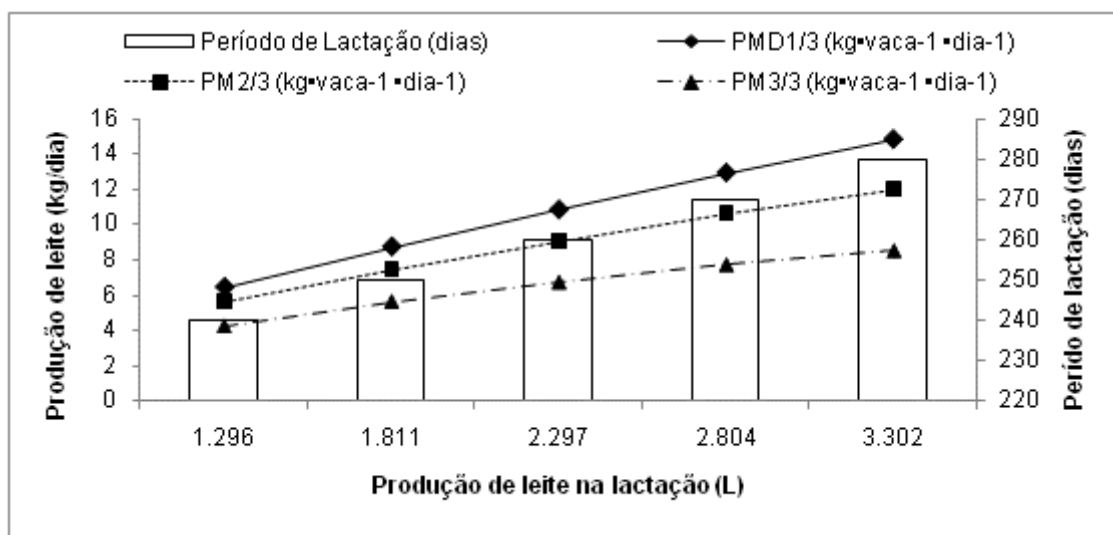
868 de 5,3; 7,2; 8,9; 10,6 e 12,2 kg de leite por dia. Foi considerado que as produções de
869 leite se referem à composição de 3,0% de proteína total.

870

871 **Tabela 1.** Dias de lactação, produção de leite estimada, produção de leite no período,
872 produção de leite média no período, segundo o nível de produção simulado

| | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Produção no período da lactação (L) | 1.296 | 1.811 | 2.297 | 2.804 | 3.302 |
| Produção Inicial (kg•vaca ⁻¹ •dia ⁻¹) | 5,30 | 7,20 | 8,90 | 10,60 | 12,20 |
| Período de Lactação (dias) | 240 | 250 | 260 | 270 | 280 |
| PMD1/3 (kg•vaca ⁻¹ •dia ⁻¹) | 6,4 | 8,7 | 10,8 | 12,9 | 14,8 |
| PM2/3 (kg•vaca ⁻¹ •dia ⁻¹) | 5,6 | 7,4 | 9,0 | 10,6 | 12,0 |
| PM3/3 (kg•vaca ⁻¹ •dia ⁻¹) | 4,2 | 5,6 | 6,7 | 7,7 | 8,5 |
| Média | 5,4 | 7,2 | 8,8 | 10,4 | 11,8 |

873



874

875

876 PM1/3: Produção de leite média diária ao longo do 1° terço da lactação; PM2/3: Produção de leite média
877 diária ao longo do 2° terço da lactação; PM3/3: Produção de leite média diária ao longo do 3° terço da
878 lactação

879 Estimativa proposta por Congleton e Everett (1980)

880

881 Para o cálculo da produção de leite por lactação foram utilizadas as médias das
882 produções de leite estimadas segundo o modelo descrito anteriormente, sendo calculada
883 a média entre os pontos determinados como terço inicial, terço médio e terço final do
884 período de lactação, multiplicada pelo número de dias do período, obtendo-se, desta
885 forma, a produção média total ao longo da lactação.

886

887 Mobilização de Reservas Corporais

888 No cálculo do potencial de produção foi considerada a adequada mobilização de
889 reservas corporais. Desta forma, para todas as estratégias de alimentação avaliadas, nos

890 diferentes níveis de produção de leite, foram consideradas dietas que mantenham a
891 produção de leite e propicie o retorno à condição corporal inicial quando as vacas
892 estiverem no final da lactação. Foi considerado o limite para a mobilização de reservas
893 corporais no início da lactação não superior a meia unidade (0,5) da escala de avaliação
894 do escore da condição corporal (ECC), comparado com o ECC de 3,5 no momento do
895 parto, onde as dietas promoveram novamente o ganho deste meio escore, no período de
896 280 dias, garantindo que a vaca retorne ao escore 3,5 no parto seguinte.

897 Neste estudo, o ECC no momento do parto foi considerado 3,5 em função da
898 maximização da produção de leite ser obtida com este escore de condição corporal no
899 momento do parto (WALTNER *et al.*, 1993).

900 A categoria animal denominada de vacas em lactação teve o peso corporal médio,
901 nos níveis de produção avaliados, de 300; 325; 350; 375 e 400 kg. O mesmo valor foi
902 preestabelecido como o peso corporal adulto para as simulações de fêmeas em recria
903 (novilhas) com cinco faixas de ganho de peso corporal (200; 275; 350; 425 e
904 500 g·dia⁻¹).

905

906 **Alimentação e Cálculo das Rações**

907 Para o cálculo das rações foi utilizado o *software* CNCPS versão 5.0,
908 desenvolvido pela Universidade de Cornell (FOX *et al.*, 2003). Para predição das
909 exigências nutricionais foram utilizados os seguintes parâmetros do *software*: equações
910 de nível 1, base da ração em matéria seca e unidade de energia em calorias. Esse modelo
911 foi usado para comparar vários cenários alternativos, buscando determinar qual rebanho
912 utilizaria melhor os recursos existentes. As dietas foram formuladas de modo que
913 atendessem às recomendações de balanço de nutrientes em relação à fase de lactação,
914 independentemente do volumoso ou composição do concentrado utilizado.

915 Os parâmetros simulados variaram em peso à maturidade, percentual de gordura
916 do leite, produção de leite diária, produção de leite total na lactação, dias em gestação e
917 dias decorridos do parto, para o cálculo da ração por meio do programa computacional
918 CNCPS v.5.0, para cada estratégia alimentar avaliada.

919 Em relação às condições ambientais, foram considerados os dados médios da série
920 histórica obtidos dos dados climatológicos de Morada Nova – CE, no período de 1961 a
921 1990, segundo o plano estadual de recursos hídricos do Ceará, utilizados por Cabral
922 (2000), apresentados na Tabela 2.

923

924 **Tabela 2.** Dados Climatológicos de Morada Nova - CE (1961-1990)

| | Tmax (° C) | Tmin (° C) | UR (%) | Insolação | | Velocidade do Vento | | PPT (mm) | Eto (mm) | |
|-------|---------------|---------------|-----------|-----------|---------|---------------------|----------|-------------|----------|--------|
| | | | | (h.mês) | (h.dia) | (m/s) | (km/dia) | | PM | HG |
| | | | | | | | | | | |
| TOTAL | 406,20 | 264,70 | 812,00 | 2.920 | 95,94 | 38,50 | 3.326,50 | 713 | 2.209,20 | 1.938 |
| Média | 33,85 | 22,06 | 67,67 | 243,33 | 8,00 | 3,21 | 277,21 | 59,42 | 184,10 | 161,50 |

925 Tmax=Temperatura máxima, Tmin=Temperatura mínima, UR=Umidade relativa, PPT=Precipitação total,
 926 Eto=Evapotranspiração de referência, PM=Penman-Monteith, HG=Hargreaves.
 927 Adaptado de Cabral (2000)

928 Nas estratégias de alimentação de animais em pastejo considerou-se que os
 929 animais apresentam exigências nutricionais para esta atividade, de acordo com Fox *et*
 930 *al.*, (2003) e o NRC (2001), e que cada vaca em pastejo caminha 2,0 km por dia em
 931 terreno plano. Quando os alimentos foram fornecidos no cocho, ou seja, não houve
 932 atividade de pastejo, foi considerado no programa computacional que os animais
 933 estavam em regime de confinamento tipo “*free-stall*” de até 200 vacas, caminhando
 934 500 m por dia, segundo Fox *et al.* (2003).

935 Como alimentos concentrados foram utilizados: farelo de milho, farelo de soja,
 936 farelo de algodão, farelo de trigo, uréia, calcário, fosfato de cálcio e bicarbonato de
 937 potássio. Como alimentos volumosos foram utilizados: silagem de milho (*Zea mays*),
 938 silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, cv. Napier), capim-elefante *in*
 939 *natura* (*Pennisetum purpureum*, cv. Napier) picado e fornecido diretamente aos
 940 animais, capim-tanzânia (*Panicum maximum*, cv. Tanzânia) irrigado sob manejo de
 941 pastejo e lotação rotativa, capim-búffel (*Cenchrus ciliaris* L.) utilizado sob manejo de
 942 pasto diferido e o pasto natural (Caatinga) sob pastejo e manejo de raleamento.

943 Para a utilização dos alimentos silagem de capim-elefante e capim-elefante *in*
 944 *natura*, foi utilizado o banco de dados de composição de alimentos tropicais
 945 desenvolvido por Tedeschi (2002), que acompanha o *software* CNCPS v.5.0 com as
 946 informações de composição dos alimentos. Para os alimentos silagem de milho, capim-
 947 búffel diferido, capim-tanzânia e pasto natural (Caatinga) foi utilizada a ferramenta
 948 “criar alimento” que acompanha o *software* CNCPS v.5.0. Para cada um destes
 949 alimentos foram utilizados os valores de composição químico-bromatológica levantada
 950 de informações da literatura (Tabela 3), mantendo-se as demais informações já
 951 existentes para a composição do alimento no banco de alimentos do CNCPS. Os
 952 alimentos silagem de capim-elefante e capim-elefante *in natura* foram utilizados do
 953 banco de alimentos do CNCPS sem realizar alterações em suas composições.

954 As variáveis de interesse para a interpretação dos resultados, fornecidas pelo
 955 CNCPS v.5.0, foram: estimativa de produção de leite em função da disponibilidade de

956 energia metabolizável (EM) e de proteína metabolizável (PM) (kg/dia); estimativa da
 957 mobilização e reposição das reservas corporais a partir da mudança de peso corporal
 958 (kg/dia); consumo de matéria seca dos ingredientes da dieta (kg MS/dia).

959

960 **Tabela 3.** Composição químico-bromatológica levantada da literatura e do banco de
 961 dados do CNCPS versão 5.0.

| | Pasto Irrigado (Tanzânia) | | | Pasto Diferido (Búffel) | | | Pasto Natural | | |
|---------------------------|---------------------------|----------|-------|---------------------------|----------|-------|---------------------------------|----------|-------|
| | média | DP | CV | média | DP | CV | média | DP | CV |
| MS (%) | 19,44 | 4,40 | 22,66 | 50,06 | 23,59 | 47,13 | 34,92 | 15,53 | 44,46 |
| MS (Kg·ha ⁻¹) | 5.637,51 | 2.260,24 | 40,09 | 4.374,64 | 1.812,76 | 41,44 | 3.140,93 | 1.518,86 | 48,36 |
| PB | 12,74 | 3,09 | 24,28 | 6,16 | 2,28 | 36,97 | 13,19 | 2,93 | 22,23 |
| FDN | 70,99 | 6,65 | 9,36 | 74,83 | 5,93 | 7,92 | 55,67 | 8,37 | 15,04 |
| LIG | 5,07 | 2,07 | 40,77 | 5,32 | 0,17 | 3,19 | 14,42 | 2,42 | 16,79 |
| MM | 11,68 | 10,36 | 88,76 | 8,21 | 2,56 | 31,17 | 10,10 | 2,69 | 26,59 |
| EE | 1,14 | 0,48 | 42,27 | 1,37 | 0,41 | 29,75 | 2,30 | 0,85 | 36,83 |
| NIDA | 5,80 | - | - | 29,60 | - | - | 32,50 | 17,19 | 52,90 |
| NIDN | - | - | - | 41,80 | - | - | 50,84 | 25,07 | 49,30 |
| | Silagem de Milho | | | Silagem de capim-elefante | | | Capim-elefante <i>in natura</i> | | |
| | média | DP | CV | média | DP | CV | média | DP | CV |
| MS (%) | 30,31 | 4,16 | 13,74 | 23,7 | - | - | 23,8 | - | - |
| MS (kg/ha) | 14.463,30 | 3.328,91 | 23,02 | 9.000 | - | - | 9.000 | - | - |
| PB | 7,75 | 1,11 | 14,26 | 6,6 | - | - | 5,4 | - | - |
| FDN | 52,07 | 10,49 | 20,14 | 74 | - | - | 78,4 | - | - |
| LIG | 6,41 | 1,30 | 20,37 | 9,6 | - | - | 12,2 | - | - |
| MM | 3,71 | 1,35 | 36,44 | 9,4 | - | - | 7,7 | - | - |
| EE | 2,79 | 0,80 | 28,58 | 2,3 | - | - | 2,3 | - | - |
| NIDA | 10,25 | 4,59 | 44,79 | 2,2 | - | - | 26,1 | - | - |
| NIDN | 15,46 | 2,21 | 14,27 | 0,9 | - | - | 52,6 | - | - |

962 MS (%) = porcentagem de matéria seca, MS (kg·ha⁻¹) = produção de matéria seca, PB = proteína bruta,
 963 FDN = fibra em detergente neutro, LIG = lignina, MM = matéria mineral, EE = extrato etéreo, NIDA =
 964 nitrogênio indigestível em detergente ácido, NIDN = nitrogênio indigestível em detergente neutro.

965 Adaptado de AGUIAR, A.P.A. et al.(2006); ALBUQUERQUE, S.G. (1988); ALBUQUERQUE, S.G. et
 966 al, (1988); ALBUQUERQUE, S.G. et al, (1994); ALMEIDA, et al, (2006) IPA Caruaru; ANDRADE,
 967 A.P. et al, (2010); ARAÚJO FILHO (1986); ARAÚJO FILHO (1998); ARAÚJO FILHO (1998);
 968 ARAÚJO Filho (2002); ARAÚJO FILHO (2002b); ARAÚJO FILHO (2006); ARAÚJO FILHO, J.A. et
 969 al. (1996); ARAÚJO FILHO, J.A. et al. (2002c); ARAÚJO FILHO, J.A. et al. (2002c); ARAÚJO, D.L.C.
 970 (2005); BAIL, C.A.T. (2000); BALSALOBRE,M.A.A. et al(2003); BARBOSA,R.A.(2007);
 971 BENEVIDES, Y.I. et al (2007); BRÂNCIO, P.A. et al (2002); CABRAL, L.S. et al (2008);
 972 CAMPANHA, M.M. et al. (2011); CAMPOS, M.C.C. (2005); CANTO,M.W.et al, (2002);
 973 CANTO,M.W.et al, (2009); CASTAGNARA, D.D. et al (2011); CECATO, U. et al, (2000);
 974 CHAMBELA NETO, A. et al, (2008); CRUZ, et al, (2007); DANTAS NETO, J. et al, (2000);
 975 DESSOMMES, G.J. et al, (2003); DIFANTE,G.S. et al, (2009a); DIFANTE,G.S. et al, (2009b);
 976 ERDMAM (1993); FERNANDES, L.O. et al, (2007); FERREIRA , G.D.G. et al. (2011); FERREIRA et
 977 al, (2009); FLARESSO, J.A. et al, (2000); GERDES, L. et al, (2000); GUARESCHI, R.F. et al (2010);
 978 LEITE, (1995); LIMA, (1984); LIMA, M.L.P. et al, (2001); LUCAS, F.T. et al. (2009); LUNA, A.A. et

979 al. (2011); MACHADO, A.O. et al, (1998); MAIA, M.C. (2000); MOREIRA FILHO, (2007);
 980 MOREIRA, J.N. et al, (2006); MOREIRA, J.N. et al, (2007); MOTA, N.S.O. (2011); NAKAGHI &
 981 MELLO (2007); OLIVEIRA, et al, (1985); OLIVEIRA, F.C.L. et al. (2011); OLIVEIRA, L.B. et al,
 982 (2010); OLIVEIRA, M.C. (1981); PARIZ, C. M. (2011); PATÊS, N.M.S. et al, (2008); PEREIRA, E.S. et
 983 al (2007); PEREIRA, O.D. et al, (1993); PEREIRA, R.C. et al, (2004); POMPEU, R.C.F.F. (2008);
 984 PORTO, E.M.V. (2009); PORTO, P.P. et al, (2009); QUADROS, D.G. et al, (2002); QUEIROZ, D.S. et
 985 al, (2008); REGO, F.C.A. et al (2003); RESTLE, J. et al, (2002); RESTLE, J. et al, (2006);
 986 RODRIGUES, B.H.N. et al, (2006); RODRIGUES, L. et al (2010); ROSA, J.R.P. et al, (2004);
 987 SALMAN, A.K.D. et al (2000); SANTANA, D.F.Y. et al. (2011); SANTOS, G.R.A. et al (2009);
 988 SANTOS, G.R.A. et al, (2005); SANTOS, G.R.A. et al, (2006); SANTOS, M.V.F. (2010); SANTOS,
 989 M.V.F. et al (2003); SANTOS, P.M. et al, (1999); SILVA (1988); SILVA, C.M.M. et al, (1987); SILVA,
 990 E.A. ET AL, (2012); SILVA, N.L. (2007); SILVA, T.C. et al, (2011); SILVA, R.G. et al, (2007); SOUZA
 991 & ESPINDOLA (2000); TSUZUKI, N. et al (2006); VELHO, J.P. et al, (2007)
 992

993 **Estratégias de Alimentação**

994 Para avaliação dos volumosos foram desenvolvidas cinco estratégias de
 995 alimentação, variando entre sistemas de alimentação que utilizam um único volumoso
 996 ao longo do ano, a sistemas de alimentação que utilizam pasto natural no período
 997 chuvoso (fevereiro a maio) e silagem no período seco (junho a janeiro) e sistemas que
 998 utilizam pasto irrigado ou pasto diferido no período seco (junho a janeiro), sendo:
 999 capim-tanzânia irrigado como volumoso exclusivo ao longo do ano (TANZ+TANZ),
 1000 caatinga no período chuvoso e capim-tanzânia no período seco (CAA+TANZ), caatinga
 1001 no período chuvoso e capim-búffel diferido no período seco (CAA+BUF), caatinga no
 1002 período chuvoso e silagem de milho no período seco (CAA+SILMIL) e capim-elefante
 1003 *in natura* como volumoso exclusivo ao longo do ano (ELEF+ELEF), totalizando cinco
 1004 combinações de estratégias de alimentação para recria de novilhas.

1005 Foi considerada a época de parição das vacas no período chuvoso e no período
 1006 seco, nas estratégias de alimentação. A fase da lactação das vacas foi definida em terço
 1007 inicial da lactação e terço final da lactação e com o período de utilização do volumoso
 1008 como definido anteriormente. Para identificação da fase da lactação em cada estratégia
 1009 de alimentação foi utilizado o número 1 para o primeiro terço da lactação e o número 3
 1010 para o terço final do período de lactação. Assim temos: TANZ+TANZ; CAA1+TANZ3;
 1011 CAA3+TANZ1; CAA1+BUF3; CAA3+BUF1; CAA1+SILMIL3; CAA3+SILMIL1 e
 1012 ELEF+ELEF, totalizando oito combinações de estratégias de alimentação para vacas
 1013 lactantes. Desse modo, foram calculadas as dietas para terço inicial de lactação e terço
 1014 final de lactação para as vacas recebendo forrageiras utilizadas tanto no período
 1015 chuvoso como no período seco.

1016 Considerando todas as estratégias de alimentação, com avaliações de dietas em
 1017 função das fases de lactação, envolvendo vacas com cinco níveis de produção e três

1018 teores de gordura do leite, foram realizadas aproximadamente 375 simulações no
1019 CNCPS v.5.0 para obtenção dos dados para a avaliação bioeconômica da utilização dos
1020 alimentos.

1021

1022 **Características Agronômicas e Custos de Produção dos Volumosos**

1023 Nas simulações foram utilizados valores encontrados na literatura para as
1024 características agronômicas das forragens (Tabela 3). Para silagem de milho foi
1025 verificado que esta planta apresenta produção média de 43.389,90 kg de MS·ha⁻¹·ano⁻¹,
1026 tendo custo de produção estimado em R\$ 0,52 por kg de MS. Sendo assim, para
1027 avaliação do custo de produção, foi considerado o valor do custo para aquisição da
1028 planta do milho picada, correspondendo a R\$ 0,40 kg, além dos custos com construção
1029 do silo e seu enchimento, bem como o fornecimento do volumoso aos animais,
1030 totalizando o custo de produção anual por kg de MS.

1031 Para a silagem de capim-elefante foi considerado que esta forrageira produz em
1032 média 54.000 kg de MS·ha⁻¹·ano⁻¹, tendo custo de produção estimado em R\$ 0,21 por
1033 kg de MS, as perdas resultantes do processo de ensilagem sendo de 7% (NUSSIO *et al.*,
1034 2002) e do processo de arração dos animais sendo de 8% (NOVAES *et al.*, 2004).
1035 Para avaliação do custo de produção, foi considerado o valor gasto para implantação,
1036 correspondendo a gastos com mudas, adubos, irrigação, energia, mão de obra, etc., e os
1037 custos de manutenção mensal com mão de obra, energia, fertilizantes, etc., além dos
1038 custos com colheita do material a ser ensilado, construção do silo e fornecimento do
1039 volumoso aos animais, totalizando o custo de produção anual por quilograma de matéria
1040 seca.

1041 O levantamento da produção do capim-elefante *in natura* apresentou média de
1042 54.000 kg de MS·ha⁻¹·ano⁻¹, tendo custo de produção estimado em R\$ 0,12 por kg de
1043 MS, e as perdas resultantes do processo de colheita e fornecimento do volumoso aos
1044 animais são de 15% (NUSSIO *et al.*, 2002). Para avaliação do custo de produção, foi
1045 considerado o valor gasto para implantação, correspondendo a gastos com mudas,
1046 adubos, irrigação, energia, mão de obra, etc., e os custos de manutenção mensal com
1047 mão de obra, energia, fertilizantes, etc., além dos custos com colheita e fornecimento do
1048 volumoso aos animais, totalizando o custo de produção anual por kg de MS.

1049 O pasto de capim-tanzânia (*Panicum maximum*, cv. Tanzânia) irrigado foi
1050 considerado como tendo uma produção média de 67.650,12 kg de MS·ha⁻¹·ano⁻¹, com

1051 eficiência de utilização de 65% (CECATO *et al.*, 2001). O custo de produção estimado
1052 para esta forrageira foi R\$ 0,09 por quilograma de matéria seca. Para avaliação do custo
1053 de produção, foi considerado o valor gasto para implantação, correspondendo a gastos
1054 com sementes, adubos, irrigação, energia, mão de obra, etc., e os custos de manutenção
1055 mensal com mão de obra, energia, fertilizantes, etc., totalizando o custo de produção
1056 anual por quilograma de matéria seca.

1057 O pasto de capim-búffel (*Cenchrus ciliaries* L.) utilizado sob diferimento foi
1058 considerado como tendo uma produção média de 4.374,64 kg de MS·ha⁻¹·ano⁻¹. O custo
1059 de produção estimado para esta forrageira foi R\$ 0,10 por quilograma de matéria seca.
1060 Para avaliação do custo de produção, foi considerado o valor gasto para implantação,
1061 correspondendo a gastos com sementes, adubos, mão de obra, etc., e os custos de
1062 manutenção mensal com mão de obra, fertilizantes, etc., totalizando o custo de produção
1063 anual por quilograma de matéria seca. A eficiência de utilização para o pasto de capim-
1064 búffel diferido foi de 40%.

