

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**

Produção de leite de cabra em pastagem de Capim Tanzânia: avaliação de alternativas de manejo para produção sustentável em pasto cultivado

Ana Clara Rodrigues Cavalcante

Tese apresentada obtenção do título de Doutor em Ciências.
Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

**Piracicaba
2010**

Ana Clara Rodrigues Cavalcante
Zootecnista

Produção de leite de cabra em pastagem de Capim Tanzânia: avaliação de alternativas de manejo para produção sustentável em pasto cultivado

Orientadora:
Profa. Dra. **PATRICIA MENEZES SANTOS**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2010

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Cavalcante, Ana Clara Rodrigues

Produção de leite de cabra em pastagem de Capim Tanzânia: avaliação de alternativas de manejo para produção sustentável em pasto cultivado / Ana Clara Rodrigues Cavalcante. - - Piracicaba, 2010.

166 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.

1. Cabra 2. Capim-Tanzânia 3. Leite - Produção 4. Nitrogênio 5. Pastagem ({
Pastejo - Manejo 7. Sustentabilidade I. Título

CDD 633.2
C376p

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais: Basílio e Salete pelo amor, pelo esforço e pela torcida.

Aos meus irmãos: Paulo, Paula e Antonio de Pádua pelo carinho e apoio, sempre!

Ao meu querido esposo José Maria pelo apoio e paciência, inerentes ao verdadeiro amor

Ao Mons. José Aloysio Pinto (*in memoriam*) e À Sra. Lucia Pereira (*in memoriam*)

Por terem doado suas vidas inteiras à educação de crianças humildes, estimulando seus talentos e fazendo-as acreditar que os sonhos podem virar realidade; educando-as na fé e tornando-as cidadãos comprometidos em fazer o bem.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por sua infinita misericórdia e bondade para comigo durante esta e tantas outras jornadas da minha vida!

À Embrapa e a Esalq pela oportunidade deste doutorado que sem dúvidas representa um importante passo de ascensão na minha carreira profissional e na minha vida.

À Profa. Dra Patricia Menezes Santos pela confiança, apoio e valiosos aconselhamentos que foram fundamentais para a produção deste trabalho.

Aos professores da ESALQ, Irineu Packer (*in memoriam*), Carlos Eduardo, Carlos Pedreira, Sila Carneiro e Moacyr Corsi pela inigualável contribuição para o meu crescimento profissional.

Ao Dr. Magno José Duarte Cândido, pela valiosa colaboração técnica e acompanhamento durante a execução deste trabalho

Ao Dr. Raimundo N Braga Lôbo, pelos aconselhamentos e apoio na análise estatística dos dados.

Ao Dr Vinicius Guimarães pelos aconselhamentos nos procedimentos de análise econômica dos dados.

Ao Professor Teógenes Sena, do Departamento de Solos da UFC e suas alunas Ivanilda Aguiar e Rafaela Nogueira pelo auxílio no empréstimo de equipamentos e no aconselhamento técnico para as metodologias de coleta de perdas de sedimentos e água.

Ao Dr. Roberto Pompeu e ao Prof. Rodrigo Gregório pelas valiosas contribuições na análise econômica e nas análises de eficiência de água e nitrogênio.

Aos gestores da Embrapa Caprinos e Ovinos Dra Maria Pinheiro, Dr. Claudio Torres, Dr Evandro e Dr. Caetano, pelo apoio e empenho despendidos para que este trabalho fosse conduzido em área experimental da Embrapa Caprinos e Ovinos.

Ao Banco do Nordeste e a Embrapa (Macroprograma 3) que financiaram a execução do projeto.

Aos agricultores da comunidade de Cedro liderados pelo Sr. Francisco, que auxiliaram na implantação do pasto e divisão da área e também ao Sr. Carlos e Sr. Valdecí que ao longo do experimento me ajudaram a cuidar com muita responsabilidade e atenção das cabras e do complexo manejo do pasto, sempre de forma bem humorada e gentil.

Aos Sr. Pedro Ribeiro e Sr. Océlio da Irriga Super, pela implantação do sistema de irrigação.

A equipe de gestão de campo experimental da Embrapa Caprinos e Ovinos: Leandro Silva, Eduardo Luiz, Fernando Henrique e Edilson Ribeiro pela competência e apoio constante em todas as etapas da pesquisa.

Aos funcionários do Setor Leiteiro: Filomeno, Lino, Alex, Flávio, Marciano e Gonzaga que compunham a equipe envolvida em atividades do experimento; E à equipe do laboratório de Nutrição: Liduína, Valdécio e Márcio, por estarem sempre dispostos a ajudar.

Aos funcionários do Setor Campo experimental Rafael Aragão, Eugênio Pacelli, Paulo Sergio, Otton, Sr. Teixeira que fizeram parte da equipe de implantação e manutenção da área experimental.

Ao Setor de Logística, Albuquerque, Edson Brito, Sr. Raimundo e Bina, em nome dos demais membros da equipe que sempre colaboraram com criatividade, disposição e bom humor no atendimento de demandas tão diferentes das convencionais.

Ao meu companheiro de jornada, o também doutorando José Antonio Alves Cutrim Jr., que com toda sua dedicação e experiência deu seu melhor para auxiliar na coleta de dados e na harmônica convivência pelos dois anos de condução da pesquisa. Obrigada, Amigo!

Aos estagiários: Gutenberg Lira, Elayne Gadêlha, Maiko Mesquita e Luiza Elvira, em nome de todos os estagiários e colaboradores que auxiliaram na coleta de dados do experimento, pela dedicação e empenho para que o trabalho fosse sempre realizado com qualidade.

Aos colegas Amoracyr, Guillermo, Nino, Maria Cecilia, Márcia Teixeira, Cirilo, Leidivan, Jaime Medina, Diego Pequeno e Jorge Portela pela companhia e troca de experiências nos trabalhos de grupo.

Ao meu para sempre amigo Jorge Portela pelo companheirismo, apoio e as inesquecíveis palavras de otimismo, nos momentos difíceis e amenos de nossa jornada de Doutorandos.

As amigas da escola da Fé da Paróquia São Judas Tadeu: Neusa, Cidinha, Lucia, Ana, Zezé, Maria José e Dolores pela torcida, pelo carinho, pela sincera amizade e principalmente por terem me ajudado a ser uma pessoa melhor.

A minha família em Piracicaba: Cecília (mãe), Ricardo e família, Antonia, Raimundo, Gustavo e Alexandre pela acolhida e adoção.

A todos que contribuíram de alguma maneira para que esse trabalho fosse produzido, que não tiveram seus nomes citados, mas sem os quais teria sido impossível a conclusão deste trabalho, meu mais sincero agradecimento.

Um agradecimento mais que especial às cabras experimentais, que tanto me ensinaram e sem as quais este trabalho não teria o menor sentido.

"Não há diferenças fundamentais entre o homem e os animais nas suas faculdades mentais... Os animais, como os homens, demonstram sentir prazer, dor, felicidade e sofrimento."

Charles Darwin

"Senhor, olhai para o trabalho que minhas mãos realizaram em favor de meus irmãos. Dizei-me, Oh Deus! Terá valor aos vossos olhos este bruto trabalho de minhas mãos? Acredito que sim. Não permitais meu Deus que jamais minhas mãos causem sofrimento a alguém; que nunca abusem de sua força; que nunca agarrem o que não lhes pertença; que seu gesto seja sempre de abrir para dar e nunca de fechar-se para reter. Que elas nunca se recusem a apertar outra mão honesta que lhe é estendida, mas que nunca se prestem a firmar um pacto de infâmia e de desonra. Que minhas mãos não se cansem de indicar o caminho do bem, nem de apontar a estrada que leva a vós."

Oração do trabalhador - Autor Anônimo

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABELAS	21
1 INTRODUÇÃO.....	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	25
2.1 Importância da caprinocultura leiteira como atividade econômica geradora de emprego e renda no Nordeste brasileiro.....	25
2.2 Uso do pasto cultivado como base alimentar para a produção sustentável de leite de cabra...27	
2.3 Importância dos componentes abióticos para a sustentabilidade de modelos de produção utilizando pastagens.....	31
2.4 Importância do nitrogênio como fator externo para a sustentabilidade de modelos de produção utilizando pastagens.....	34
2.5 Avaliação da sustentabilidade através de componentes do sistema solo-planta-animal em ecossistemas de pastagem cultivada.....	36
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3.1 Localização e características climáticas	39
3.2 Tratamentos e delineamento experimental.....	42
3.3 Animais experimentais e seu manejo	44
3.4 Manejo da pastagem	48
3.5 Manejo do solo e da água	49
3.6 Indicadores de sustentabilidade analisados no componente planta forrageira	51
3.7 Indicadores de sustentabilidade analisados no componente animal.....	57
3.8 Indicadores de sustentabilidade analisados para os componentes solo e água.....	66
3.9 Simulações da eficiência econômica do uso dos manejos testados avaliados.....	72
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	75

4.1 Impacto do tipo de manejo sobre o potencial de produção do pasto de capim-tanzânia avaliado por indicadores de sustentabilidade.....	75
4.2 Implicações dos manejos impostos sobre o comportamento animal em pastejo	93
4.3 Implicações dos manejos impostos sobre o escore de condição corporal e o peso das cabras	105
4.4 Implicações dos tipos de manejo sobre o potencial de produção de leite de cabra em pasto de capim-tanzânia	109
4.5 Implicações do uso do concentrado sobre a sustentabilidade da produção de leite de cabra em pastagem de capim-tanzânia submetido a diferentes tipos de manejo	123
4.6 Implicações dos tipos de manejo sobre a eficiência do uso do solo, da água e de nitrogênio na produção de forragem e seus impactos sobre a produtividade nos manejos testados.....	126
4.7 Análise da eficiência econômica da produção de leite de cabra em pasto tropical	135
4.8 Principais desafios para construção de modelos sustentável de produção de leite de cabra em pastos tropicais.....	138
5 CONCLUSÕES	145
REFERÊNCIAS.....	147
ANEXOS	163

RESUMO

Produção de leite de cabra em pastagem de Capim-tanzânia: avaliação de alternativas de manejo para produção sustentável em pasto cultivado

A caprinocultura leiteira é uma atividade que contribui para a melhoria da geração de renda e emprego, em várias localidades do Nordeste do Brasil. O uso de pasto cultivado pode reduzir o efeito da estacionalidade e tornar sustentável a produção de leite de cabra utilizando pastagem. O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito de tipos de manejo sobre o potencial de produção de leite de cabra em pasto de capim-tanzânia. O experimento foi conduzido na Embrapa Caprinos e Ovinos no Ceará (3°40'58.42" latitude sul; 40°16'50.5" longitude e 79m de altitude). Foram utilizadas 65 cabras Anglo Nubianas, mantidas em pasto de capim-tanzânia manejado sob lotação rotativa, com taxa de lotação variável. Os manejos foram combinações entre alturas residuais do pasto (Alt_r) e doses de nitrogênio (N). Os manejos foram: intensivo ($Alt_r=32,7$ cm e 600 kg de N/ha ano⁻¹); moderado ($Alt_r=47,2$ cm e 300 kg N/ha ano⁻¹), leve ($Alt_r=47,3$ cm sem N) e extensivo ($Alt_r=32,1$ cm sem N). Foram avaliadas características na planta, no animal e no solo. As variáveis analisadas foram: o fluxo de biomassa através da morfogênese e as características estruturais do pasto, comportamento animal, o peso e o escore de condição corporal, produção de leite, as perdas de água e sedimentos e a densidade do solo. As eficiências de uso de nitrogênio (EUN), de água (EUA) e concentrado foram quantificadas. Uma análise econômica foi realizada para determinar a viabilidade econômica dos manejos. O moderado apresentou produtividade de 10.806 kg de leite por ha ano⁻¹ e apresentou maior ERUN (1 kg N produziu 120 kg MS) e do concentrado (0,65kg concentrado por kg de leite). Apesar da densidade do solo ter sido 1,55 g/cm³, apresentou baixa perda de sedimento (72 kg/ha ano⁻¹) e água (0,9%) por erosão. Apesar dos bons índices técnicos o manejo foi economicamente inviável. O manejo leve, também apresentou bons indicadores técnicos, no entanto, a produção de 7.032 kg/ha ano⁻¹ deu prejuízo. O uso de animais mais produtivos e criação de linhas diferenciadas de crédito para investimento e subsídio são opções para estimular produtores a fazer uso destes tipos de manejo. Maiores produtividades (19.442 kg leite/ha ano⁻¹) foram registradas no manejo intensivo, que foi o único que apresentou viabilidade econômica. Apesar da maior EUA (2 kg leite/mm de água), sua dependência de insumos externos (600 kg N/ha ano⁻¹ e 0,89 kg/kg de leite) aumenta o risco de alterações de mercado no preço de insumos o que pode tornar inviável o uso intensivo. O extensivo foi o pior desempenho (1kg concentrado/kg de leite), registrou-se perda no vigor das plantas, queda na densidade de perfilhos ao longo do ano (de 200 para 150 perfilhos/m²) e maior perda d'água por escoamento superficial (3%) sendo o único dos manejos não indicado. Sistemas de produção sustentáveis de leite de cabra em pastagem cultivada usando os manejos moderado, leve ou intensivo dependem do desenvolvimento de métodos mais eficientes de controle de verminose. Políticas públicas incluindo linhas de crédito e subsídios são necessários para produzir leite de cabra em pastagem cultivada.

Palavras-chave: Altura do pasto; Eficiência de uso da água; Indicadores de sustentabilidade Nitrogênio; Suplementação

ABSTRACT

Goat milk production on Guineagrass pasture: evaluation of alternative management practices for sustainable production in cultivated pasture

The goat milk production is an activity that contributes to improve income generation and employment in several locations in northeast of Brazil (3°40'58.42" latitude south; 40°16'50.5" longitude and 79m of elevation). The use of cultivated pasture can reduce the effect of seasonality making the dairy goat production more sustainable using pasture. The objective of this study was to determine the effect of types of management on the potential production of dairy goats in Tanzania grass pasture. The experiment was conducted at Embrapa Goats and Sheep in Ceará. Anglo Nubian goats (65) were kept in Guineagrass pasture managed under rotational stocking with variable stocking rate. The managements were combinations of pasture residual heights (ALTr) and nitrogen doses (N). The managements were: intensive (ALTr = 32.7 cm and 600 kg N / ha year⁻¹), moderate (ALTr = 47.2 cm and 300 kg N / ha year⁻¹), light (ALTr = 47.3 without N cm) and extensive (ALTr = 32.1 cm without N). Plant, animal and soil characteristics were evaluated. The variables analyzed were: the flow of biomass through the morphogenetics and structural characteristics of the pasture, animal behavior, weight and body condition score, milk production, losses of water and sediment and soil density. Nitrogen (UEN), Water (WUE) and concentrate use efficiency were quantified. An economic analysis was performed to determine the economic viability of each management. Moderate treatment productivity was 10,806 kg of milk per ha year⁻¹ and UEN (1 kg of N produced 120 kg of DM) and concentrate use efficiency (0.65 kg concentrate per kg of milk) were higher. Although soil density was 1.55 g/cm³, this treatment showed losses of sediment (72 kg / ha year⁻¹) and water (0.9%) by erosion. Despite the good technical indexes moderate one was not economically different sustainable. Light management, as the moderate one, had good technical indicators, however, the production of 7032 kg / ha year⁻¹ determined a negative economically viable treatment. The use of more productive animals and the possibility to create differentiated lines of credit for investment and subsidies are alternatives to encourage producers to use this kind of management. The highest yield (19,442 kg milk / ha year⁻¹) was observed in the intensive management, which was the only economically viable treatment. Despite the higher WUE (2 kg milk/mm of water), its dependence on external inputs (600 kg N/ha year⁻¹ and 0.89 kg/kg of milk) increases the risk of changes in market prices of inputs making the intensive system risky. Extensive management had the worst performance (1kg concentrate/kg of milk), there was loss in plant vigor, decrease in tiller density throughout the year (from 200 to 150 tillers/m²) and greater water loss by leaching (3%) and is not recommended. Sustainable goat milk production systems using moderate, light or intensive pasture management depends on the development of more efficient methods of worms control. Public policies including lines of credit and subsidies are necessary to goats milk production on cultivated pastures in Northeast area of Brazil.

Keywords: Pasture height; Sustainability indicators; Use efficiency of nitrogen and water; Supplementation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Visão panorâmica da área experimental.	39
Figura 2 - Balanço hídrico (BH) registrado durante o período experimental.....	40
Figura 3 - Variações nas temperaturas máxima, mínima e média ao longo do período experimental.	41
Figura 4 - Visualização da altura residual pós-pastejo de cada tratamento.....	43
Figura 5 - Animais sob sombrite (A) e ingerindo água (B).....	46
Figura 6 – Mucosa ocular de um animal que não necessita de vermifugação (A) e a mucosa de um animal que necessita ser vermifugado (B).	47
Figura 7- Pesagem (A), verificação do escore corporal (B) de cabras AngloNubianas mantidas em pasto de capim-tanzânia.	47
Figura 8 - Medição no campo da radiação fotossinteticamente ativa (A) e visão do default de dados coletados (B).	48
Figura 9 – Precipitação pluviométrica sobre a área na época chuvosa (A) e irrigação por aspersão na época seca (B).....	50
Figura 10 - Medição do comprimento de folhas de perfilho no manejo moderado (A) e no manejo leve (B).	52
Figura 11- Medição de altura em pasto no pré-pastejo.	54
Figura 12 - Folha, colmo e material morto do manejo intensivo fracionados em coleta de massa de forragem pré-pastejo.....	55
Figura 13 - Folha, colmo e material morto do manejo intensivo fracionados em coleta de massa de forragem residual pós-pastejo.....	56
Figura 14 - Visão geral da sala de ordenha e dos medidores acoplados.	57
Figura 15 - Visualização da identificação dos animais observados.	63
Figura 16 - Observador sobre plataforma tomando medidas do comportamento animal.	65

- Figura 17 - Processo de coleta da amostra indeformada, iniciando-se com a abertura da mini-trincheira (A), preparo do copo coletor (B), coleta propriamente dita (C) e ao final o material amostrado (D) 67
- Figura 18 – Etapas do processo de coleta de perdas de sedimento e água, iniciando na retirado do coletor no campo (A), decantação (B e C), medição da água (C) e obtenção do sedimento seco (D). 69
- Figura 19 - Massa seca de forragem total (A), massa seca de material morto (B), massa seca de forragem verde (C) e relação folha:haste (D), na massa de forragem do resíduo pós pastejo de pasto de capim-tanzânia, submetido a diferentes tipos de manejos, por pastejo. 76
- Figura 20 – Variação na altura pré-pastejo em pastos de capim-tanzânia, no período entre fevereiro de 2010 e março de 2009..... 78
- Figura 21 – Efeito dos manejos (A) e da interação de manejo com época do ano (B) sobre a duração média do intervalo de descanso em pasto de capim-tanzânia. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula significam que os tratamentos não diferem entre si ($p < 0,05$), médias dentro de um mesmo tratamento, seguidas de letras minúsculas significam que não há diferença entre épocas ($p < 0,05$)..... 81
- Figura 22– Representação gráfica das produções de massa seca de forragem total (A), massa seca de material morto (B), massa seca de forragem verde (C) e relação folha:haste (D) da condição pré-pastejo de pasto de capim-tanzânia submetido a diferentes tipos de manejos, por ciclo de pastejo. 82
- Figura 23 – Produção de massa seca de forragem total (A), produção de massa seca de material morto (B), produção de massa seca de forragem verde (C) e relação folha:colmo (D) em pasto de capim-tanzânia, de março de 2009 a fevereiro de 2010. 83
- Figura 24 - Taxa de acúmulo líquido (TAC, kg MS/ha dia⁻¹) e taxa de senescência (TS, kg MS/ha dia⁻¹) em pasto de capim-tanzânia sob diferentes tipos de manejos, por ciclo de pastejo. 85