1065 O levantamento produtivo do pasto natural (Caatinga) apresentou média de
1066 3.140,93 kg de MS·ha⁻¹·ano⁻¹. O custo de produção para esta forrageira foi de R\$ 0,08
1067 por kg de MS. Para avaliação do custo de produção, foi considerado o valor gasto para
1068 implantação do manejo de raleamento (implantação) e manutenção deste pasto,
1069 correspondendo a gastos com mão de obra e equipamentos máquinas e os custos de
1070 manutenção mensal com mão de obra, energia, fertilizantes, etc., totalizando o custo de
1071 produção anual por quilograma de matéria seca. A eficiência de utilização para o pasto
1072 natural (Caatinga) foi de 50% (SILVA, 2007).

1073 A lotação foi calculada pela relação entre forragem produzida no período de
1074 utilização daquela forragem dividido pela participação do volumoso na dieta. Esse
1075 resultado deu base para encontrar o valor da área (ha) necessária para o cultivo das
1076 fontes de volumosos (forragem) em cada estratégia de alimentação utilizada.

1077

1078 **Custos de Produção e Avaliação Econômica**

1079 Os preços do leite e dos insumos utilizados neste estudo foram obtidos por meio
1080 de levantamentos de informações no mercado local, se referindo ao período de setembro
1081 de 2012 a março de 2013. No valor dos insumos utilizados estão inclusos os custos com
1082 transporte dos insumos até a fazenda, que ficam por conta da empresa fornecedora. No
1083 preço do leite não foram contabilizados os custos com transporte, pois este faz parte da

1084 captação do leite pela empresa beneficiadora do produto lácteo. Na Tabela 4, estão
 1085 descritos os preços do leite e dos alimentos concentrados utilizados na avaliação das
 1086 estratégias de alimentação.

1087 O cálculo do custo com alimentação para cada estratégia de alimentação foi
 1088 realizado considerando a média ponderada entre os dois estádios de lactação, terço
 1089 inicial e terço final da lactação, onde os pesos das ponderações foram os dias de
 1090 utilização de cada fonte de alimento volumoso, considerando as exigências de alimento
 1091 em cada período de lactação avaliado, sendo que foram considerados os preços dos
 1092 insumos no período de setembro de 2012 a março de 2013, relacionado com a
 1093 quantidade utilizada do alimento de acordo com a formulação de rações realizadas por
 1094 meio do CNCPS v.5.0 para cada estratégia de alimentação.

1095

1096 **Tabela 4.** Preço do leite e dos insumos utilizados nos concentrados, para cálculo dos
 1097 custos de alimentação

| Produto/Insumo | Preço R\$.kg ⁻¹ |
|---------------------------------|----------------------------|
| Produto | |
| Leite | 0,82 |
| Peso corporal | 5,50 |
| Volumoso | |
| Pasto Natural | 0,08 |
| Capim-búffel diferido | 0,10 |
| Capim-tanzânia | 0,09 |
| Silagem de milho | 0,52 |
| Capim-elefante <i>in natura</i> | 0,19 |
| Silagem de capim-elefante | 0,21 |
| Concentrado | |
| Farelo Algodão | 0,68 |
| Farelo Milho | 0,42 |
| Farelo Sorgo | 0,43 |
| Farelo Soja | 0,80 |
| Uréia | 1,60 |
| Calcário | 0,19 |
| Fosfato Bicálcico | 3,00 |
| Bicarbonato de Potássio | 3,00 |

1098 Preços obtidos em consulta ao mercado local

1099 Deste modo, o custo diário em uma determinada fase de lactação foi obtido pelo
 1100 somatório dos custos com cada ingrediente da dieta por animal naquela estratégia
 1101 alimentar. O valor do custo diário multiplicado pelo número de dias de utilização
 1102 daquela estratégia de alimentação (volumoso) representa o custo total de alimentação
 1103 em determinada fase de lactação e em determinada estratégia alimentar. O custo por

1104 100 L de leite em determinada estratégia de alimentação foi obtido pela razão do custo
1105 diário com alimentação pela produção diária de leite da vaca multiplicada por 100.

1106 Os cálculos para custos e receitas estão descritos nas equações abaixo:

1107

$$1108 \quad CA = (\sum AU_{ij} * D_j) * R\$_j$$

1109

1110 Em que CA é o custo de alimentação, $\sum AU$ é o somatório do alimento utilizado
1111 na estratégia i período de lactação j, D é número de dias de utilização da estratégia
1112 alimentar no período j, e R\$ é o custo dos insumos na alimentação no período j.

1113

$$1114 \quad LOT = (FORD_{ij} / PU_{ij}) / CONS_i$$

1115

1116 Em que LOT é a lotação animal, FORD é a forragem disponível na estratégia de
1117 alimentação i no período de lactação j, PU é o período de utilização da forragem
1118 disponível no tempo j de uso da estratégia de alimentação, e CONS é o consumo
1119 individual da forragem no período j de utilização da estratégia de alimentação.

1120

$$1121 \quad PRODL = (LOT_i * PROVD_{ij}) * D_j$$

1122

1123 Em que PRODL é a produção de leite, LOT é a lotação na estratégia de
1124 alimentação i, PROVD é a produção diária por vaca na estratégia i de alimentação no
1125 período j de lactação, e D é o período j de utilização da alimentação.

1126

$$1127 \quad RBPL = PRODL_{ij} * R\$_j$$

1128

1129 Em que RBPL é a receita bruta da produção de leite, PRODL é a produção de
1130 leite com o alimento i no período j de lactação, e R\$ é o valor do leite no período j.

1131

$$1132 \quad RMCA = RBPL_i - (CA_{ij} * LOT_{ij})$$

1133

1134 Em que RMCA é a receita menos custo com alimentação da produção de leite,
1135 RBPL é a receita bruta com a produção de leite na estratégia de alimentação i, CA é o
1136 custo com alimentação na estratégia i no período de lactação j, LOT é a lotação animal
1137 na estratégia de alimentação i no período de lactação j.

1138

1139 O custo diário com recria de novilhas foi obtido pelo somatório dos custos com
 1140 cada ingrediente da dieta por animal naquela estratégia de alimentação. O valor do custo
 1141 diário multiplicado pelo número de dias de utilização daquela estratégia de alimentação
 1142 (volumoso) representa o custo total de alimentação com recria de novilhas em
 1143 determinada estratégia de alimentação.

1144 Os cálculos para renda e receitas para a atividade de recria de novilhas estão
 1145 descritos nas equações abaixo:

1146

$$1147 CA = (\sum AU_{ij} * D_j) * R\$_j$$

1148

1149 Em que CA é o custo de alimentação, $\sum AU$ é o somatório do alimento utilizado
 1150 na estratégia i período j, D é número de dias de utilização da estratégia alimentar no
 1151 período j, e R\$ é o custo dos insumos na alimentação no período j.

1152

$$1153 LOT = (FORD_{ij} / PU_{ij}) / CONS_i$$

1154

1155 Em que LOT é a lotação animal, FORD é a forragem disponível na estratégia de
 1156 alimentação i no período j, PU é o período de utilização da forragem disponível no
 1157 tempo j de uso da estratégia de alimentação, e CONS é o consumo individual da
 1158 forragem no período j de utilização da estratégia de alimentação.

1159

$$1160 RBNA = PNA_j * R\$_j$$

1161

1162 Em que RBNA é a renda bruta na atividade de recria de novilhas, PNA é a peso
 1163 da novilha no período j, e R\$ é o valor do quilo no período j.

1164

$$1165 RMCA = RBNA_i - (CA_{ij} * LOT_{ij})$$

1166

1167 Em que RMCA é a receita líquida menos custo com alimentação, RBNA é a
 1168 receita bruta com a recria de novilhas na estratégia de alimentação i, CA é o custo com
 1169 alimentação na estratégia i no período j, LOT é a lotação animal na estratégia de
 1170 alimentação i no período j.

1171

1172 Para auxílio na tomada de decisão de investimento de capital, em sistemas de
1173 produção de vacas em lactação, com a finalidade de auxiliar a redução de custo de
1174 produção diário e maximizar a faixa de margem líquida da atividade foi realizada a
1175 simulação do desempenho dos sistemas de produção de bovinos leiteiros em função da
1176 fonte de alimentação volumosa e suas receitas líquidas mensais utilizando Programação
1177 Linear como ferramenta de auxílio na tomada de decisão para definir estratégia de
1178 investimentos mínimo, máximo, médio e faixas de investimento de capital de 20; 40 e
1179 60% do preço de venda do leite em função da variação da produção durante a lactação,
1180 do tamanho da vaca (peso) e da porcentagem de gordura do leite.

1181 O mesmo procedimento foi realizado para os sistemas de recria de novilhas
1182 utilizando Programação Linear para determinar faixas mínima, média e máxima da
1183 renda bruta mensal por animal em função do tipo de volumoso, do ganho de peso médio
1184 diário, do peso corporal à idade adulta, da idade ao primeiro parto e da área de pasto
1185 utilizada para cada estratégia de alimentação.

1186 A faixa de receita menos custo com alimentação que seja atrativa para o produtor
1187 com vacas em lactação, além dos valores mínimo, máximo e médio, foi também
1188 definida em valores de R\$ 500,00 e de R\$ 1.000,00 para serem alcançadas quando se
1189 modifica a estrutura de produção e tamanho dos animais. Para animais em recria
1190 também foram definidas a mesma estrutura de programação linear, sendo sua função
1191 objetivo em relação à receita por área utilizada.

1192 A ferramenta Solver de otimização do Microsoft Excel[®] versão 2010 foi utilizada
1193 para solução do modelo de programação linear, ou seja, para encontrar os valores que
1194 melhor auxiliassem a tomada de decisão, respeitando as restrições do problema. No
1195 modelo de programação linear para vacas em lactação, foram inseridas as seguintes
1196 restrições:

- 1197 Minimizar custo de produção diário;
- 1198 Maximizar custo de produção diário;
- 1199 Igualar custo de produção diário ao valor médio deste custo;
- 1200 Igualar custo de produção diário a 20; 40 ou 60% do valor de venda do leite;
- 1201 Minimizar receita líquida mensal;
- 1202 Maximizar receita líquida mensal;
- 1203 Igualar a receita líquida mensal ao valor médio desta receita;
- 1204 Igualar receita líquida mensal a R\$ 500,00 ou R\$ 1.000,00.
- 1205 Sujeito a:

- 1206 (1) Peso corporal da vaca ≤ 400 kg
- 1207 (2) Peso corporal da vaca ≥ 300 kg
- 1208 (3) Produção de leite durante a lactação ≤ 3.302 litros
- 1209 (4) Produção de leite durante a lactação ≥ 1.296 litros
- 1210 (5) Teor de gordura do leite $\leq 4,6\%$
- 1211 (6) Teor de gordura do leite $\geq 3,8\%$
- 1212 (7) Valor médio do custo de produção diário = média do custo de
- 1213 produção em cada sistema utilizando diferentes fontes de volumosos em
- 1214 diferentes estádios de lactação
- 1215 (8) Valor médio da receita líquida mensal = média da receita líquida
- 1216 mensal em cada sistema utilizando diferentes fontes de volumosos em
- 1217 diferentes estádios de lactação
- 1218
- 1219 No modelo de programação linear para recria de novilhas foram inseridas as
- 1220 seguintes restrições:
- 1221 Minimizar a renda bruta mensal da atividade de recria de novilhas;
- 1222 Maximizar a renda bruta mensal da atividade de recria de novilhas;
- 1223 Igualar a renda bruta mensal ao valor médio desta renda;
- 1224 Minimizar receita líquida anual da atividade de recria de novilhas;
- 1225 Maximizar receita líquida anual da atividade de recria de novilhas;
- 1226 Igualar a receita líquida anual ao valor médio desta receita;
- 1227 Igualar receita líquida anual a R\$ 500,00 ou R\$ 1.000,00.
- 1228 Sujeito a:
- 1229 (1) Peso corporal da novilha ≤ 400 kg
- 1230 (2) Peso corporal da novilha ≥ 300 kg
- 1231 (3) Ganho de peso médio diário ≤ 500 g
- 1232 (4) Ganho de peso médio diário ≥ 200 g
- 1233 (5) Peso corporal ≤ 400 kg
- 1234 (6) Peso corporal ≥ 300 kg
- 1235 (7) Valor médio da renda bruta mensal = média da renda bruta
- 1236 mensal em cada sistema utilizando diferentes fontes de volumosos em
- 1237 diferentes estágios de lactação

1238 (8) Valor médio da receita líquida anual = média da receita líquida
1239 anual em cada sistema utilizando diferentes fontes de volumosos em diferentes
1240 estágios de lactação

1241

1242 Os dados foram submetidos à análise de regressão múltipla. Para vacas em
1243 lactação, as variáveis dependentes consideradas foram o custo de produção diário de
1244 leite e a receita líquida mensal e as variáveis independentes foram o tamanho do animal,
1245 a produção na lactação e o teor de gordura do leite. Para as novilhas em recria as
1246 variáveis dependentes consideradas foram a renda bruta mensal por animal e a receita
1247 líquida anual por área utilizada, e as variáveis independentes foram o ganho de peso
1248 médio diário, o peso corporal à idade adulta, a idade ao primeiro parto e a área utilizada
1249 por animal. Para a estimativa das equações de regressão foi utilizado o software SPSS,
1250 adotando-se o procedimento de análise de regressão múltipla.

1251

1252

1253

1254

1255

1256

1257

1258

1259

1260

1261

1262

1263

1264

1265

1266

1267

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1268 Caracterização dos sistemas de produção

1269 A produção de leite diária (Tabela 5) nos sistemas capineira irrigada (CI) e
1270 sistema misto irrigado (MI) tiveram valores semelhantes, entretanto essa variável foi
1271 numericamente maior no sistema misto sequeiro (MS) com $84,21 \text{ L}\cdot\text{prop}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$,

1272 seguido pelo sistema sob lotação rotativa (LR) com $77,36 \text{ L}\cdot\text{prop}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$. O maior valor
 1273 em produção de leite diária para o sistema MS é função da produtividade das vacas em
 1274 lactação desse sistema e, principalmente, por este possuir maior número de vacas em
 1275 lactação ($13,05 \text{ vacas}\cdot\text{prop}^{-1}$).

1276 O sistema MS possui baixa produtividade por área ($434 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$), tendo como
 1277 determinante a utilização de grandes áreas de pastagens naturais, o que justifica redução
 1278 na produtividade por área (Tabela 6). Apesar de se ter uma redução de custo na
 1279 aquisição de volumoso, esse resultado tem consequência no custo de oportunidade com
 1280 a terra.

1281 As propriedades familiares produtoras de leite que utilizam irrigação, ocupam as
 1282 menores áreas dentre as propriedades analisadas, correspondendo a 17,50; 6,80 e 2,63
 1283 ha de área utilizada para produção de volumosos, para os sistemas de CI, MI e LR,
 1284 respectivamente. Esses sistemas não utilizam toda sua área disponível (Tabela 5), que se
 1285 apresentam ociosa, possivelmente por não possuírem capital suficiente para
 1286 investimento ou mesmo pela pouca necessidade, dado o maior potencial de produção
 1287 das áreas já exploradas.

1288 O sistema sob lotação rotativa é o que se apresenta mais eficiente, no tocante à
 1289 produtividade, apresentando os melhores índices de produção por animal ($8,68 \text{ L}\cdot\text{vaca}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$)
 1290 e por unidade de área ($13.547 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$). De acordo com Pedreira *et al.*,
 1291 (2001), o método de lotação rotativa é ideal quando se busca um melhor desempenho
 1292 animal por área, pois permite um melhor ajuste na frequência de colheita de forragem
 1293 pelos animais, corroborando com o observado no presente estudo.

1294 A mão de obra total (MDOT) foi maior para o sistema MS com $406 \text{ d.h.}\cdot\text{ano}^{-1}$,
 1295 seguido do sistema LR com $341,39 \text{ d.h.}\cdot\text{ano}^{-1}$. A maior necessidade de MDOT no
 1296 sistema MS ocorre devido às grandes áreas de pastagens que necessitam de pessoas que
 1297 dedicam maior tempo no manejo da área e dos animais do que em áreas menores. No
 1298 sistema LR, apesar de utilizar área menor, a MDOT é necessária para manejo da
 1299 pastagem, aplicação de fertilizante e manejo do sistema de irrigação, dado grande
 1300 número de processos envolvidos neste sistema.

1301 Tabela 5. Estatística descritiva dos indicadores de tamanho de quatro tipos de
 1302 propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a 2006): CI, capineira
 1303 irrigada; MI, misto irrigado; MS, misto sequeiro; LR, lotação rotativa

| Variável | Unidade | CI | MI | MS | LR |
|----------|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| PRODL | $\text{L}\cdot\text{prop}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ | $61,10 \pm 45,70$ | $61,50 \pm 37,60$ | $84,21 \pm 55,82$ | $77,36 \pm 63,16$ |

| | | | | | |
|-------|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| AUTD | ha | 17,50 ± 24,00 | 6,80 ± 6,90 | 109,88 ± 93,28 | 2,63 ± 1,90 |
| AUTV | ha | 29,50 ± 48,60 | 16,40 ± 13,80 | 110,25 ± 92,89 | 4,50 ± 4,57 |
| NUVL | vacas•prop ⁻¹ | 9,40 ± 6,10 | 8,80 ± 5,10 | 13,05 ± 4,99 | 8,30 ± 5,20 |
| NUTV | vacas•prop ⁻¹ | 13,70 ± 10,20 | 12,80 ± 7,70 | 18,83 ± 6,53 | 11,34 ± 6,86 |
| NUTA | anim•prop ⁻¹ | 38,30 ± 25,90 | 30,80 ± 16,70 | 60,38 ± 28,56 | 28,75 ± 22,86 |
| MDOT | d.h.ano ⁻¹ | 321,00 ± 167,50 | 271,70 ± 139,10 | 406,00 ± 188,44 | 341,39 ± 144,09 |
| QCUT | kg•ano ⁻¹ | 5.992,50 ± | 5.077,00 ± | 10.428,13 ± | 7.493,91 ± |
| | | 4.770,40 | 3.164,70 | 9.815,63 | 6.245,46 |
| CTINV | R\$ | 64.447,80 ± | 54.876,10 ± | 93.428,13 ± | 50.026,35 ± |
| | | 44.247,20 | 26.412,80 | 54.241,83 | 35.790,97 |

1304 PRODL: Produção diária de leite por propriedade; AUTD: Área utilizada; AUTV: Área utilizável;
 1305 NUVL: Número de vacas em lactação por propriedade; NUTV: Número total de vacas por propriedade;
 1306 NUTA: Número total de animais por propriedade; MDOT: Mão de obra total; QCUT: Quantidade de
 1307 concentrado fornecido ao rebanho; CTINV: Capital total investido
 1308

1309 A variável quantidade de concentrado fornecido ao rebanho (Tabela 5) teve o
 1310 maior quantitativo no sistema MS, 10.428,13 kg•ano⁻¹, mas não consolida a maior
 1311 proporção de concentrado por vaca em lactação, pois esse sistema apresenta o maior
 1312 valor de número de vacas em lactação por propriedade (NUVL), 13,05 vacas•prop⁻¹.
 1313 Desse modo, o sistema LR por apresentar o menor NUVL, 8,30 vacas•prop⁻¹, e o
 1314 fornecimento de 7.493,91 kg•ano⁻¹ de alimento concentrado ao rebanho, possui a maior
 1315 proporção de concentrado por vaca em lactação.

1316 Nesse sentido, o baixo fornecimento de concentrado por vaca em lactação, nos
 1317 sistemas CI, MI e MS, pode ter refletido nos menores resultados de produção de leite
 1318 com 6,30; 6,90 e 6,28 L•vaca⁻¹•dia⁻¹, respectivamente (Tabela 6). De modo inverso, o
 1319 maior consumo de concentrado no sistema LR, pode ter melhorado o desempenho
 1320 produtivo por animal (8,68 L•vaca⁻¹•dia⁻¹), resultando nos melhores índices de
 1321 produtividade por área com 13.547 L•ha⁻¹•ano⁻¹ (Tabela 6).

1322 O investimento de capital para implantação do empreendimento na pecuária
 1323 leiteira, na região do Baixo Jaguaribe, foi maior para as propriedades que utilizam
 1324 sistemas de MS com média de R\$ 93.428,12 de capital investido, comparado aos
 1325 demais sistemas estudados (Tabela 5). A maior quantidade de área utilizada, mão de
 1326 obra, infraestrutura em cercas e equipamentos pode ter sido a causa da elevação do
 1327 investimento nesse sistema. Apesar do valor de aquisição de terras para esse sistema ser
 1328 mais baixo, o uso de grandes áreas aumenta os investimentos.

1329

1330 Tabela 6. Estatística descritiva dos indicadores zootécnicos de quatro tipos de
 1331 propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a 2006): CI, capineira
 1332 irrigada; MI, misto irrigado; MS, misto sequeiro; LR, lotação rotativa

| Variável | Unidade | CI | MI | MS | LR |
|----------|---|--------------|---------------|-------------|-----------------|
| PVLC | L·vaca ⁻¹ ·dia ⁻¹ | 6,30 ± 2,50 | 6,90 ± 2,00 | 6,28 ± 3,05 | 8,68 ± 4,30 |
| PTVC | L·vaca ⁻¹ ·dia ⁻¹ | 4,50 ± 1,90 | 4,80 ± 1,70 | 4,35 ± 2,13 | 6,17 ± 3,48 |
| %VLC | % | 67,5 ± 11,4 | 67,7 ± 9,00 | 69,4 ± 13,6 | 68,2 ± 11,0 |
| VLCA | vaca·ha ⁻¹ | 1,80 ± 1,70 | 1,90 ± 1,10 | 0,22 ± 0,18 | 3,36 ± 1,74 |
| PRODT | L·ha ⁻¹ ·ano ⁻¹ | 4.361 ± 4.24 | 5.032 ± 4.003 | 434 ± 253 | 13.547 ± 15.234 |
| PRODM | L·d.h. ⁻¹ | 70,2 ± 38,9 | 100,2 ± 63,3 | 76,8 ± 33,6 | 72,9 ± 54,5 |
| PRODC | L·kg ⁻¹ MN | 4,96 ± 4,00 | 5,20 ± 3,10 | 6,94 ± 11,3 | 3,94 ± 0,65 |

1333 PVLC: Produtividade por vaca em lactação; PTVC: Produtividade pelo total de vacas; %VLC: Percentual
 1334 de vacas em lactação; %VLCR: Relação de vacas em lactação pelo total de rebanho; VLCA: Número de
 1335 vacas em lactação por área; PRODT: Produtividade de leite por área; PRODM: Produtividade da mão de
 1336 obra; PRODC: Produtividade do concentrado

1337

1338 Para os sistemas que a alimentação do rebanho está baseada em produção de
 1339 volumoso irrigado, os investimentos são menores, com valores de R\$ 64.447,80;
 1340 R\$ 54.876,10 e R\$ 50.026,35 para CI, MI e LR, respectivamente. Esses possuem área
 1341 com maior valor de mercado, mas como as áreas utilizadas são menores, o que mais
 1342 pesa nos investimentos são os valores em infraestrutura.

1343 O número de vacas em lactação por área apresenta maior valor (3,36 vacas·ha⁻¹)
 1344 no sistema que utiliza LR (Tabela 6), chegando a ser duas vezes maior quando
 1345 comparado aos demais sistemas, aumentando a eficiência de utilização da área. A maior
 1346 relação apresenta-se como um bom índice em comparação aos demais sistemas por
 1347 promover o aumento da produtividade animal por área utilizada, além de facilitar o
 1348 controle da qualidade da forragem ofertada aos animais, favorecendo a manutenção de
 1349 altas taxas de lotação.

1350 De acordo com Lopes *et al.*, (2007), esse índice além de ser afetado pelo intervalo
 1351 de partos também sofre influência negativa da idade ao primeiro parto. Maiores valores
 1352 indicam maiores proporções de animais gerando receita em relação ao número total do
 1353 rebanho. Segundo Santos, (2011), este índice pode influenciar o custo operacional
 1354 efetivo, sugerindo que o sistema não deve ter grande quantidade de vacas sem produzir
 1355 leite, pois reduzirão a principal fonte de renda da atividade, além de gerar despesas.

1356 A produtividade por área (PRODT, Tabela 6) diferiu entre os sistemas de
 1357 produção estudados. A produção de leite por hectare foi maior no sistema LR
 1358 alcançando o valor de 13.547 L·ha⁻¹·ano⁻¹, favorecido pela maior taxa de lotação e valor

1359 nutritivo da forragem. A produtividade do concentrado com o menor valor (3,94 L·kg⁻¹)
 1360 evidencia que a LR utiliza maior suplementação com concentrado, contribuindo para
 1361 melhor eficiência na produtividade total por unidade de área, devido ao impacto na
 1362 produção individual da vaca e ao aumento na taxa de lotação.

1363 A renda bruta da atividade leiteira foi semelhante à renda bruta com o leite
 1364 (Tabela 7), sendo que as maiores rendas foram obtidas nos sistemas de MS e LR. A
 1365 atividade leiteira baseia-se na produção e comercialização de leite, por isso a renda
 1366 bruta do leite apresenta maior participação na renda bruta da atividade (Tabela 8).

1367

1368 Tabela 7. Estatística descritiva dos indicadores econômicos anuais de quatro tipos de
 1369 propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a 2006): CI, capineira
 1370 irrigada; MI, misto irrigado; MS, misto sequeiro; LR, lotação rotativa

| Variável | Unidade | CI | MI |
|----------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| RBAT | R\$.ano ⁻¹ | 13.776,80 ± 9.479,20 | 13.655,00 ± 6.838,50 |
| RBVL | R\$.ano ⁻¹ | 13.358,30 ± 9.338,00 | 13.280,00 ± 6.958,80 |
| COE | R\$.ano ⁻¹ | 6.994,65 ± 4.603,63 | 8.517,54 ± 4.701,14 |
| COT | R\$.ano ⁻¹ | 11.925,87 ± 5.415,76 | 12.687,44 ± 4.885,98 |
| MB | R\$.ano ⁻¹ | 6.782,14 ± 5.600,66 | 5.137,52 ± 4.022,48 |
| ML | R\$.ano ⁻¹ | 1.850,92 ± 5.837,18 | 967,62 ± 4.522,61 |
| Lucro | R\$.ano ⁻¹ | -1.371,46 ± 5.052,81 | -1.776,17 ± 4.525,13 |
| Variável | Unidade | MS | LR |
| RBAT | R\$.ano ⁻¹ | 16.218,57 ± 9.529,69 | 17.431,83 ± 13.597,59 |
| RBVL | R\$.ano ⁻¹ | 16.218,57 ± 9.529,69 | 16.564,33 ± 12.609,60 |
| COE | R\$.ano ⁻¹ | 8.015,63 ± 6.551,46 | 11.978,56 ± 9.920,60 |
| COT | R\$.ano ⁻¹ | 15.204,17 ± 8.631,00 | 16.059,36 ± 10.739,25 |
| MB | R\$.ano ⁻¹ | 8.202,95 ± 4.341,48 | 5.453,27 ± 5.004,88 |
| ML | R\$.ano ⁻¹ | 1.014,40 ± 2.389,91 | 1.372,47 ± 3.697,39 |
| Lucro | R\$.ano ⁻¹ | -3.657,00 ± 2.368,51 | -1.128,85 ± 2.906,16 |

1371 RBAT: Renda bruta da atividade leiteira; RBVL: Renda bruta com a venda do leite; COE: Custo
 1372 operacional efetivo; COT: Custo operacional total; CT: Custo total; MB: Margem bruta; ML: Margem
 1373 líquida.

1374

1375 O valor do custo operacional efetivo (COE) nas propriedades foi influenciado pela
 1376 maior participação da mão de obra e aquisição de concentrado, sendo a participação da
 1377 mão de obra mais elevada no sistema LR, com 50,08%, e participação de aquisição de
 1378 concentrado de 36,02% no sistema MS, respectivamente, seguidos de fertilizantes e
 1379 energia elétrica (Tabela 8).

1380 Os valores dos indicadores de pesos econômicos (Tabela 8) foram calculados
 1381 individualmente por propriedade, ocorrendo que algumas relações possuem valores
 1382 acima de 100%, bem como relações negativas por unidade de produto, mesmo que a
 1383 média apresente-se positiva. Isto se deve ao fato de que ao se calcular os índices

1384 relativos, há pesos econômicos diferenciados para as relações individuais, enquanto que
 1385 as relações individuais não apresentam pesos econômicos diferenciados, podendo ao
 1386 final, a média aritmética destes índices relativos apresentarem comportamento diferente
 1387 dos valores absolutos que foram utilizados em sua determinação.

1388

1389 Tabela 8. Estatística descritiva dos indicadores de pesos econômicos mensais, de
 1390 algumas variáveis, de quatro tipos de propriedades familiares, da região do Baixo
 1391 Jaguaribe-CE (2005 a 2006): CI, capineira irrigada; MI, misto irrigado; MS, misto
 1392 sequeiro; LR, lotação rotativa

| Variável | Unidade | CI | MI | MS | LR |
|----------|---------|----------------|----------------|---------------|----------------|
| PRBL | % | 97,00 ± 5,70 | 97,20 ± 9,40 | 100,00 ± 0,00 | 97,22 ± 4,92 |
| PCAV | % | 3,10 ± 6,24 | 0,00 ± 0,00 | 3,13 ± 6,23 | 3,44 ± 6,91 |
| PCEE | % | 12,65 ± 10,16 | 16,46 ± 4,50 | 11,81 ± 10,32 | 13,53 ± 4,10 |
| PCAF | % | 2,16 ± 6,43 | 12,52 ± 4,56 | 0,00 ± 0,00 | 7,32 ± 4,32 |
| PCAM | % | 2,83 ± 2,17 | 3,59 ± 1,40 | 2,91 ± 1,35 | 7,73 ± 8,03 |
| PCAC | % | 27,47 ± 11,78 | 23,45 ± 10,26 | 36,02 ± 17,76 | 25,32 ± 6,33 |
| PCMDO | % | 46,26 ± 29,03 | 38,06 ± 30,06 | 43,42 ± 22,06 | 50,08 ± 32,00 |
| PCOE | % | 53,90 ± 18,74 | 64,96 ± 20,14 | 47,47 ± 14,90 | 64,60 ± 20,69 |
| PCOT | % | 101,99 ± 37,62 | 106,54 ± 42,94 | 97,89 ± 19,24 | 111,13 ± 35,78 |

1393 PRBL: Participação da renda bruta do leite na renda bruta da atividade; PCAV: Participação do custo de
 1394 aquisição de volumosos no COE; PCEE: Participação do custo com energia elétrica no COE; PCAF:
 1395 Participação do custo de aquisição de fertilizantes no COE; PCAM: Participação do custo de aquisição de
 1396 medicamentos no COE; PCAC: Participação do custo de aquisição de concentrado na RBL; PCMDO:
 1397 Participação do custo com mão de obra na RBL; PCOE: Participação do COE na RBA; PCOT:
 1398 Participação do COT na RBA

1399

1400 A menor participação do custo com mão de obra na renda bruta do leite foi
 1401 observado no sistema MI com valor de 38,06% (Tabela 8), provavelmente por sua
 1402 maior produtividade da mão de obra (Tabela 6). Em ambiente de crescente aumento
 1403 desse item no custo, a intensificação desse fator é necessária para o equilíbrio
 1404 econômico do sistema produtivo. A participação da mão de obra observada nesse estudo
 1405 é superior as médias de 9,71% e 13,32% obtidas por Santos, (2011) e Lopes *et al.*,
 1406 (2007), respectivamente. Este primeiro autor indica que reduzir o percentual de
 1407 despesas com mão de obra em relação à receita do leite contribui para elevar a
 1408 lucratividade.

1409 As variações nos índices de participação do custo com mão de obra na renda bruta
 1410 do leite (PCMDO) justificam-se pela eficiência de utilização desta, já que a
 1411 produtividade diária de leite e o percentual de vacas em lactação são semelhantes entre
 1412 os sistemas. O baixo indicador de produtividade da mão de obra (72,9 L.d.h.⁻¹) no
 1413 sistema LR comparado aos 100,2 L.d.h.⁻¹ do MI, decorre da melhor eficiência do uso de

1414 mão de obra no sistema MI, já que esse item tem grande participação no COE da
1415 atividade de produção de leite. Segundo Resende (2010) e Lopes *et al.*, (2012), a
1416 lucratividade da atividade leiteira está associada ao uso mais eficiente da mão de obra, a
1417 participação mais alta do uso de concentrado e à maiores índices de produtividade por
1418 vaca, sugerindo que investir em alimento concentrado para ter alta produção por vaca e
1419 diluir o custo com mão de obra foi uma estratégia efetiva.

1420 A participação do custo de aquisição de concentrado na renda bruta do leite
1421 (PCAC) entre os sistemas variou de no mínimo 23,45% para o sistema MI até no
1422 máximo 36,02% para o sistema MS (Tabela 8). As despesas com concentrado
1423 apresentam maior participação no custo de produção do leite (CARVALHO *et al.*,
1424 2009) e influenciam a variação da renda bruta do leite. A utilização de pasto como fonte
1425 principal de alimento contribui com menor custo com alimentação (LIMA *et al.*, 2012).
1426 Nesse sentido, a redução do custo do concentrado por meio de insumos mais baratos,
1427 animais mais produtivos, melhoria na qualidade da forragem, podem reduzir este custo.

1428 Segundo Gomes, (2005), em um sistema de produção à base de pasto, com
1429 suplementação volumosa de boa qualidade nas épocas de escassez de pasto e
1430 suplementação concentrada durante o ano todo, se deveria dispor de, no máximo, 30%
1431 do valor da produção de leite para despesas com concentrados.

1432 Os sistemas possuem pequena participação do custo de aquisição de volumosos
1433 no COE (Tabela 8), isso demonstra que os sistemas têm procurado ser autossuficientes
1434 na produção do volumoso, variando de no máximo 3,44% em sistemas LR e alcançando
1435 custo zero no sistema MI. Contudo, a aquisição de volumoso pode indicar a preparação
1436 das unidades de produção para momentos de crise, expor os riscos inerentes a falta do
1437 volumoso, sem falar que a aquisição de volumosos pode elevar a participação do custo
1438 dessa variável no COE.

1439 Observa-se que no sistema LR, apesar do maior custo total de produção por litro
1440 de leite (CTPL) não se obteve a menor margem bruta por litro de leite (MBL) entre os
1441 sistemas de produção (Tabela 9). A tecnificação do sistema LR possibilita maior
1442 produção de leite com pequena variação no tamanho do seu rebanho em comparação
1443 aos demais sistemas estudados, que apesar de ter maiores gastos com mão de obra,
1444 consegue diluir esse custo com a participação da aquisição de concentrado próximo dos
1445 índices dos demais sistemas estudados (Tabela 8), além de apresentar elevada
1446 produtividade de leite por área (Tabela 6). Entretanto, há também o maior valor pago
1447 pelo litro de leite no sistema LR (Tabela 9), sendo um dos fatores que podem contribuir

1448 para a redução dos custos na atividade e resultar melhores índices de MBL e de
1449 desempenho econômico.

1450

1451 Tabela 9. Estatística descritiva dos indicadores econômicos, por unidade de produto, de
1452 quatro tipos de propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a
1453 2006): CI, capineira irrigada; MI, misto irrigado; MS, misto sequeiro; LR, lotação
1454 rotativa

| Variável | Unidade | CI | MI | MS | LR |
|----------|---------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| PREL | R\$.L ⁻¹ | 0,61 ± 0,08 | 0,61 ± 0,12 | 0,57 ± 0,13 | 0,64 ± 0,15 |
| COEL | R\$.L ⁻¹ | 0,33 ± 0,12 | 0,39 ± 0,11 | 0,26 ± 0,08 | 0,40 ± 0,12 |
| COTL | R\$.L ⁻¹ | 0,61 ± 0,19 | 0,66 ± 0,35 | 0,56 ± 0,21 | 0,71 ± 0,26 |
| CTPL | R\$.L ⁻¹ | 0,77 ± 0,22 | 0,80 ± 0,40 | 0,73 ± 0,21 | 0,82 ± 0,31 |
| MBL | R\$.L ⁻¹ | 0,29 ± 0,13 | 0,22 ± 0,15 | 0,30 ± 0,13 | 0,24 ± 0,19 |
| MLL | R\$.L ⁻¹ | -0,80 ± 2,10 | -0,53 ± 1,69 | -0,37 ± 1,09 | -0,07 ± 0,23 |

1455 PREL: Preço do leite; COEL: Custo operacional efetivo por litro de leite; COTL: Custo operacional total
1456 por litro de leite; CTPL: Custo total de produção por litro de leite; MBL: Margem bruta por litro de leite;
1457 MLL: Margem líquida por litro de leite
1458

1459 A baixa participação do custo de aquisição de fertilizantes (PCAF) é um reflexo
1460 do tipo de sistema adotado (Tabela 8), caracterizando seu nível de tecnificação, pois há
1461 aqueles que não adquirem fertilizantes como o sistema MS, e outros com até 12,52% de
1462 PCAF, como os sistemas MI, estando essa variável diretamente ligada com a produção
1463 de volumoso. No entanto, a ausência da PCAF teve efeito negativo, que pode ter
1464 influenciado a baixa capacidade de suporte do sistema MS, que apresentou o menor
1465 COE por litro de leite (0,26 R\$.L⁻¹; Tabela 9), mas apresentou índices de rentabilidade
1466 insatisfatórios, representada por uma taxa negativa de retorno do capital (Tabela 10).

1467 O maior preço pago por litro de leite foi para o sistema LR, com valor de R\$ 0,64,
1468 em relação aos demais com R\$ 0,61, R\$ 0,61 e R\$ 0,57, respectivamente para CI, MI e
1469 MS (Tabela 9). Isso pode ter ocorrido devido à política de pagamento diferenciado pela
1470 quantidade produzida. O preço do leite não remunerou todos os custos indiretos por litro
1471 de leite, como depreciação e mão de obra familiar, ficando apenas a margem bruta
1472 positiva, com valores médios para CI, MI, MS e LR de R\$ 0,29; R\$ 0,22; R\$ 0,30 e
1473 R\$ 0,24 por litro de leite, respectivamente, cobrindo apenas o COE.

1474

1475 Tabela 10. Estatística descritiva dos indicadores de rentabilidade de quatro tipos de
1476 propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a 2006): CI, capineira
1477 irrigada; MI, misto irrigado; MS, misto sequeiro; LR, lotação rotativa

| Variável | Unidade | CI | MI | MS | LR |
|----------|--|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|
| TRCI | %a.a | 1,42 ± 8,18 | 1,38 ± 10,94 | -0,12 ± 3,7 | -0,55 ± 9,68 |
| CIRP | R\$.L ⁻¹ .dia ⁻¹ | 1.160,68 ± 462,84 | 1.032,37 ± 406,65 | 1.202,97 ± 553,47 | 845,54 ± 393,49 |

1478 TRCI: Taxa de remuneração do capital investido; CIRP: Capital investido na atividade em relação à
1479 produção diária de leite
1480

1481 A margem líquida da atividade leiteira, em valores absolutos, apresentou-se
1482 positivo para todos os sistemas estudados (Tabela 7), demonstrando que os sistemas
1483 conseguem remunerar os custos operacionais com a atividade e a depreciação da
1484 infraestrutura no final de sua vida útil, conforme observado por Moura *et al.*, (2010).
1485 Isso se deve a comercialização de produtos como, por exemplo, animais de descarte,
1486 bezerras e novilhas. Mas, o lucro negativo para todos os sistemas mostra que a atividade
1487 não remunera o custo do capital investido, na proporção desejada, indicada pela taxa de
1488 remuneração utilizada no estudo.

1489 A margem líquida por litro de leite foi negativa (Tabela 9), sendo R\$ $-0,80 \cdot L^{-1}$ e
1490 R\$ $-0,53 \cdot L^{-1}$ os menores valores nos sistemas de CI e MI, respectivamente. Além de não
1491 cobrir totalmente a depreciação e custos de remuneração do capital investido, não
1492 garante a sustentabilidade da atividade familiar, já no médio prazo. Esses índices
1493 apontam problemas que podem ser resolvidos com o redimensionamento dos custos
1494 operacionais ou pela ampliação do volume produzido, reduzindo os custos por unidade
1495 do produto (Ximenes, 2011).

1496 O COEL variou de R\$ 0,26 a R\$ 0,40 entre os sistemas (Tabela 9), sendo o menor
1497 valor no sistema MS, que pode ser explicado pela produtividade da mão de obra mesmo
1498 tendo menor produtividade por área. Este comportamento demonstra que nem sempre
1499 os melhores índices técnicos resultam em maiores ganhos econômicos.

1500 A produtividade do concentrado (PRODC) nos sistemas estudados pode ser
1501 considerada baixa quando comparada a média de 12,18 L de leite por kg de concentrado
1502 observado por Lopes *et al.* (2007). Apesar dos valores de produção de 5,20 e 6,94 L de
1503 leite por kg de concentrado, obtidos para os sistemas MI e MS, respectivamente, estes
1504 não representam o aumento da produtividade dos animais pelo uso do concentrado, e
1505 demonstra o menor nível de utilização de concentrado nesses sistemas, visto que a
1506 produtividade do concentrado diminui com a quantidade fornecida, principalmente para
1507 vacas de baixa produção.

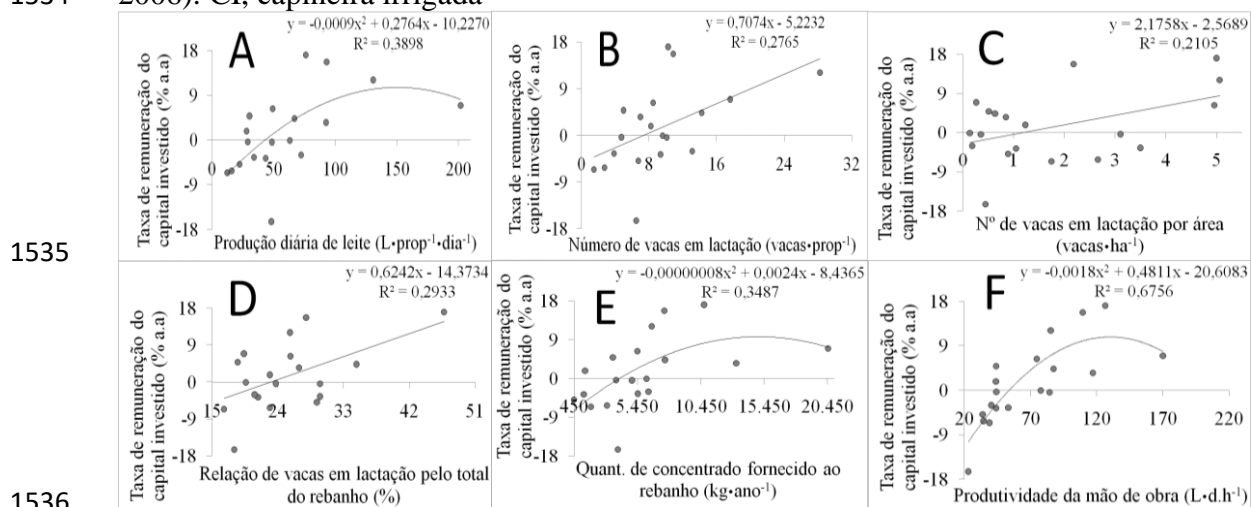
1508 O valor do capital investido na atividade em relação à produção de leite diária
1509 teve o menor valor para o sistema LR, com um valor de R\$ 845,54 por litro produzido
1510 diariamente, indicando que dentre os sistemas, este exigiu o menor investimento para
1511 uma produção de leite diária semelhante aos demais tipos.

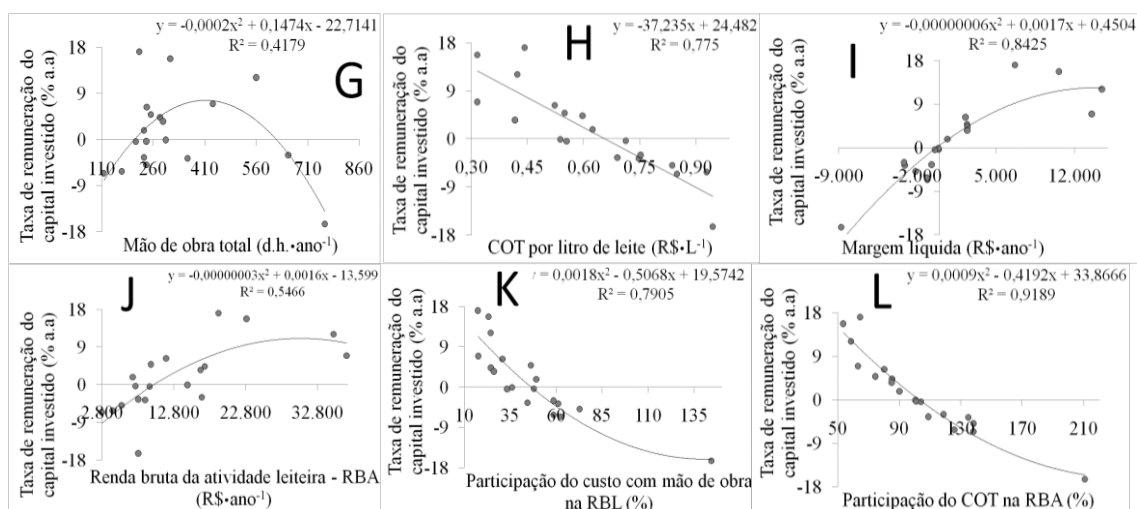
1512 A taxa de remuneração do capital investido teve valor positivo, com 1,42% e
 1513 1,38% ao ano para os sistemas CI e MI, porém esse valor é baixo quando comparado
 1514 com outras taxas de investimentos como aplicação em poupança bancária que
 1515 atualmente remunera em cerca 6,00% ao ano. Esse indicador permite comparar os
 1516 sistemas de produção de leite, analisando qual foi o mais lucrativo (MOURA *et al.*,
 1517 2010).

1518 A produção diária de leite por propriedade (PRODL), no sistema CI, apresentou
 1519 resultado quadrático, representando uma taxa positiva para a remuneração do capital
 1520 investido (TRCI) quando se incrementa o nível de PRODL (Gráfico 1). Esse fato
 1521 decorre pela baixa produtividade por vaca em lactação nesse sistema, sendo que o
 1522 incremento do número de vacas em lactação na propriedade (NUVL), que utilizam
 1523 sistema CI, e incremento da taxa de lotação os fatores determinantes para o aumento da
 1524 TRCI. Nesse sentido, algumas variáveis econômicas também estão diretamente
 1525 relacionadas com a TRCI, como podemos perceber que o aumento da participação do
 1526 custo com mão de obra na RBL, que ao alcançar valores em torno de 50% já pode afetar
 1527 negativamente a TRCI na atividade leiteira. Do mesmo modo, o COT por litro de leite
 1528 reduz de forma linear a TRCI, levando a valores negativos quando ultrapassa os 0,60
 1529 R\$.L⁻¹ (Gráfico 1).