Figura 25 - Variação na taxa de alongamento de colmo (TALC) em pasto de capim-tanzânia ao longo dos meses.....	88
Figura 26 – Variação ao longo dos meses na taxa de aparecimento de folhas (TApF) em pasto de capim-tanzânia.....	90
Figura 27 – Efeito do tipo de manejo sobre a variação na densidade populacional de perfilhos de março de 2009 a janeiro de 2010.....	90
Figura 28 - Variação na taxa de bocado, por tratamento, ao longo do tempo de avaliação durante a época das águas.....	95
Figura 29 – Busca pela sombra por caprinos leiteiros em pasto de capim-tanzânia submetido a diferentes manejos.	96
Figura 30 - Tempo de pastejo (A), tempo de ruminação (B) e ócio(C) avaliado em caprinos leiteiros, em pasto de capim-tanzânia, submetido a diferentes manejos nas águas...	97
Figura 31 - Tempo ingerindo água avaliado em caprinos leiteiros, em pasto de capim-tanzânia, submetido a diferentes manejos nas águas.	98
Figura 32 - Variação na taxa de bocado, por manejo, por períodos mais expressivos da atividade de pastejo, durante a época seca.	101
Figura 33 – Busca pela sombra por caprinos leiteiros em pasto de capim-tanzânia submetido a diferentes manejos, durante a época seca.	102
Figura 34 - Tempo de pastejo (A), tempo de ruminação (B) e ócio(C) avaliado em caprinos leiteiros, em pasto de capim-tanzânia, submetido a diferentes manejos.	104
Figura 35 - Peso de cabras leiteiras mantidas em pasto de capim-tanzânia ao longo dos meses da estação chuvosa (A) e da estação seca (B), comparadas pelo teste t ($p < 0,05$).....	107
Figura 36 - Escore de condição corporal de cabras leiteiras em pasto de capim-tanzânia ao longo da estação das águas (A) e da estação seca(B), comparadas pelo teste t ($< 0,05$).....	108
Figura 37 - Efeito do manejo e do mês de lactação sobre as taxa de lotação médias (N° cabras por hectare) em pasto de capim-tanzânia, durante a época das águas (A e C) e a época seca (B e D).	110

Figura 38 – Efeito do tipo de manejo sobre a flutuação na taxa de lotação (n° cabras leiteiras por hectare) ao longo dos meses de lactação da época das águas (A) e da época seca (B)	111
Figura 39 - Produção média individual de leite de cabra (g/cab dia), na época chuvosa (A) e na época seca (B), em pasto de capim-tanzânia sob diferentes tipos de manejo.	113
Figura 40 - Visão geral do pasto sobre manejo moderado (A) e sobre manejo leve (B), no pré-pastejo.	114
Figura 41 - Curva de lactação da produção média individual de leite por cabra por tratamento ao longo do período das águas (A) e do período da seca(B)	116
Figura 42 – Variação no período de lactação, mínimo, médio e máximo das cabras na época das águas (A) e na época seca (B), nos diferentes tipos de manejo.	118
Figura 43 – Flutuação na produção de leite em kg por hectare dia ⁻¹ , ao longo dos meses de lactação na época das águas (A) e na época seca(B), em pasto de capim-tanzânia, submetido a diferentes tipos de manejo.	120
Figura 44– Efeito de manejo sobre a produção real de leite e produção estimada para 120 e 240 dias de lactação, durante a época das águas (A) e época seca (B) de cabras Anglo Nubianas em pasto de capim-tanzânia.	121
Figura 45 – Flutuações na relação kg de concentrado por kg leite produzido nos diferentes tratamentos na época das águas (C) e época seca (D).	125
Figura 46 – Variação na densidade do solo (g/cm ³) ao longo de um ano de avaliação, nos diferentes tipos de manejo em duas profundidades (prof. 1= 0-10 cm e prof. 2= 10-30cm.).	126
Figura 47 – Variações na densidade média do solo (g/cm ³) em área utilizada para agricultura, para floresta e para pastagem em quatro diferentes manejos (intensivo, moderado, leve e extensivo).	127
Figura 48 – Trincheira mostrando afloramento de rocha logo nos 15 cm iniciais de profundidade do solo.	128

- Figura 49 - Visão geral da condição de cobertura em área de pasto sob manejo intensivo (esquerda) e sobre manejo extensivo (direita)..... 130
- Figura 50 - Eficiência de uso da água (EUA) e eficiência relativa de uso da água (ERUA) nos diferentes manejos testados..... 132
- Figura 51 - Eficiência relativa de uso do nitrogênio (ERUN) para a produção de massa seca de forragem total (em colunas) e para a produção de leite (em linhas), nos manejos intensivo e moderado..... 134
- Figura 52 - Quantidade média estimada de nitrogênio adicionada ao pasto pelo esterco em kg por hectare por ano proveniente das fezes dos caprinos mantidos a pasto sob diferentes manejos. 135
- Figura 53 - Valores médios de grau famacha mensurados semanalmente nos animais submetidos a diferentes tipos de manejo na época das águas (A) e na época seca (B). 139
- Figura 54 - Número médio de vezes que os animais de cada tratamento foram vermifugados para controle de *Haemoncus*. 140

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características climáticas mensuradas no ambiente experimental	41
Tabela 2– Composição dos tipos de manejos experimentais com base em combinações de dose de nitrogênio com altura residual pós-pastejo.....	42
Tabela 3 – Histórico das características produtivas do grupo de cabras que foram utilizadas no experimento durante a época das águas.....	44
Tabela 4 – Histórico das características produtivas do grupo de cabras utilizadas na época seca.	45
Tabela 5– Resultado análise de fertilidade inicial do solo.	49
Tabela 6 – Evapotranspiração média (ETO), lâmina d’água e tempo diário de irrigação da área durante os meses de balanço hídrico negativo registrados no experimento.	51
Tabela 7 – Composição do pasto e exigência de cabras em lactação.....	58
Tabela 8– Composição do concentrado utilizado na época chuvosa para cabras em lactação.	59
Tabela 9 – Composição do concentrado utilizado na época seca para cabras em lactação.....	60
Tabela 10 – IAF e IRFA (%) do resíduo pós-pastejo em pasto de capim-tanzânia submetido a diferentes tipos de manejo.	75
Tabela 11 – Intercepção da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) em %, Altura(cm), Folha/perfilho e índice de área foliar (IAF) na condição pré-pastejo em pasto de capim-tanzânia, submetido a diferentes tipos de manejo, por ciclo de pastejo.	78
Tabela 12 – Efeito do tipo de manejo sobre características morfológicas (TapF, Fil, TAlF, TAlC, TST e TVF) no capim-tanzânia submetido a diferentes tipos de manejo, durante o intervalo de descanso.....	86
Tabela 13 - Aspectos comportamentais de caprinos leiteiros em pasto de capim-tanzânia submetido a diferentes manejos, durante 8 horas, na época das águas.	94
Tabela 14 – Taxa de bocados (boc/min) realizadas por caprinos leiteiros em pasto de capim-tanzânia submetido a diferentes manejos durante os períodos registrados de pastejo, na época chuvosa.	95

Tabela 15 - Aspectos comportamentais de caprinos leiteiros em pasto de capim-tanzânia submetido a diferentes manejos, durante 22 horas, na época seca.	100
Tabela 16 – Taxa de bocados (boc/min) realizadas por caprinos leiteiros em pasto de capim-tanzânia submetido a diferentes manejos durante os períodos registrados de pastejo, na época seca.....	101
Tabela 17 - Efeito de manejo sobre o peso e escore das cabras leiteiras durante o período das águas e o período seco.	106
Tabela 18 – Efeito de manejo e do mês da lactação sobre a produção diária de leite por hectare na época das águas e época seca.....	119
Tabela 20– Relação kg de concentrado por kg de leite produzido em cada tipo de manejo avaliado e em cada mês da lactação, na época das águas e na época seca.	124
Tabela 21 - Efeito do tipo de manejo sobre a perda de sedimento (kg/ha) e o percentual de água perdida por lixiviação, durante três meses da época chuvosa.....	129
Tabela 22 - Necessidade de água para a produção de um kg massa seca de forragem total (MSFT) e um kg de leite.	131
Tabela 23 – Análise econômica para a produção de leite de cabra em pasto de capim-tanzânia sob diferentes manejos, com dois tipos de ordenha.	136
Tabela 24 – Simulação da análise econômica para a produção de leite de cabra em pasto de capim-tanzânia manejado de forma moderada e leve utilizando ordenha manual. .	142
Tabela 25 – Simulação da análise econômica para a produção de leite de cabra em 3ha pasto de capim-tanzânia manejado de forma moderada e leve.	142

1 INTRODUÇÃO

O rebanho caprino brasileiro encontra-se em mais de 90% concentrado na região Nordeste. Uma série de aspectos justifica esse número, entre eles pode-se citar: adaptação dessa espécie ao ambiente; a produção tanto de carne quanto de leite, uso destes produtos tanto para comercialização quanto para auto consumo (RODRIGUES, 1998) e a cultura do sertanejo em criar esse tipo de animal em associação com outras atividades agrícolas e pastoris.

A associação entre várias atividades é vista como uma alternativa para garantir a sustentabilidade de propriedade familiar. Todavia, o que se observa na prática, é uma soma de ineficiências que tem, entre outras coisas, sido causa da baixa produtividade, com pouca competitividade das atividades e quase nenhuma inserção dos produtores no mercado.

A agricultura e a pecuária vem sendo conduzidas há anos no Nordeste brasileiro, concomitantemente. No entanto, a agricultura pelo seu caráter é muito mais susceptível a ineficiências ligadas a fatores climáticos do que, por exemplo, a criação de pequenos ruminantes que tem compensado em muitos casos, a ineficiência da produção agrícola (QUEIROGA et al., 2007). Costa et al. (2008) identificaram que a exploração da espécie caprina foi a que trouxe maior lucratividade em modelos de produção associando várias atividades.

O grande limitante técnico para que a atividade se desenvolva de forma mais sustentável na região Nordeste é a estacionalidade na produção de forragem. Apesar de existirem tecnologias disponíveis para conservação de plantas forrageiras, ferramenta mais eficiente para garantir segurança alimentar para os animais, o cultivo destas coincide com a época de cultivo das culturas agrícolas, que são priorizadas pelos produtores.

A dificuldade de mão de obra disponível para o trabalho no campo tem contribuído para a ineficiência dos modelos de produção pecuários, principalmente os extensivos, que são praticados em mais da metade das propriedades rurais (COSTA et al., 2008). Na década passada de todos os migrantes rurais do país, 54,6% saiu do Nordeste, o que representou

31,1% da população que vivia na zona rural da região (CAMARANO; ABRAMOVAY, 1999). Nos dias atuais, a migração de indústrias para o interior e a disponibilidade de campos de trabalho para os jovens na cidade tem agravado ainda mais esta situação (EVANGELISTA; CARVALHO, 2001).

Diante desse cenário, a busca por atividades produtivas que possam ser desenvolvidas, com uso de tecnologias sustentáveis e economicamente viáveis, potencializando o uso de mão de obra, mas qualificando-a, de modo a estimular a fixação de jovens no campo, tem sido uma das soluções apontadas por especialistas para a questão do êxodo rural (EVANGELISTA; CARVALHO, 2001)

A caprinocultura leiteira é uma atividade de grande potencial como instrumento eficaz de promoção de desenvolvimento da zona semi-árida no Nordeste brasileiro (QUEIROGA et al., 2007). Na última década esforços têm sido concentrados através de políticas públicas e incentivo do setor privado à atividade, especialmente em zonas consideradas de baixo potencial de produção, como o sertão do Seridó RN (DIAGNÓSTICO..., 2001). A busca por manejos alternativos mais eficientes, principalmente utilizando pastagens cultivadas é um grande desafio a ser vencido na busca pela sustentabilidade da atividade.

O objetivo deste trabalho de tese foi avaliar o efeito de alternativas de manejo sobre a produção sustentável de leite de cabra em pasto de capim-tanzânia, através da análise de indicadores técnicos de sustentabilidade e da análise da viabilidade econômica dos manejos tecnicamente viáveis.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da caprinocultura leiteira como atividade econômica geradora de emprego e renda no Nordeste brasileiro

O leite de cabra, como alimento, sempre foi associado à segurança alimentar de crianças e idosos nas regiões de mais difícil acesso a outras fontes de proteína de alta qualidade e digestibilidade. Além desse aspecto, o poder nutracêutico deste alimento já é bastante conhecido. O leite de cabra excede o leite de vaca em ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e triglicéridos de cadeia média (TCM), o que justifica a singularidade do leite de cabra para a nutrição e medicina humanas (HAENLEIN, 2004), por tratar as várias desordens gastrintestinais e aliviar as alergias ao leite de vaca.

O rebanho caprino brasileiro é estimado atualmente em 9,8 milhões de cabeças, sendo que 92% estão concentrados na região Nordeste. Uma série de aspectos justifica esse número, entre eles pode-se citar: adaptação dessa espécie ao ambiente; a produção tanto de carne quanto de leite, uso destes produtos tanto para comercialização quanto para auto consumo (MORAES NETO et al., 2003) e a cultura do sertanejo em criar esse tipo de animal em associação com outras atividades agrícolas e pastoris.

Lima (2008) realizou um estudo para avaliar a distribuição do rebanho caprinos e sua evolução nos últimos dois censos. Nesse estudo, Bahia, Piauí, Pernambuco e Ceará, que juntos concentravam 79,2% e 75,6% do efetivo nos anos de 1995/96 e 2006, respectivamente – em dois (Piauí e Ceará) a concentração não se alterou, enquanto nos outros dois (Bahia e Pernambuco), reduziu-se. O interessante nesse trabalho foi a constatação de crescimento em estados onde a produção destinava-se para o mercado (Paraíba e Rio Grande do Norte).

O que está ocorrendo com a caprinocultura leiteira é o aumento do consumo de leite e derivados, com ampliação de mercado, saindo de uma posição local e atingindo uma posição regional (DAL MONTE et al., 2009). Em estudo realizado para caracterizar os modelos de

produção animal no estado da Paraíba, Costa et al. (2008) identificaram que na maioria dos sistemas analisados, a produção de caprinos era responsável pela maior renda bruta anual obtida.

Na última década esforços têm sido concentrados através de políticas públicas e incentivo do setor privado à atividade, especialmente em zonas consideradas de baixo potencial de produção, como o sertão do Seridó RN (DIAGNÓSTICO..., 2001). Esse incentivo é oriundo do grande potencial que a atividade possui como instrumento eficaz de promoção de desenvolvimento da zona semi-árida no Nordeste brasileiro (QUEIROGA et al., 2007). Apesar de apenas 10% do rebanho nordestino está destinado para produção de leite, atualmente 40 mil litros de leite são captados por dia nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, adquiridos por programas governamentais para uso na merenda escolar. Sendo que com tecnologia e incentivos de mercado a atividade tende a se desenvolver ainda mais.

O Governo do Ceará, em 2010, lançou projeto intitulado Caprinocultura Leiteira de Inclusão Social. Nesse projeto, serão adquiridas 3,5 mil cabras leiteiras para distribuição entre as 140 famílias cadastradas nos municípios de Tauá e Quixadá. Cada produtor receberá um lote de 25 cabras. Cada cabra produz em média um litro e meio de leite por dia. A idéia do projeto é além de fornecer alimento para uso doméstico, elevar o índice de desenvolvimento humano de comunidades que vivem abaixo da linha da pobreza. O preço mínimo para venda do leite *in natura* é de R\$ 1,20, sendo este é o valor pago pelos programas governamentais. Ao transformá-lo em produtos como iogurte, doce de leite, queijo, ricota, ganharão valor agregado bastante significativo. Além disso, o governo do estado tem programas de aquisição de leite de cabra, inclusive para merenda escolar.

Na maioria das vezes, o simples fato de distribuir animais, teoricamente de boa produção, não significa que os mesmos a manterão seus níveis de produção. O fornecimento de alimento em quantidade e de qualidade, o ano inteiro é um dos aspectos básicos para isso. Costa et al (2008), avaliando sistemas de produção de caprinos leiteiros, identificaram que o modelo de produção mais utilizado era predominantemente extensivo, sem uso de suplementação. Esse modelo é altamente influenciado pela estacionalidade e, por isso, a lucratividade não passava de R\$145,00

por ha. Dal Monte et al (2009), realizando a análise econômica de diversos sistemas de produção de leite de cabra no sertão da Paraíba, obteve máximo rendimento (R\$ 9.147,30/ano) em sistema mais intensivo com utilização de suplementação complementar à vegetação nativa.

A utilização de tecnologias que minimizem os impactos negativos da escassez de forragem e garantam a produção de leite também na época seca pode tornar mais sustentável e lucrativa a atividade na região Nordeste.

2.2 Uso do pasto cultivado como base alimentar para a produção sustentável de leite de cabra

As áreas de pastagem cobrem mais de 32 milhões de km², mais de um quarto da superfície de área da terra e mais de duas vezes a quantidade de área utilizada com cultivos agrícolas (REIDE et al., 2004). As pastagens constituem cerca de 70% das áreas agricultáveis do mundo (FAO, 2008). O fato de essas áreas serem tão extensas torna o uso pastoril a mais ampla forma de uso da terra realizado pelo homem (LEMAIRE, 2007).

Em termos mundiais, de todas as áreas que são convertidas de vegetação nativa para implantação de pastos, 27% são destinadas à produção de leite mundial e 23% à produção de carne e o restante para outras finalidades (SERE et al., 1995). No Brasil, segundo último censo agropecuário, estima-se em mais de 180 milhões de hectares de pastagem, cerca de 100 milhões são de áreas cultivadas com pastos (IBGE, 2010).

A base alimentar para o rebanho caprino no Nordeste brasileiro, assim como na maioria das regiões pastoris do mundo, é a vegetação nativa. A Caatinga, de grande riqueza botânica, nutricional e produtiva durante a época chuvosa, permanece por mais de oito meses durante a época seca com limitação em quantidade e qualidade de forragem para atender às necessidades dos rebanhos. Além disso, o tamanho médio das propriedades é de 30 ha, o que torna difícil manter índices de produção sustentáveis baseados apenas no uso desse recurso (IBGE, 2007). A capacidade de suporte estimada para a caatinga é de 3 ha para criar um caprino, o que nas

condições anteriormente citadas daria uma lotação em torno de dez animais por propriedade (ARAÚJO FILHO, 1992). Na prática, é possível encontrar não só rebanhos caprinos, mas também, bovinos e ovinos, o que contribui para agravar a principal causa de degradação do recurso forrageiro nativo, que é o superpastejo. Outro agravante relacionado com o manejo do pastejo nessas áreas diz respeito ao fato de que pelo alto custo com manutenção de cercas é comum o pastejo sempre nas mesmas áreas, não possibilitando períodos de descanso para a recuperação das plantas forrageiras, o que é responsável pelo desaparecimento principalmente das espécies de maior potencial forrageiro.

Existem práticas de manejo para a melhoria do potencial do pasto nativo. Mas, mesmo realizando estas práticas os produtores precisam produzir forragem para ser utilizada na época seca como suplemento para os animais. O problema dessa produção de forragem é que a mesma deve ser feita na mesma época em que o agricultor familiar também está produzindo produtos agrícolas que serão utilizados para o auto-consumo e também para a comercialização e geração de renda para a família. Como a mão de obra é essencialmente familiar, e a cada dia diminui o número de pessoas que estão trabalhando no campo, o agricultor prioriza a produção de alimento para consumo humano. É muito comum na época da seca morrer animais de fome e também os que sobrevivem não apresentarem produção satisfatória para comercialização. Especificamente no caso das cabras de leite, a interrupção na produção de leite é um dos primeiros mecanismos para a sobrevivência das mesmas na condição de adversidade.

Uma alternativa ao problema da escassez de forragem no pasto seria a introdução de espécies cultivadas perenes, que pudessem fornecer forragem em quantidade e com qualidade para manter a produção de leite das cabras durante a época seca em locais estratégicos onde essas pudessem contribuir de forma mais efetiva na melhoria das condições de produção locais. As gramíneas: capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*), capim-andropogon (*Andropogon gayanus*), capim-urochloa (*Urochloa mosambicensis*) são recomendadas para a região da Caatinga (ARAÚJO FILHO et al., 1999). Apesar de serem espécies bem adaptadas são pouco produtivas e perdem muito do valor nutritivo com o passar do tempo (SANTOS et al., 2005).

O uso de plantas forrageiras de alto potencial de produção, como gramíneas do gênero *Panicum*, tem obtido sucesso na região Nordeste (SILVA, 2004; POMPEU, 2006). Além de fornecer alimento em quantidade e de qualidade para as cabras reduziria sobremaneira a pressão exercida pelo pastejo animal sob a área de pasto nativo na época em que este estaria mais vulnerável, ou seja, na época seca. Pela alta capacidade de produção é possível desenvolver a caprinocultura leiteira em áreas significativamente menores do que áreas de pasto nativo. Com ovinos de corte Vital et al. (2006) provaram que é possível produzir de forma economicamente viável em áreas de 3 e 5 ha cultivadas com capim-tanzânia.