1530

1531 Gráfico 1. Equação de regressão, coeficiente de correlação e nível de probabilidade
 1532 (valor P) dos indicadores avaliados com a taxa de remuneração do capital investido, de
 1533 quatro tipos de propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a
 1534 2006): CI, capineira irrigada





1537

1538

1539

1540

1541

1542

1543

1544

1545

1546

1547

A: PRODL – Produção diária de leite por propriedade ($L \cdot \text{prop}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$); B: NUVL – Número de vacas em lactação por propriedade (vacas·prop⁻¹); C: VLCA – Número de vacas em lactação por área (vaca·ha⁻¹); D: %VLCA – Relação de vacas em lactação pelo total de rebanho (%); E: QCUT – Quantidade de concentrado fornecido ao rebanho (kg·ano⁻¹); F: PRODM – Produtividade da mão-de-obra ($L \cdot \text{d.h.}^{-1}$); G: MDOT – Mão de obra total (d.h.·ano⁻¹); H: COTL – Custo operacional total por litro de leite (R\$.L⁻¹); I: MLAT – Margem líquida da atividade (R\$.ano⁻¹); J: RBAT – Renda bruta da atividade leiteira (R\$.ano⁻¹); K: PCMDO - Participação do custo com mão-de-obra na RBL (%); L: PCOT - Participação do COT na RBA (%)

1548

1549

1550

1551

1552

1553

O comportamento linear da variável NUVL pode elevar a participação do custo com mão de obra e elevar a participação do custo com concentrado. Desse modo, deve-se incrementar a produção de leite individual das vacas, sem incrementar o custo com mão de obra, aumentando a eficiência da mão de obra utilizada, possibilitando a diluição do custo total da atividade, resultando em maiores valores de ML que está associada a valores positivos de TRCI (Gráfico 1).

1554

1555

1556

1557

1558

1559

1560

1561

A quantidade de concentrado fornecido ao rebanho (QCUT) tem comportamento quadrático no sistema CI, favorecendo o retorno econômico à medida que se eleva a QCUT (Gráfico 1), possibilitando, até determinado limite, o incremento produtivo e aumento da TRCI. No entanto, o comportamento quadrático revela que há um ponto de limite onde o fornecimento de concentrado estabiliza a TRCI, e depois desse ponto o incremento da QCUT reduz a TRCI, aumentando assim o custo de aquisição do concentrado, podendo causar redução da TRCI a partir deste ponto, elevando-se somente o custo.

1562

1563

1564

1565

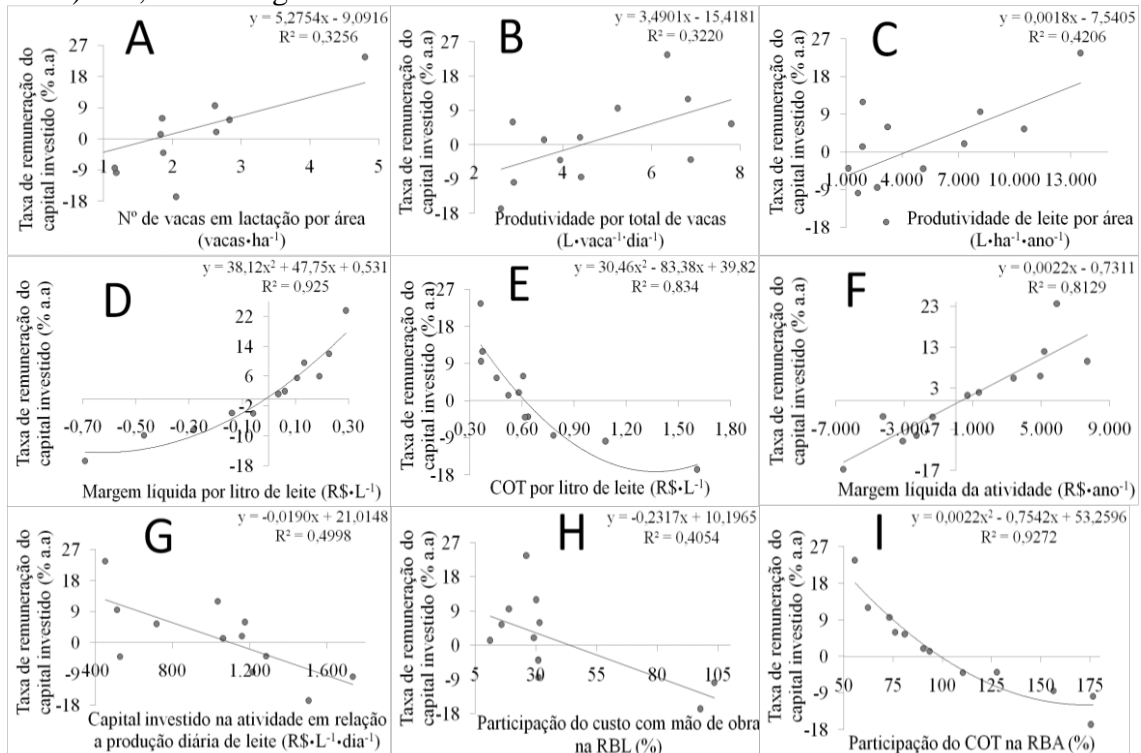
1566

A utilização eficiente da mão de obra total, nos sistemas CI, MI e LR, mantendo sua participação de forma que seu incremento não ultrapasse valores em torno de 50% na RBL, como apresentado nos Gráficos 1, 2 e 3, tem apresentado correlação positiva com o TRCI. De modo que elevar a produtividade da mão de obra poderá diluir os custos fixos, melhorando os indicadores de rentabilidade.

1567

1568 Gráfico 2. Equação de regressão, coeficiente de correlação e nível de probabilidade
 1569 (valor P) dos indicadores avaliados com a taxa de remuneração do capital investido, de
 1570 quatro tipos de propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a
 1571 2006): MI, misto irrigado

1572



1573

1574

1575 A: VLCA – Número de vacas em lactação por área (vacas·ha⁻¹); B: PTVC – Produtividade pelo total de
 1576 vacas (L·vaca⁻¹·dia⁻¹); C: PRODT – Produtividade de leite por área (L·ha⁻¹·ano⁻¹); D: MLL – Margem
 1577 líquida por litro de leite (R\$·L⁻¹); E: COTL – Custo operacional total por litro de leite (R\$·L⁻¹); F: MLAT
 1578 – Margem líquida da atividade (R\$·ano⁻¹); G: CIRP – Capital investido na atividade em relação à
 1579 produção diária de leite (R\$·L⁻¹·dia⁻¹); H: PCMDO - Participação do custo com mão-de-obra na RBL
 1580 (%); I: PCOT - Participação do COT na RBA (%)

1581

1582 A variável margem líquida por litro de leite (MLL) apresentou resultado
 1583 quadrático nos sistemas MI, MS e LR, conforme Gráficos 2, 3 e 4, mostrando que
 1584 reduzir a participação do valor de bens de produção, por meio da redução dos seus
 1585 custos e/ou aumento da vida útil dos bens de produção, reduzindo o COT por litro de
 1586 leite, possibilita condições para elevação da MLL e assim a TRCI sejam maximizadas.

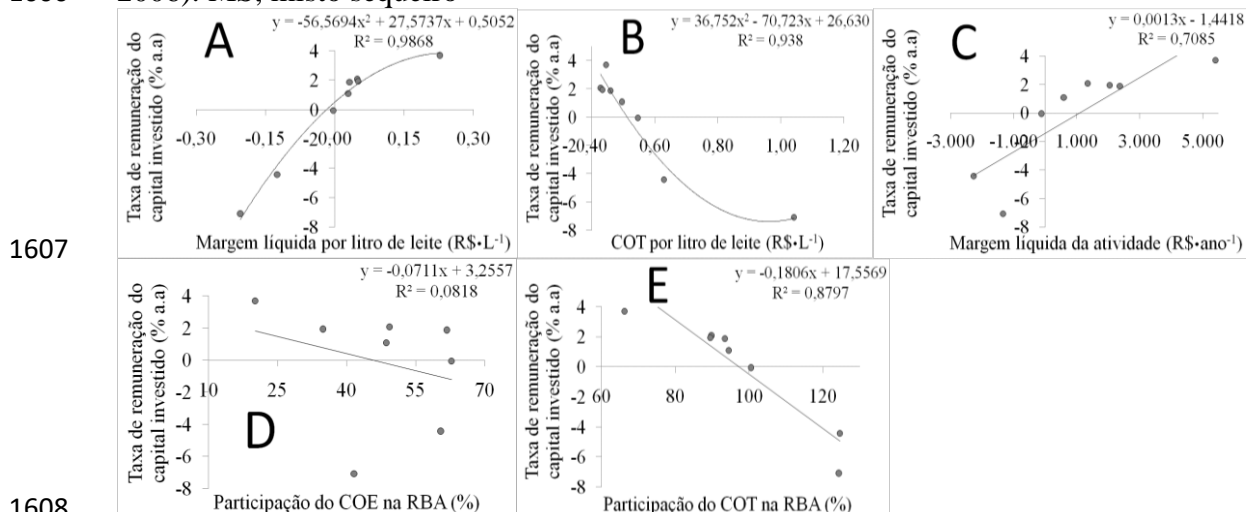
1587 O custo operacional total por litro de leite (COTL) nos sistemas CI e LR (Gráficos
 1588 1 e 4) apresentou efeito linear negativo, demonstrando que reduzir o COE por unidade
 1589 do produto implicará em aumento do ganho marginal e da TRCI. No entanto, os
 1590 sistemas MI e MS apresentaram efeito quadrático negativo (Gráficos 2 e 3), havendo
 1591 redução da TRCI com o aumento do COTL, de modo que o controle para evitar
 1592 excesso dos valores do COTL deve respeitar uma condição mínima em que não

1593 comprometa os insumos necessários para o desenvolvimento dos aspectos produtivos
1594 dos animais, infra-estrutura e mão de obra.

1595 A variável capital investido na atividade em relação à produção diária de leite
1596 (CIRP) apresentou comportamento linear, no sistema MI, conforme Gráfico 2, para a
1597 TRCI. Essa variável CIRP é utilizada como indicador de intensificação dos sistemas,
1598 mas a tendência de redução da TRCI quando se aumenta o capital investido pode ser
1599 consequência de baixa eficiência dos fatores de produção, como baixa produtividade das
1600 matrizes, valor imobilizado em terra, custo de aquisição de fertilizantes e valor das
1601 matrizes.

1602

1603 Gráfico 3. Equação de regressão, coeficiente de correlação e nível de probabilidade
1604 (valor P) dos indicadores avaliados com a taxa de remuneração do capital investido, de
1605 quatro tipos de propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a
1606 2006): MS, misto sequeiro



1608 A: MLL – Margem líquida por litro de leite (R\$.L⁻¹); B: COTL – Custo operacional total por litro de leite
1609 (R\$.L⁻¹); C: MLAT – Margem líquida da atividade (R\$.ano⁻¹); D: PCOE – Participação do COE na RBA
1610 (%); E: PCOT - Participação do COT na RBA (%)

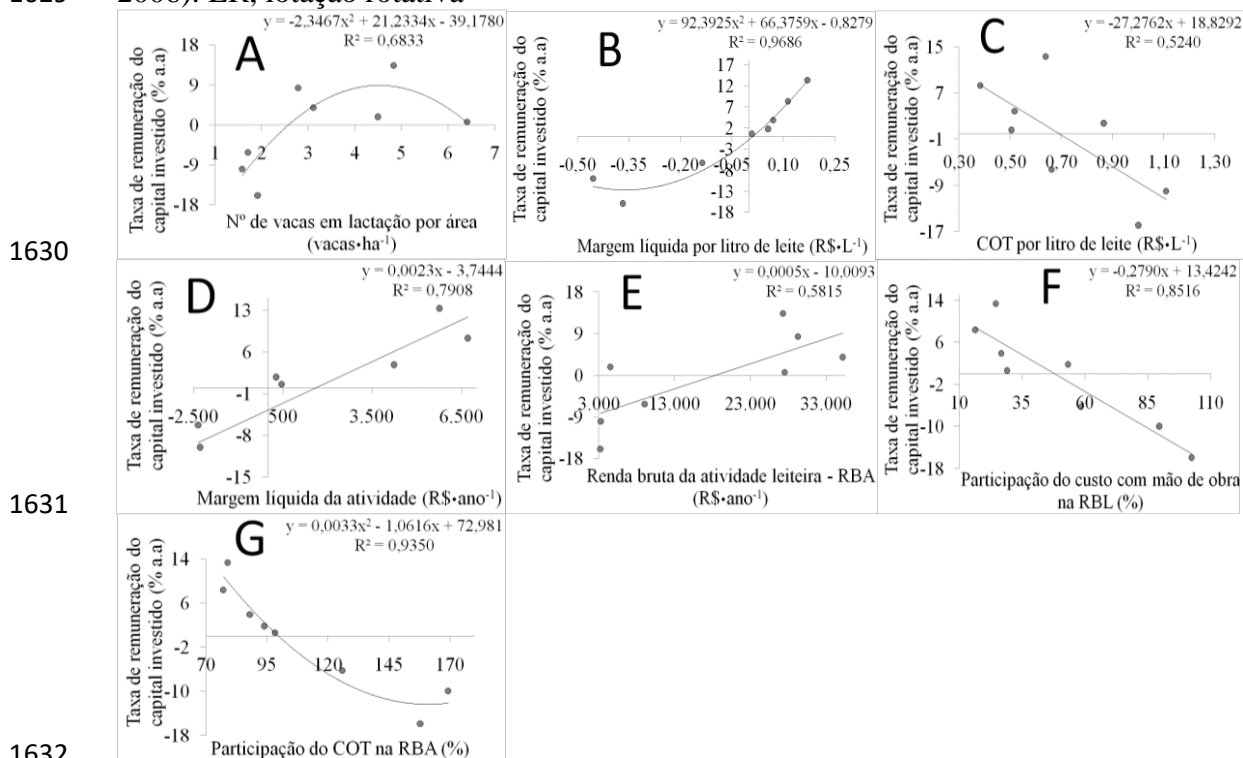
1611

1612
1613 Dentre os indicadores que influenciam a TRCI no sistema LR (Gráfico 4), a
1614 variável número de vacas em lactação por área (NUVA) apresentou comportamento
1615 quadrático, de modo que a maior quantidade de animais em produção por hectare resulta
1616 no incremento da receita, sendo que a renda bruta da atividade leiteira responde
1617 linearmente para valores positivos de TRCI. Nesse sentido, a renda bruta da atividade
1618 leiteira está remunerando os valores representados pela depreciação dos custos fixos e o
1619 COE da atividade. Assim, o aumento da renda possibilita maior chance de se obter
1620 valores positivos para ML e taxa de retorno do capital.

1621 A participação do COT na renda bruta da atividade tem efeito quadrático negativo
 1622 para os sistemas CI, MI e LR (Gráficos 1, 2 e 4), reduzindo a TRCI à medida em que se
 1623 aumentam os custos com alimentação, mão de obra, energia, assistência técnica e
 1624 depreciação de instalações e maquinário.

1625

1626 Gráfico 4. Equação de regressão, coeficiente de correlação e nível de probabilidade
 1627 (valor P) dos indicadores avaliados com a taxa de remuneração do capital investido, de
 1628 quatro tipos de propriedades familiares, da região do Baixo Jaguaribe-CE (2005 a
 1629 2006): LR, lotação rotativa



A: VLCA – Número de vacas em lactação por área (vaca·ha⁻¹); B: MLL – Margem líquida por litro de leite (R\$·L⁻¹); C: COTL – Custo operacional total por litro de leite (R\$·L⁻¹); D: MLAT – Margem líquida da atividade (R\$·ano⁻¹); E: RBAT – Renda bruta da atividade leiteira (R\$·ano⁻¹); F: PCMDO – Participação do custo com mão-de-obra na RBL (%); G: PCOT – Participação do COT na RBA (%)

A margem líquida da atividade leiteira (MLAT) apresenta efeito quadrático positivo para a TRCI, no sistema CI (Gráfico 1). Assim, pelo seu relacionamento com o COT, representado pelo custo de depreciação e COE, fica evidente que a redução ou contenção dos custos de depreciação e COE, até um limite que não afete fatores de produção, podem aumentar a MLAT e assim maximizar a TRCI. Contudo, para os sistemas MI, MS e LR o incremento da MLAT por meio de redução do COT apresentam efeito linear positivo para a TRCI, possibilitando maior taxa de remuneração do capital investido.

1647 **Avaliação bioeconômica e simulação de sistemas de produção de vacas em lactação**

1648 Ao se avaliar os efeitos das variáveis independentes, por meio de análises de
1649 regressão múltipla, verificou-se que a variável produção de leite teve efeito negativo
1650 para custo diário de produção de leite, enquanto que as variáveis peso corporal e teor de
1651 gordura do leite tiveram efeito positivo para aumento do custo diário de produção de
1652 leite nas estratégias de alimentação avaliadas (Tabela 11).

1653 As avaliações para o efeito da variável produção de leite na lactação apresentou
1654 significância ($P<0,05$) para variação de redução do custo diário de produção de leite,
1655 exceto na estratégia de alimentação CAA3+TANZ1, enquanto a variável peso corporal
1656 apresentou efeito positivo para variação no aumento do custo diário de produção de leite
1657 em todas as estratégias de alimentação avaliadas (Tabela 11).

1658 Ao se avaliar os efeitos do teor de gordura, por meio de análises de regressão
1659 múltiplas observou-se que houve significância ($P<0,05$) para variação do custo diário de
1660 produção de leite em relação ao teor de gordura do leite em quatro das oito estratégias
1661 de alimentação, sendo estas as estratégias de alimentação TANZ+TANZ,
1662 CAA1+TANZ3, CAA1+BUF3 e CAA3+BUF1, enquanto que nas demais estratégias de
1663 alimentação não houve efeito da variação do custo diário de produção de leite em
1664 função do teor de gordura do leite (Tabela 11).

1665

1666 **Tabela 11.** Equação de regressão, coeficiente de correlação e nível de probabilidade
1667 ($P<0,05$) dos custos diários de produção de leite ($R\$.100 L^{-1}$) em função do tipo de
1668 volumoso avaliado para cada estratégia de alimentação

| Estratégia de alimentação | Equação | R ² | Coeficiente estandardizado | | |
|------------------------------|----------------------------------|----------------|----------------------------|------------------|--------------------------------|
| | | | Produção de leite | Peso corporal | Teor de gordura do leite |
| TANZ+TANZ (LR) | $y=18,997-0,002p+0,017pc+1,356g$ | 0,856 | -0,828 | 0,341 | 0,246 |
| CAA1+TANZ3 (MI) | $y=21,539-0,002p+0,015pc+0,983g$ | 0,900 | -0,874 | 0,323 | 0,191 |
| CAA3+TANZ1 (MI) | $y=25,641+0,0002p+0,006pc$ | 0,509 | -0,693 | 0,205 | - |
| CAA1+BUF3 (SE) | $y=31,402-0,005p+0,033pc+1,114g$ | 0,971 | -0,926 | 0,323 | 0,099 |
| CAA3+BUF1 (SE) | $y=27,408-0,004p+0,026pc+1,026g$ | 0,874 | -0,884 | 0,295 | 0,108 |
| CAA1+SILMIL3 (MS) | $y=71,452-0,017p+0,088pc$ | 0,900 | -0,927 | 0,234 | - |
| CAA3+SILMIL1 (MS) | $y=51,582-0,012p+0,066pc$ | 0,907 | -0,922 | 0,244 | - |
| ELEF+ELEF (CI) | $y=57,714-0,012p+0,056pc$ | 0,946 | -0,946 | 0,229 | - |

1669 TANZ+TANZ: capim-tanzânia como volumoso ao longo do ano; CAA1+TANZ3: caatinga no primeiro
1670 terço da lactação e capim-tanzânia no terço final do período de lactação; CAA3+TANZ1: caatinga no
1671 terço final da lactação e capim-tanzânia no primeiro terço da lactação; CAA1+BUF3: caatinga no
1672 primeiro terço da lactação e capim-búffel diferido no terço final da lactação; CAA3+BUF1: caatinga no
1673 terço final da lactação e capim-búffel diferido no primeiro terço da lactação; CAA1+SILMIL3: caatinga
1674 no primeiro terço de lactação e silagem de milho no terço final da lactação; CAA3+SILMIL1: caatinga no
1675 terço final da lactação e silagem de milho no primeiro terço da lactação; ELEF+ELEF: capim-elefante *in*
1676 *natura* como volumoso exclusivo ao longo do ano; p: produção de leite durante a lactação; pc: peso
1677 corporal; g: teor de gordura do leite; LR: lotação rotativa; MI: misto irrigado; SE: sequeiro; MS: misto
1678 sequeiro; CI: capineira irrigada

1679
1680 A contribuição das variáveis independentes em relação a mudanças na variável
1681 dependente, determinada como custo diário de produção de leite, tiveram níveis de
1682 contribuição com diferentes ponderações, com base no coeficiente estandardizado, na
1683 seguinte ordem: produção na lactação, peso corporal e teor de gordura no leite em todas
1684 as estratégias de alimentação estudadas.

1685 Para o custo diário de produção de leite, foi observado o maior coeficiente
1686 estandardizado para a variável produção de leite durante a lactação (-0,926) na
1687 estratégia de alimentação CAA1+BUF3, no sistema de sequeiro (Tabela 13). Com isso,
1688 demonstra-se que utilizar animais com maior produção de leite na lactação reduz o
1689 custo diário de produção de leite, principalmente com animais utilizando áreas de pasto
1690 natural (caatinga) no terço inicial de lactação durante a estação chuvosa, e pasto de
1691 capim-búffel diferido no terço final da lactação durante a estação seca do ano.

1692 A estratégia de alimentação CAA1+BUF3 (sequeiro), foi favorecida pelo baixo
1693 custo do pasto natural (R\$ 0,08/kg de MS) e de pasto de capim-búffel diferido
1694 (R\$ 0,10/kg MS), reduzindo o custo diário de produção de leite, principalmente com
1695 vacas de maior produção de leite na lactação, permitindo a diluição e redução dos custos
1696 totais para os sistemas de produção (LOPES *et al.*, 2012).

1697 A estratégia de alimentação (ELEF+ELEF), que utilizou capim-elefante *in natura*
1698 como volumoso exclusivo ao longo do ano (capineira irrigada), apresentou o maior
1699 coeficiente estandardizado com valor de -0,946 para produção de leite na lactação.
1700 Desse modo, apresentou maior efeito de redução do custo diário de produção de leite,
1701 sendo que vacas de maior produção de leite na lactação são mais eficientes em reduzir o
1702 custo diário de produção de leite, visto que nesta estratégia de alimentação a dieta
1703 apresentou maior custo, podendo haver redução deste custo na medida em que se eleva
1704 a produção de leite diária.

1705 A variável produção de leite na lactação apresentou maior coeficiente
1706 estandardizado (-0,946) na estratégia de alimentação ELEF+ELEF (capineira irrigada),
1707 com efeito negativo, reduzindo o custo diário de produção. Esta condição deve-se ao
1708 uso de capim-elefante *in natura* como volumoso exclusivo, que apresenta maior custo
1709 pelo uso de concentrado proteico na dieta, sendo necessários animais de maior produção
1710 de leite na lactação para reduzir o custo diário de produção de leite.

1711 Observou-se maior contribuição da variável peso corporal, com base nos
1712 coeficientes estandardizados (0,341), para variação de aumento do custo diário de

1713 produção de leite na estratégia de alimentação TANZ+TANZ (Tabela 13).
1714 Demonstrando que nessas estratégias de alimentação, a utilização de animais de maior
1715 porte demanda maior custo com a dieta para incremento da produção durante a lactação
1716 promovendo o aumento do consumo total e custo com alimentação diária. Neste
1717 sentido, vacas menores têm menores custos com manutenção em função do menor porte e
1718 podem ser mais eficientes na produção de leite (HANSEN, 2000).

1719 A análise do coeficiente estandardizado demonstrou que o teor de gordura do leite
1720 foi mais determinante nas estratégias de alimentação TANZ+TANZ, CAA1+TANZ3,
1721 CAA1+BUF3 e CAA3+BUF1, para aumento ($P < 0,05$) do custo diário de produção de
1722 leite, não sendo verificado efeito ($P > 0,05$) nas demais estratégias de alimentação.
1723 Entretanto, verificou-se que quando a relação volumoso/concentrado já se apresenta
1724 elevada, em função da variação da produção de leite, a modificação desta relação
1725 volumoso/concentrado em função da variação do teor de gordura perde importância no
1726 custo de produção, não apresentando significância ($P > 0,05$).