A proposta de utilizar pasto cultivado deve levar em conta que a situação atual das pastagens no mundo é preocupante, pois mais de 50% de todas as áreas de pastagem do mundo encontra-se em algum estado de degradação (IFPRI, 2007). No Brasil, os números também são preocupantes, pois se estima que 85% das pastagens encontram-se em estado de degradação inicial até a ocorrência de voçorocas, o que em termos de área pode chegar a 140 quase milhões de hectares (DIAS FILHO, 2007). No caso específico da região Nordeste, mais de 70% da área de cada estado que compõe a região encontra-se degradada (LEMOS, 2001). Nesse sentido, é preciso que se trabalhe o planejamento do uso dessas áreas, com base em princípios sólidos de biologia e ecologia de plantas forrageiras a exemplo do que já vem acontecendo em alguns países desenvolvidos cuja base do sistema de produção é o pasto (SBRISSIA; DA SILVA, 2001).

Baseado em respostas fisiológicas da planta a insumos e fatores ambientais é possível estabelecer manejos que maximizem o uso de recursos internos do sistema como a ciclagem de nutrientes e fixação de carbono (DUBEUX JR., et al., 2006; VENDRAMINI et al., 2007).

Ecosistemas de pastagens (bem manejadas) podem desempenhar papel positivo sobre a qualidade do ambiente através da captura do CO₂ da atmosfera e estocagem desse carbono no solo (BRAGA, 2006). O crédito de carbono vem sendo comercializado para diversas culturas, no entanto, para pastagens ainda deve demorar bastante, uma vez que a ocupação de terras por pastagens tem sido apontada como uma das principais causas de emissões de gases, principalmente nos países tropicais como o Brasil (IPCC, 2007).

Conant et al. (2001) revisaram cerca de 115 estudos em 17 países sobre os efeitos do manejo de pastagens sobre a matéria orgânica no solo. Foi identificado claramente que a fertilização, manejo adequado do pastejo, espécies produtivas, conversão de cultivos agrícolas em pastagens permanentes, presença de leguminosa e irrigação aumentaram o seqüestro de carbono no solo.

O manejo adequado do pasto é um dos maiores desafios para a sustentabilidade desses sistemas (HODGSON; DA SILVA, 2000). O uso da lotação rotativa como método de pastejo tem sido amplamente divulgado como estratégia mais sustentável de utilização do recurso forrageiro. Apesar da quantidade e qualidade da oferta ir reduzindo com o passar dos dias de pastejo, o intervalo de descanso dado ao pasto deve permitir que o mesmo se recupere e esteja pronto para o próximo pastejo sem prejuízo para o ambiente pastoril (HODGSON, 1990).

Inúmeras ferramentas de manejo têm sido recomendadas para orientar os produtores sobre o manejo do pastejo. Pesquisas desenvolvidas nos últimos dez anos têm apontado os critérios interceptação luminosa e altura residual pós-pastejo como variáveis a serem utilizadas na orientação do manejo do pastejo (NASCIMENTO JUNIOR; DA SILVA, 2008). Os trabalhos desenvolvidos por Carnevalli (2003) e Barbosa (2004) sintetizam uma série de outros trabalhos, que comprovaram a maior eficiência de produção e colheita de forragem quando o manejo do pastejo preconizou o uso de 95% de interceptação de luz, como ponto para interrupção do pastejo e resíduo pós-pastejo em torno de 30 cm, como os critérios mais adequados para o manejo de gramíneas do gênero *Panicum*.

2.3 Importância dos componentes abióticos para a sustentabilidade de modelos de produção utilizando pastagens

O conhecimento do comportamento de características e propriedades físicas dos solos permite a obtenção de dados para indicar sistemas de uso e manejo mais adequados ao controle da erosão, com conseqüente aumento da produtividade (SANTOS et al., 2005). . Sendo que é pelo solo, via matéria orgânica, que a maior parte do carbono é sequestrado em ecossistema de pastagem (BRAGA, 2006).

Um dos tipos de degradação que afetam diretamente as características físicas e químicas do solo é a erosão hídrica, responsável pela perda de nutrientes, reduções na capacidade de infiltração, na umidade do solo e na produtividade agrícola contribuindo para intensificar o processo de empobrecimento físico-químico do solo. Tal degradação é causada por uma série de fatores: chuva, tipo de solo, topografia, cobertura e manejo do solo e por práticas conservacionistas de suporte às atividades de campo (BERTOL et al., 2007). Dessas variáveis, a cobertura do solo é o fator que isolado, tem maior influência sobre a erosão (SEGANFREDO et al. (1997). A manutenção da cobertura do solo tem sido apontada como uma das maneiras mais eficientes de reduzir as perdas de água e sedimentos por erosão (BERTOL et al., 2006)

Campanha et al. (2008) constataram que a presença de gramínea cultivada (*Andropogon gayanus*), em uma área desmatada de Caatinga, promoveu uma boa cobertura do solo, sendo responsável pelas baixas perdas erosivas.

A compactação é outro grave problema para a qualidade do solo e o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, pois modifica os fluxos de água e ar no solo e reduz a produtividade das culturas (REINERT et al., 2009). O pisoteio animal pode compactar o solo, aumentando a densidade do mesmo (HAMZA; ANDERSON, 2005).

O processo de compactação reduz a densidade e a macroporosidade do solo, aumenta a resistência do solo ao crescimento radicular, em condições de baixa umidade, e reduz a oxigenação do solo, quando úmido (MARSCHNER, 1995). A redução no tamanho dos poros

afeta diretamente a capacidade de armazenamento de água no solo, comprometendo a absorção de nutrientes e respiração de raízes (VIEIRA, 1985),

Em solo compactado, o sistema radicular concentra-se próximo à superfície, tornando a planta mais susceptível a déficits hídricos e com limitada capacidade de absorver nutrientes em camadas subsuperficiais (VALE et al., 1994)

A cobertura do solo, assim como para o controle da erosão, é uma das formas de reduzir compactação. A ocupação do solo pelas plantas forrageiras tem sido uma estratégia para melhorar as características de solos agrícolas (REINERT et al., 2009). O sistema radicular das gramíneas parece ter grande importância na reestruturação da camada arável, tornando o solo mais resistente à ação do impacto da gota de chuva (DECHEN; LOMBARDI NETO; CASTRO, 1981).

Para cada solo há uma densidade crítica, a partir da qual a resistência torna-se tão elevada que diminui ou impede o crescimento de raízes (ROSEMBERG, 1964). A densidade do solo crítica é dependente principalmente de sua classe textural. Reichert et al. (2003) obtiveram densidade do solo crítica para algumas classes texturais: 1,30 a 1,40 Mg m⁻³ para solos argilosos, 1,40 a 1,50 Mg m⁻³ para os franco-argilosos e de 1,70 a 1,80 Mg m⁻³ para os franco-arenosos.

Analisando os aspectos que levam o solo a ser ou não erodido, observa-se que a água desempenha um papel decisivo para a sustentabilidade dos sistemas uma vez que seu ciclo é fundamental para a produção e o equilíbrio dos diversos componentes dos modelos de produção a pasto. A água tem a função de carrear nutrientes do solo para a planta via fluxo de massa ou difusão (TAIZ; ZEIGER, 2006). Na planta realiza uma série de processos metabólicos, como a transpiração que é responsável por manter o equilíbrio osmótico do sistema, reduzindo a temperatura na folha e garantindo a troca gasosa via estômato para que os processos fotossintéticos sejam mais eficientes (TAIZ; ZEIGER, 2006).

A água é cada dia mais um recurso escasso e diante de sua importância, o uso racional da água dentro do sistema solo-planta-atmosfera. O conhecimento da eficiência de uso de água por plantas forrageiras é necessário para orientar um manejo que seja mais econômico em termos de gasto de água. As gramíneas tropicais de um modo geral utilizam de 350 a 500g de H₂O para

produção de 1g de matéria seca (TAIZ; ZEIGER, 2006). Pode parecer ineficiente, mas leguminosas precisam do dobro da quantidade de água para produzir a mesma quantidade de matéria seca (TAIZ; ZEIGER, 2006). As gramíneas produzem maiores quantidades de biomassa que as leguminosas com a mesma quantidade de água, utilizando então melhor esse recurso. Além da espécie forrageira, por exemplo, a textura do solo pode afetar diretamente a eficiência de uso da água (KATERJI; MASTRORILLI, 2009). O conhecimento das características físicas do solo, neste caso, permite estabelecer estratégias de manejo para a conservação do solo e uso eficiente da água.

A estacionalidade de produção de forragem na região semi-árida é causada por um único fator: a ausência de água. Em locais onde há disponibilidade deste recurso, o uso da irrigação possibilita altas produções de fitomassa vegetal em pequenas áreas, sendo possível, através do estabelecimento de manejos sustentáveis a obtenção de altas eficiências de uso de água.

A eficiência de uso da água é uma medida que relaciona entradas e saídas desse recurso no sistema. É comumente utilizada para avaliar o desempenho de um sistema de irrigação (OWEIS; HACHUM, 2006). Ultimamente a eficiência está relacionada com a produtividade da água, ou seja, com quanto se pode produzir utilizando determinada quantidade de água (OWEIS; HACHUM, 2006). Silva et al. (2007b), em pasto de capim-tanzânia, produziu até 75kg de matéria seca de forragem com a utilização de um milímetro de água.

Diante da escassez de água e da importância desse recurso principalmente para zonas áridas e semi-áridas, a busca deve ser sempre por sistemas de irrigação que utilizem água de forma mais eficiente (OWEIS; HACHUM, 2006), aplicando-se a lâmina d'água com base na exigência da cultura e na evapotranspiração do local (MANTOVANI et al., 2006). A irrigação noturna e na madrugada tende a ser mais eficiente porque as perdas por evapotranspiração são menores (DRUMOND; AGUIAR, 2005). Além da economia de água é possível reduzir em até 80% os custos com energia elétrica com a utilização da irrigação noturna, pelas tarifas diferenciadas praticadas em todo o Brasil (DRUMOND; AGUIAR, 2005). Os sistemas também são mais economicamente viáveis considerando o uso da energia noturna que é 80% mais barato que a

energia convencional e sendo montados em bases fixas, reduzem a necessidade de mão de obra (DRUMOND; AGUIAR, 2005).

2.4 Importância do nitrogênio como fator externo para a sustentabilidade de modelos de produção utilizando pastagens

Uma das causas de degradação de pasto no Brasil é a perda de fertilidade dos solos, pela constante extração, altas lotações e baixa reposição de nutrientes. Sabe-se que, por exemplo, em áreas de pastagem nativa nos Estados Unidos a quantidade média de fertilizantes utilizados por hectare ano fica em torno de 56 kg, enquanto que nas pastagens em geral do Brasil não chega a oito quilos (MARTHA JR.; CORSI, 2001). O uso de fertilizantes químicos pode ser uma ferramenta utilizada para recuperar a fertilidade do solo e também, para aumentar a produtividade em pequenas áreas intensivas de produção.

O nitrogênio desempenha importante papel na produção animal porque é essencial para a produção de tecido animal, leite, ovos e lã (VAN DER HOEK, 1998). Os efeitos do uso do nitrogênio para as plantas também são bem conhecidos. O nitrogênio acelera o ritmo de crescimento das plantas através dos processos morfogênicos que ocorrem no perfilho, aumentando as taxas de aparecimento e alongamento de folhas, acelerando a senescência e reduzindo o tempo de vida da folha (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). A colheita da forragem deve ocorrer no ponto onde há máxima taxa líquida de acúmulo, para que a senescência seja mínima e se aproveite ao máximo o nitrogênio aplicado. Esse ponto, tanto em plantas temperadas (BROUGHAN, 1957) quanto tropicais (BARBOSA, 2004), ocorre quando o dossel intercepta 95% da luz incidente.

Após a desfolhação, a expansão da nova área foliar é desencadeada pela alocação de carbono para os pontos de crescimento (GASTAL et al., 1992). Estudos têm demonstrado que a presença de nitrogênio nessa fase é fundamental para aceleração desses processos e renovação da área foliar.

O nitrogênio aplicado ao solo pode seguir vários caminhos, como ser absorvido pela planta, perdido do sistema solo-planta ou permanecer no solo. Em geral, 50% do nitrogênio fertilizante aplicado no solo podem ser absorvidos pelas plantas, 25% perdido por variados processos e 25% permanece no solo (AZAM et al., 1985). Martha Júnior et al. (2006) relataram que a eficiência de conversão do nitrogênio fertilizante em massa de forrageiras, em pastagens de gramíneas tropicais, pode atingir valores de até 83 kg MS/kg de nitrogênio aplicado, mas, na média, a eficiência é de 26 kg MS/kg de nitrogênio, sendo que maiores eficiências ocorrem com a aplicação de 150 kg/ha de nitrogênio. O aumento na eficiência da utilização do nitrogênio pode ser obtido pelo fracionamento da dose e uso de fontes menos voláteis (COSTA et al., 2006).

Existe uma preocupação que o uso de fertilizantes possa contaminar o ambiente, principalmente lençol freático. A alta extração de nitrogênio pelas gramíneas tropicais contribui para a redução de riscos ambientais, tais como as perdas de nitrato, principalmente em solos tropicais (PRIMAVESI et al., 2004). Mesmo em áreas intensamente exploradas para produção pastoril, os resultados indicam não haver risco de contaminação do lençol freático em solos profundos de textura média ocupados por gramínea tropical manejada intensivamente quando não se utilizam adubações nitrogenadas superiores à capacidade de ciclagem da forrageira e quando se considera o potencial de fornecimento do solo. (PRIMAVESI et al., 2006).

O apelo pela substituição de fertilizantes químicos por outras fontes renováveis e mais econômicas é perfeitamente compreendido pelos veículos científicos. As principais vias de retorno de nutrientes para o sistema são a deposição de material senescente da planta e de excreta dos animais (VENDRAMINI et al., 2007). Pesquisas em nível básico precisam ser desenvolvidas para que efetivamente se possa fazer uso de fontes renováveis mantendo as produtividades atuais ou mesmo próximas disso (MARTHA JR. et al., 2004, DUBEUX JR et al., 2006; VENDRAMINI et al., 2007). Por enquanto, trabalhos com uso mais eficiente das fontes convencionais podem dar contribuições muito imediatas para a sustentação dos modelos atuais, até que essas novas tecnologias estejam disponíveis para amplo uso como as convencionais.

2.5 Avaliação da sustentabilidade através de componentes do sistema solo-planta-animal em ecossistemas de pastagem cultivada

O uso racional de recursos como terra, água, insumos é uma maneira de ser eficiente em termos produtivos e poder desenvolver modelos de produção que tragam benefícios para a sociedade, se fazendo entender que a tecnologia pode conviver harmonicamente com a produção de alimentos, geração de renda e respeito ao meio ambiente (MANTOVANI et al., 2006), o que constitui as bases para o conceito de sustentabilidade.

A sustentabilidade de um ecossistema de pastagem pode ser definida como a capacidade que o ecossistema tem em manter a estabilidade do sistema solo, planta e animal em sistemas de pastejo (HODGSON; DA SILVA, 2000). Normalmente se associa a sustentabilidade apenas a ambientes altamente diversificados e complexos como áreas de pastagem nativa, mas qualquer modelo de produção pode ser sustentável desde que consiga manter sua produção ao longo do tempo, de forma economicamente viável maximizando uso de insumos internos, gerando renda via produção e não contaminando ou degradando o ambiente (SMITH et al., 2000; DUBEUX JR. et al., 2004, 2006; GLIESSMAN, 2000)

O uso de indicadores pode ser utilizado para quantificar a sustentabilidade de um ecossistema de pastagem. Um indicador é um instrumento que permite mensurar modificações nas características de um sistema (SMITH et al., 2000). O indicador permite estabelecer relações de causa:efeito e prever o comportamento em médio e longo prazo da sustentabilidade de um ecossistema de pastagem (DEPONTI et al., 2002). Um indicador deve apresentar as seguintes características: representa uma síntese/integrador, caráter parcial (raramente são completos), interativo, evolui no tempo, facilmente mensurável; sensível; compreensível e reduzir a incerteza, não eliminá-la (GIRARDIN, 1999; DEPONTI et al., 2002)

O entendimento das relações solo-planta-animal é necessário para desenvolver um modelo que seja ao mesmo tempo produtivo e sustentável, de modo que a sustentabilidade seja atingida nesse contexto, portanto o uso de variáveis referentes a esses componentes como indicadores de

sustentabilidade constituem um novo paradigma para o manejo do pastejo com vistas à sustentabilidade.

A forma como a planta forrageira responde ao aporte de insumos e de manejos, através de suas características morfogênicas e estruturais, fornece uma série de indicadores do estado em que se encontra o pasto. As características morfogênicas (taxa de aparecimento de folhas, taxa de alongamento foliar e número de folhas por perfilho) são determinadas geneticamente, porém são fortemente afetadas por fatores de manejo e ambiente (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Essas características determinam a estrutura do pasto (densidade de perfilho, duração de vida das folhas). Percebe-se que o descaso dos manejadores com as respostas que a planta fornece, via essas características, tem sido responsáveis pela degradação de áreas de pastagem no Brasil. Para se construir modelos eficientes de produção de leite de cabra a pasto, o conhecimento das respostas morfofisiológicas das plantas ao manejo e aplicação de insumos e manejo é fundamental para que se tenha persistência e produtividade do pasto ao longo de anos (SBRISSIA; DA SILVA, 2001).

A produção e persistência da planta forrageira em um ambiente de pastagem têm o principal objetivo: fornecer forragem de qualidade e em quantidade suficiente para alimentar os rebanhos, portanto, a eficiência com que se manejam os pastos deve ser medida através da produção animal. Das etapas que envolvem a transferência de energia do sol até o produto animal, a utilização da forragem pelo animal em pastejo é a etapa onde se pode obter a maior eficiência (HODGSON, 1990). Quanto mais adequado for o ambiente de pastejo mais eficiente será a utilização deste pasto (TRINDADE, 2007).

A observação do comportamento animal em pastejo tem sido utilizada para compreender melhor de que maneira a estrutura do pasto interfere na estratégia de colheita de forragem (TRINDADE, 2007) e conseqüentemente relacionar esta estratégia com a qualidade da forragem e os desempenhos obtidos (SILVA, et al., 2007). O monitoramento do desempenho animal, através de pesagens constantes, verificação de escore corporal e principalmente pesagem do leite, no caso de rebanhos leiteiros é um indicador forte da situação geral do manejo que os animais estão sendo

submetidos, sendo tais índices fundamentais para realizar uma análise mais aprofundada da eficiência biológica e econômica de sistemas pastoris.

A planta e o animal são normalmente os componentes mais estudados em sistemas de pastejo. No entanto, o solo é um componente que deve ser analisado devido sua importância para o crescimento e desenvolvimento da planta forrageira (REINERT et al., 2009). Além disso, o pisoteio animal (SCAPINI et al., (1997); VZZOTTO et al., 2000) e o uso de irrigação (MANTOVANI et al., 2006).

O grande desafio dos modelos mais sustentáveis de produção a pasto tem sido a obtenção de viabilidade econômica para manejos que se encontram em equilíbrio ambiental. Jones e Dowling (2005) relataram uma experiência bem interessante de avaliação de sustentabilidade e eficiência econômica com quatro tipos de pastagem. As pastagens perenes apresentaram melhor controle da erosão e aumentaram a produtividade. Porém, os autores não estão certos sobre a viabilidade econômica do uso deste recurso ao longo do tempo.

Magalhães e Campos (2006), Peres et al. (2009), apontam o preço pago pelo litro de leite de vaca como o principal fator responsável pela inviabilidade econômica de pequenos empreendimentos de produção de leite. Enquanto, para leite de cabra, os altos custos de mão de obra tendem a tornar os sistemas mais extensivos inviáveis, enquanto sistemas mais intensivos tendem a apresentar melhor rentabilidade (DAL MONTE et al., 2009).

O estudo da sustentabilidade deve, portanto, envolver aspectos biológicos e econômicos, a fim de buscar o equilíbrio ambiental, dentro de limites que possibilitem ao produtor obter lucro financeiro, estimulando-o a usar de forma mais racional os recursos naturais que tem disponível para a produção animal utilizando pastagens.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e características climáticas

O trabalho de tese foi conduzido no setor de experimentação com caprinos leiteiros em pasto, na fazenda Três Lagoas (latitude 3°40'58.42"S e longitude 40°16'50.5" e 79m de altitude), um dos campos experimentais da Embrapa Caprinos e Ovinos em Sobral, Ceará, em uma área de aproximadamente 1,5 ha, subdividida em dois setores, contendo cada setor, 56 piquetes de 217m² (Figura 1). O clima da região é do tipo BShw' (Classificação de Köppen), semi-árido quente, com precipitações variando de 380 a 760mm, clima quente de baixa altitude e longitude. Possui duas estações: águas e seca, sendo a primeira irregular e variando de dezembro a maio, a segunda de longa duração de maio a novembro.



Figura 1 - Visão panorâmica da área experimental

O plantio do pasto, divisão das áreas e os testes no sistema de irrigação, bem como a estação de cobertura das cabras ocorreram de julho a novembro de 2008. O trabalho foi

executado de dezembro de 2008 a fevereiro de 2010, a fim de caracterizar dois cenários da produção de leite de cabra em pastagem: um cenário de produção nas águas e outro na estação seca. Nesse período, a duração da época chuvosa foi de janeiro a julho de 2009, cuja precipitação acumulada foi de 1.019mm, sendo maior do que a média histórica da região que é de 750 mm. A maior concentração das chuvas ocorreu entre os meses de março e maio (Figura 2). Sendo que o balanço hídrico foi positivo dos meses de fevereiro a maio de 2009. No restante dos meses em que o experimento foi conduzido, a evapotranspiração potencial (ET_p) foi sempre superior a precipitação (Figura 2).

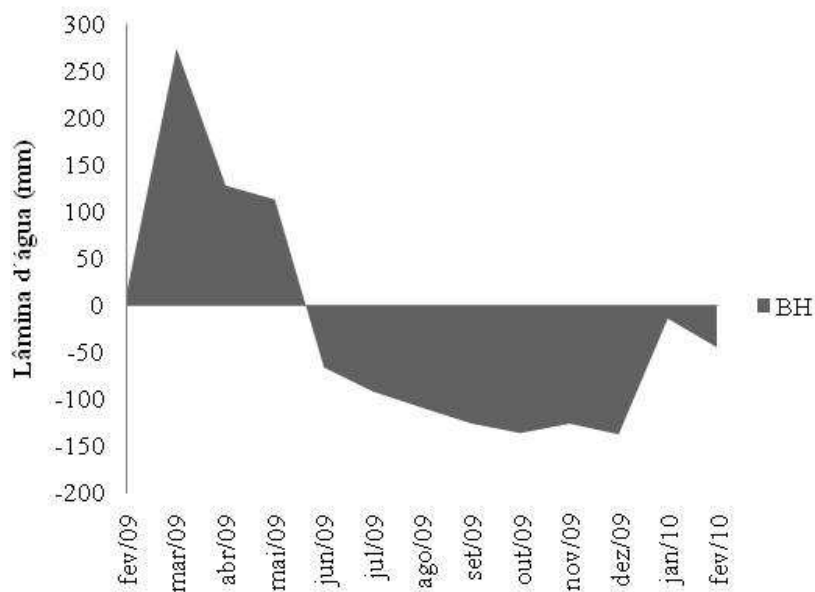


Figura 2 - Balanço hídrico (BH) registrado durante o período experimental

As temperaturas registradas no período experimental encontram-se graficamente representadas na Figura 3.

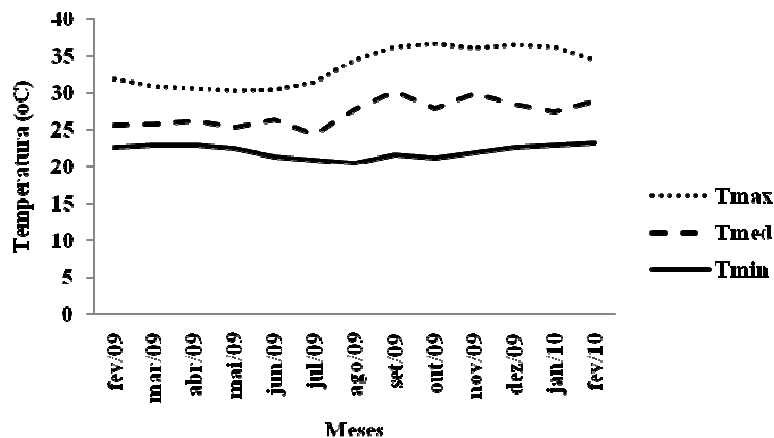


Figura 3 - Variações nas temperaturas máxima, mínima e média ao longo do período experimental

Outras características climáticas que compuseram o ambiente do local onde o trabalho foi conduzido podem ser visualizadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características climáticas mensuradas no ambiente experimental

Mês	2009												2010	
	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	
UR (%)	75	78	85	85	81	83	61	54	54	52	56	61	68	
VV (m/s)	1,3	1,2	1,1	0,8	1,0	0,6	1,9	2,9	2,4	2,9	3,4	3,3	1,8	
Dir.V.°	13	13	12	14	11	12	14	13	13	11	12	11	15	
Neb.*	7,0	7,4	7,9	7,5	5,3	5,5	3,5	3,2	4,2	3,8	4,2	5,0	6,2	

UR= umidade relativa do ar; V.V.=velocidade do vento; Dir.V.=direção do vento;

*Neb=nebulosidade varia de 1 a 10, onde 1 é céu pleno sem nuvens e 10 é céu completamente nublado.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foram desenhados quatro tratamentos, correspondendo a quatro manejos experimentais, baseados em combinações de doses de adubação nitrogenada e alturas residuais pós-pastejo. Tais combinações tinham por objetivo imprimir diferentes tipos de uso do pasto. Os manejos estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Características dos tipos de manejos experimentais com base em combinações de dose de nitrogênio com altura residual pós-pastejo

Manejos	Dose de Nitrogênio (kg/ha ano)	Altura residual preconizada (cm)	Altura residual obtida (cm)
Intensivo	600	33	32,7
Moderado	300	45	47,2
Leve	0	45	47,3
Extensivo	0	33	32,1

Manejo intensivo – Uso intensivo da planta forrageira, porém, com alta reposição de nutrientes para evitar o colapso do sistema e manter a produção da planta forrageira.

Manejo moderado – É um manejo mais conservador em relação ao intensivo. Nessa situação, há uma aceleração do processo de crescimento pelo uso de nitrogênio. A manutenção de um resíduo pós-pastejo mais alto pode reduzir a eficiência de colheita, mas proporciona maior aporte de matéria orgânica no sistema, auxiliando por exemplo na preservação das características físicas do solo. Pode ser mais sustentável por usar menos insumo externo.

Manejo leve – Uso menos intensivo da planta forrageira, porém sem reposição de nutrientes. Nessa situação espera-se que haja reciclagem de nutrientes, em função de se trabalhar com resíduo mais alto. Espera-se que com o mais longo período de descanso a planta possa mobilizar reservas e se recuperar do pastejo sem a utilização de nitrogênio externo ao sistema.

Manejo extensivo – Situação de uso intensivo da planta forrageira sem reposição de nutrientes via fertilização, representando o manejo responsável pela maioria dos casos de degradação de pasto no Brasil.

O delineamento experimental foi o de casualização completa com duas repetições. Como foram proporcionados vários ciclos de pastejos em cada manejo, as medições referentes aos dados coletados na planta forrageira foram efetuadas em todos os ciclos. As variáveis relativas à morfogênese e estrutura do pasto, foram avaliadas, a cada ciclo, em quatro piquetes (repetições) por período de descanso. Médias ponderadas foram calculadas, de modo que se obtivessem valores mensais para as variáveis referentes ao pasto. Para as avaliações referentes ao componente animal, foram avaliadas cinco repetições por manejo, sendo cada repetição uma cabra em lactação. As avaliações do solo foram realizadas a cada seis meses, com quatro repetições por manejo.

Uma visão geral da condição residual pós pastejo de cada manejo está ilustrada na Figura 4.

TRATAMENTO INTENSIVO



Resíduo Pós Pastejo = 32,7cm
TRATAMENTO MODERADO



Resíduo Pós Pastejo = 47,2 cm

TRATAMENTO EXTENSIVO



Resíduo Pós Pastejo = 32,1cm
TRATAMENTO LEVE



Resíduo Pós Pastejo = 47,3 cm

Figura 4 - Visualização da altura residual pós-pastejo de cada tratamento

3.3 Animais experimentais e seu manejo

Foram utilizados dois grupos de cabras, da raça Anglo Nubianas, como animais experimentais. O primeiro grupo foi utilizado no Cenário da Época das Águas. Na Tabela 3 encontram-se os dados com o histórico das características produtivas dos animais utilizados nesse cenário.

Tabela 3 – Histórico das características produtivas do grupo de cabras que foram utilizadas no experimento durante a época das águas.

Tratamento	PC (kg)	OP	PL (kg/cab)	DL(dias)
Intensivo	52±8	4 ±2	1,2±0,2	261±46
Moderado	55±8	3 ±1	1,2±0,3	259 ±49
Leve	55±8	5 ±2	1,2±0,3	261±46
Extensivo	57±2	5 ±1	1,3±0,2	286 ±39
Média Geral	55±6	4±1,8	1,2±0,2	267±42

PC=peso corporal; OP=ordem de parição; PL=produção de leite; DL=duração média da lactação

Na Tabela 4 encontram-se os dados com o histórico das características produtivas dos animais utilizados na época seca.

Tabela 4 – Histórico das características produtivas do grupo de cabras utilizadas na época seca

Tratamento	PC (kg)	OP	PL (kg/cab)	DL (dias)
Intensivo	44±8	2±1	0,370±0,87	317±100
Moderado	45±6	2±1	0,420±0,91	340±100
Leve	44±5	2±1	0,341±0,53	334±85
Extensivo	44±3	3±1	0,366±0,84	341±106
Média Geral	44±1	1,95±0,2	0,374±0,34	317±30

PC=peso corporal; OP=ordem de parição; PL=produção de leite; DL=duração média da lactação

Os animais utilizados na época seca eram em sua grande maioria animais jovens, com apenas uma lactação, sendo que esta por ter se estendido por quase um ano, pelo manejo que anteriormente era dado a esse grupo de animais, foi responsável pela média baixa de produção de leite.

Ambos os grupos, formados a partir da distribuição casualizada, foram ainda submetidos à análise de variância e teste de média (Tukey, $p < 0,05$), procedimentos que atestaram não haver diferenças entre os mesmos.

Foram utilizadas duas categorias de animais: prova e equilíbrio. Foram utilizados cinco animais de prova por tratamento. Tais animais permaneciam sempre no mesmo tratamento até o final do trabalho. Os animais de equilíbrio foram em número de 45. Esses eram mantidos em área de reserva e entravam e saiam dos piquetes conforme a necessidade do atendimento das metas de altura residuais preconizadas.

A ordenha era realizada de forma mecanizada e seguia o protocolo de ordenha proposto por Nogueira et al. (2008), visando à qualidade do leite. Na época das águas, os animais eram ordenhados diariamente pela manhã, permanecendo no pasto durante o dia, ao final da tarde eram recolhidos para a instalação, onde recebiam suplementação concentrada, sal mineral e água.

Na época seca, os animais eram ordenhados diariamente pela tarde, no horário de 13-14 horas, coincidindo com o horário onde os mesmos não estariam pastejando. Após a ordenha recebiam suplementação concentrada, equivalente a 40% da necessidade diária de consumo, em seguida eram levados ao pasto.

A troca de piquete ocorreu sempre após a ordenha. Sendo que época das águas esta troca se deu pela manhã e na época seca ocorreu pela tarde. Todos os piquetes com animais em pastejo possuíam uma área de sombrite de 9m²(Figura 5) e bebedouros com água à vontade para o consumo animal.

A**B**

Figura 5 - Animais sob sombrite (A) e ingerindo água (B)

O controle de verminoses ocorria uma vez por semana, utilizando o método de vermifugação seletiva, através da observação do grau de palidez da mucosa ocular (Figura 6), conhecido por método FAMACHA, descrito em Molento (2008). Os animais anêmicos

recebiam vermífugo (Figura 6B) e só eram novamente vermifugados, caso necessário, quinze dias depois da primeira vermifugação.

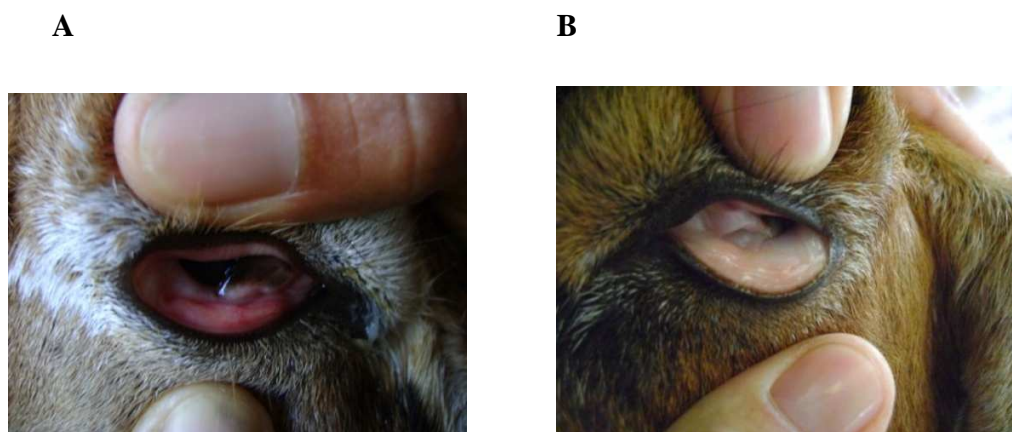


Figura 6 – Mucosa ocular de um animal que não necessita de vermifugação (A) e a mucosa de um animal que necessita ser vermifugado (B)

Para controle do mal do casco (*foot rot*), os animais passavam duas vezes por dia, antes e depois da ordenha, no pedilúvio com cal. As pesagens para acompanhamento do peso e da condição de escore corporal foram realizadas com frequência mensal (Figura 7).

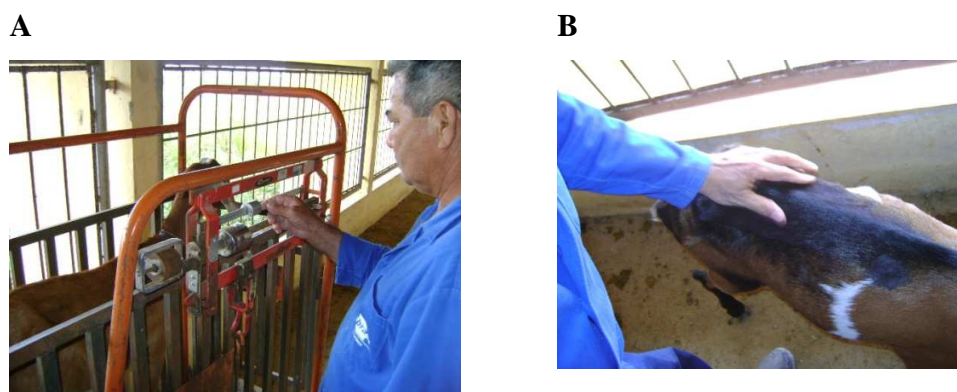


Figura 7 - Pesagem (A), verificação do escore corporal (B) de cabras Anglo Nubianas mantidas em pasto de capim-tanzânia

3.4 Manejo da pastagem

O método de pastejo utilizado foi a lotação rotativa, com taxa de lotação variável, portanto, cada tratamento possuía um grupo de animais de prova e animais de equilíbrio para auxiliar no manejo do pastejo, conforme explicado no item animais experimentais. O período de pastejo foi fixado em quatro dias, enquanto o período de descanso variou em função do tempo necessário para que cada tratamento atingisse o ponto de pastejo. Estabeleceu-se que este ponto seria o mesmo para todos os tratamentos. A condição única para que houvesse pastejo foi que o dossel estivesse interceptando $95\% \pm 0,5$ da radiação fotossinteticamente ativa incidente. Essa medição foi realizada durante o período de descanso, uma vez por semana, em 15 pontos por piquete, sendo que quando se aproximava os 95%, a avaliação é realizada a cada dois dias. As medições foram feitas em forma de cruz, em cada ponto medindo a radiação acima e abaixo do dossel, utilizando para isso o aparelho medidor de radiação Accupar LP-80 (Figura 8).

A**B**

Figura 8 - Medição no campo da radiação fotossinteticamente ativa (A) e visão do default de dados coletados (B)

3.5 Manejo do solo e da água

O tipo de solo predominante na área, de acordo com a nova classificação de solo é o Luvisso (SANTOS et al., 2006; CAMPOS; QUEIROZ, 2006). São solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural ou horizonte B nítrico, com argila de atividade alta e saturação por bases alta, imediatamente abaixo do horizonte A fraco ou horizonte A moderado, ou horizonte E, sendo quimicamente férteis.

Antes de começar o experimento foi realizada análise de solo, coletado em uma única profundidade (0-30cm) para caracterizar a condição de fertilidade inicial do solo e identificar a necessidade de correções para os principais nutrientes do solo. O resultado da análise pode ser visualizado na Tabela 5.

Tabela 5– Resultado análise de fertilidade inicial do solo

pH (água)	M. O. g/dm ³	V (%)	P mg/dm ³	Cu mg/dm ³	Fe mg/dm ³	Mn mg/dm ³	Zn mg/dm ³
5,4	14,9	78	7,0	0,6	176,0	44,8	6,3
K mmolc/dm ³	Ca mmolc/dm ³	Mg mmolc/dm ³	Al mmolc/dm ³	H+Al mmolc/dm ³	S.B. mmolc/dm ³	C.T.C. mmolc/dm ³	Na mmolc/dm ³
2,2	43,0	19,0	< 1	18,8	64,5	83,1	0,8

A fim de corrigir as deficiências apresentadas, bem como, proporcionar um bom desenvolvimento inicial do pasto, foi realizada em toda a área uma adubação de correção, consistindo da aplicação de 150 kg de uréia, 212 kg de superfosfato triplo, 302 kg de cloreto de potássio por hectare. Essa aplicação foi fracionada em duas vezes, antes do início do experimento.

As adubações de produção consistiram da aplicação apenas do nitrogênio, na forma de uréia, aos manejos intensivos e moderados, distribuídos ao longo do ano, de acordo com o

número estimado de ciclos de pastejo, sendo esta quantidade ajustada na medida em que o número de ciclos ia se definindo.

Durante o intervalo de descanso, dentro do ciclo de pastejo, a adubação nitrogenada foi fracionada em duas vezes, sendo a primeira aplicação um dia após a saída dos animais e a segunda, por volta da metade do período de descanso. A fonte de nitrogênio utilizada foi a uréia. A fim de minimizar as perdas por volatilização, a aplicação ocorria nas primeiras horas da manhã, e durante a estação seca, aplicava-se em seguida a irrigação.

A**B**

Figura 9 – Precipitação pluviométrica sobre a área na época chuvosa (A) e irrigação por aspersão na época seca (B)

A irrigação foi uma ferramenta utilizada para eliminar o efeito da estacionalidade. Foi implantado sistema de irrigação do tipo aspersão fixa de baixa pressão (0,4 MPa). A lâmina de água aplicada correspondeu à evapotranspiração da cultura (ET_c), obtida a partir da evapotranspiração de referência (ET₀), estimada através do método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998). O coeficiente de cultivo adotado (kc) foi proposto por Doorenbos e Kassan (1979). Foi considerada uma eficiência de aplicação de 70%, de forma que a lâmina média de água foi de 3,93 mm/hora, com turno de rega diário, em virtude das características físicas do solo,

cuja profundidade é inferior a 30cm. A lâmina d'água aplicada diariamente variou em função da taxa diária de evapotranspiração, conforme pode ser visto na Tabela 6.

Tabela 6 – Evapotranspiração média (ETO), lâmina d'água e tempo diário de irrigação da área durante os meses de balanço hídrico negativo registrados no experimento

Item	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.
ETO (mm/dia)	4,31	5,02	6,22	7,44	7,17	7,13	6,58	5,48
Lâmina d'água(mm/hr.)	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93	3,93
Tempo irrigação (hrs/dia.)	1,06	1,17	1,35	1,49	1,49	1,49	1,40	1,40

3.6 Indicadores de sustentabilidade analisados no componente planta forrageira

3.6.1 Fluxo de biomassa através da morfogênese

Durante o período de descanso foi feito o acompanhamento da morfogênese do capim-tanzânia (Figura 10), onde as taxas de aparecimento, alongamento e senescência de folhas e a taxa de alongamento de hastes foram mensuradas. Para cada tratamento experimental foram escolhidos por sorteio quatro piquetes e em cada piquete foram marcadas duas touceiras, dois dias após a saída dos animais. Em cada uma das touceiras, três perfilhos foram identificados aleatoriamente com anéis coloridos, aos quais foram atadas fitas coloridas da mesma cor para facilitar a localização.