1727 Neste sentido, nos sistemas a pasto, pequenas variações na quantidade de
1728 concentrado da dieta promovem variação do custo diário de produção de leite ($P < 0,05$),
1729 tornando significativa a variação do teor de gordura, como observado nas estratégias de
1730 alimentação TANZ+TANZ, CAA1+TANZ3, CAA1+BUF3, CAA3+BUF1, em que o
1731 incremento do concentrado (ingrediente de maior custo), aumentou ($P < 0,05$) o custo de
1732 produção do leite, o que não ocorreu nas estratégias de alimentação em sistemas de
1733 misto sequeiro e capineira irrigada.

1734 A maior participação de concentrado na dieta para alimentação de ruminantes
1735 tende a elevar os custos nos sistemas de produção de leite (CARVALHO *et al.*, 2009).
1736 A utilização de estratégias de alimentação com volumosos de melhor qualidade e
1737 adequados aporte de nutrientes como proteína bruta, nutrientes digestíveis totais e
1738 baixos teores de lignina estão associados à diminuição do custo das rações.

1739 A utilização de silagem de milho combinado com pasto natural (Caatinga) elevou
1740 o custo médio diário de produção de leite em 145,77%, principalmente quando a
1741 silagem de milho foi utilizada no terço final da lactação (CAA1+SILMIL3), quando
1742 comparado à estratégia que utilizou apenas capim-tanzânia como volumoso exclusivo
1743 ao longo do ano (TANZ+TANZ). O pasto natural apresenta baixo custo (R\$ 0,08/kg
1744 MS), mas a utilização da silagem de milho, que já tem custo elevado (R\$ 0,52/kg MS),
1745 exigiu maior quantidade de alimento concentrado proteico à época de uso da silagem de
1746 milho, elevando o custo diário de produção de leite. Nesse sentido, verifica-se que o

1747 melhor desempenho econômico ocorre com a utilização do volumoso de maior custo na
1748 fase inicial de lactação, fase mais produtiva das vacas em lactação.

1749 Desse modo, na combinação CAA3+SILMIL1 foi observado valor médio de
1750 R\$ 46,06 (Tabela 13) no custo diário de produção de leite. Salienta-se que a condição
1751 para redução de custo quando se utiliza silagem de milho se apresenta quando do uso de
1752 silagem de milho coincide com o terço inicial da fase de lactação. Nesse sentido, a
1753 maior eficiência em redução do custo diário de produção de leite ocorreu quando o
1754 período da parição das vacas foi planejado para a época de utilização de silagem de
1755 milho.

1756 A utilização de volumosos de maior custo como a silagem de milho (R\$ 0,51/kg
1757 MS) na fase de maior produção das vacas em lactação favoreceu a diluição os custos de
1758 produção de leite, pela utilização de concentrados energéticos em pequena proporção.
1759 Além do que, no terço final da lactação utilizou-se pasto natural (CAA) como
1760 volumoso, que apresenta custos reduzidos, minimizando o custo diário de produção de
1761 leite.

1762 A utilização de capim-elefante *in natura* (ELEF-ELEF) picado e fornecido direto
1763 no cocho como volumoso exclusivo apresentou custo médio diário de R\$ 50,70 para
1764 produção de 100 litros de leite diários. Essa estratégia de alimentação, comparado a
1765 estratégias que utilizam silagem de milho, apresenta menor custo de produção que está
1766 associado a sua maior produtividade de matéria seca por hectare ao ano, além de não
1767 haver o custo de ensilagem do material colhido. Além disso, este volumoso apresenta
1768 maior porcentagem de proteína em sua constituição, diminuindo a demanda por
1769 concentrados proteicos, normalmente associados à maior custo.

1770 Ao se avaliar os efeitos das variáveis independentes na receita menos os custos
1771 com alimentação (RMCA) mensal por hectare, foram observados que a variável
1772 produção de leite durante a lactação apresentou efeito positivo para aumento da
1773 (RMCA) mensal por hectare, enquanto as variáveis de peso corporal e teor de gordura
1774 do leite tiveram efeito negativo, reduzindo a RMCA com o incremento dessas variáveis.

1775 Nas equações de RMCA mensal por hectare ($\text{R\$}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{mês}^{-1}$), o aumento no teor de
1776 gordura do leite reduziu ($P<0,05$) a RMCA em quatro das oito estratégias de
1777 alimentação (TANZ+TANZ, CAA1+TANZ3, CAA3+SILMIL1 e ELEF+ELEF),
1778 conforme apresentado na Tabela 12.

1779

1780 **Tabela 12.** Equação de regressão, coeficiente de correlação e nível de probabilidade
 1781 (P<0,05) para receita menos custo com alimentação mensal por hectare (R\$.ha⁻¹.mês⁻¹)
 1782 da atividade de produção de leite em função do tipo de volumoso avaliado para cada
 1783 estratégia de alimentação

| Estratégia de alimentação | Equação | R ² | Coeficiente estandardizado | | |
|---------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------------------|---------------|--------------------------|
| | | | Produção de leite | Peso corporal | Teor de gordura do leite |
| TANZ+TANZ (LR) | y=3.724,240+1,603p-9,861pc-116,548g | 0,986 | 0,949 | -0,292 | -0,032 |
| CAA1+TANZ3 (MI) | y=2.129,816+0,799p-5,154pc-60,054g | 0,990 | 0,947 | -0,305 | -0,033 |
| CAA3+TANZ1 (MI) | y=3.041,170+1,804p-10,481pc | 0,979 | 0,950 | -0,276 | - |
| CAA1+BUF3 (SE) | y=144,561+0,092p-0,515pc | 0,974 | 0,951 | -0,265 | - |
| CAA3+BUF1 (SE) | y=163,097+0,1080p-0,6210pc | 0,975 | 0,949 | -0,273 | - |
| CAA1+SILMIL3 (MS) | y=-1.078,605+0,590p | 0,267 | 0,526 | - | - |
| CAA3+SILMIL1 (MS) | y=1.756,570+0,953p-5,798pc-220,593g | 0,973 | 0,939 | -0,286 | -0,100 |
| ELEF+ELEF (CI) | y=2.203,061+1,410p-8,406pc-115,924g | 0,981 | 0,949 | -0,283 | -0,036 |

1784 TANZ+TANZ: capim-tanzânia como volumoso ao longo do ano; CAA1+TANZ3: caatinga no primeiro
 1785 terço da lactação e capim-tanzânia no terço final do período de lactação; CAA3+TANZ1: caatinga no
 1786 terço final da lactação e capim-tanzânia no primeiro terço da lactação; CAA1+BUF3: caatinga no
 1787 primeiro terço da lactação e capim-búffel diferido no terço final da lactação; CAA3+BUF1: caatinga no
 1788 terço final da lactação e capim-búffel diferido no primeiro terço da lactação; CAA1+SILMIL3: caatinga
 1789 no primeiro terço de lactação e silagem de milho no terço final da lactação; CAA3+SILMIL1: caatinga no
 1790 terço final da lactação e silagem de milho no primeiro terço da lactação; ELEF+ELEF: capim-elefante *in*
 1791 *natura* como volumoso exclusivo ao longo do ano; p: produção de leite durante a lactação; pc: peso
 1792 corporal; g: teor de gordura do leite; LR: lotação rotativa; MI: misto irrigado; SE: sequeiro; MS: misto
 1793 sequeiro; CI: capineira irrigada

1794

1795 De maneira geral, a verificação de relação significativa (P<0,05) do teor de
 1796 gordura do leite na RMCA, tem como justificativa o incremento dos custos de
 1797 alimentação em função do maior uso de concentrado na dieta. Conforme mencionado
 1798 anteriormente, há ainda a relação entre a variação do uso de concentrado com o volume
 1799 de concentrado já utilizado (dietas com maior proporção de concentrado). Neste sentido,
 1800 a utilização de alimento concentrado como forma de incrementar a gordura do leite
 1801 apresenta relação com custo de produção e por decorrência deste com a RMCA,
 1802 diminuindo sua influência nas dietas em que já se utilizam grande proporção de
 1803 concentrado.

1804 O peso corporal teve efeito de redução da RMCA em todas as estratégias de
 1805 alimentação, exceto na estratégia CAA1+SILMIL3, sendo mais significativo nas
 1806 estratégias de alimentação CAA1+TANZ3 (misto irrigado), apresentando o maior
 1807 coeficiente estandardizado (-0,305). Desse modo, tal comportamento implica que para
 1808 obter aumento da RMCA mensal por hectare sejam utilizadas vacas de menor tamanho
 1809 corporal, pois apresentam vantagem na redução do custo de manutenção.

1810 A variável produção de leite durante a lactação apresentou mais contribuição para
 1811 explicar a variação de aumento da RMCA mensal por hectare, baseado em seus
 1812 coeficientes estandardizados, que apresentaram valores bem semelhantes, exceto na

1813 estratégia de alimentação CAA1+SILMIL3 com coeficiente estandardizado de 0,526
1814 podendo ser explicado pela utilização de volumoso de maior custo na fase da lactação
1815 de menor produção (terço final da lactação), sendo menos eficiente em aumentar a
1816 RMCA. A utilização de vacas com maiores produções de leite durante a lactação são
1817 mais eficientes em reduzir custos e aumentar a RMCA, principalmente quando possuem
1818 um menor porte corporal.

1819 A estratégia de alimentação CAA3+TANZ1, que combinou a época de parição
1820 das vacas utilizando o volumoso capim-tanzânia durante o pico de produção de leite,
1821 apresentou a maior média de RMCA, com valor de R\$ 3.524,29 ha⁻¹·mês⁻¹. O fato de
1822 utilizar dietas com o volumoso de maior custo no terço inicial da lactação, período de
1823 maior produção de leite, foi fundamental na redução de custos e aumento da RMCA.
1824 Aliado a este fato, a alimentação animal a pasto possibilitaram a obtenção de maiores
1825 valores de RMCA mensais por hectare.

1826 Apesar do maior custo, fato que reduz os valores de RMCA, a utilização de
1827 silagem de milho, volumoso mais caro, no terço inicial da lactação na estratégia de
1828 alimentação CAA3+SILMIL1, possibilitou a média de RMCA (R\$ 994,19 ha⁻¹·mês⁻¹)
1829 maior do que o valor apresentado com sua utilização no terço final da lactação
1830 (R\$ 202,58 ha⁻¹·mês⁻¹), esse aumento da RMCA se deu pelo fato da diluição dos custos
1831 da dieta no pico de produção de leite das vacas.

1832 A utilização de capim-elefante *in natura* (ELEF+ELEF) obteve a RMCA mensal
1833 por hectare com valor de R\$ 2.019,19 ha⁻¹·mês⁻¹. Para esta finalidade existe a sua maior
1834 produtividade de matéria seca por hectare ao ano, menor proporção na utilização de
1835 concentrado proteico na dieta e ausência do custo do processo de ensilagem,
1836 favorecendo o valor da RMCA nessa estratégia alimentar (Gráfico 6).

1837 A estratégia de alimentação que permitiu o menor custo médio diário de produção
1838 de leite (R\$ 25,43) foi a utilização de pasto de capim-tanzânia no terço inicial da
1839 lactação, combinado com o uso de pasto natural no terço final da lactação (Tabela 13),
1840 dentre todas as estratégias de alimentação avaliadas. Enquanto que, as estratégias de
1841 alimentação que apresentaram maiores valores médios de custos diários de produção de
1842 leite foram as que utilizaram silagem de milho ou capim-elefante *in natura*, com valores
1843 de R\$ 62,50 e R\$ 50,70, respectivamente, associados aos maiores custos para
1844 conservação e mão de obra para fornecimento do volumoso aos animais.

1845 A ferramenta de programação linear revelou que o menor custo mínimo diário de
1846 produção de leite (R\$ 22,65) ocorreu quando se utilizou capim-tanzânia como volumoso
1847 exclusivo durante todo o ano (TANZ+TANZ), sob lotação rotativa, explorado com vaca
1848 de menor peso corporal (300 kg PC) e menor teor de gordura do leite (3,8%), associado
1849 a maior nível de produção durante a lactação (Tabela 13).

1850 A entrada de silagem de milho nas dietas elevou o custo diário de produção de
1851 leite, principalmente quando a silagem de milho não foi utilizada no terço inicial da
1852 lactação. O valor médio do custo diário de produção de leite, utilizando silagem no terço
1853 inicial da lactação (CAA3+SILMIL1), teve valor de R\$ 46,06 sendo menor do que
1854 quando utilizada no final da lactação com R\$ 62,50, devido sua diluição em face do uso
1855 da silagem na fase mais produtiva da lactação (Tabela 13). No entanto, verificou-se que
1856 esse resultado deve ser acompanhado de uma lactação com 2.110,17 L e animais de
1857 300 kg de peso corporal, conforme condições de restrição do modelo. Quando se
1858 determinou o valor mínimo para o custo diário de produção de leite (R\$ 31,77 por
1859 100 L), observou-se a necessidade de níveis de produção de leite mais elevados com
1860 3.301 L durante a lactação, mantendo-se o peso corporal de 300 kg, reforçando a
1861 diluição de custos pela maior produtividade por animal.

1862 A estratégia de alimentação com o uso de capim-elefante *in natura* (ELEF+ELEF)
1863 como volumoso exclusivo durante o ano, resultou o valor médio de R\$ 50,70 para 100 L
1864 de leite produzido com vacas de peso corporal de 300 kg e produção de 1.985 L de leite
1865 durante a lactação (Tabela 13). Este sistema de capineira irrigada apresentou custos
1866 intermediários, sendo menores do que os custos dos sistemas mistos sequeiros, que
1867 utilizam silagem de milho, e os mistos irrigados ou sob lotação rotativa, que apresentam
1868 redução significativa dos custos com mão de obra e com a produção do volumoso. No
1869 entanto, a estratégia ELEF+ELEF que utiliza capineira irrigada *in natura*, apresenta
1870 custos que envolvem equipamentos de colheita do capim e mão de obra para
1871 fornecimento e trato com os animais.

1872 O valor mínimo por 100 L de leite produzidos, obtido na estratégia de alimentação
1873 ELEF+ELEF, foi de R\$ 34,90, determinado pelo parâmetro relacionado ao incremento
1874 da produção de leite para 3.301 L durante a lactação mantendo-se o menor peso
1875 corporal dos animais. Nesse sentido, observa-se que a primeira alternativa de redução de
1876 custos foi determinada pelo estabelecimento da elevação do potencial produtivo dos
1877 animais como pode ser visto na Tabela 13.

1878

1879 **Tabela 13.** Valores de custo diário de produção de leite (R\$.100 L⁻¹) mínimo, máximo e
 1880 médio e estimativas de custos equivalentes a 40% e 60% do preço do leite, em função
 1881 do tipo de volumoso, produção de leite durante a lactação, peso corporal e teor de
 1882 gordura do leite, avaliado em diferentes estratégia de alimentação, com valores do custo
 1883 de produção por 100 L de leite

| Estratégia de alimentação | Variável | Unidade | Mínimo | Máximo | Médio | 40% Preço | 60% Preço |
|---------------------------|----------|-------------------------|--------|--------|----------|--------------|--------------|
| TANZ+TANZ (LR) | Produção | L | 3.301 | 1.296 | 1.659,90 | - | - |
| | PC | kg | 300 | 400 | 300 | - | - |
| | Gordura | % | 3,80 | 4,60 | 3,80 | - | - |
| | Custo | R\$.100 L ⁻¹ | 22,65 | 29,44 | 25,93 | 32,80 | 49,20 |
| CAA1+TANZ3 (MI) | Produção | L | 3301 | 1296 | 1747,20 | - | - |
| | PC | kg | 300 | 400 | 300 | - | - |
| | Gordura | % | 3,80 | 4,60 | 3,80 | - | - |
| | Custo | R\$.100 L ⁻¹ | 23,17 | 29,47 | 26,28 | 32,80 | 49,20 |
| CAA3+TANZ1 (MI) | Produção | L | 3.301 | 1.296 | 1.961,43 | - | - |
| | PC | kg | 300 | 400 | 300 | - | - |
| | Gordura | % | - | - | - | - | - |
| | Custo | R\$.100 L ⁻¹ | 24,16 | 26,62 | 25,43 | 32,80 | 49,20 |
| CAA1+BUF3 (SE) | Produção | L | 3.301 | 1.296 | 1.753,04 | 2.547,04 | - |
| | PC | kg | 300 | 400 | 300 | 300 | - |
| | Gordura | % | 3,80 | 4,60 | 3,80 | 3,80 | - |
| | Custo | R\$.100 L ⁻¹ | 29,03 | 43,25 | 36,77 | 32,80 | 49,20 |
| CAA3+BUF1 (SE) | Produção | L | 3.301 | 1.296 | 1.809,20 | 1.576,70 | - |
| | PC | kg | 300 | 400 | 300 | 300 | - |
| | Gordura | % | 3,80 | 4,60 | 3,80 | 3,80 | - |
| | Custo | R\$.100 L ⁻¹ | 25,90 | 37,34 | 31,87 | 32,80 | 49,20 |
| CAA1+ SILMIL3 (MS) | Produção | L | 3.301 | 1.296 | 2.079,53 | - | 2.861,88 |
| | PC | kg | 300 | 400 | 300 | - | 300 |
| | Gordura | % | - | - | - | - | - |
| | Custo | R\$.100 L ⁻¹ | 41,74 | 84,62 | 62,50 | 32,80 | 49,20 |
| CAA3+ SILMIL1 (MS) | Produção | L | 3.301 | 1.296 | 2.110,17 | 3.215,17 | 1.848,50 |
| | PC | kg | 300 | 400 | 300 | 300 | 300 |
| | Gordura | % | - | - | - | - | - |
| | Custo | R\$.100 L ⁻¹ | 31,77 | 62,43 | 46,06 | 32,80 | 49,20 |
| ELEF+ELEF (CI) | Produção | L | 3.301 | 1.296 | 1.984,50 | - | 2.109,50 |
| | PC | kg | 300 | 400 | 300 | - | 300 |
| | Gordura | % | - | - | - | - | - |
| | Custo | R\$.100 L ⁻¹ | 34,90 | 64,56 | 50,70 | 32,80 | 49,20 |

1884 TANZ+TANZ: capim-tanzânia como volumoso ao longo do ano; CAA1+TANZ3: caatinga no primeiro
 1885 terço da lactação e capim-tanzânia no terço final do período de lactação; CAA3+TANZ1: caatinga no
 1886 terço final da lactação e capim-tanzânia no primeiro terço da lactação; CAA1+BUF3: caatinga no
 1887 primeiro terço da lactação e capim-búffel diferido no terço final da lactação; CAA3+BUF1: caatinga no
 1888 terço final da lactação e capim-búffel diferido no primeiro terço da lactação; CAA1+SILMIL3: caatinga
 1889 no primeiro terço de lactação e silagem de milho no terço final da lactação; CAA3+SILMIL1: caatinga no
 1890 terço final da lactação e silagem de milho no primeiro terço da lactação; ELEF+ELEF: capim-elefante *in*
 1891 *natura* como volumoso exclusivo ao longo do ano; Produção: produção de leite durante a lactação (L);
 1892 PC: peso corporal (kg); Gordura: teor de gordura do leite (%); Custo: custo diário de produção de leite
 1893 (R\$.100L⁻¹.dia⁻¹); LR: lotação rotativa; MI: misto irrigado; SE: sequeiro; MS: misto sequeiro; CI:
 1894 capineira irrigada

1895

1896 O custo diário de produção de leite (R\$.100 L⁻¹) variou (P<0,05), em todas as
 1897 estratégias de alimentação, em função do nível de produção de leite na lactação. O valor
 1898 médio variou de R\$ 25,43 até R\$ 62,50 para os sistemas sob lotação rotativa

1899 (TANZ+TANZ) e sistema de misto sequeiro (CAA1+SILMIL3), respectivamente.
1900 Desta forma, menores custos diários de produção de leite se relacionam com a utilização
1901 de estratégias que utilizam sistemas de manejo a pasto (Tabela 13).

1902 O menor custo diário de produção de leite (R\$ 25,43) na estratégia de alimentação
1903 CAA3+TANZ1 é resultado da maior relação volumoso/concentrado (69,59%),
1904 associada ao baixo custo do capim-tanzânia (R\$ 0,09/kg de MS) e do pasto natural
1905 (R\$ 0,08/kg de MS). Além disso, nesta estratégia de alimentação, a utilização do pasto
1906 com custo mais elevado no terço inicial da lactação, onde ocorre o pico da produção de
1907 leite, favorece a diluição dos custos de produção. De modo que, esta combinação de
1908 utilização dos volumosos resulta na melhor estratégia de alimentação para a redução dos
1909 custos de produção de leite a pasto.

1910 As estratégias de alimentação sob regime de sequeiro, que utilizaram pasto natural
1911 no período chuvoso e capim-búffel diferido no período seco, apresentaram custos que
1912 podem ser considerados baixos, como o valor médio de R\$ 31,87 na estratégia
1913 CAA3+BUF1. Neste contexto, a composição com arranjos de determinação da condição
1914 equivalente ao custo de 40% do preço pago por 100 L de leite foi obtido nesta estratégia
1915 de alimentação, caracterizado pelos menores valores para os componente peso corporal
1916 (300 kg) e teor de gordura do leite (3,8%), com o valor de R\$ 32,80. Neste sentido,
1917 observaram-se variação apenas na produção de leite durante a lactação, com valor de
1918 1.577 L quando se utiliza capim-búffel diferido no início da lactação e 2.547 L no final
1919 da lactação. Esta condição demonstrou que é possível alcançar um determinado objetivo
1920 econômico com a combinação do estágio produtivo das vacas e o alimento volumoso
1921 disponível, viabilizando sistemas produtivos com animais de menor produção de leite
1922 (Tabela 13).

1923 Na análise do custo de produção do leite em relação a uma taxa do seu preço,
1924 observou-se resultados significativos de custo de 40% do preço de 100 L de leite nas
1925 estratégias de alimentação que utilizam pasto natural, sendo associados com capim-
1926 búffel diferido ou com silagem de milho (CAA1+BUF3; CAA3+BUF1;
1927 CAA3+SILMIL1). Nestas condições, a estratégia de alimentação que utiliza capim-
1928 búffel diferido demanda uma menor produção de leite durante a lactação para alcançar o
1929 objetivo econômico (40% do preço do leite), principalmente quando o terço inicial da
1930 lactação ocorre em pasto de capim-búffel diferido, sendo necessário uma lactação de
1931 1.576 L de leite, diferentemente dos 2.547 L de leite quando o terceiro terço da lactação
1932 ocorre em pasto de capim-búffel diferido (Tabela 13).

1933 Nesse sentido, a estratégia de alimentação CAA3+SILMIL1 apresentou as
1934 melhores características produtivas, pois a obtenção de custo de produção equivalente a
1935 40% do preço do leite demandou animais de pequeno porte corporal com 300 kg e
1936 produção de 3.215 L de leite na lactação, enquanto que para custos de produção em
1937 torno de 60% do preço do leite de mesmo porte corporal e menor produção na lactação
1938 (1.848 L), necessitando maiores níveis produtivos, cerca de 2.860 L de leite na lactação,
1939 quando se utiliza a silagem de milho no terço final da lactação (CAA1+SILMIL3)
1940 (Tabela 13).

1941 Para o parâmetro de custo diário de produção de leite em relação às taxas de preço
1942 do leite (Tabela 13), na estratégia de alimentação ELEF+ELEF, foi possível
1943 determinação desta condição apenas para o nível equivalente a 60% do preço do leite.
1944 Desse modo, a estratégia de alimentação ELEF+ELEF não permitiu estabelecer custos
1945 em outras faixas abaixo de 60%, demonstrando seu elevado custo e exigindo nível de
1946 produção por lactação de 2.109 L de leite. Entretanto, houve possibilidade de
1947 estabelecer o objetivo econômico, tornando o sistema produtivo competitivo nestas
1948 condições.

1949 A máxima RMCA mensal por hectare ($R\$ 5.851,86 \text{ ha}^{-1} \cdot \text{mês}^{-1}$), determinada pela
1950 ferramenta de Programação Linear, foi obtida na estratégia que utilizou capim-tanzânia
1951 no terço inicial da lactação, combinado com pasto natural na fase final da lactação.
1952 Nesta estratégia, para alcançar este resultado econômico, foi necessário utilizar vacas
1953 com produção de leite na lactação de 3.301 litros de leite e peso corporal de 300 kg.
1954 Nesse sentido, essas características para padrão de produtividade e menor porte dos
1955 animais corroboram com o relatado por HANSEN (2000) para sustentabilidade dos
1956 sistemas de produção de leite.

1957 Em função da política de preço praticada na região, há possibilidade de
1958 bonificação pelo volume produzido, sem diferenciação por qualidade do leite, havendo
1959 propensão de se selecionar animais com maior potencial produtivo e reduzido teor de
1960 sólido, visto que esta condição favorece a atenuação do custo de produção de leite,
1961 determinando a elevação da RMCA mensal por hectare. Associado a este fato, a seleção
1962 de animais com menor porte é uma forma de redução dos custos com manutenção,
1963 contribuindo com a diminuição dos custos, elevando a RMCA.

1964 A maior média para a RMCA foi obtida na estratégia de alimentação
1965 CAA3+TANZ1 (Tabela 14), em sistema misto irrigado, apresentando valor de
1966 $R\$ 3.524,29$ mensais por hectare. Neste sistema produtivo, a produção de leite durante a

1967 lactação foi moderada (2.010,77 L) com vacas de pequeno porte (300 kg PC). Assim, o
 1968 aumento da RMCA ocorre em função da quantidade em volume produzido. Desse
 1969 modo, novamente associa-se a seleção de animais de menor porte à redução dos custos
 1970 de manutenção. Além do que, estes volumosos (caatinga e capim-tanzânia) por
 1971 apresentarem bom valor nutritivo e permitirem menores custos com a dieta, possibilitam
 1972 o aumento da RMCA mensal por hectare.

1973 A RMCA mínima apresentou valores negativos (R\$ -313,97 e R\$ -342,27·ha⁻¹·mês⁻¹) nas estratégias de alimentação que utilizaram silagem de milho, explorando
 1974 vacas com os maiores pesos corporais e teor de gordura do leite, associado à baixa
 1975 produtividade na lactação. Na estratégia CAA3+SILMIL1, foi observado que estas
 1976 condições das variáveis estão mais associadas a possíveis prejuízos nas estratégias de
 1977 alimentação. No entanto, quando se ajustam as variáveis peso corporal e teor de gordura
 1978 do leite para valores menores (300 kg e 3,8%), adotados como restrição do modelo, e se
 1979 eleva a produção de leite durante a lactação, houve a possibilidade de valores de RMCA
 1980 positivos.
 1981

1982 No que se refere ao valor meta de R\$ 500,00 de RMCA, apenas as estratégias de
 1983 alimentação que utilizam silagem de milho, em regime de misto sequeiro, e a estratégia
 1984 que utiliza capim-elefante *in natura*, sob regime de capineira irrigada, possibilitaram o
 1985 alcance do valor pretendido. O destaque foi para a utilização de capineira irrigada,
 1986 capim-elefante *in natura* (ELEF+ELEF), pois a análise de Programação Linear
 1987 determinou a condição das variáveis independentes com valores de peso corporal de
 1988 356,55 kg, associado ao menor valor de restrição do modelo para produção de leite na
 1989 lactação (1.296 L).

1990
 1991 **Tabela 14.** Programação linear para receita menos custo com alimentação mensal por
 1992 hectare (R\$·ha⁻¹·mês⁻¹) da atividade leiteira com valores de receita mínima, máxima e
 1993 média, além de valores estimados de R\$ 500,00 e R\$ 1.000,00 de receita líquida menos
 1994 custo com alimentação mensal por hectare em função do tipo de volumoso, produção de
 1995 leite durante a lactação, peso corporal e teor de gordura do leite, avaliado para as
 1996 estratégias de alimentação

| Estratégia de alimentação | Variável | Unidade | Mínima | Máxima | Média | R\$ 500 | R\$ 1.000 |
|---------------------------|----------|---|----------|----------|----------|---------|-----------|
| TANZ+TANZ (LR) | Produção | L | 1.296 | 3.301 | 1.965,72 | - | - |
| | PC | kg | 400 | 300 | 300 | - | - |
| | Gordura | % | 4,60 | 3,80 | 3,80 | - | - |
| | RMCA | R\$·ha ⁻¹ ·mês ⁻¹ | 1.321,21 | 5.614,56 | 3.474,11 | 500 | 1.000 |
| CAA1+TANZ3 (MI) | Produção | L | 1.296 | 3.301 | 1.948,32 | - | 1.296 |
| | PC | kg | 400 | 300 | 300 | - | 366,53 |
| | Gordura | % | 4,60 | 3,80 | 3,80 | - | 4,60 |

| | | | | | | | |
|-----------------------|----------|---|----------|----------|----------|----------|----------|
| | RMCA | R\$.ha ⁻¹ .mês ⁻¹ | 827,47 | 2.992,91 | 1.912,12 | 500 | 1.000 |
| CAA3+TANZ1 (MI) | Produção | L | 1.296 | 3.301 | 2.010,77 | - | - |
| | PC | kg | 400 | 300 | 300 | - | - |
| | Gordura | % | - | - | - | - | - |
| | RMCA | R\$.ha ⁻¹ .mês ⁻¹ | 1.186,75 | 5.851,87 | 3.524,29 | 500 | 1.000 |
| CAA1+BUF3 (SE) | Produção | L | 1.296 | 3.301 | 2.019,51 | - | - |
| | PC | kg | 400 | 300 | 300 | - | - |
| | Gordura | % | 4,60 | 3,80 | 3,80 | - | - |
| | RMCA | R\$.ha ⁻¹ .mês ⁻¹ | 56,58 | 294,96 | 177,06 | 500 | 1.000 |
| CAA3+BUF1 (SE) | Produção | L | 1.296 | 3.301 | 2.206,25 | - | - |
| | PC | kg | 400 | 300 | 300 | - | - |
| | Gordura | % | 4,60 | 3,80 | 3,80 | - | - |
| | RMCA | R\$.ha ⁻¹ .mês ⁻¹ | 56,58 | 294,96 | 194,24 | 500 | 1.000 |
| CAA1+ SILMIL3 (MS) | Produção | L | 1.296 | 3.301 | 2.171,50 | 2.675,60 | - |
| | PC | kg | - | - | - | - | - |
| | Gordura | % | - | - | - | - | - |
| | RMCA | R\$.ha ⁻¹ .mês ⁻¹ | -313,97 | 868,99 | 202,58 | 500 | 1.000 |
| CAA3+ SILMIL1 (MS) | Produção | L | 1.296 | 3.301 | 1.904,80 | 1.386,24 | 1.910,90 |
| | PC | kg | 400 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| | Gordura | % | 4,60 | 3,80 | 3,80 | 3,8 | 3,80 |
| | RMCA | R\$.ha ⁻¹ .mês ⁻¹ | -342,27 | 2.324,77 | 994,19 | 500 | 1.000 |
| ELEF+ELEF (CI) | Produção | L | 1.296 | 3.301 | 2.036,30 | 1.296 | 1.313,47 |
| | PC | kg | 400 | 300 | 300 | 356,55 | 300 |
| | Gordura | % | 4,60 | 4,60 | 4,60 | 4,60 | 4,60 |
| | RMCA | R\$.ha ⁻¹ .mês ⁻¹ | 134,77 | 3.802,42 | 2.019,19 | 500 | 1.000 |

1997 TANZ+TANZ: capim-tanzânia como volumoso ao longo do ano; CAA1+TANZ3: caatinga no primeiro
1998 terço da lactação e capim-tanzânia no terço final do período de lactação; CAA3+TANZ1: caatinga no
1999 terço final da lactação e capim-tanzânia no primeiro terço da lactação; CAA1+BUF3: caatinga no
2000 primeiro terço da lactação e capim-búffel diferido no terço final da lactação; CAA3+BUF1: caatinga no
2001 terço final da lactação e capim-búffel diferido no primeiro terço da lactação; CAA1+SILMIL3: caatinga
2002 no primeiro terço de lactação e silagem de milho no terço final da lactação; CAA3+SILMIL1: caatinga no
2003 terço final da lactação e silagem de milho no primeiro terço da lactação; ELEF+ELEF: capim-elefante *in*
2004 *natura* como volumoso exclusivo ao longo do ano; Produção: produção de leite durante a lactação (L);
2005 PC: peso corporal (kg); Gordura: teor de gordura do leite (%); RMCA: receita líquida menos custo com
2006 alimentação mensal por hectare (R\$.ha⁻¹.mês⁻¹); LR: lotação rotativa; MI: misto irrigado; SE: sequeiro;
2007 MS: misto sequeiro; CI: capineira irrigada
2008

2009 Outra vantagem desse sistema (ELEF+ELEF) se apresenta no teor de gordura do
2010 leite de 4,6%, que possibilita o recebimento de maior valor monetário pago pela
2011 qualidade do leite, permitindo ainda que esse valor de R\$ 500,00 de RMCA seja
2012 aumentado pela utilização de vacas de maior produtividade, visto que o modelo se
2013 ajusta priorizando a sequência de produtividade, peso corporal e teor de gordura do leite
2014 para o aumento da RMCA (Tabela 14).

2015 O valor meta de geração de RMCA de R\$ 1.000,00 foi possível apenas nas
2016 estratégias CAA1+TANZ3, CAA3+SILMIL1 e ELEF+ELEF, sendo esta última a
2017 estratégia que possibilitou a obtenção desse resultado econômico com vacas produzindo
2018 1.313,47 L de leite durante a lactação, peso corporal de 300 kg e teor de gordura do leite
2019 de 4,6%. Nesse sentido, os animais de menor peso possibilitam menor custo com
2020 alimentação, ao passo que nessa estratégia de alimentação não foi requerido lactações

2021 de altas produtividades, sendo ainda beneficiada pela qualidade da composição do leite
2022 em seu teor de gordura, permitindo, quando há política de pagamento pela qualidade do
2023 leite, a aquisição de melhores valores pagos pelo produto ofertado no mercado.

2024

2025 **Avaliação bioeconômica e simulação de sistemas de produção de recria de novilhas**

2026 O peso corporal à idade adulta apresentou efeito positivo para aumento da área de
2027 pasto disponibilizada por novilha em recria, em todas as estratégias de alimentação
2028 (Tabela 15). O maior coeficiente estandardizado (0,604), para a estratégia
2029 (ELEF+ELEF), que utiliza capim-elefante *in natura* durante todo o ano, proveniente de
2030 capineira irrigada, demonstrou maior sensibilidade em aumento de área de pasto para
2031 adoção de animais de maior porte corporal, e que a maior a faixa de ganho de peso
2032 diário não foi tão eficiente em reduzir a área de pasto disponibilizada por novilha, ao
2033 contrário das demais estratégias, em que o aumento da área de pasto não foi tão afetado
2034 pelo aumento do porte dos animais.

2035 A dieta com capim-elefante *in natura* como volumoso exclusivo utilizou mais
2036 concentrado, elevando custos com alimentação, determinado pela menor relação
2037 volumoso/concentrado, promovido pelas características nutricionais deste volumoso,
2038 diminuindo sua proporção na dieta. Neste sentido, tem-se a menor utilização de área por
2039 novilha, com média de $0,020 \text{ ha}\cdot\text{anim}^{-1}$, que foi determinada pela alta produtividade da
2040 capineira.

2041 Os menores valores de intercepto para área de pasto disponibilizada por novilha
2042 ocorreram nas estratégias de alimentação TANZ+TANZ e ELEF+ELEF (0,013 e 0,009,
2043 respectivamente), indicando menor utilização de área por novilha, quando todas as
2044 variáveis independentes tiverem próximas aos menores valores de limite avaliados.
2045 Nesta condição, haverá menor ocupação de áreas para recria de novilhas e pode reduzir
2046 o valor do capital investido.

2047 O valor individual para o intercepto demonstra que há maior demanda por área
2048 utilizada em sistemas com áreas de sequeiro, sendo o maior valor na estratégia de
2049 alimentação (CAA+BUF), que utiliza pasto natural no período chuvoso e capim-búffel
2050 diferido no período seco do ano (Tabela 15), onde o intercepto possui o maior valor
2051 (0,431) quando comparado às alternativas que utilizam pasto de capim-tanzânia e
2052 silagem de milho.

2053 A utilização de pasto de capim-búffel diferido eleva a necessidade de área
2054 disponível por novilha em recria, no entanto a utilização de volumosos com maior
2055 produtividade reduz a quantidade de área utilizada.

2056

2057 Tabela 15. Equação de regressão, coeficiente de correlação e nível de probabilidade
2058 ($P < 0,05$) para área de pasto disponibilizada por novilha ($\text{ha} \cdot \text{anim}^{-1}$) da atividade de
2059 recria de novilhas em função do tipo de volumoso, do peso corporal à idade adulta,
2060 ganho de peso diário, avaliado para cada estratégia de alimentação

| Estratégia de alimentação | Equação | R ² | Coeficiente estandardizado | |
|------------------------------|----------------------------|----------------|----------------------------|-------------------------|
| | | | Peso corporal | Ganho de peso diário |
| TANZ+TANZ (LR) | $y=0,013+0,0001pc-0,025gp$ | 0,862 | 0,495 | -0,793 |
| CAA+TANZ (MI) | $y=0,166+0,001pc-0,388gp$ | 0,843 | 0,483 | -0,789 |
| CAA+BUF (SE) | $y=0,431+0,002pc-1,014gp$ | 0,835 | 0,477 | -0,788 |
| CAA+SILMIL (MS) | $y=0,165+0,001pc-0,373gp$ | 0,829 | 0,500 | -0,770 |
| ELEF+ELEF (CI) | $y=0,009+0,0001pc-0,019gp$ | 0,685 | 0,604 | -0,588 |

2061 TANZ+TANZ: capim-tanzânia como volumoso ao longo do ano; CAA+TANZ: caatinga no período
2062 chuvoso do ano e capim-tanzânia no período seco do ano; CAA+BUF: caatinga no período chuvoso do
2063 ano e capim-búffel diferido no período seco do ano; CAA+SILMIL: caatinga no período chuvoso do ano
2064 com silagem de milho no período seco do ano; ELEF+ELEF: capim-elefante *in natura* como volumoso
2065 exclusivo ao longo do ano; pc: peso corporal à idade adulta (kg); gp: ganho de peso médio diário ($\text{g} \cdot \text{dia}^{-1}$);
2066 LR: lotação rotativa; MI: misto irrigado; SE: sequeiro; MS: misto sequeiro; CI: capineira irrigada

2067

2068 As dietas com base no pasto natural no período chuvoso do ano com e silagem de
2069 milho no período seco do ano (CAA+SILMIL), requerem menos concentrado,
2070 reduzindo o custo com alimentação, tornando mais viável a utilização de maiores faixas
2071 de ganho de peso diário, com efeito de diminuição da área de pasto disponibilizada por
2072 novilha (Tabela 15). Tal fato está relacionado à troca favorável entre o ganho de peso e
2073 o investimento equivalente com área de pastagem, onde os maiores ganhos reduzem
2074 investimentos com terras.

2075 A receita menos custos com alimentação (RMCA) apresentou relação negativa
2076 para a variável determinada de peso corporal, ou seja, na medida em que se opta por
2077 novilhas de maior tamanho corporal à idade adulta, menores são os valores de RMCA
2078 anual por hectare ($\text{R\$} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$). Nas estratégias que se utilizam lotação rotativa
2079 (TANZ+TANZ) e misto irrigado (CAA+TANZ), o peso corporal reflete maior
2080 influência na redução da RMCA, conforme os coeficientes estandardizados de -0,701 e -
2081 0,695, respectivamente (Tabela 16).

2082 A utilização de novilhas de maior porte em sistemas mais intensivos pode
2083 comprometer os valores de RMCA, enquanto que em sistemas com pastos de sequeiro
2084 ou capineira irrigada, essas novilhas exercem menor influência na redução de suas
2085 RMCA, demonstrando que animais de maior peso corporal à idade adulta demandam

2086 maior custo com a dieta. Nesse sentido, novilhas menores têm menores custos com
2087 manutenção (HANSEN, 2000).

2088 As análises apresentaram efeito linear positivo ($P < 0,05$) entre o ganho de peso
2089 diário e a RMCA, em todas as estratégias de alimentação, sendo mais proeminente nas
2090 estratégias CAA+SILMIL e ELEF+ELEF, como demonstra os coeficientes
2091 estandardizados 0,802 e 0,794, respectivamente (Tabela 16). Desse modo, verifica-se
2092 que utilizando maiores faixas de ganho de peso, ocorre a elevação da RMCA, motivado
2093 pelo maior número de ciclos de terminação da categoria de novilhas.

2094 Nesse sentido, verificou-se que utilizando menores faixas de ganhos de peso há
2095 menor custo de dieta, contribuindo com o aumento da RMCA. Por outro lado, a redução
2096 no ganho de peso demandou maior tempo para se alcançar a idade de cobertura e
2097 primeiro parto. Entretanto, os custos mais elevados das dietas com maiores faixas de
2098 ganho de peso, não reduziram a RMCA ($R\$.ha^{-1}.ano^{-1}$), mas aumentaram o tempo para
2099 se alcançar o peso corporal adulto e idade ao primeiro parto, devendo-se estabelecer
2100 maiores faixas de ganho de peso.

2101

2102 Tabela 16. Equação de regressão, coeficiente de correlação e nível de probabilidade
2103 ($P < 0,05$) para receita menos custo com alimentação anual por hectare ($R\$.ha^{-1}.ano^{-1}$) da
2104 atividade de recria de novilhas em função do tipo de volumoso, do peso corporal à idade
2105 adulta, ganho de peso diário, avaliado para cada estratégia de alimentação

| Estratégia de alimentação | Equação | R ² | Coeficiente estandardizado | |
|------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------------------------|-------------------------|
| | | | Peso corporal | Ganho de peso diário |
| TANZ+TANZ (LR) | $y=13005,304-27,047pc+7911,214gp$ | 0,858 | -0,701 | 0,615 |
| CAA+TANZ (MI) | $y=976,440-2,039pc+609,251gp$ | 0,858 | -0,695 | 0,622 |
| CAA+BUF (SE) | $y=344,781-0,876pc+324,991gp$ | 0,887 | -0,633 | 0,704 |
| CAA+SILMIL (MS) | $y=590,073-2,765pc+1325,551gp$ | 0,950 | -0,557 | 0,802 |
| ELEF+ELEF (CI) | $y=8304,509-29,255pc+13884,292gp$ | 0,937 | -0,558 | 0,794 |

2106 TANZ+TANZ: capim-tanzânia como volumoso ao longo do ano; CAA+TANZ: caatinga no período
2107 chuvoso do ano e capim-tanzânia no período seco do ano; CAA+BUF: caatinga no período chuvoso do
2108 ano e capim-búffel diferido no período seco do ano; CAA+SILMIL: caatinga no período chuvoso do ano
2109 com silagem de milho no período seco do ano; ELEF+ELEF: capim-elefante *in natura* como volumoso
2110 exclusivo ao longo do ano; pc: peso corporal à idade adulta (kg); gp: ganho de peso médio diário ($g \cdot dia^{-1}$)
2111 ¹); LR: lotação rotativa; MI: misto irrigado; SE: sequeiro; MS: misto sequeiro; CI: capineira irrigada
2112

2113 Nas simulações utilizando programação linear, as análises mostraram que as
2114 mínimas áreas de pasto disponibilizadas por novilha foram de 0,050 e 0,030 $ha \cdot anim^{-1}$,
2115 para as estratégias de alimentação que utilizam lotação rotativa e capineira irrigada
2116 (TANZ+TANZ e ELEF+ELEF), respectivamente. Para isso, devem-se explorar
2117 novilhas com 300 kg de peso corporal adulto e ganho de peso médio diário de 200 e

2118 500 g para as estratégias TANZ+TANZ e ELEF+ELEF, respectivamente (Tabela 17). A
 2119 menor área de pasto demandada nessas estratégias decorre da maior produtividade das
 2120 forrageiras utilizadas comparadas às estratégias que utilizam pasto natural.

2121 Apesar dos sistemas sob lotação rotativa e capineira irrigada apresentarem
 2122 resultados bastante satisfatórios para atenuação da área de pasto por novilha, deve-se
 2123 ficar atento à demanda por área de pasto dos sistemas de sequeiro, pois precisam de um
 2124 aporte de grandes áreas exploradas para pastejo, podendo variar de meio hectare até um
 2125 hectare por novilha, devido à baixa produtividade das pastagens naturais ou diferida em
 2126 condição de sequeiro.

2127 Os sistemas que utilizam pasto natural ou diferido apresentam como uma de suas
 2128 principais desvantagens o alto investimento inicial em terra e cercas. Mas, por outro
 2129 lado, ocorre certa compensação pelo baixo custeio operacional ao longo dos anos, o que
 2130 torna esses sistemas atrativos para produtores que possuam grandes áreas ociosas.

2131 No que se refere à área disponibilizada por novilha foi observado efeito linear
 2132 negativo ($P < 0,05$) para o ganho de peso diário em todas as estratégias de alimentação.
 2133 De modo que, o maior coeficiente estandardizado (-0,793), na estratégia de alimentação
 2134 TANZ+TANZ, sob lotação rotativa, apresentou relação de redução da área de pasto por
 2135 novilha quando se utiliza maiores valores de ganho de peso diário (Tabela 15).

2136 As simulações com pasto natural (Caatinga) demonstraram maior dependência de
 2137 área para produção de volumosos, com médias de 0,280; 0,720 e 0,290 $\text{ha}\cdot\text{anim}^{-1}$, nas
 2138 estratégias de alimentação CAA+TANZ, CAA+BUF e CAA+SILMIL, respectivamente.
 2139 Esta estimativa comprova que nas estratégias com áreas de sequeiro utilizam-se maiores
 2140 áreas de pasto ($\text{ha}\cdot\text{anim}^{-1}$) por novilha, conforme representado na Tabela 17.