A**B**

Figura 10 - Medição do comprimento de folhas de perfilho no manejo moderado (A) e no manejo leve (B)

Nos perfilhos marcados, a cada intervalo de quatro dias era medido o comprimento total e da porção verde de todas as lâminas foliares que não estavam completamente mortas a partir da lígula da própria folha - quando já expandida, ou da lígula da folha mais recentemente expandida – em se tratando de folha emergente. O comprimento da porção senescente foi obtido pela diferença entre o comprimento total da lâmina foliar e da porção ainda verde. O alongamento do colmo foi obtido como a diferença de altura da lígula mais distante da base do colmo por ocasião da primeira e última leitura durante o período de descanso.

Para expressar o crescimento linear em crescimento ponderal, no meio e ao final de cada período de descanso, foram coletados aleatoriamente quarenta perfilhos em cada piquete, os quais foram levados ao laboratório e separados em colmo, lâmina de folha expandida e lâmina de folha emergente. Cada uma dessas frações teve o comprimento de seus componentes registrado, sendo então submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 55° C, até peso constante e

pesadas, obtendo-se um índice de peso por unidade de comprimento para lâmina foliar e outro para colmo.

A densidade populacional de perfilhos foi estimada pela contagem do número de perfilhos em duas molduras por piquete experimental, de 1,0 x 1,0 m cada, representativas da condição geral do piquete. Essa contagem foi realizada no início e no final do período de descanso.

A taxa de acúmulo total (TAT) e a taxa de acúmulo líquido de forragem (TAF) durante o período de descanso foram obtidas utilizando as seguintes equações (adaptada de Davies, 1993):

$$TAT = [(TALF \times \alpha 1) + (TAIH \times \beta)] \times DPP$$

$$TAF = \{[(TALF \times \alpha 1) - (TSF \times \alpha 2)] + (TAIH \times \beta)\} \times DPP$$

Onde:

TAT = Taxa de acúmulo total de forragem (Kg MS/ha dia⁻¹);

TALF = taxa de alongamento de lâmina foliar (cm/perf dia⁻¹);

$\alpha 1$ = índice de peso por unidade de comprimento de lâmina foliar emergente (g/cm);

TAIH = taxa de alongamento das hastes (cm/perf dia⁻¹);

β = índice de peso por unidade de comprimento de hastes (g/cm);

DPP = densidade populacional de perfilhos no início do período de descanso (perf/ha).

TAF = taxa de acúmulo de líquido de forragem (kg MS/ha dia⁻¹);

TSF = taxa de senescência de lâmina foliar (cm/perf dia⁻¹);

$\alpha 2$ = índice de peso por unidade de comprimento de lâmina foliar adulta (g/cm);

A análise estatística foi realizada segundo o modelo delineado abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + Ti + C_{(i)j} + \varepsilon_{ijk}$$

Onde,

Y_{ijk} = observação relativa ao k^o piquete, no j^o mês, do i^o manejo;

μ = média da população;

Ti = efeito do i^o manejo;

$i = 1, 2, 3, 4$ manejos;

$C_{(ij)}$ = efeito do j° ciclo de pastejo; dentro do i° manejo

$j = 1, 2 \dots$ meses do ano;

ε_{ijk} = efeito aleatório relativo de k° piquete, no j° ciclo de pastejo, do i° manejo;

$k = 4$ piquetes por manejo (repetição).

Os dados amostrados foram analisados por meio de modelagem, utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2003). As médias comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

3.6.2 Características estruturais do pasto

As características estruturais do pasto foram avaliadas em dois momentos: ao início do período de descanso (um dia depois da saída dos animais) e no final de cada período de descanso (um dia antes do pastejo). As seguintes medidas para caracterização dos componentes estruturais do pasto foram coletadas.

Altura do pasto: estimada através da medição da altura em 50 pontos, por meio de régua graduada (Figura 11);



Figura 11 - Medição de altura em pasto no pré-pastejo

Componentes morfológicos e totais da forragem acumulada: Utilizou-se a coleta direta e o método de amostragem dirigida (PEDREIRA, 2002) para cortar duas molduras (1m² cada) por piquete, a 10cm do solo, um dia antes do pastejo. O material cortado por moldura era levado ao laboratório, onde se seguiam: a pesagem para determinação da produção total de forragem (MSFT); o fracionamento de duas amostras, de cada moldura, nos componentes: material vivo (MSFV) e material morto (MSMM), sendo o primeiro fracionado em folhas (MSLV) e colmo (MSCV) (Figura 12). Em seguida ocorria a pesagem das frações e secagem em estufa a 55°C até peso constante, para posterior determinação dos teores de matéria seca.



Figura 12 - Folha, colmo e material morto do manejo intensivo fracionados em coleta de massa de forragem pré-pastejo

Componentes morfológicos e totais da massa de forragem residual: Utilizou-se o mesmo procedimento de coleta adotado para a forragem acumulada (Figura 13), sendo que na coleta residual, a amostragem foi realizada um dia depois do pastejo.



Figura 13 - Folha, colmo e material morto do manejo intensivo fracionados em coleta de massa de forragem residual pós-pastejo

A análise estatística foi realizada segundo o modelo delineado abaixo:

$$Y_{ijk} = \mu + Ti + C_{(i)j} + \varepsilon_{ijk}$$

Onde,

Y_{ijk} = observação relativa ao k° piquete, no j° mês, do i° manejo;

μ = média da população;

Ti = efeito do i° manejo;

$i = 1, 2, 3, 4$ manejos;

$C_{(i)j}$ = efeito do j° ciclo de pastejo; dentro do i° manejo

$j = 1, 2 \dots$ meses do ano;

ε_{ijk} = efeito aleatório relativo de k° piquete, no j° ciclo de pastejo, do i° manejo;

$k = 4$ piquetes por manejo (repetição).

Os dados amostrados foram analisados por meio de modelagem, utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2003). As médias comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

3.7 Indicadores de sustentabilidade analisados no componente animal

3.7.1 Produção de leite

Os animais em lactação foram ordenhados diariamente, uma vez ao dia. O controle leiteiro foi realizado também diariamente em todos os animais, através da leitura do volume de leite medido com uso de medidor individual acoplado à ordenhadeira mecânica (Figura 14).



Figura 14 - Visão geral da sala de ordenha e dos medidores acoplados

O seguinte modelo matemático foi utilizado para analisar a produção de leite:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + M_{(j)} + \varepsilon_{ijk}$$

Onde,

Y_{ijk} = observação relativa ao k° piquete, na j° mês, do i° manejo;

μ = média da população;

T_i = efeito do i° manejo;

$i = 1, 2, 3, 4$ manejos;

$M_{(ij)}$ = efeito do j° mês de lactação; dentro do i° manejo;

$j = 1, 2, 3$ meses de lactação;

ϵ_{ijk} = efeito aleatório relativo de k° animal, no j° mês de lactação, do i° manejo;

$k = 5$ animais por tratamento (repetição).

Os dados amostrados foram analisados por meio de modelagem, utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2003). As médias comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

3.7.2 Suplementação concentrada

Os animais receberam suplementação concentrada tanto na época seca, quanto na época chuvosa, a fim de atender suas exigências nutricionais (Tabela 7), considerando que o pasto tropical sozinho não forneceria os nutrientes necessários para a produção de leite de forma sustentável. O arraçamento foi realizado em baias coletivas, em instalação anexa à sala de ordenha.

Tabela 7 – Composição do pasto e exigência de cabras em lactação

Pasto	MS (g/kg)	PB(g)	EM (Mcal/kg)	FDN(g)	Ca(g)	P(g)
Capim-tanzânia	250	91	1,96	736	4,82	1,71
Exigência Animal*	MS (g/dia)	PB (g/dia)	EM (Mcal/dia)	FDN	Ca (g/dia)	P(g/dia)
Cabras leiteiras	1790	240	4,53	-	18,02	9,01

* Fonte NRC (2007)

Os animais utilizados na época das águas tinham o fornecimento do concentrado controlado em função da média de produção de leite do grupo de animais mantidos no mesmo tratamento. Semanalmente a quantidade de concentrado era ajustada de modo que os animais recebessem 400g de concentrado por cada kg de leite produzido. O concentrado utilizado nesse cenário tem sua formulação descrita na Tabela 8.

Tabela 8 – Composição do concentrado utilizado na época chuvosa para cabras em lactação

Ingredientes	% na ração	PB(g)	EM(Mcal/kg)	EE(g)	FDN(g)	Ca(g)	P(g)
Milho	63	46,13	1,59	20,61	70,79	0,15	1,27
Farelo de soja	34	134,31	0,81	4,72	40,26	0,94	1,60
Fosfato bicálcico	0,6	-	-	-	-	1,24	0,96
Calcário calcítico	2,4	-	-	-	-	7,31	-
Total	100	180,44	2,40	25,33	111,05	9,64	3,82

Na época seca, os animais receberam uma quantidade fixa de concentrado, por cabeça, equivalendo ao fornecimento de 40% da exigência diária proveniente do concentrado, algo em torno de 600g/cab dia. A formulação do concentrado utilizado nesse período encontra-se na Tabela 9.

Tabela 9 – Composição do concentrado utilizado na época seca para cabras em lactação

Ingredientes	% na ração	PB(g)	EM(Mcal/kg)	EE(g)	FDN(g)	Ca(g)	P(g)
Milho	64	46,86	1,620	20,94	71,91	0,15	1,29
Farelo de soja	26	102,71	0,619	3,61	30,79	0,72	1,22
Óleo	05	-	0,334	44,32	-	-	-
Fosfato bicálcico	03	-	-	-	-	6,22	4,79
Calcário calcítico	02	-	-	-	-	6,09	-
Total	100	149,57	2,57	68,87	102,7	13,18	7,30

3.7.3 Peso e escore de condição corporal

Durante todo o período experimental todos os animais utilizados no experimento foram pesados e tiveram o escore de condição corporal aferido mensalmente. Estas características foram analisadas para o cenário de águas e secas de forma separada, considerando serem duas condições e grupos de animais diferentes. Foram considerados os efeitos de tratamento e de meses, bem como a interação entre eles.

O seguinte modelo matemático foi utilizado para analisar a produção de leite:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + M_{(j)} + \varepsilon_{ijk}$$

Onde,

Y_{ijk} = observação relativa ao k° piquete, na j° mês, do i° manejo;

μ = média da população;

T_i = efeito do i° manejo;

$i = 1, 2, 3, 4$ manejos;

$M_{(ij)}$ = efeito do j° mês de lactação; dentro do i° manejo

$j = 1, 2, 3$ meses;

ε_{ijk} = efeito aleatório relativo de k° animal, no j° mês de lactação, do i° manejo;

$k = 5$ animais por tratamento (repetição).

ε_{ijk} = efeito aleatório relativo de k° animal, no j° dia de pastejo, do i° manejo;

$k = 5$ animais por manejo (repetição).

Os dados amostrados foram analisados por meio de modelagem, utilizando-se o pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2003). As médias foram comparadas pelo teste t em nível de 5% de probabilidade.

3.7.4 Ocorrência de enfermidades gastrointestinais e outras doenças

O monitoramento de enfermidades gastrointestinais era realizado semanalmente conforme já descrito anteriormente, utilizando o método FAMACHA. A ocorrência de outras doenças era registrada na medida em que as mesmas ocorriam. Foi realizada a análise do efeito de tratamento sobre a frequência de ocorrência de cada grau de palidez observado, bem como análise da frequência de vermifugações, nos dois cenários avaliados.

Em virtude dos dados de grau FAMACHA não apresentarem uma distribuição normal, os mesmos passaram por uma transformação radial e só depois foram submetidos à análise de variância e ao procedimento de regressão polinomial, utilizando o pacote estatístico SAS (2003).

As outras doenças, mastites, pododermatites, pneumonias, etc tinham sua frequência registrada na medida em que ocorriam.

3.7.5 Comportamento animal em pastejo

Foram realizadas duas avaliações do comportamento animal: um na época das águas e outro na época seca.

Avaliação do comportamento em pastejo na época das águas

A avaliação foi realizada no final da estação chuvosa, no início de junho, quando a condição do pasto já expressava resposta aos manejos impostos e caracteriza a época chuvosa. Essa observação teve duração de nove horas, correspondendo ao tempo em que nessa época do ano, os animais foram mantidos no ambiente pastoril. Todos os tratamentos encontravam no meio do período de pastejo. A observação teve início às 8 horas, terminando às 17 horas. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento, sendo que os animais eram as repetições. Foram identificados cinco animais de cada tratamento como unidades de observação, sendo identificados por números marcados no dorso para facilitar a visualização (Figura 15). O tempo total de observação foi dividido em três turnos, onde em cada turno um observador por tratamento ficava responsável pela tomada de medidas.



Figura 15 - Visualização da identificação dos animais observados

As avaliações realizadas consistiram de dois tipos de mensurações. O primeiro tipo, as medidas instantâneas foram coletadas a intervalos de tempo de dez minutos. Essas medidas eram: local onde o animal se encontrava (Sol ou sob sombrite) e que atividade estava executando (Pastejo, ruminação, outras atividades ou ócio). O segundo tipo de medida, chamada medida pontual, era anotado cada vez que o animal executava as seguintes atividades: defecação, urinar, ingerir água.

A análise estatística foi conduzida segundo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = observação relativa ao i° manejo, no j° hora do dia, no k° animal;

μ = média da população;

T_i = efeito do i° manejo;

$i = 1, 2, 3, 4$ manejos;

P_j = efeito do j° hora do dia;

$j = 1, \dots, 9$ horas do dia;

ε_{ijk} = efeito aleatório relativo ao k° animal, na j° hora do dia, do i° manejo;

$k = 5$ animais (repetições)

Os dados amostrados foram analisados por meio de modelagem, utilizando-se o pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2003). As médias foram comparadas pelo teste Kruskal-Wallis em nível de 5% de probabilidade.

Avaliação do comportamento em pastejo no cenário da época seca

A avaliação foi realizada no final da estação seca, no início de novembro, quando a condição do pasto já expressava resposta aos manejos impostos e o manejo animal era característico da época seca. Essa observação teve duração de vinte e três horas, correspondendo ao tempo em que nessa época do ano, os animais foram mantidos no ambiente pastoril, descontando as horas que as cabras permaneciam na sala de ordenha. Todos os tratamentos encontravam no meio do período de pastejo. A observação teve início às 15 horas de um dia, terminando às 14 horas do outro, considerando que o dia de pastejo iniciava sempre após a ordenha, nessa época do ano realizada no início da tarde. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições por tratamento, sendo que os animais experimentais eram as repetições. O tempo total de observação foi dividido em quatro turnos, onde em cada turno um observador por tratamento ficava responsável pela tomada de medidas. O observador posicionava-se sobre plataformas de 1,5 m, a fim de observar melhor e interferir o mínimo possível no comportamento animal (Figura 16).



Figura 16 - Observador sobre plataforma tomando medidas do comportamento animal

As avaliações na época seca consistiram das mesmas realizadas para avaliar o comportamento animal na estação chuvosa. Com uma única diferença de que, no período noturno não havia a necessidade de registrar a busca do animal pela sombra.

Os dados relativos às medidas instantâneas foram tabulados como porcentagem do tempo total (de cada intervalo de três horas) destinado a cada atividade, enquanto as medidas pontuais foram interpretadas na forma de frequência (número de vezes que cada animal, na média do tratamento, efetuou uma dada atividade durante o dia, ou durante o intervalo de três horas).

Durante a avaliação do comportamento animal, determinou-se a taxa de bocados, expressa em bocados por minuto, em que eram contados os números de bocados realizados pelos animais de teste em um determinado tempo.

A análise estatística foi conduzida segundo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = observação relativa ao i° manejo, no j° hora do dia, no k° animal;

μ = média da população;

T_i = efeito do i° manejo;

$i = 1, 2, 3, 4$ manejos;

P_j = efeito do j° hora do dia;

$j = 1, \dots, 22$ horas do dia;

ε_{ijk} = efeito aleatório relativo ao k° animal, na j° hora do dia, do i° manejo;

$k = 5$ animais (repetições)

Os dados amostrados foram analisados por meio de modelagem, utilizando-se o pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2003). As médias foram comparadas pelo teste Kruskal-Wallis em nível de 5% de probabilidade.

3.8 Indicadores de sustentabilidade analisados para os componentes solo e água

3.8.1 Avaliação de parâmetros referentes ao componente solo

Densidade do solo: Para determinar o efeito da pressão de pastejo sobre a compactação do solo, foram realizadas amostragens antes e depois de cada cenário estudado, através da análise da densidade do solo pelo método do Anel volumétrico (EMBRAPA..., 1997). Com um trado específico para coleta de amostra indeformada de solo. Foram coletadas amostras em duas profundidades: 0-10cm e 10-30cm (Figura 17).

As amostras foram coletadas em dois pontos por piquete, em quatro piquetes por tratamento. Após a coleta o solo era retirado do anel e colocado em lata de alumínio, levado a estufa a 105°C até peso constante, para determinação do peso do solo seco e cálculo da densidade através da fórmula:

$$Ds = \frac{m}{V}$$

Onde:

Ds=densidade do solo g/cm³; m=massa seca de solo (g); V=volume do anel (cm³)

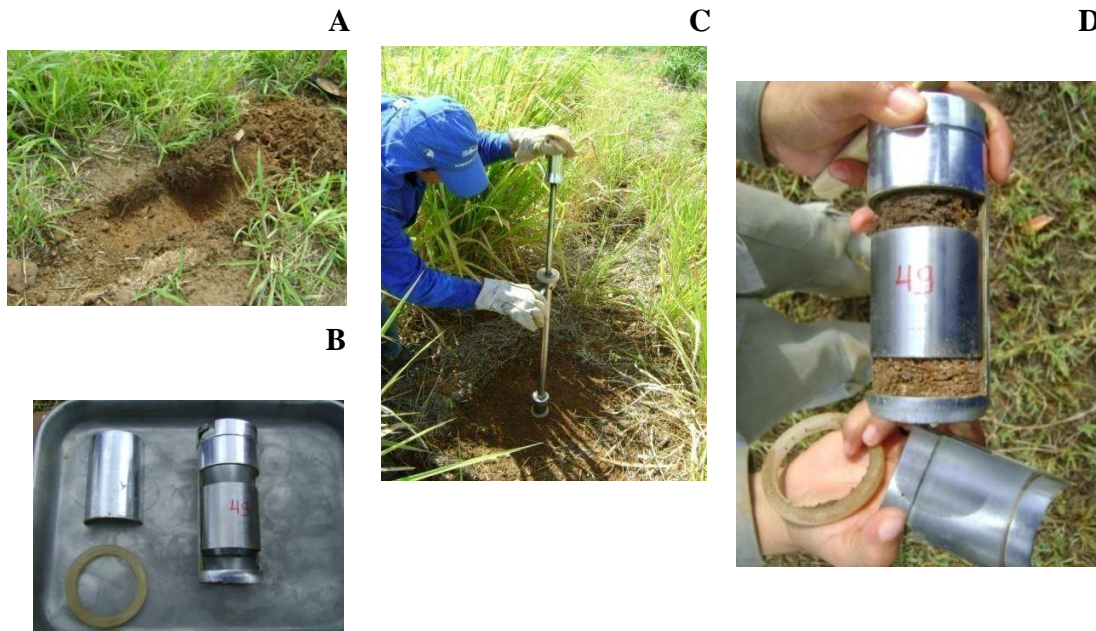


Figura 17 - Processo de coleta da amostra indeformada, iniciando-se com a abertura da mini-trincheira (A), preparo do copo coletor (B), coleta propriamente dita (C) e ao final o material amostrado (D)

A análise estatística foi conduzida segundo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} = observação relativa ao i° tratamento, na j° período de coleta, no k° piquete;

μ = média da população;

T_i = efeito do i° manejo;

$i = 1, 2, 3, 4$ manejo;

P_j = efeito do j° período de coleta;

$j = 1, 2, 3$ coletas;

ε_{ijk} = efeito aleatório relativo ao k° piquete, no j° período de coleta, do i° manejo;

$k = 8$ repetições (dois pontos em cada um dos quatro piquetes experimentais)

Os dados amostrados foram analisados por meio de modelagem, utilizando-se o pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2003). As médias foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Perda de sedimentos e de água por erosão

Foi utilizado o coletor de água e solo desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa. O coletor é formado por uma "mesa" de 0,20 m de largura, que foi inserida no solo, acoplada a uma calha móvel que sustentava um saco plástico (Figura 17A). Cada manejo recebeu quatro coletores, aleatoriamente distribuídos em cada um dos seus quatro piquetes experimentais.