2141

2142 Tabela 17. Estimativas de demanda de área por animal ($\text{ha}\cdot\text{anim}^{-1}$) na atividade de
 2143 recria de novilhas para situações de mínima, máxima e média demanda de área por
 2144 animal em função do tipo de volumoso, do ganho de peso médio diário (GMD), peso
 2145 corporal à idade adulta (PCA)

| Estratégia de alimentação | Variável | Unidade | Mínimo | Máximo | Média |
|---------------------------|----------|----------------------------------|--------|--------|-------|
| TANZ+TANZ (LR) | GMD | g/dia | 0,200 | 0,500 | - |
| | PC | kg | 300 | 400 | - |
| | Área | $\text{ha}\cdot\text{anim}^{-1}$ | 0,050 | 0,070 | 0,020 |
| CAA+TANZ (MI) | GMD | g/dia | 0,500 | 0,200 | 0,479 |
| | PC | kg | 300 | 400 | 300 |
| | Área | $\text{ha}\cdot\text{anim}^{-1}$ | 0,272 | 0,488 | 0,280 |
| CAA+BUF (SE) | GMD | g/dia | 0,500 | 0,200 | 0,307 |
| | PC | kg | 300 | 400 | 300 |
| | Área | $\text{ha}\cdot\text{anim}^{-1}$ | 0,524 | 1,028 | 0,720 |
| CAA+SILMIL (MS) | GMD | g/dia | 0,500 | 0,200 | 0,469 |

| | | | | | |
|----------------|------|-----------|-------|-------|-------|
| | PC | kg | 300 | 400 | 300 |
| | Área | ha·anim-1 | 0,279 | 0,490 | 0,290 |
| | GMD | g/dia | 0,500 | 0,200 | - |
| ELEF+ELEF (CI) | PC | kg | 300 | 400 | - |
| | Área | ha·anim-1 | 0,030 | 0,045 | 0,024 |

2146 TANZ+TANZ: capim-tanzânia como volumoso ao longo do ano; CAA+TANZ: caatinga no período
 2147 chuvoso do ano e capim-tanzânia no período seco do ano; CAA+BUF: caatinga no período chuvoso do
 2148 ano e capim-búffel diferido no período seco do ano; CAA+SILMIL: caatinga no período chuvoso do ano
 2149 com silagem de milho no período seco do ano; ELEF+ELEF: capim-elefante *in natura* como volumoso
 2150 exclusivo ao longo do ano; GMD: ganho de peso médio diário (g·dia⁻¹); PC: peso corporal à idade adulta
 2151 (kg); Área: área de pasto disponibilizada por novilha (ha·anim⁻¹); LR: lotação rotativa; MI: misto
 2152 irrigado; SE: sequeiro; MS: misto sequeiro; CI: capineira irrigada
 2153

2154 O máximo valor de área de pasto disponibilizada por novilha foi obtido na
 2155 estratégia CAA+BUF, em sistema de sequeiro, com 1,028 ha·anim⁻¹, utilizando-se
 2156 animais com 400 kg de peso corporal e 200 g de ganho de peso diário. Entretanto,
 2157 quando foram utilizadas novilhas de menor peso corporal (300 kg) e elevou-se o ganho
 2158 de peso para 500 g diários, foi possível alcançar a mínima área utilizável nessa
 2159 estratégia de alimentação (0,524 ha·anim⁻¹), demonstrando a importância dessas
 2160 variáveis na eficiência de utilização da terra (Tabela 17).

2161 As estratégias TANZ+TANZ e ELEF+ELEF obtiveram as menores áreas de pasto
 2162 disponibilizadas por novilha, com 0,050 e 0,030 ha·anim⁻¹, respectivamente, e em
 2163 ambas as estratégias utilizou-se animais de 300 kg, sendo que na estratégia de
 2164 alimentação TANZ+TANZ utilizou-se a menor faixa de ganho de peso (200 g),
 2165 contrariamente a estratégia de alimentação ELEF+ELEF que necessitou utilizar faixa de
 2166 ganho de peso de 500 g diários para obter a mínima utilização de área de pasto
 2167 (Tabela 17). Neste sentido, torna-se evidente o desempenho da estratégia TANZ+TANZ
 2168 na redução da área de pasto disponibilizada por novilha, uma vez que a utilização desse
 2169 volumoso (capim-tanzânia irrigado, sob lotação rotativa), pois não requer elevados
 2170 ganhos de peso diário e ainda possibilita menores custos com a dieta.

2171 No que se refere à capacidade de redução de área de pasto por novilha, a
 2172 utilização de um volumoso com alta produtividade por área e bom valor nutricional são
 2173 fundamentais para sua potencialização, especialmente quando se utiliza capim-tanzânia
 2174 irrigado na dieta, como volumoso exclusivo ao longo do ano. Nesta estratégia de
 2175 alimentação, observaram-se melhores resultados do que as demais estratégias para
 2176 redução de área de pasto por novilha, além de ter como vantagem a utilização de um
 2177 baixo índice de ganho de peso diário.

2178 A máxima RMCA anual por hectare encontrada foi de R\$ 8.846,81 por hectare
 2179 ano, na estratégia de alimentação TANZ+TANZ, sob manejo de lotação rotativa
 2180 (Tabela 18). Deste modo, por requerer dietas com menos concentrado e este com caráter
 2181 energético, permitiu menor custo com alimentação e a maior RMCA, mesmo com o
 2182 elevado ganho de peso diário (500 g) que demanda maior quantidade de nutrientes na
 2183 dieta (Tabela 18). Assim, a alta produtividade da forrageira por unidade de área, o seu
 2184 baixo custo e a utilização de menores áreas de pasto por animal ($0,050 \text{ ha}\cdot\text{anim}^{-1}$),
 2185 propiciaram maior receita por novilha e conseqüente elevação da receita por área.

2186 A RMCA média anual por hectare foi influenciada pelas características nutritivas
 2187 das forrageiras, que resultaram em diferentes níveis de utilização área de pasto e de
 2188 concentrados na dieta. Desta forma, volumosos de maior densidade nutricional,
 2189 sobretudo do componente proteico, foram mais efetivos em reduzir custos de produção
 2190 e aumentar a RMCA ($\text{R}\$\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) na recria de novilhas leiteiras, conforme
 2191 representado na Tabela 18.

2192 Na média, o maior valor para RMCA anual por hectare ($\text{R}\$ 6.307,65 \text{ ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$)
 2193 foi encontrado também na estratégia de alimentação TANZ+TANZ, sob lotação
 2194 rotativa, obtidos pela combinação de componentes para um sistema de menor custo de
 2195 manutenção, devido o menor porte (306 kg) e menor ganho de peso diário (200 g) dos
 2196 animais. Neste sentido, fica evidente a condição dessa estratégia de alimentação em
 2197 obter os maiores valores de RMCA, visto que o valor mínimo de RMCA ($\text{R}\$ 3.768,75$
 2198 $\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$), também foi muito superior às demais estratégias de alimentação (Tabela 18).

2199 Tabela 18. Programação linear para receita menos custo com alimentação anual por
 2200 hectare ($\text{R}\$\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$) da atividade de recria de novilhas com mínimo, máximo, média,
 2201 faixas de R\$ 500 e R\$ 1.000 da receita líquida menos custo com alimentação anual em
 2202 função do tipo de volumoso, do ganho de peso diário (GMD) e peso corporal à idade
 2203 adulta (PC), avaliada para as estratégias de alimentação

| Estratégia de alimentação | Variável | Unidade | Mínimo | Máximo | Média | R\$ 500 | R\$ 1.000 |
|--------------------------------------|-----------------|---|---------------|---------------|--------------|----------------|------------------|
| TANZ+TANZ (LR) | GMD | $\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$ | 0,200 | 0,500 | 0,200 | - | - |
| | PC | kg | 400 | 300 | 306 | - | - |
| | RMCA | $\text{R}\$\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ | 3.768,75 | 8.846,81 | 6.307,65 | - | - |
| CAA+TANZ (MI) | GMD | $\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$ | 0,200 | 0,500 | 0,200 | 0,222 | - |
| | PC | kg | 400 | 300 | 305 | 300 | - |
| | RMCA | $\text{R}\$\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ | 282,69 | 669,37 | 475,90 | 500,00 | - |
| CAA+BUF (SE) | GMD | $\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$ | 0,200 | 0,500 | 0,215 | - | - |
| | PC | kg | 400 | 300 | 300 | - | - |
| | RMCA | $\text{R}\$\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ | 59,38 | 244,48 | 151,83 | - | - |
| CAA+SILMIL (MS) | GMD | $\text{g}\cdot\text{dia}^{-1}$ | 0,200 | 0,500 | 0,246 | - | - |
| | PC | kg | 400 | 300 | 300 | - | - |

| | RMCA | R\$·ha ⁻¹ ·ano ⁻¹ | -250,82 | 423,35 | 86,39 | - | - |
|----------------|------|---|---------|----------|----------|--------|----------|
| | GMD | g·dia ⁻¹ | 0,200 | 0,500 | 0,245 | 0,200 | 0,200 |
| ELEF+ELEF (CI) | PC | kg | 400 | 300 | 300 | 362 | 345 |
| | RMCA | R\$·ha ⁻¹ ·ano ⁻¹ | -620,63 | 6.470,16 | 2.924,67 | 500,00 | 1.000,00 |

2204 TANZ+TANZ: capim-tanzânia como volumoso ao longo do ano; CAA+TANZ: caatinga no período
 2205 chuvoso do ano e capim-tanzânia no período seco do ano; CAA+BUF: caatinga no período chuvoso do
 2206 ano e capim-búffel diferido no período seco do ano; CAA+SILMIL: caatinga no período chuvoso do ano
 2207 com silagem de milho no período seco do ano; ELEF+ELEF: capim-elefante *in natura* como volumoso
 2208 exclusivo ao longo do ano; GMD: ganho de peso médio diário (g·dia⁻¹); PC: peso corporal (kg); Área:
 2209 área de pasto disponibilizada por novilha (ha·anim⁻¹); RMCA: receita líquida menos custo com
 2210 alimentação anual por hectare (R\$·ha⁻¹·ano⁻¹); LR: lotação rotativa; MI: misto irrigado; SE: sequeiro;
 2211 MS: misto sequeiro; CI: capineira irrigada
 2212

2213 As estimativas de RMCA com valor de R\$ 500,00 ou R\$ 1.000,00 por hectare ao
 2214 ano, na estratégia de alimentação TANZ+TANZ, não foram possíveis de cálculo devido
 2215 o valor mínimo de RMCA estar acima do valor de R\$ 1.000,00. Assim, esta estratégia
 2216 de alimentação supera a expectativa da meta de geração de RMCA por hectare ao ano.

2217 Na estratégia de alimentação ELEF+ELEF, sob manejo de capineira irrigada, a
 2218 máxima RMCA anual obtida foi R\$ 6.470,16 ha⁻¹·ano⁻¹, explorando animais com o
 2219 menor peso corporal (300 kg) e ganho médio diário de 500 g (Tabela 18). Esta condição
 2220 demonstrou que a utilização de forrageiras de alta produtividade e bom valor nutritivo,
 2221 propiciou a redução dos custos com alimentação, principalmente pela menor utilização
 2222 de concentrado (Tabela 18).

2223 As estimativas de meta de geração de RMCA com valores de R\$ 500,00 ou
 2224 R\$ 1.000,00 por hectare ao ano, na estratégia de alimentação ELEF+ELEF, foram
 2225 obtidas com a faixa de ganho de peso diário de 200 g, mas para uma RMCA de
 2226 R\$ 1.000,00 necessita-se de padrão de peso corporal menor (345 kg), comparado ao
 2227 peso corporal para ganho de R\$ 500,00 que pode ser um pouco mais elevado (362 kg).
 2228 Desse modo, esta estratégia de alimentação possibilita a utilização de ganhos de peso
 2229 menores, reduzindo custos com dieta, permitindo maiores RMCA com a variação
 2230 apenas do peso corporal das novilhas, uma vez que animais de menor porte reduzem
 2231 custos com dieta e com manutenção (HANSEN, 2000).

2232 Os valores de máxima RMCA, em estratégias de alimentação sob regime de
 2233 sequeiro, foram R\$ 244,48 ha⁻¹·ano⁻¹ e R\$ 423,35 ha⁻¹·ano⁻¹, obtidos nas estratégias de
 2234 alimentação CAA+BUF e CAA+SILMIL, respectivamente (Tabela 18). Esses valores
 2235 são considerados baixos quando comparados às estratégias de alimentação que utilizam
 2236 irrigação (TANZ+TANZ e ELEF+ELEF), com valores até 20 vezes maiores. Apesar de
 2237 apresentarem baixo custo operacional efetivo, as estratégias sob regime de sequeiro

2238 estão atreladas aos baixos índices produtivos das forrageiras, associados às baixas
2239 capacidades de suporte, que se refletem nos limitados resultados econômicos.

2240 Estas estratégias de alimentação em regime de sequeiro estão sujeitas a baixos
2241 resultados econômicos quando utilizam animais de maior peso corporal, como visto na
2242 estratégia CAA+BUF com RMCA de R\$ 59,38 ha⁻¹·ano⁻¹, podendo até obterem
2243 resultados negativos como na estratégia CAA+SILMIL com RMCA de
2244 R\$ -250,82 ha⁻¹·ano⁻¹, com novilhas de 400 kg de peso corporal. No entanto, ao optar
2245 por redução do peso corporal estas estratégias obtiveram valores de RMCA positivos,
2246 mesmo quando se utiliza faixas de ganho de peso mais elevadas (500 g), pois animais
2247 de menor peso tem menor custo total com alimentação.

2248 A utilização da silagem de milho como volumoso propiciou uma dieta de menor
2249 demanda de alimento concentrado. Todavia, esta dieta apresentou maior participação de
2250 concentrado de fontes proteicas em sua constituição, apresentando maior custo por quilo
2251 da dieta. De modo contrario, o pasto natural apresentou custos menores com a dieta,
2252 porém, este requer maior investimento em terras para a atividade e maior tempo gasto
2253 para que os animais alcancem os resultados produtivos desejados.

2254 Nessas estratégias de alimentação (CAA+BUF e CAA+SILMIL), não foi possível
2255 o cálculo de Programação Linear para obtenção de RMCA com valores de R\$ 500,00 ou
2256 R\$ 1.000,00 anuais por hectare, visto que os valores máximos de RMCA dessas
2257 estratégias de alimentação estavam abaixo de R\$ 500,00 ha⁻¹·ano⁻¹, superando os
2258 valores padronizados de RMCA por hectare ao ano. Neste sentido, fica evidente sua
2259 limitação econômica, que poderia ser superada se as forrageiras permitissem maior
2260 capacidade de suporte.

2261 A obtenção de valores de RMCA negativos nas estratégias de alimentação
2262 CAA+SILMIL e ELEF+ELEF, estão associados aos maiores custos de manutenção desses
2263 animais, devido seus maiores pesos corporais e aos elevados custos mão de obra e
2264 equipamentos nos processos de ensilagem e cortes diários da capineira *in natura*
2265 utilizada como volumoso exclusivo ao longo do ano.

2266 Na estratégia de alimentação que utilizou pasto natural (caatinga) no período
2267 chuvoso e capim-tanzânia irrigado no período seco (CAA+TANZ), o cálculo da
2268 Programação Linear demonstrou valores modestos, mas com a vantagem de serem
2269 positivos, com valor máximo de R\$ 669,37 ha⁻¹·ano⁻¹ e mínimo de R\$ 282,69 ha⁻¹·ano⁻¹,
2270 mesmo sendo um sistema misto irrigado, por utilizar irrigação no período seco do ano,

2271 apresentando valores cerca de 10 vezes menores que as estratégia de alimentação que
2272 utilizaram irrigação durante todo o ano (TANZ+TANZ e ELEF+ELEF).

2273 A estimativa de RMCA com valor padronizado, na estratégia CAA+TANZ,
2274 apenas foi possível para o valor de R\$ 500,00 por hectare ao ano. A utilização de
2275 novilhas que atingem 300 kg de peso corporal à idade adulta e o ganho de peso diário de
2276 222 g são favorecidos pelos reduzidos custo com esses animais de menor porte (menor
2277 custo de manutenção) e menor custo para ganho de peso, implicando menor entrada de
2278 concentrado na dieta por novilha, associado também à menor quantidade de área, em
2279 média 0,280 ha por novilha, comparada às demais estratégias que utilizam pasto natural
2280 combinado à produção de pasto diferido ou silagem de milho como volumosos.

2281

2282

2283

2284

2285

2286

2287

2288

2289

2290

2291

2292

CONCLUSÕES

2293 1. Os sistemas de produção de leite no Semiárido Brasileiro apresentam
2294 indicadores técnicos satisfatórios, notadamente para produtividade de leite por área,
2295 com melhores resultados na estratégia de lotação rotativa, quando comparado à média
2296 nacional de produtividade por área. No que se refere ao desempenho econômico,
2297 novamente, a estratégia lotação rotativa apresenta melhores resultados para margem
2298 líquida da atividade leiteira. Isso demonstra a adequação da alternativa de produção de
2299 volumosos via utilização de áreas de pastagem, já adotada nos sistemas de produção
2300 regionais.

2301 2. Os sistemas a pasto permitem o menor custo de produção de leite e maior
2302 receita líquida menos custo com alimentação por hectare. Considerando a avaliação
2303 econômica por unidade de área, o desempenho das receitas é fortemente influenciado

2304 pelos tipos de volumosos utilizados e pelas produtividades das forrageiras, sendo mais
2305 rentável o uso de sistemas a pasto.

2306 3. A simulação possibilita identificar variáveis relacionadas ao animal e os tipos
2307 de alimentos volumosos utilizados que são capazes de influenciar as faixas de custos e
2308 receita líquida menos custo com alimentação, podendo assim determinar à tomada de
2309 decisão diante do investimento em um sistema de produção, de modo que estes sejam
2310 estruturados bem próximos de seu ótimo econômico, dentro de cada modelo.

2311

2312

2313

2314

2315

2316

2317

2318

2319

2320

2321

2322

2323

2324

2325

2326

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2327

2328 AGUIAR, A.P.A. Uso de forrageiras do grupo Panicum em pastejo rotacionado para
2329 vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2000,
2330 Lavras. **Anais...**Lavras: Universidade Federal de Lavras, p.69-147. 2000.

2331 ALBUQUERQUE, S.G. As pastagens do Semiárido do Nordeste. Inf. Agropec., v.13,
2332 n.153/154, p. 40-48. 1988.

2333 ANDREASE, F. Teor de cálcio e fósforo nas pastagens. Informativo Tortuga, V.1, n.4,
2334 p.3-19, 1971.

2335 ANDRADE, A.P.; SOUSA, E.S.; SILVA, D.S.; *et al.* Produção Animal no Bioma
2336 Caatinga: Paradigmas dos 'Pulsos - Reservas'. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
2337 João Pessoa, PB, v. 35, n. Suplemento, p. 138-155, 2006.

- 2338 ANDRADE, A. P.; QUADROS, D. G.; BEZERRA, A. R. G.; ALMEIDA, J. A. R.;
2339 SILVA, P. H. S.; ARAÚJO, J. A. M. Aspectos qualitativos da silagem de capim-
2340 elefante com fubá de milho e casca de soja. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina,
2341 v.33, p.1209-1218, 2012.
- 2342 ANDRADE LIMA, D. de. The caatingas dominium. **Revista Brasileira de Botânica**,
2343 v.4, p.149-153, 1981.
- 2344 ARAÚJO FILHO, J.A. Manejo de pastagens nativas no sertão cearense. In: SIMPÓSIO
2345 BRASILEIRO DE PASTAGENS NATIVAS NO TROPICO SEMIÁRIDO, 1.;
2346 REUNIÃO DA SBZ, 17., 1980, Fortaleza, CE: **Anais...** Fortaleza, CE: SBZ, p.
2347 45-58, 1980.
- 2348 ARAÚJO FILHO, J.A. SOUZA NETO; NEIVA, J.N.M. *et al.* Desempenho produtivo
2349 de ovinos da raça morada nova em caatinga raleada sob três taxas de lotação.
2350 **Ciência Agron.**, v.33, n.1, p.51-57, 2002.
- 2351 ARAÚJO FILHO, J.A.; SILVA, N.L.; CARVALHO, F.C. Adubação fosfatada e regime
2352 de uso de uma caatinga raleada. II: Produção de estrato herbáceo. Anais da XXXV
2353 reunião anual da SBZ, Botucatu – SP. 1998.
- 2354 BARBOSA, P.F.; ASSIS, A.G. Modelos de simulação como auxílio à tomada de
2355 decisão em sistemas de produção de gado de leite. In: Workshop sobre
2356 modelagem e simulação de sistemas de produção animal: estado da arte e
2357 perspectivas. **Anais...** EMBRAPA Sudeste, São Carlos, p.01-09, 1999.
- 2358 BARIONI, G. L.; LANNA, D. P. D.; TEDESCHI, L. O.; *et al.* Minimização do custo de
2359 produção como critério na formulação de dietas para bovinos de corte. **Boletim de**
2360 **Pesquisa e Desenvolvimento**. EMBRAPA Cerrados, Planaltina, DF, n.97, 2003.
- 2361 BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C.; SOUZA, A.L.; PEREIRA, O.G.
2362 Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de
2363 capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de**
2364 **Zootecnia**. v.34, n.6, p.2185-2191, 2005.
- 2365 CABRAL, R. C. **Evapotranspiração de referência de Hargreaves (1974) corrigida**
2366 **pelo método de Penman-Monteith/Fao (1991) para o estado do Ceará.**
2367 (Dissertação) Mestrado em Irrigação e Drenagem. Universidade Federal do Ceará.
2368 Fortaleza, p.80, 2000.
- 2369 CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. *et al.* Cinética ruminal
2370 das frações de carboidratos, produção de gases, digestibilidade in vitro da matéria

- 2371 seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos.
2372 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2332-2339, 2002.
- 2373 CAETANO, H. **Avaliação de onze cultivares de milho colhidos em duas alturas de**
2374 **corte para produção de silagem**. Tese (Doutorado em Produção Animal) –
2375 Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal. 178p. 2001.
- 2376 CAMURÇA, D.A.; NEIVA, J.N.; PIMENTAL, J.C.M. *et al.* Desempenho Produtivo de
2377 Ovinos Alimentados com Dietas à Base de Feno de Gramíneas Tropicais. **Revista**
2378 **Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2113-2122, 2002.
- 2379 CARVALHO, F. M.; RAMOS, E. O.; LOPES, M. A. Análise comparativa dos custos
2380 de produção de duas propriedades leiteiras, no município de Unaí-MG no período
2381 de 2003 e 2004. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v.33, Edição Especial, p.1705-1711,
2382 2009.
- 2383 CECATO, U.; CASTRO, C.R.C.; CANTO, M.W. *et al.*; Perdas de Forragem em capim-
2384 tanzânia (*Panicum maximum Jacq* cv. Tanzânia-1) manejado sob diferentes alturas
2385 sob pastejo. **Rev. bras. zootec.**, v.2, n.30, p.295-301, 2001.
- 2386 CECATO, U.; MACHADO, A.O.; MARTINS, E.N. *et al.* Avaliação da produção e de
2387 algumas características da rebrota de cultivares e acessos de *Panicum maximum*
2388 *Jacq.* sob duas alturas de corte. **R. Bras. Zootec**, v.29, n.3, p.660-668, 2000.
- 2389 CONGLETON, W.R.; EVERETT, R.W. Application of the incomplete gamma function
2390 to predict cumulative milk production. **Journal of Dairy Science** , v.63, p.109-
2391 119, 1980.
- 2392 CONNOR, D.J., JONES, T.R., PALTA, J.A. Response of sunflower to strategies of
2393 irrigation I. Growth, yield and the efficiency of water-use. **Field Crops Research**.
2394 v. 10, p. 15-36, 1985.
- 2395 COSTA, N.L.; OLIVEIRA, J.R. da C.; PAULINO, V.T. Efeito do diferimento sobre o
2396 rendimento de forragem e composição química de *Brachiaria brizantha* cv.
2397 Marandu em Rondônia. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.22,
2398 p.495-505, 1993.
- 2399 DANTAS NETO, J.; SILVA, F.A.S.; FURTADO, D.A. *et al.* Influência da precipitação
2400 e idade da planta na produção e composição química do capim-búffel. **Pesquisa**
2401 **Agropecuária Brasileira**, v. 35, n.9, p. 413-420, 2000.
- 2402 DOSSA, D. Programação linear na gestão da propriedade rural: um enfoque alternativo.
2403 Teoria e evidência econômica. Passo Fundo, v.2, n.4, p.31-57, 1994.

- 2404 ELYAS, A.C.W.; PAIVA, P.C.A.; LOPES, F.C.F. *et al.* Avaliação do modelo CNCPS
2405 na predição do consumo de matéria seca em vacas da raça Holandesa em pastejo.
2406 **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.6, p.1096-1103, 2009.
- 2407 EICHELBERGER, L.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Efeitos da inclusão de
2408 níveis crescentes de forragem de soja e uso de inoculante na qualidade da silagem
2409 de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 867-874, 1997.
- 2410 ERDMAN, R. Silage fermentation characteristics affecting feed intake. In: National
2411 Silage Production Conference, Syracuse, NY. **Proceedings...** Syracuse: NRAES-
2412 67. p. 210-19.1993.
- 2413 EUCLIDES, V.P.B.; FLORES, R.; MEDEIROS, R.N. *et al.* Diferimento de pasto de
2414 braquiária cultivares Basilisk e Marandu, na região do Cerrado. **Pesquisa**
2415 **Agropecuária Brasileira**, v.42, p.273-280, 2007.
- 2416 FERRARI JUNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante
2417 (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurhecimento ou acrescido de farelo de
2418 mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1424-1431, 2001.
- 2419 FOX, D.G.; TYLUTKI, T.P.; TEDESCHI, L.O. *et al.* The net carbohydrate and protein
2420 system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. CNCPS version 5.0.
2421 Ithaca: Cornell University, 292p. 2003.
- 2422 GARCIA, R.; SILVA, U.R. Produtividade e características morfológicas do Capim-
2423 Búffel (*Cenchrus ciliaris*) cv. *Gayndah*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.9,
2424 n.2, p.329-342, 1980.
- 2425 GOMES, A. T. Gerenciamento da atividade leiteira. **Jornal da Produção de Leite**-
2426 **PDPL/RV**, v.17, n.197, jul. 2005.
- 2427 GONÇALVES, A. L.; LANA, R. P.; VIEIRA, R. A. M.; *et al.* Avaliação de sistemas de
2428 produção de caprinos leiteiros na Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de**
2429 **Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 366-376, 2008.
- 2430 GONÇALVES, M.F.; SANTOS, S.F.; OLIVEIRA, M.V.; *et al.* Caracterização das
2431 silagens de capim-elefante com diferentes níveis de inclusão de farelo úmido de
2432 glúten de milho. **Vet. Not.**, Uberlândia, v.18. n.2 (supl.), p.114-118, 2012.
- 2433 GUIM, A.; ANDRADE, P.; ITURRINO-SCHOCKEN, R.P. *et al.* Estabilidade aeróbica
2434 de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) emurhecido e
2435 tratado com inoculante microbiano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6,
2436 p.2176-2185, 2002.

- 2437 HANSEN, L. B. Consequences of Selection for Milk Yield from a Geneticist's
2438 Viewpoint. SYMPOSIUM: SELECTION FOR MILK YIELD. Department of
2439 Animal Science, University of Minnesota, St. Paul. 2000.
- 2440 HEADY, H.F. Rangeland management. New York: Edwards Brothers, p.460, 1975.
- 2441 JOBIM, C.C.; SARTI, L.L.; SANTOS, G.T.; *et al.* Desempenho animal e viabilidade
2442 econômica do uso da silagem de capim-elefante em substituição a silagem de
2443 milho para vacas em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá,
2444 v.28, n.2, p.137-144, 2006.
- 2445 KHAN, M.S.; REHMAN, Z.; KHAN, M.A.; *et al.* Genetic resources and diversity in
2446 Pakistan cattle. **Pakistan Veterinary Journal**, v.28, n.2, p.95-102, 2008.
- 2447 LANNA, D. P.D.; TEDESCHI, L.O.; BELTRAME FILHO, J.A. Comparação de
2448 modelos lineares e não lineares de simulação do uso de nutrientes em ruminantes
2449 para formulação de dietas que maximizem o retorno econômico. **Scientia**
2450 **Agricola**, Piracicaba, v.56, n.2, p.479-488, 1999.
- 2451 LEITE, G.G.; COSTA, N.L.; GOMES, A.C. **Épocas de diferimento e utilização de**
2452 **gramíneas cultivadas na região do Cerrado**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998.
2453 23p. (Embrapa-CPAC. Boletim de pesquisa, 40).
- 2454 LEITE, P.R.M.; SANTIAGO, A.A.; NAVARRO FILHO, H.R. *et al.* **Sindi: gado**
2455 **vermelho para o semiárido**. Ed. EMEPA – PB. Banco do Nordeste, João Pessoa,
2456 p.147, 2001.
- 2457 LEMOS, P. F. B. de A.; LEITE, S. V. de F.; ALBUQUERQUE, R. P. de F. *et al.* **O**
2458 **Zebu Leiteiro da EMEPA-PB - Características produtivas, reprodutivas e**
2459 **sistema de produção**. João Pessoa: EMEPA. 20p. 2007.
- 2460 LEWIS, T. Evolution of farm management information systems. **Computers and**
2461 **electronics in agriculture**, v.19, p.233-248, 1998.
- 2462 LIMA, F. W. R.; OLIVEIRA, P. J. D.; PEREIRA, E. S.; *et al.* Índices de produtividade
2463 e análise econômica da produção de leite a pasto no interior do Ceará. **Acta**
2464 **Veterinaria Brasilica**, v.6, n.3, p.186-191, 2012.
- 2465 LOOMIS, R.S.; CONNOR, D.J. Water relations. In: Crop ecology: productivity and
2466 management in agricultural systems. Cambridge, Grã-Bretanha: Cambridge
2467 University Press, p. 224-256. 1992.
- 2468 LOPES, E.A.; MAGALHÃES, J.A.; COSTA, N.L. *et al.* Adição da leucena (*Leucaena*
2469 *leucocephala* Lam. cv. 1902) sobre os teores de proteína bruta e minerais na

- 2470 silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier). **PUBVET**,
2471 Londrina, Ed.141, v.4, n.36, 2010.
- 2472 LOPES, M. A.; SANTOS, G.; CARVALHO, F. M. Comparativo de indicadores
2473 econômicos da atividade leiteira de sistemas intensivos de produção de leite no
2474 estado de Minas Gerais. **Rev. Ceres**, v.59, n.4, p.458-465, jul/ago, 2012.
- 2475 LOPES, P. F.; REIS, R. P.; YAMAGUCHI, L. C. T. Custos e escala de produção na
2476 pecuária leiteira: estudo nos principais estados produtores do Brasil, **Revista de**
2477 **Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 3, p. 567-590, jul. 2007.
- 2478 MAGALHÃES, J.A.; LOPES, E.A.; COSTA, N. de L.; *et al.* Efeito da adição da
2479 leucena sobre os teores de proteína bruta e minerais na silagem de capim-elefante.
2480 In: CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA-ZOOTEC, 13, Uberaba.
2481 **Anais...** Uberaba: FAZU, p. 382-386. 2003.
- 2482 MARIZ, F.P.; VASCONCELOS, J.I.; AMORIM, F.U.; *et al.* Avaliação da eficiência
2483 reprodutiva de bovinos da raça Sindi no sertão da Paraíba. In: Reunião Anual da
2484 Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais...** , João Pessoa, n.21, 1987.
- 2485 MARIZ, T.M.A. **Caracterização zoométrica, estrutura populacional e índices**
2486 **reprodutivos da raça Sindi no Brasil**. Tese (Doutorado). Universidade Federal
2487 da Paraíba, Areia, p.102, 2010.
- 2488 MARTINS-COSTA, R.H. de A.; CABRAL, L. da S.; BHERING, M.; ABREU, J.G. de;
2489 ZERVOUDAKIS, J.T.; RODRIGUES, R.C.; OLIVEIRA, Í.S. de. Valor nutritivo
2490 do capim-elefante obtido em diferentes idades de corte **Rev. Bras. Saúde Prod.**
2491 **An.**, v.9, n.3, p. 397-406, jul/set, 2008.
- 2492 McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. The biochemistry of silage.
2493 2.ed. Mallow: Chalcombe Publications, 340p. 1991.
- 2494 MEDEIROS, H. R. de; PEDREIRA, Carlos Guilherme Silveira; NOVA, Nilson
2495 Augusto Villa. Avaliação de um modelo matemático para estimar o acúmulo de
2496 forragem em função de variáveis climáticas. **Pasturas Tropicales**, Cali -
2497 Colômbia, v. 27, n.2, p.12-17, 2005.
- 2498 MONTEIRO, I.J.G.; ABREU, J.G.; CABRAL, L.S.; *et al.* Silagem de capim-elefante
2499 aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum**. Animal Sciences.
2500 Maringá, v.33, n.4, p.347-352, 2011.
- 2501 MOREIRA, J.N.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F. et al. Potencial de produção de
2502 capim-búffel na época seca no semiárido pernambucano. **Revista Caatinga**.
2503 Mossoró, v.20, n.3, p.22-29, 2007.

- 2504 MOURA, J. F. P.; PIMENTA FILHO, E. C.; GONZAGA NETO, S. *et al.* Análise
2505 econômica da exploração de leite no cariri paraibano. **Acta Scientiarum. Animal**
2506 **Sciences**, Maringá, v.32, n.2, p.225-231, 2010.
- 2507 MOURA, J.F.P. **Avaliação do desempenho produtivo e reprodutivo do gado Sindi**
2508 **no semiárido paraibano.** (Dissertação) Graduação em Zootecnia. Universidade
2509 Federal da Paraíba. Areia, p.42, 2002.
- 2510 MOURA, J.F.P.; PIMENTA FILHO, E.C.; GONZAGA NETO, S.; *et al.* Desempenhos
2511 produtivos e reprodutivos de vacas das raças Guzerá e Sindi, criadas no Semiárido
2512 Paraibano. **Rev. Cient. Prod. Anim.**, v.11, n.1, p.72-85, 2009.
- 2513 NAAZIE, A.; MAKARECHIAN, M.; HUDSON, R.J. Evaluation of life-cycle herd
2514 efficiency in cow-calf systems of beef production. **Journal of Animal Science.**
2515 v.77, p.01-11, 1999.
- 2516 NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle.
2517 Washinton, D.C: **National Academic Press**, ed.7, p.381, 2001.
- 2518 NEIVA, J.N.M.; SANTOS, M.V.F. Manejo de pastagens cultivadas em regiões
2519 semiáridas. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1.,
2520 **Anais...** Fortaleza, CE: SNPA/UFC, 1998.
- 2521 NEWMAN, S.; LYNCH, T.; PLUMMER, A.A. Success and failure of decision support
2522 systems: Learning as we go. In: **American Society of Animal Science**, Anais...,
2523 p.1, 1999.
- 2524 NOVAES, L. P.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. Silagens: Oportunidades e pontos
2525 críticos. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, comunicado técnico, v.43, p.10,
2526 2004.
- 2527 NUNES, P.M.M. **Composição químico-bromatológica e cinética da fermentação do**
2528 **capim-búffel (*Cenchrus ciliaris*), associado a algaroba (*Prosopis juliflora*).**
2529 Viçosa. 78 f. (Dissertação de mestrado) – UFV, Viçosa - MG, 2004.
- 2530 NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; NUSSIO, C. M. B. Ensilagem de capins tropicais. In:
2531 REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Recife.
2532 **Anais...** Recife: UFRPE, n.39, p.60-94, 2002.
- 2533 OLIVEIRA, A. S.; CUNHA, D. N. F. V.; CAMPOS, J. M. S.; VALE, S. M. L. R.;
2534 ASSIS, A. J. Identificação e quantificação de indicadores-referência de sistemas
2535 de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.507-516,
2536 2007.

- 2537 OLIVEIRA, M.C. **O capim-búffel nas regiões secas do nordeste**. Petrolina:
2538 EMBRAPA-CPATSA, (Circular Técnica, 5), p.19, 1981.
- 2539 OLIVEIRA, M. C. **Capim-búffel: produção e manejo nas regiões secas do Nordeste**.
2540 EMBRAPA-CPATSA. Circular Técnica, Petrolina, n.27, p.18, 1993.
- 2541 OLIVEIRA, C.M. O capim-búffel (*Cenchrus ciliaris* L.) Desempenho da Variedade
2542 “*Pusa Gianth*” no semiárido de Pernambuco. Petrolina. Embrapa – Semiárido.
2543 **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n.68, p.18, 2005.
- 2544 OLIVEIRA, L.B., PIRES, A.J.V., CARVALHO, G.G.P. *et al.* Perdas e valor nutritivo
2545 de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **R. Bras. Zootec.**,
2546 v.39, n.1, p.61-67, 2010.
- 2547 PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M. de; MORAES, E.H.B.K. de. *et al.*
2548 Suplementação como estratégia de manejo das pastagens. In: Simpósio sobre
2549 Volumosos na Produção de Ruminantes – Valor Alimentício de Forragens. **Anais...**
2550 Jaboticabal, SP: FUNEP – UNESP, p. 87-120, 2003.
- 2551 PAULINO, V.T.; LUCENAS, T.L.; POSSENTI, R.A. Capim-elefante cv. Paraíso
2552 (*Pennisetum hybridum*): produção de matéria seca, composição química e
2553 biológica em diferentes alturas de corte. In: XVII Congresso Brasileiro de
2554 Zootecnia, Londrina – PR. **Anais...** V. 1, p. 1-5, 2007.
- 2555 PEDREIRA, C. G. S.; MELLO, A. C. L.; OTANI, L. O processo de produção de
2556 forragem em pastagens. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia,
2557 **Anais...** Piracicaba: SBZ, n.38, p.772-807, 2001.
- 2558 PEREIRA, I.M.; ANDRADE, L.A.; COSTA, J.R.M. *et al.* Regeneração natural em um
2559 remanescente de caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste
2560 paraibano. **Acta Botânica Brasileira**, v.153, p.413-426, 2001.
- 2561 PEREIRA, R.C., EVANGELISTA, A.R., ABREU, J.G. *et al.* Efeitos da inclusão de
2562 forragem de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) DeWit) na qualidade da
2563 silagem de milho (*Zea mays* L.). **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 924-930,
2564 jul./ago., 2004.
- 2565 POMPEU, R.C.F.F.; CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M.; *et al.* Componentes da
2566 biomassa pré-pastejo e pós-pastejo de capim-tanzânia sob lotação rotativa com
2567 quatro níveis de suplementação concentrada. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.3, p.383-
2568 393, 2008.
- 2569 POMPEU, R.C.F.F.; NEIVA, J.N.M.; CANDIDO, M.J.D. *et al.* Valor nutritivo de
2570 capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de subprodutos do

- 2571 processamento de frutas tropicais. **Revista de Ciência Agronômica**, v.37, n.1,
2572 p.77-83, 2006.
- 2573 PORTO, P.P.; DERESZ, F.; SANTOS, G.T.; *et al.* Produção e composição química do
2574 leite, consumo e digestibilidade de forragens tropicais manejadas em sistema de
2575 lotação intermitente. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.8, p.1422-1431, 2009.
- 2576 PRADO, D.E. As caatingas da América do Sul. In: LEAL, R.I.; TABARELLI, M.;
2577 SILVA, J.M.C. (Eds.) Ecologia e conservação da caatinga. Recife: Ed.
2578 Universitária da UFPE, 2003. 823p.
- 2579 QUEIROZ FILHO, J.L.; SILVA, D.S.; NASCIMENTO, I.S.; *et al.* Produção de matéria
2580 seca e qualidade de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum).
2581 **R. Bras. Zootec.**, v.27, n.2, p.262-266, 1998.
- 2582 QUEIROZ, D.S.; NETO, G.B.; CARNEIRO, J.C.; *et al.* Diferimento de capim-búffel
2583 no norte de minas: produção, composição química e degradabilidade *in situ*. B.
2584 Indústria anim., N. Odessa, v.65, n.4, p.313-322, 2008.
- 2585 REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. A suplementação como
2586 estratégia de manejo de pastagem. In: Simpósio Sobre Manejo da Pastagem,
2587 Piracicaba. **Anais...**, n.13, p.123-150, 1997.
- 2588 REIS, R.A.; MELO, G.M.P.; BERTIPAGLIA, L.M.A. *et al.* Otimização da utilização
2589 da forragem disponível através da suplementação estratégica. In: REIS, R.A.;
2590 SIQUEIRA, G.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A. *et al.* (Eds.). **Volume na**
2591 **produção de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p.187-238, 2005.
- 2592 RENNÓ, F.P. **Avaliação bioeconômica de estratégias de alimentação em sistemas de**
2593 **produção de leite**. Tese (doutorado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-
2594 MG, p.131, 2005.
- 2595 RENNÓ, F.P.; PEREIRA, J.C.; LEITE, C.A.M.; *et al.* Eficiência bioeconômica de
2596 estratégias de alimentação em sistemas de produção de leite. 1. Produção por
2597 animal e por área. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.743-753, 2008.
- 2598 RESENDE, J.C. **Determinantes de lucratividade em fazendas leiteiras em Minas**
2599 **Gerais**. Tese de doutorado. Universidade Federal de Lavras, Lavras. p.145, 2010.
- 2600 RESENDE FILHO, M. de A. Sistemas de Apoio à Tomada de Decisão Aplicados aos
2601 Confinamentos de Bovinos de Corte. In: BARBOSA, P.F.; ASSIS, A.G. de;
2602 COSTA, M. A. B. da. (Org.). Modelagem e simulação de sistemas de produção
2603 animal. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2002, p. 140-170.

- 2604 RODRIGUES, A. **Características da reprodução, crescimento, mortalidade e**
2605 **produção de leite em cabras Pardo Alemã, Anglonubiana e Sem Raça**
2606 **Definida (SRD) nos Cariris Paraibanos.** Areia, PB: UFPB. Dissertação
2607 (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, p.72, 1998.
- 2608 RODRIGUES, P.H.M.; BORGATTI, L.M.O.; GOMES, R.W.; PASSINI, R.; MEYER,
2609 P. M. Adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa
2610 e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de**
2611 **Zootecnia**, v.34, n.4, p.1138-1145, 2005.
- 2612 RODRIGUEZ, L.C.E.; LIMA, A.B.H.P.M. A utilização de programação linear na
2613 determinação de uma estratégia ótima de reforma de um talhão florestal. **IPEF**,
2614 n.31, p.47-53, dez.1985.
- 2615 SANTIAGO, A. A. O Zebu na Índia, no Brasil e no mundo. Ed. Instituto Campineiro de
2616 Ensino Agrícola, Campinas - SP, 1985. 744 p.
- 2617 SANTOS, G. **Indicadores econômicos de fazendas leiteiras com alta produção**
2618 **diária em Minas Gerais.** Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) –
2619 Universidade Federal de Lavras, Lavras, p.257, 2011.
- 2620 SANTOS, G.R.A. *et al.* Caracterização do Pasto de Capim-Búffel Diferido e da Dieta
2621 de Bovinos, Durante o Período Seco no Sertão de Pernambuco. **Revista**
2622 **Brasileira Zootecnia**, Viçosa - MG, v.34, n.2, p.454-463, 2005.
- 2623 SANTOS, R. **O Gado sagrado na Índia.** Ed. Agropecuária Tropical, Uberaba-MG,
2624 p.350, 1990.
- 2625 SILVA D.S.; MEDEIROS A.N. Eficiência do uso dos recursos da caatinga: produção e
2626 conservação. In: SEGUNDO SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CAPRINOS E
2627 OVINOS DE CORTE. Anais... João Pessoa, PB, p.571-582, 2003.
- 2628 SILVA, R.G. Morfofisiologia do dossel e desempenho produtivo de ovinos em *Panicum*
2629 *maximum* (Jacq.) cv. Tanzânia sob três períodos de descanso. Fortaleza:
2630 Universidade Federal do Ceará, 2004. 114p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)
2631 - Universidade Federal do Ceará, 2004.
- 2632 SILVA, N.L.; ARAÚJO FILHO, J.A.; PONTE, A.E.; *et al.* Técnicas de manejo no
2633 controle do capim-panasco verdadeiro (*Aristida adscensionis* Linn.). In: XXXVII
2634 REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37,
2635 Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, p. 137, 2000.

- 2636 SILVA, N.L.; ARAÚJO FILHO, J.A.; SOUSA, F.B. **Manipulação da vegetação da**
2637 **Caatinga para produção sustentável de forragem.** Circular Técnica, n.34,
2638 Sobral-CE, agosto, 2007.
- 2639 SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MONTAGNER, D.B. Desafios da
2640 produção intensiva de bovinos de corte em pastagens. In: SIMBOI – I Simpósio
2641 sobre desafios e novas tecnologias na bovinocultura de corte. UPIS, **Anais...**,
2642 Brasília – DF, 2005.
- 2643 SILVEIRA, R.N., BERCHIELI, T.T., FREITAS, D.; *et al.* Síntese de proteína
2644 microbiana em bovinos alimentados com resíduos de mandioca e cana-de-açúcar
2645 ensilados com polpa cítrica. **Acta Scientiarum.** v. 24, n. 4, Maringá, p. 1065-1070,
2646 2002.
- 2647 SOUSA JÚNIOR, S.C.S.; MORAIS, D.A.E.F; FARIA, R.A.; *et al.* Análise econômica
2648 da produção anual de leite bovino em uma fazenda comercial no município de
2649 Baraúna, RN. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.2, n.4, p.131-139, 2008.
- 2650 SOUSA, F.B. Leucena – produção e manejo no Nordeste brasileiro. In: I CONGRESSO
2651 NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza:
2652 SNPA, p. 11-18, 1998.
- 2653 SOUSA, F.B.; SOUZA NETO, J.; ARAÚJO FILHO, J.A.; *et al.* Parâmetros
2654 agrônômicos de oito genótipos de Leucena. In: XXXVII REUNIÃO ANUAL DA
2655 SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Viçosa, MG. **Anais...**, UFV, 37,
2656 2000.
- 2657 SOUZA, B.B.; SILVA, R.M.N.; MARINHO, M.L.; *et al.* Parâmetros Fisiológicos e
2658 índices de tolerância ao calor de bovinos da raça Sindi no semiárido paraibano.
2659 **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.31, n.3, p.883-888, maio/jun., 2007.
- 2660 SOUZA, A.A., ESPÍNDOLA, G.B. Bancos de proteína de leucena e de guandu para
2661 suplementação de ovinos mantidos em pastagem de capim-búffel. In: REUNIÃO
2662 DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre.
2663 **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. (cd-rom)
- 2664 TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; PELL, A.N. *et al.* Development and evaluation of a
2665 tropical feed library for the Cornell Net Carbohydrate and Protein System Model.
2666 **Scientia Agricola**, v.59, p.01-18, 2002.
- 2667 TORRES, S.M.; VIANA, O.J. Estado de produção de biomassa do capim-búffel
2668 (*Cenchrus ciliaris* L.) em diferentes épocas e métodos de plantio. In: Reunião

- 2669 Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, **Anais...** Belo Horizonte, n.21, p.389,
2670 1986.
- 2671 TURCO, S.H.N.; ARAÚJO, G.G.L.; TEIXEIRA, A.H.C.; *et al.* Avaliação de alguns
2672 fatores do clima que influenciam a adaptação, o comportamento fisiológico e o
2673 desempenho de bovinos da raça Sindí, no semiárido brasileiro. **Boletim de**
2674 **Pesquisa e Desenvolvimento.** Embrapa Semiárido, n.66, ISSN p.1516-1641,
2675 2004.
- 2676 VALLENTINE, J.F. Grazing management. San Diego. Academic Press. 2.ed. p.659.
2677 2001.
- 2678 VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant.** Cornell: Ithaca. P.476, 1994.
- 2679 VAN SOEST, P.J. Interactions of feeding behavior and forage composition. In:
2680 INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, Brasília. Proceedings..., n.4,
2681 p.971-987, 1987.
- 2682 VILELA, H.; BARBOSA, F.A.; RODRIGUEZ, N.; BENEDETTI, E. Efeito da idade da
2683 planta sobre a produção e valor de forragem de capim-elefante Paraíso. In:
2684 REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38,
2685 Piracicaba-SP, 2001. p. 320-321. **Anais...** Piracicaba:SBZ, 2001.
- 2686 WALTNER, S.S.; McNAMARA, J.P.; HILLERS, J.K. Relationships of body condition
2687 score to production variables in high producing Holstein dairy cattle. **Journal of**
2688 **Dairy Science**, v.66, p.3410-3419, 1993.
- 2689 XIMENES, L. J. F. Valores Econômicos de Seleção para Bovinos Leiteiros no
2690 Semiárido do Ceará. **Informe Rural ETENE.** Ano V. n.09, 2011.
- 2691 ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J.; OLIVEIRA, J. S.; ALMEIDA, J.
2692 C. C., PEREIRA, O. G. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de
2693 farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 55, n.209, p.75-84, 2006.
2694