Durante o período chuvoso, diariamente observavam-se os coletores no campo. Quando o saco plástico preso ao coletor, estivesse com pelo menos metade de seu volume com água ou sedimentos (Figura 17A) procedia-se a retirada do saco e colocava-se no lugar um novo saco vazio, sendo o material coletado levado para o laboratório. No laboratório, os sacos permaneciam por 12 horas em repouso para decantação dos sedimentos (Figura 17B), quando então procedia-se a transferência do volume de água para uma proveta graduada (Figura 17D), sendo o mesmo registrado. Os sedimentos contidos no saco plástico (Figura 17C) eram transferidos para latas de alumínio mediante lavagem com piseta de água, por isso, permaneciam por mais 6 horas para decantação e drenagem do excedente de água, sendo depois levados à estufa de ventilação forçada, a 55°C, para secagem até peso constante (Figura 18E). Após isso, a quantidade de sedimento era pesada, para determinação da quantidade de sedimento seco (FRANCO et al., 2002).

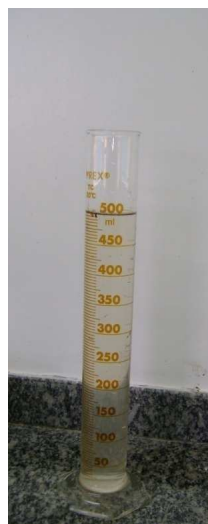
A**B****C****D****E**

Figura 18 – Etapas do processo de coleta de perdas de sedimento e água, iniciando na retirada do coletor no campo (A), decantação (B e C), medição da água (C) e obtenção do sedimento seco (D)

Um pluviógrafo foi instalado nas imediações da área experimental a fim de medir a precipitação. Os dados de perda de água foram convertidos para percentagem de precipitação registrada na área experimental. O volume de água e a quantidade de sedimentos oriundos do escoamento superficial foram convertidos para quilogramas de sedimentos e decímetros cúbicos de água por hectare, através da seguinte fórmula:

$$P = \left[\frac{(A \times Q)}{p} \right] \times LS$$

Onde: P = Perdas de sedimentos (kg ha⁻¹) ou água (dm³ ha⁻¹); A = fator de conversão, obtido pela divisão da largura da parcela (3 m) pela largura do coletor de solo e água (0,2 m); Q= quantidade de sedimentos em kg ou água em dm³ recolhido em cada coletor; p = área delimitada para coletor em hectare; e LS= fator da equação de previsão de perdas de solo para a combinação entre o grau de declividade e o comprimento de rampa, obtido conforme Bertoni e Lombardi Neto (1990), através da seguinte equação:

$$LS = 0,00984 C^{0,63} \times D^{1,18}$$

Onde: C = comprimento da rampa em metros (considerou-se o comprimento da área delimitada para o coletor de 10 m); e D = grau de declividade em porcentagem.

Os dados de perda de sedimentos e de água restringiram-se ao período chuvoso, pois na época seca tais perdas foram insignificantes.

A análise estatística foi conduzida segundo o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + P_j + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ijk} = observação relativa ao iº manejo, no kº piquete;

μ = média da população;

T_i = efeito do iº manejo;

i = 1, 2, 3,4 manejos;

P_j = efeito do j° piquete;

$j = 1,2,3,4$, piquetes;

ε_{ij} = efeito aleatório relativo ao k° piquete, do j° tratamento;

Os dados amostrados foram analisados por meio de modelagem, utilizando-se o pacote estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2003). As médias foram comparadas pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.

3.8.2 Avaliação da eficiência de uso de água

Calculou-se a eficiência de utilização de água, com base em adaptação de Shideed et al. (2005). Essa informação foi obtida dividindo-se a massa seca de forragem total produzida por dia, pela quantidade diária de água aplicada, de acordo com a fórmula abaixo:

$$EUA (kg MSFT * mm^{-1}) = \frac{Y}{V}$$

Y = produção de fitomassa (kg MSFT/ha * dia)

V = lâmina total de água aplicada durante o ciclo da cultura, mm;

A obtenção da eficiência relativa de uso de água (ERUA) para produção de leite foi calculada através da fórmula:

$$ERUA (kg leite * mm^{-1}) = \frac{PL}{V}$$

PL = produção de leite, kg;

V = lâmina total de água aplicada durante o ciclo da cultura, mm;

3.8.3 Avaliação da eficiência de utilização do nitrogênio

Para o cálculo da eficiência no uso do nitrogênio (EUN), utilizou-se o seguinte procedimento: dividiu-se a MSFT ou MSFV produzida pela quantidade total de nitrogênio (N) aplicado, conforme a equação:

$$EUN (kg MSFT * N kg^{-1}) = \frac{Y}{N}$$

Y=produção de fitomassa (kg MSFT/ha *dia)

N= total de nitrogênio aplicado durante o ciclo da cultura

A obtenção da eficiência relativa no uso do nitrogênio (ERUN) ocorreu pela relação entre kg de leite produzido pelo total de nitrogênio (N) aplicado.

$$ERUN (kg leite * N kg^{-1}) = \frac{PL}{N}$$

PL= produção de leite, kg;

N = total de nitrogênio aplicado durante o ciclo da cultura

3.9 Simulações da eficiência econômica do uso dos manejos testados avaliados

Por se tratar de uma área experimental, optou-se por utilizar os custos de implantação baseado em simulações dos custos com o sistema de irrigação referente a sistema de irrigação fixo de baixa pressão com preços orçados no mercado de Fortaleza – CE. Os itens que compuseram os custos de implantação foram os necessários para a formação do pasto, do sistema de irrigação e da infra-estrutura necessária para manutenção dos animais no pasto e para construção e instalação da ordenha. Foi feito levantamento do custeio, que incluiu mão-de-obra, suplementação concentrada, medicamentos, energia elétrica, entre outros. O custo com adubação,

que também faz parte do custeio, variou de acordo com cada tratamento. O custo anual com energia elétrica levou em consideração a tarifa atual cobrada pela operadora de energia elétrica (0,06398 R\$/kWh), no grupo Rural Irrigante, cuja tarifa é sensivelmente reduzida em relação à tarifa comum. A renda bruta foi obtida considerando como receita apenas a venda do leite, multiplicando-se a produção de leite (kg) pelo preço pago pelo kg de leite.

As variáveis econômicas utilizadas na simulação foram: receita líquida anual (RL) expressa em R\$/ano, relação benefício/custo (B/C), valor presente líquido (VPL) em R\$, para um horizonte de estudo de 10 anos; e taxa interna de retorno (TIR). A receita líquida foi obtida pela subtração do custo total da receita bruta.

A relação benefício/custo (B/C) foi calculada como o quociente entre o valor presente das receitas (benefícios) a serem obtidas e o valor presente dos custos (inclusive os investimentos), conforme a equação seguinte:

$$B/C = \Sigma[R/(1+r)] / [C/(1+r)]$$

Onde,

R: Receita dentro dos respectivos anos (R\$);

C: custo dentro dos respectivos anos (R\$);

r: Taxa real de desconto (decimal).

O valor presente líquido (VPL) é aquele valor presente dos benefícios líquidos (benefícios – custos) do projeto em um dado horizonte dele, conforme equação seguinte:

$$VPL = \Sigma [R/(1+r)] - \Sigma [C/(1+r)]$$

Onde,

R: Receitas dentro dos respectivos anos (R\$);

C: Custos dentro dos respectivos anos (R\$);

R: Taxa real de desconto (decimal).

A taxa interna de retorno (TIR) é o percentual que expressa a rentabilidade (retorno) anual média do capital alocado no projeto, durante todo o horizonte de análise do projeto. No caso da avaliação de um projeto por esse critério, sua aceitação, no sentido de ser economicamente desejável, ocorrerá se a sua TIR for superior a uma dada taxa de juros sobre o investimento, podendo ser comparada diretamente com o custo do capital, ou com as alternativas da aplicação dos recursos no mercado financeiro.

Para o cálculo da depreciação, utilizou-se o método linear ou das cotas fixas, que proporciona depreciação constante, cujo valor é determinado através da seguinte fórmula:

$$\frac{(V_i - V_f)}{N}$$

Onde:

V_i = valor inicial do bem

V_f = valor final, que corresponde ao valor do bem de capital após sua vida útil

N = número de anos de duração do capital (vida útil).

A análise econômica realizada considerou que o produtor já dispunha de rebanho e estaria apenas migrando para a produção de leite. Não foi contabilizada como receita a venda: de cabritos, de esterco e de animais excedentes, a idéia foi avaliar quanto apenas o leite por si pagaria os investimentos necessários para a execução da atividade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Impacto do tipo de manejo sobre o potencial de produção do pasto de capim-tanzânia avaliado por indicadores de sustentabilidade

O potencial de produção de forragem é o aspecto mais decisivo para garantir a sustentabilidade de qualquer sistema de produção pecuário utilizando pastagens. Para definir este potencial foram estudadas as características estruturais e morfogênicas como indicadoras de sustentabilidade.

A condição do resíduo pós-pastejo foi o ponto de partida para imprimir as diferentes intensidades aos tipos de manejo avaliados. Houve efeito significativo do tipo de manejo sobre o índice de área foliar (IAF) residual e a interceptação de radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) ($p < 0,05$) e os valores médios encontram-se na Tabela 8. Não houve efeito significativo de mês ou de época do ano sobre essas características. Pode-se dizer que o atendimento das metas de altura residual (Alt_r) refletiu sobre os valores de IAF e IRFA. Tratamentos manejados para alturas residuais mais baixas apresentaram menores valores residuais de IAF e IRFA (Tabela 10).

Tabela 10 – IAF e IRFA (%) do resíduo pós-pastejo em pasto de capim-tanzânia submetido a diferentes tipos de manejo

Parâmetro	Tipos de Manejo			
	Intensivo	Moderado	Leve	Extensivo
IAF	0,85b	1,51a	1,59a	0,96b
IRFA(%)	38,94b	54,17a	55,15a	34,80b

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si (Tukey a $p < 0,05$)

Houve efeito significativo ($p < 0,05$) do tipo de manejo sobre a massa seca total (MSFT), massa seca de material morto (TMM), massa seca de forragem verde (MSFV) e relação folha/haste, presente na massa de forragem residual pós-pastejo (Figura 19).

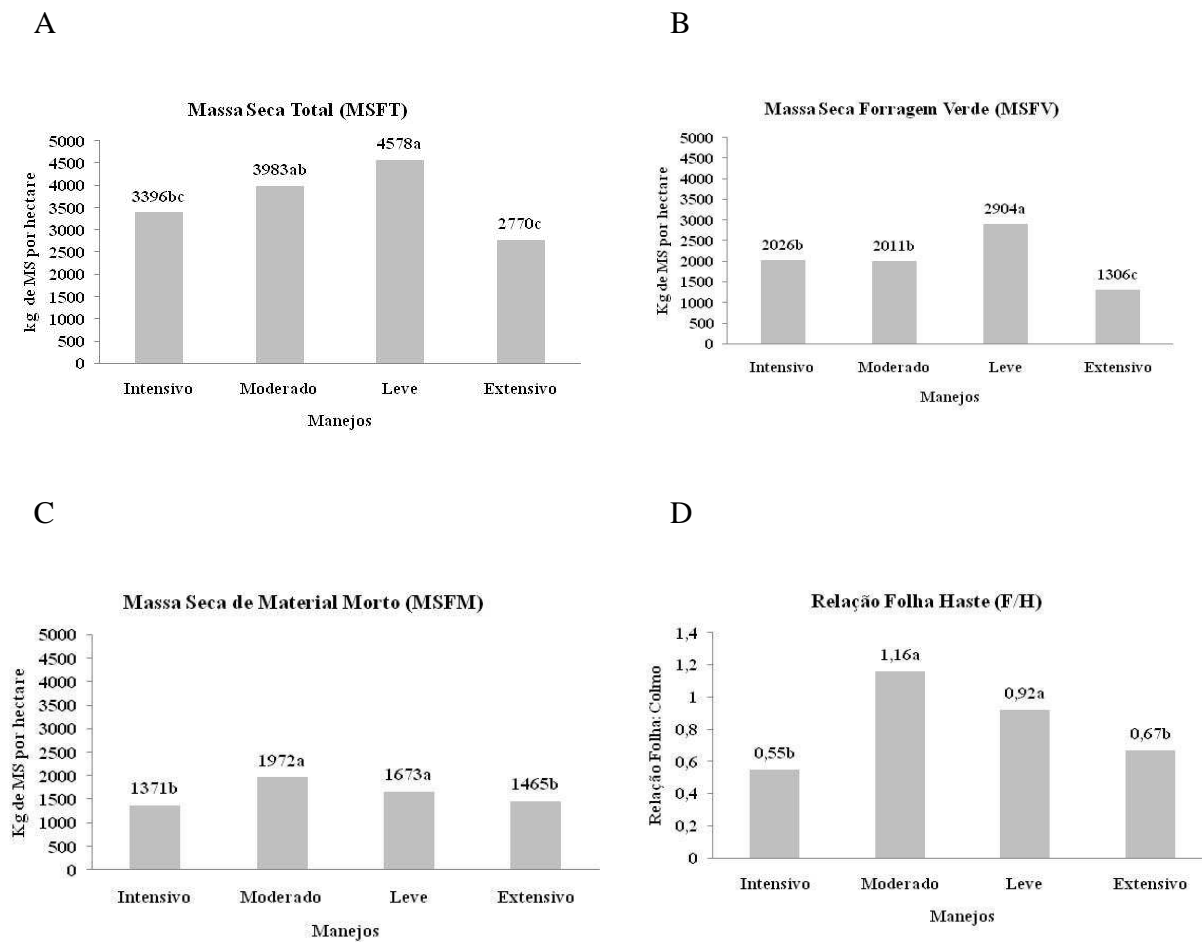


Figura 19 - Massa seca de forragem total (A), massa seca de material morto (B), massa seca de forragem verde (C) e relação folha:haste (D), na massa de forragem do resíduo pós pastejo de pasto de capim-tanzânia, submetido a diferentes tipos de manejos, por pastejo

A MSFT e MSFV foram mais altas no manejo leve e mais baixas no extensivo, enquanto os manejos moderado e intensivo ficaram em posição intermediária. Para as variáveis MSFM e Relação F/H, os manejos leve e moderado apresentaram os maiores valores, enquanto o intensivo e o extensivo obtiveram resultado contrário. O uso do nitrogênio como acelerador dos processos de crescimento da planta, nos manejos intensivo e moderado, para a condição residual do pasto é pouco expressivo, sendo mais importante na determinação da condição pré-pastejo, enquanto isso, a altura residual do pasto foi o fator de maior impacto na determinação das condições estruturais do pasto no resíduo pós-pastejo.

A caracterização inicial da condição residual e suas implicações sobre a estrutura do pasto são a base para o entendimento das respostas obtidas e dos impactos que os manejos geraram sobre as condições estruturais do pasto no pré-pastejo, sendo possível em seguida analisar o efeito dessa oferta de forragem sobre a produção de leite de cabra.

O panorama formado da condição residual pode ser sintetizado pelo uso menos intenso do pasto nos tratamentos leve e moderado, permitido que os mesmos apresentassem maior IAF, ou seja, resíduo maior de folhas verdes. No manejo mais intensivo, restou um IAF inferior (Tabela 10), tendo a restauração da sua área foliar sido propiciada pela elevada dose de adubo aplicada.

A condição pré-pastejo para altura, número de folhas por perfilho IAF e IRFA é apresentada na Tabela 11. Das três características acima citadas, a IRFA foi estabelecida como fator a ser utilizado para determinar o momento de encerramento do período de descanso. Esse valor deveria ser de $95 \pm 0,5\%$, o que se pode constatar que tal condição ocorreu para todos os tratamentos (Tabela 11). É interessante notar, que a condição preconizada foi obtida em uma altura menor nos tratamentos extensivo e intensivo.

Tabela 11 – Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (IRFA) em %, Altura (cm), e índice de área foliar (IAF) na condição pré-pastejo em pasto de capim-tanzânia, submetido a diferentes tipos de manejo, por ciclo de pastejo

Variável	Tipos de Manejo			
	Intensivo	Moderado	Leve	Extensivo
IRFA(%)	95,42a	94,52a	95,13a	94,67a
Altura(cm)	83,93b	90,58a	89,69a	86,44b
IAF	4,83a	4,77a	4,80a	4,63a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si (Tukey a $p < 0,05$)

A altura do pasto, além de apresentar diferenças entre tratamentos, também foi sensível ao efeito de mês ($P < 0,05$) durante o período avaliado (Figura 20).

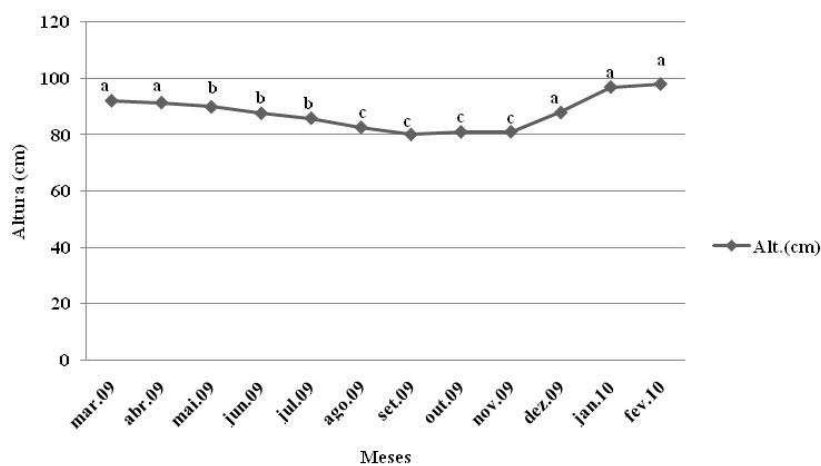


Figura 20 – Variação na altura pré-pastejo em pastos de capim-tanzânia, no período entre fevereiro de 2010 e março de 2009

Um dos principais fatores determinantes para o aumento da altura em pasto de capim-tanzânia é o alongamento de colmo (SANTOS, 2002). Entre os fatores mais determinantes para o alongamento do colmo, relacionado com variações climáticas é a disponibilidade de luz. A alta nebulosidade presente nos meses chuvosos (janeiro a junho) pode ter sido um fator responsável pelo maior alongamento das hastes. A nebulosidade aumenta a radiação difusa (TAIZ e ZEIGER, 2004), melhorando a distribuição de luz dentro do dossel, estimulando pontos de crescimento e a presença de novas folhas, induz ao sombreamento mais rápido no interior o que reduz a relação vermelho/vermelho extremo (V/VE) da luz transmitida para as camadas de folha inferiores (DEREGIBUS et al., 1985). Essa alteração luminosa é detectada pelo sistema fitocromo, mecanismo que as plantas possuem composto de uma proteína solúvel cuja forma ativa é a VE, a qual desencadeia o alongamento das hastes (CHORY, 1997; TAIZ; ZEIGER, 2006). Conforme DAVIS E SIMMONS (1994), as lâminas e bainhas foliares de *Hordeum vulgare* se alongaram quando houve redução na relação V/VE, efeito mais pronunciado nas bainhas. Héraut-Bron et al. (2001) também observaram alongamento dos pecíolos de *Trifolium repens* com a redução na relação V/VE. A maior taxa de nebulosidade foi registrada no mês de abril (Tabela 1). Foram registrados os menores índices (3 a 4) de agosto a novembro (Tabela 1), meses característicos da seca na região, que apresenta altas temperaturas (Figura 3) e alta insolação, sem ocorrência de chuvas (Figura 2). Nesse período, no mês de março ocorreu o florescimento do capim. Santos (2002) registrou as maiores taxas de alongamentos de hastes no período do florescimento do capim-tanzânia. Este é um período de redução rápida da relação folha:haste como poderá ser comprovado mais adiante (Figura 23D). Nesse período, nos perfilhos reprodutivos é interrompido aparecimento de folhas. Essa última característica não foi possível de provar nesse experimento uma vez que para a morfogênese só foram analisados perfilhos vegetativos.

O IAF não sofreu influência nem de tratamentos nem de mês ou época do ano variando de 4,6 a 4,9. Esse componente é de fundamental importância para o perfilhamento e manutenção da persistência e produtividade do pasto. A rebrotação dos pastos após o pastejo deve-se a três principais fatores: IAF residual, reservas orgânicas e número de pontos capazes de promover a

rebrotção (GOMIDE, 1997). Percebe-se que o IAF residual não afetou de maneira significativa essa condição no pré-pastejo. IAFs residuais mais altos (acima de 1,0) se caracterizam não necessariamente por restauração mais rápida da área foliar. As folhas mais velhas apresentam capacidade fotossintética menor que as folhas jovens. A presença de folhas novas é responsável pela aceleração no desenvolvimento da planta porque fotossinteticamente são mais eficientes, restaurando o IAF até um ponto em que a colheita de forragem de qualidade é mais favorável sem comprometer a fisiologia da planta (dossel atinge um IAF crítico) (PARSONS et al., 1983). O IAF crítico, primeiro valor de IAF onde o dossel intercepta 95% da radiação incidente, para capim-tanzânia tem se mostrado variável na literatura, uma vez que intervenções de manejo podem alterar o ângulo médio da folhagem (CÂNDIDO et al., 2006; CÂNDIDO 2003; GOMIDE; GOMIDE, 2000), alterando o coeficiente de extinção luminosa e, conseqüentemente, quantidade de luz transmitida com um mesmo valor de IAF (SUGIYAMA et al., 1985).

O tempo para que fosse atingido o IAF crítico, ou seja, a interceptação dos 95% da luz incidente nesse trabalho variou apenas entre os tratamentos e houve interação de tratamento com época do ano ($p < 0,05$), conforme se observa na Figura 21. Percebe-se ao observar tal Figura, que os pastos adubados apresentaram menor período de descanso (Figura 21A). Mello (2002), estudando capim-tanzânia, sob manejo rotacionado intensivo (adubado e irrigado) constatou que para esta cultivar o IAF crítico indicou a necessidade de períodos de descanso mais curtos em relação a pastos manejados extensivamente (sem adubação e sem irrigação). Esse resultado corrobora com a informação anteriormente citada de que a recuperação do IAF é impulsionada mais pela adubação do que propriamente por se permitir um IAF residual mais alto. É importante lembrar que o IAF crítico possui relação direta com a IRFA e, em geral, marca o início da senescência, sendo o ponto onde a máxima taxa de acúmulo líquido é obtida tanto para gramíneas temperadas (BROUGHAN, 1957), quanto para gramíneas tropicais (BARBOSA, 2004).

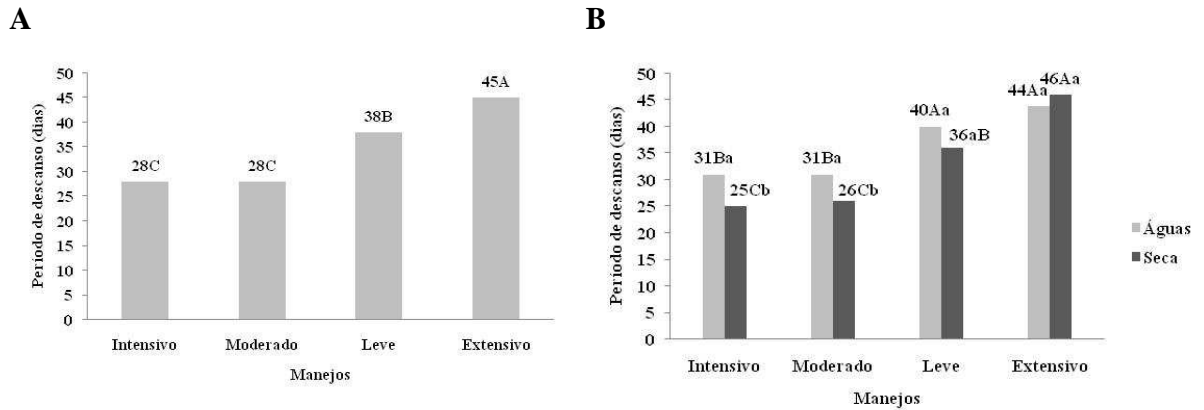


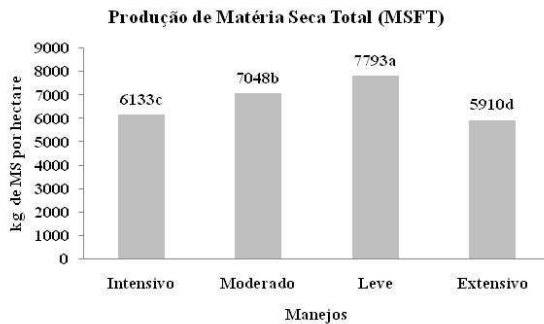
Figura 21 – Efeito dos manejos (A) e da interação de manejo com época do ano (B) sobre a duração média do intervalo de descanso em pasto de capim-tanzânia. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula significam que os tratamentos não diferem entre si ($p < 0,05$), médias dentro de um mesmo tratamento, seguidas de letras minúsculas significam que não há diferença entre épocas ($p < 0,05$)

A literatura traz uma série de dados que mostra diferença significativa na duração do período de descanso ao longo do ano. De um modo geral, percebeu-se que o uso da irrigação se mostra eficiente em reduzir efeito da estacionalidade na produção de forragem nas condições da Região Nordeste onde o experimento foi conduzido.

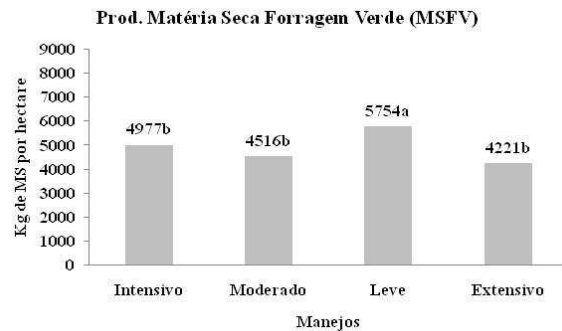
Na Figura 21B, o uso da adubação e da irrigação, na época seca, acelerou os processos de crescimento da planta, representando uma redução significativa na duração do intervalo de descanso dos manejos intensivo e moderado. É provável que para o manejo intensivo, a adubação nitrogenada tenha estimulado o perfilhamento (MASTURCELLO et al., 2006) mesmo diante de uma condição residual desfavorável (IAF e IRFA mais baixos, Tabela 10) o dossel conseguiu atingir o ponto de pastejo mais rapidamente. Para os pastos não adubados, o simples uso da irrigação impediu que se observasse diferença significativa de duração do período de descanso. Em relação à maior duração deste período de descanso, pode-se atribuir ao fato de a capacidade de interceptação luminosa esteve mais dependente da capacidade individual de cada folha uma vez que o perfilhamento foi menor, como será visto adiante.

A massa de forragem e seus componentes estão ilustrados na Figura 22. Houve efeito do tipo de manejo sobre MSFT, MSFV, MSMM e F/H ($p < 0,05$).

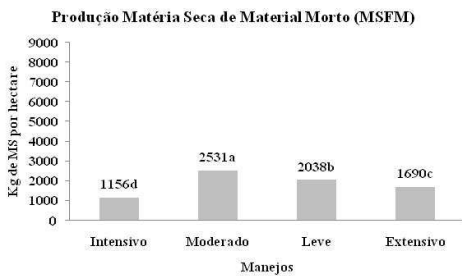
A



B



C



D

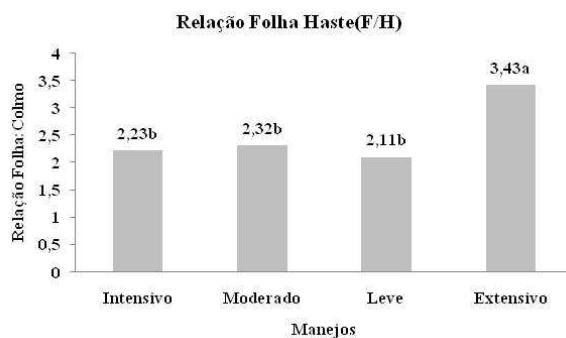


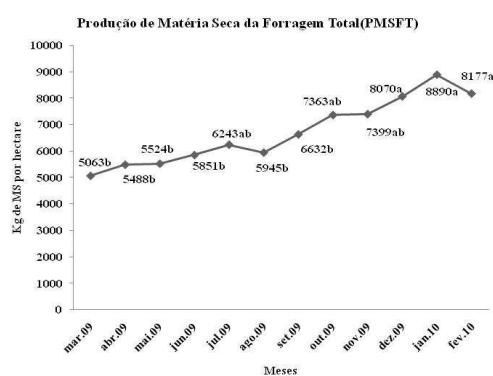
Figura 22– Representação gráfica das produções de massa seca de forragem total (A), massa seca de material morto (B), massa seca de forragem verde (C) e relação folha:haste (D) da condição pré-pastejo de pasto de capim-tanzânia submetido a diferentes tipos de manejos, por ciclo de pastejo

As maiores massas totais de forragem foram registradas nos tratamentos moderado e leve (Figura 22A). O componente que mais contribuiu para isso foi o material morto (Figura 22C), decorrentes de uma condição de massa de forragem residual mais elevada (Figura 19A). A maior

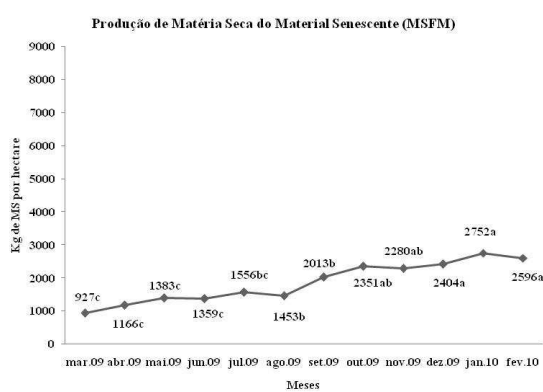
massa de forragem verde foi registrada no tratamento leve (Figura 22A), no entanto, o componente morfológico que mais contribuiu para esse resultado foi a haste (Figura 22 D).

Houve efeito de mês sobre MSFT, MSFV, MSFM e F/C ($p < 0,05$). Os dados são apresentados na Figura 23.

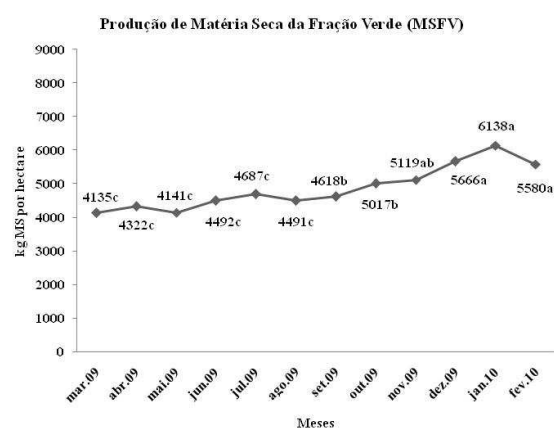
A



B



C



D

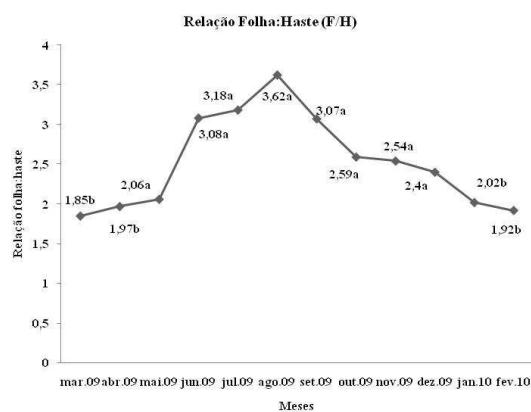


Figura 23 – Produção de massa seca de forragem total (A), produção de massa seca de material morto (B), produção de massa seca de forragem verde (C) e relação folha:colmo (D) em pasto de capim-tanzânia, de março de 2009 a fevereiro de 2010

As maiores massas de forragem foram registradas nos meses correspondentes a estação seca (julho a novembro) e na fase de transição secas água (dezembro a fevereiro), como se pode ver na Figura 23. A maior massa na fase de transição coincidiu com a maior altura do pasto (Figura 20), sendo esta resposta um possível efeito da competição intra-específica. Por outro lado, nos meses em que se registraram menores massas de forragem (março e abril), as maiores alturas foram registradas (Figura 23A). Provavelmente esse resultado foi influenciado pelo florescimento do capim e pela alta nebulosidade nesse período. Estas constatações podem levar a crer que o critério utilizado de interceptação de radiação fotossinteticamente ativa não foi capaz de sozinho promover a estabilidade da estrutura do pasto. Um aspecto que pode ter concorrido para a isso foi o fato do pasto ter apenas seis meses de implantado, portanto ainda em processo de estabilização de sua densidade populacional de perfilhos.

A senescência (Figura 23B) e a massa de forragem verde (Figura 23C) também foram maiores nos meses de maior produção. Com relação à composição da forragem verde, observa-se uma maior proporção de folhas entre os meses de junho e outubro (Figura 23D). Esse resultado deve-se ao fato de que durante este período a planta não apresentou limitantes fisiológicos (florescimento) ao acúmulo de material verde e a baixa nebulosidade não influenciou a emissão significativa de hastes nesse período.

As taxas diárias de acúmulo (TAC) e de senescência de forragem (TSF) obtidas via morfogênese, para cada tratamento estão graficamente representadas na Figura 24.

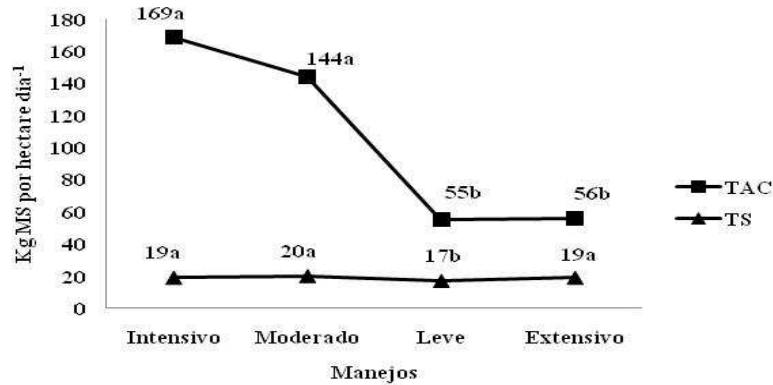


Figura 24 - Taxa de acúmulo líquido (TAC, kg MS/ha dia⁻¹) e taxa de senescência (TS, kg MS/ha dia⁻¹) em pasto de capim-tanzânia sob diferentes tipos de maneja, por ciclo de pastejo

A análise da figura 24 sinaliza para o fato de que os maneja intensivo e moderado apresentaram semelhante produção líquida de forragem. Esse resultado aponta para o fato de que a intensificação, através do uso de adubação nitrogenada favoreceu um aumento na produção líquida de forragem. Outros trabalhos na literatura com gramíneas do gênero *Panicum*, também têm demonstrado que a intensificação do maneja do pasto favorece a produção líquida de forragem (CÂNDIDO et al., 2006; CUTRIM JR., 2007; BARBOSA et al., 2007).

Com relação à taxa de senescência, exceto para o maneja leve, os demais maneja apresentaram taxas semelhantes, mas de modo geral as taxas foram baixas. O uso de 95% de interceptação luminosa como ponto para encerrar o período de descanso mostrou-se eficiente em controlar a senescência. Esse aspecto tem sido um dos principais aspectos relacionados na literatura (CARNEVALLI et al., 2006, BARBOSA et al., 2007; PEDREIRA; PEDREIRA; DA SILVA, 2009) como vantajoso para o uso deste critério.

As maiores taxas de acúmulo de forragem foram registradas nos tratamentos que receberam a adubação nitrogenada (Figura 24). A presença do nitrogênio como agente de aceleração do crescimento da planta fica bastante evidenciada nesse resultado. Para entender melhor como esse processo ocorreu, a observação do comportamento das características

morfogênicas é fundamental. Tais características foram mensuradas e seus principais resultados estão sumariados na Tabela 12.

Tabela 12 – Efeito do tipo de manejo sobre características morfológicas (TapF, FV/perfilho, Fil, TAlF, TAlC, TST e TVF) no capim-tanzânia submetido a diferentes tipos de manejo, durante o intervalo de descanso

Variáveis	Tipos de manejo			
	Intensivo	Moderado	Leve	Extensivo
TApF(folhas/dia)	0,13a	0,10ab	0,09b	0,08b
FV/ perfilho	3,1b	3,3b	3,0b	3,6a
FIL(dias/folha)	8b	11b	16a	14a
TAlF(cm per./dia)	7,11a	5,84b	3,72c	4,11c
TAlH(cm per./dia)	0,33a	0,23b	0,15c	0,13c
TSF _{ant} (cm per/dia)	0,57b	0,60b	0,71ab	0,83a
TSF _{pos} (cm per/dia)	0,04b	0,07b	0,09a	0,13a
TST(cm per/dia)	0,61b	0,68b	0,8ab	0,96a
TVF(dias)	26c	31c	37b	46a

TAPF=taxa de aparecimento de folhas; FV/perfilho=n° de folhas vivas por perfilho; FIL=filocrono; TAlF=taxa de alongamento de folha; TAlC=taxa de alongamento do colmo; TSF_{ant}= taxa de senescência das folhas anteriores à primeira que se expandiu, TSF_{pos}=taxa de senescência das folhas anteriores à primeira folha que se expandiu, TST=taxa de senescência, TVF= tempo de vida da folha.

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si. (p<0,05)

O efeito do nitrogênio sobre a taxa de alongamento foliar ocorre pelo maior acúmulo deste nutriente na zona de alongamento da folha, correspondente à região de divisão celular (GASTAL; NELSON, 1994). A velocidade com que novas folhas eram produzidas (TApF e FIL) e o crescimento significativamente maior destas folhas (TAlF) e de seus colmos (TAlH) foram responsáveis pelos maiores acúmulos registrados nos tratamentos intensivo e moderado (Figura

24). A menor duração de vida da folha nos tratamentos adubados deve-se ao fato de que a aceleração dos processos metabólicos é responsável pela maior renovação de tecidos e pelas altas taxas de aparecimento e de alongamento de folhas, o que fez com que a condição de pastejo fosse atingida mais rapidamente nos pastos sob manejos intensivo e moderado (Figura 20). Do lado oposto, a ausência de nitrogênio atrasou o aparecimento de folhas e, com isso, o tempo de vida das folhas foi significativamente maior.

O número de folhas por perfilho foi quantificado a fim de identificar se tal característica poderia ser utilizada como ferramenta para o manejo de pastagem. Cândido et al. (2005) e Cândido et al. (2006) trabalharam com o número de folhas como indicativo de frequência de pastejo em *Panicum maximum* cv. Mombaça e Tanzânia, respectivamente. No trabalho de 2006, os autores sinalizaram para o uso de até 2,5 folhas por perfilho como ideal para obter melhor produção e persistência do pasto, o que não foi a realidade do presente trabalho, pelo fato de nesta pesquisa a densidade populacional de perfilhos não estar ainda estabilizada, não sendo portanto este critério indicado para manejo de pastos ainda não estabilizados.

As taxas diárias de senescência foram maiores nos tratamentos sem adubação (Tabela 12). Neste trabalho onde os manejos combinaram adubação com altura residual, aparentemente a adubação não foi o fator mais decisivo para determinar as taxas de senescência. O manejo extensivo apresentou as maiores taxas. Por volta dos 30 dias de descanso, observou-se a intensificação dos processos de senescência, com contribuição tanto de folhas remanescentes do pastejo (taxa de senescência foliar anterior) quanto da morte de folhas produzidas dentro do período atual de descanso (taxa de senescência foliar posterior). Uma vez estabelecida a senescência, boa parte do nitrogênio provavelmente foi remobilizada para as folhas mais novas (LEMAIRE; CULLETON, 1989). Essa mobilização pode contribuir de forma significativa para a redução da atividade fotossintética de folhas mais velhas, sem necessariamente representar aumento nas taxas de produção de novas folhas. No manejo leve, a presença de um número maior de folhas velhas remanescentes de pastejos anteriores, associada a um maior IAF residual, acarretou maior comprimento de lâmina foliar, sendo responsável pelo aumento na taxa de

senescência foliar total, cujo processo teve início a partir do décimo dia de descanso, provavelmente com mobilização do nitrogênio de reserva e redução na eficiência fotossintética do perfilho. Isso pode explicar o fato de que, mesmo com folhas remanescentes de pastejos anteriores, a senescência não ter sido tão pronunciada no tratamento moderado, porque, possivelmente, o nitrogênio proveniente da adubação foi utilizado pelo perfilho para produção de novas folhas, não sobrecarregando o metabolismo das folhas velhas. No manejo intensivo, apesar da senescência ser registrada também a partir do décimo dia de descanso, em geral, as folhas senescentes eram folhas jovens e de tamanho pequeno, geralmente a primeira ou segunda folha do perfilho, o que contribuiu para que a TST nesse manejo fosse baixa.

Assim, pode-se proceder ao ajuste na duração média do período de descanso com o objetivo de minimizar a perda de tecidos foliares devido à senescência, desde que a lotação e a duração do período de pastejo sejam suficientes para remover a máxima proporção da forragem acumulada (NABINGER, 2002).

A análise do efeito do tempo sobre o comportamento das características morfogênicas foi realizada. Apenas a taxa de alongamento de hastes (Figura 25) e a taxa de aparecimento de folhas (Figura 26) apresentaram diferenças significativas entre meses.

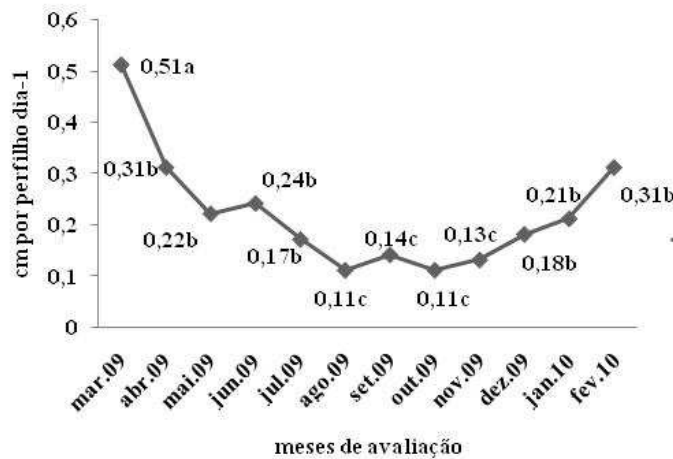


Figura 25 - Variação na taxa de alongamento de hastes em pasto de capim-tanzânia ao longo dos meses

O processo de alongamento do colmo é desencadeado a partir do momento em que ocorre uma redução na relação vermelho/vermelho extremo (V/VE), identificada pelo fitocromo (TAIZ; ZEIGER, 2006). Essa alteração ocorre pela ausência de luz no interior do dossel, cuja ocorrência está associada ao aumento do IAF ao longo do período de rebrotação em plantas sob pastejo rotacionado. O alongamento do colmo, portanto, favorece a penetração de luz no dossel, tendo como consequência o aumento da produção de massa seca de forragem total, seja pela melhoria na distribuição da radiação disponível ao longo do dossel, como também pelo maior teor de matéria seca (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). As maiores taxas de alongamento de colmo coincidiram com a época chuvosa e de transição secas-água (março a julho e dezembro a fevereiro). Nessa época, além do aspecto do auto-sombreamento característico da evolução do IAF ao longo do período de descanso, a redução da luminosidade causada pela nebulosidade pode contribuir para o maior desenvolvimento dessa estrutura morfológica. Apesar das peculiaridades de manejo nas diferentes regiões do país, as taxas de alongamento de colmo de capim-tanzânia, em plena estação de crescimento têm sido muito semelhantes entre trabalhos disponíveis na literatura (SILVA, 2004; CÂNDIDO et al., 2006).

A interrupção do intervalo de descanso no ponto certo é fundamental para que esta produção de hastes não venha a comprometer a qualidade e a quantidade de forragem verde a ser ofertada para animais em pastejo. Pedreira e Pedreira (2007) relataram que este ponto seria os 95%, que foram utilizados nesta tese.

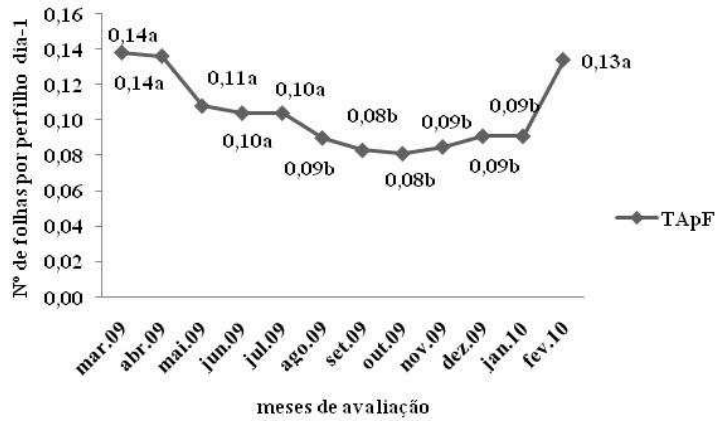


Figura 26 – Variação ao longo dos meses na taxa de aparecimento de folhas (TApF) em pasto de capim-tanzânia

A TApF mais freqüente na literatura consultada (FERLIN et al., 2006; CÂNDIDO et al., 2006; GOMIDE; GOMIDE, 2000) encontra-se na faixa de 0,07 a 0,09 folhas/perfilho, o que foi obtido neste trabalho nos meses de seca.

A densidade populacional de perfilhos apresentou tanto efeito de tratamento quanto a variação ao longo do ano, como pode ser visto na Figura 27.

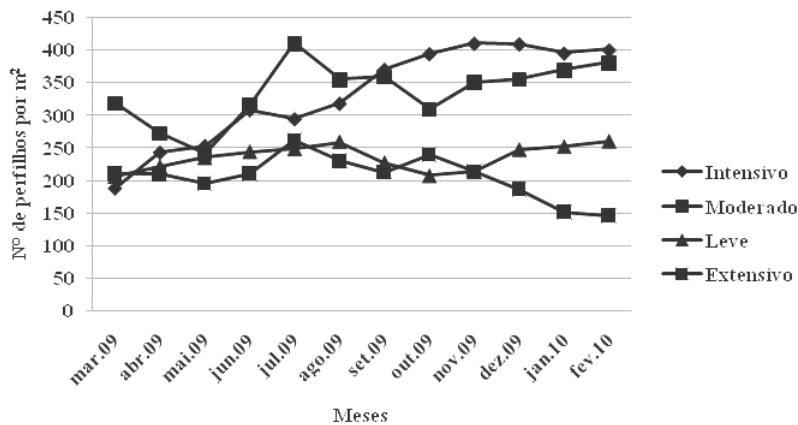


Figura 27 – Efeito do tipo de manejo sobre a variação na densidade populacional de perfilhos de março de 2009 a janeiro de 2010

Em termos de tratamento, as maiores densidades foram obtidas nos tratamentos intensivo e moderado. O potencial de perfilhamento de uma gramínea forrageira é determinado pela sua velocidade de emissão de folhas, porque cada folha formada corresponde à geração de uma ou mais gemas axilares. É conhecido o efeito do nitrogênio na ativação de gemas axilares. A análise do perfilhamento mês a mês mostra uma evolução na densidade populacional de perfilhos dos meses correspondentes a época chuvosa para os meses característicos da época seca. Em princípio, pode-se achar estranha esta resposta, mas o fato é que, esse é um pasto jovem, ainda em formação, por isso o comportamento crescente dessa variável ao longo do ano. Esse fato também explica a baixa densidade em relação a muitos dos trabalhos da literatura (CÂNDIDO et al., 2006; BARBOSA, 2004; SANTOS, 2002) que apontam para uma densidade em torno de 450 perfilhos/m² para pastos de capim-tanzânia, submetidos a manejo mais intensivo sob lotação rotativa. A análise comparativa dos tratamentos mês a mês, mostra que o manejo intensivo apresentou uma DPP crescente ao longo do ano, enquanto o manejo moderado apresentou fases crescentes, porém com tendência de estabilização nos seis últimos meses de avaliação. No entanto, ao final do experimento, os manejos moderado e manejo intensivo apresentaram similares valores de DPP. Em termos de efeito de mês, percebe-se um aumento na densidade de perfilhos nos meses equivalentes à época seca e transição seca-águas. Provavelmente, este aumento na densidade de perfilhos contribuiu para as maiores taxas de produção de forragem observada nesses meses (Figuras 23A e 23C).

No manejo extensivo percebe-se uma tendência de queda na densidade populacional de perfilhos. A perenidade de plantas individuais e, conseqüentemente do pasto, dependem da capacidade de substituição de perfilhos mortos. A produção dos perfilhos é estimulada por fatores como luz, temperatura e água, e nutrientes, principalmente o nitrogênio (LANGE, 1979). No caso do manejo extensivo, a ausência de nitrogênio certamente influenciou o perfilhamento, sendo que, a queda na DPP representa um importante sinal de que o pasto está entrando em declínio, ou seja, está sendo degradado.

É importante observar que as características estruturais e morfogênicas utilizadas no experimento foram sensíveis a fatores de produção externos, no caso o nitrogênio, sendo que algumas dessas características também foram sensíveis a variações climáticas ao longo do ano. A análise dessas características permite inferir sobre a taxa de produção e de acúmulo de forragem, permitindo a indicação de manejos que sejam mais eficientes no uso de ferramentas de manejo (altura residual) e na resposta a fatores abióticos (adubação nitrogenada), apresentando-se deste modo como potenciais indicadores de sustentabilidade na avaliação de ecossistemas de pastagens cultivadas.

Entre os manejos analisados, a partir dos indicadores avaliados, pode-se concluir que:

O manejo moderado, do ponto de vista da planta forrageira, apresentou-se como o mais eficiente entre aqueles que utilizaram nitrogênio. Para a maioria das variáveis de produção de forragem analisadas, não houve diferença significativa entre esse manejo e o manejo intensivo, representando uma economia em 50% da quantidade de nitrogênio que deveria entrar no sistema.

O manejo leve apresentou-se como opção interessante para modelos menos intensivos, onde não dependeu de adubação nitrogenada e apresentou produção de forragem elevada, mantendo uma densidade populacional de perfilhos mais ou menos constante ao longo do ano. O que a princípio poderia parecer uma desvantagem, o tempo mais longo para emitir e alongar folhas, associado a uma condição de altura residual maior, foram fatores decisivos para esse manejo demonstrar ser potencialmente sustentável.

A manutenção da condição sustentável em pastos que não recebe adubação é bastante questionável. Como os resultados acima se referem apenas a um ano de avaliação, recomenda-se que o uso do manejo leve para produzir forragem esteja associado com um monitoramento semestral da densidade populacional de perfilhos e da produção de forragem, associado com análise de fertilidade do solo, a fim de identificar deficiências e corrigi-las, evitando a degradação do pasto com o passar do tempo.

4.2 Implicações dos manejos impostos sobre o comportamento animal em pastejo

O estudo do comportamento animal é uma ponte entre os aspectos moleculares e fisiológicos da biologia e da ecologia (SNOWDON, 1999). O comportamento é a ligação entre organismos e o ambiente, sendo uma das propriedades mais importantes da vida animal. O comportamento tem um papel fundamental nas adaptações das funções biológicas, sendo inclusive sinal dos primeiros indícios de degradação ambiental (SNOWDON, 1999).

Os animais procuram se adaptar as condições ambientais alterando seus hábitos de pastejo. O período de duração de cada atividade pode variar de acordo com a estação do ano, com o tipo de manejo, com a oferta de forragem e com as condições climáticas (CUNHA et al., 1997).

O conhecimento sobre os aspectos comportamentais do animal em pastejo deve levar à busca de um ambiente favorável ao bem-estar animal, garantindo o consumo adequado de pasto e condições para a realização de outras atividades, como ruminação e ócio. Ambientes favoráveis ao pastejo certamente garantem que o animal encontre melhores condições de expressar suas características produtivas.

4.2.1 Aspectos do comportamento em pastejo das cabras durante a época das águas

Foram identificadas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre os manejos para as atividades pontuais (tempos de pastejo, ócio e ruminação). As atividades ocasionais (urinar, defecar e ingerir água) sofreram efeito de manejo ($p < 0,05$). Os tempos médios da ocorrência das primeiras e as frequências médias de registro das segundas podem ser visualizados na Tabela 13.

Tabela 13 – Tempo gasto (%) por caprinos leiteiros, com pastejo, ruminação, ócio e frequência de realização de atividades não pontuais (urinar, defecar, ingerir água), em pasto de capim-tanzânia submetido a diferentes manejos, durante 8 horas, na época das águas

Manejos	Tempo ¹ % Sombra	Tempo total ¹ (%)			Frequência ² (n° vezes /animal dia)		
		Pastejo	Ruminação	Ócio	Urina	Defecação	Água
Intensivo	16,7A	52,1B	5,2B	42,7A	13B	09B	05A
Moderado	8,3AB	53,1B	7,8B	39,1AB	09C	19A	06A
Leve	3,7B	40,6C	12A	47,4A	02D	04C	01B
Extensivo	12,0A	62,5A	4,7C	32,8B	16A	19A	06A

¹ Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tobey(p<0,05)

² Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Kruscall-Wallis (p<0,05)

Analisando os valores médios, o menor tempo de pastejo foi registrado no manejo leve, enquanto os animais do manejo extensivo gastaram mais tempo pastejando (Tabela 13). Isso se refletiu nos tempos de ócio, que foram menores para os animais no manejo extensivo. Quanto mais tempo em ócio menor será o gasto energético e assim, mais energia fica disponível para a função produtiva. O ambiente pastoril fornecido pelo manejo leve permitiu aos animais exercer a seletividade e assim, em menor tempo de pastejo serem mais eficientes no processo de colheita de forragem (VAN SOEST, 1994). Em termos de busca pela sombra, nos manejos extensivo e intensivo os animais procuraram mais vezes se abrigar. A condição de um pasto mais baixo pode ter induzido a essa resposta. Uma vez que sob estas condições a incidência de radiação solar sobre os animais pode ser maior

A observação dos dados de taxa de bocado (Tabela 14) mostra uma diferença significativa do manejo extensivo em relação aos demais. O aumento na taxa de bocado (TB), em geral, traduz uma resposta do animal na busca por aumento na eficiência de colheita de forragem em um pasto que, por exemplo, apresente menor densidade de perfilhos (CARVALHO et al., 2009), conforme

se confirma na Figura 27. Se em um determinado manejo a taxa de bocado é baixa, significa que o animal com menos bocados está colhendo a quantidade necessária de forragem para o atendimento de suas necessidades de consumo. Nessas condições a eficiência de colheita é melhor porque os gastos com apreensão de forragem são reduzidos.

Tabela 14 – Taxa de bocados (boc/min) realizadas por caprinos leiteiros em pasto de capim-tanzânia submetido a diferentes manejos durante os períodos registrados de pastejo, na época chuvosa

Item	Tipo de Manejo			
	Intensivo	Moderado	Leve	Extensivo
Taxa de bocado (boc./min.)	16,4b	18,0b	15,3b	23,0a

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente ($p < 0,05$, Teste de Kruskal-Wallis)

As primeiras horas de pastejo foram as mais intensas no manejo extensivo, onde se registraram maiores taxas de bocado (Figura 28). Nos manejos moderado e intensivo as maiores taxas de bocado ocorreram entre 11-12 horas. Sendo que o manejo intensivo apresentou uma taxa de bocado mais regular ao longo do período de observação, em virtude de uma condição mais uniforme de pastejo gerada pela alta intensidade. O manejo leve foi o que mais vezes se registrou as menores taxas de bocado (quatro vezes, em oito) entre todos os manejos testados.

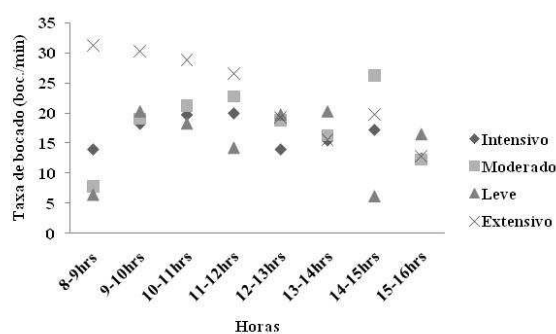


Figura 28 - Variação na taxa de bocado, por tratamento, ao longo do tempo de avaliação durante a época das águas

De acordo com o horário do dia, foram mensurados picos de ocorrência de atividades específicas, sendo estes picos na maioria das vezes relacionados de forma significativa (teste t, $p < 0,05$) a alguns dos manejos testados.

O horário no qual os animais mais buscaram sombra, independente de tratamento, foi das 10 às 13 horas, com pico nesses dois horários, Cunha et al. (1997) também relataram este mesmo fenômeno com ovinos. Este é o período de maior insolação durante a época chuvosa. Sendo, portanto importante manter áreas de sombra no pasto a fim de garantir o conforto animal, independente do nível de intensificação a ser trabalhado.

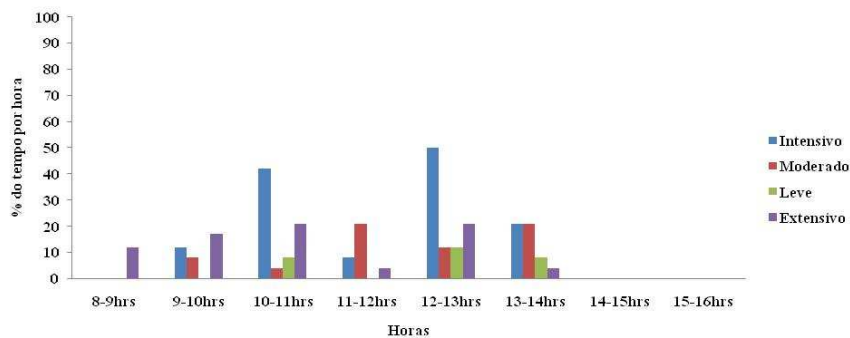
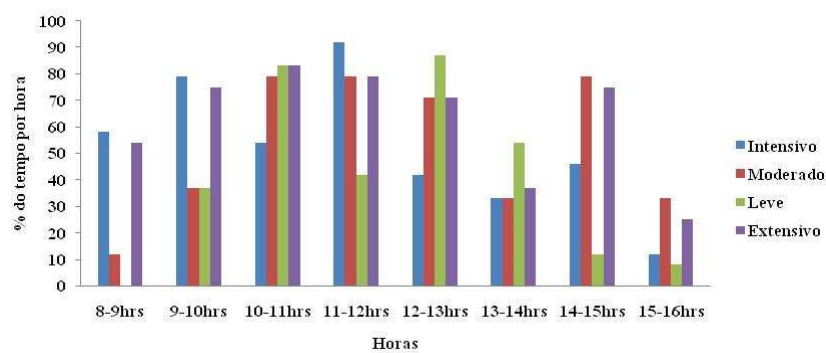
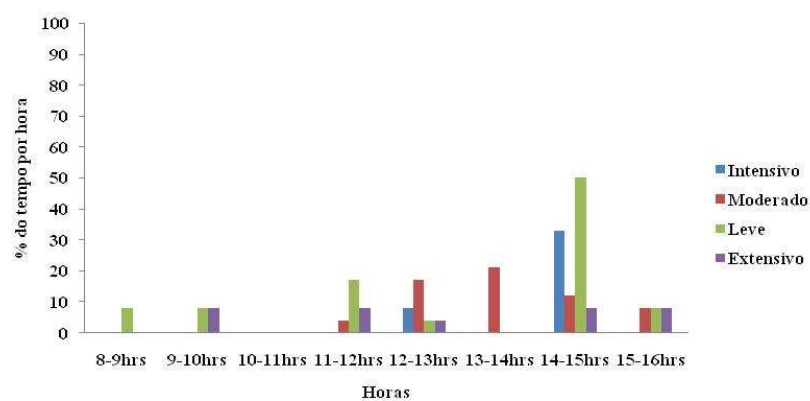


Figura 29 – Busca pela sombra por caprinos leiteiros em pasto de capim-tanzânia submetido a diferentes manejos

A



B



C

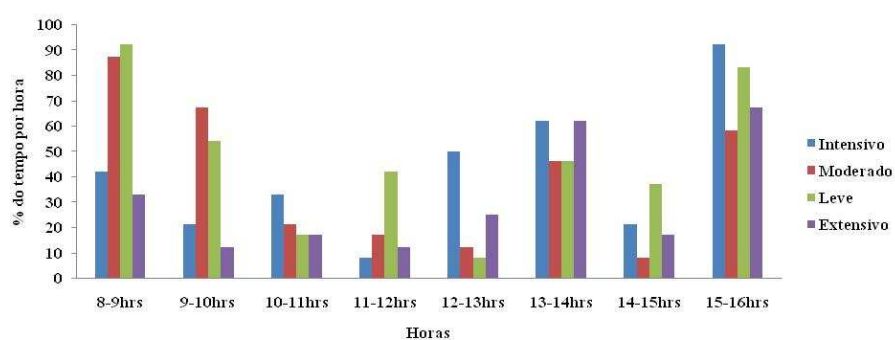


Figura 30 - Tempo de pastejo (A), tempo de ruminação (B) e ócio(C) avaliado em caprinos leiteiros, em pasto de capim-tanzânia, submetido a diferentes manejos nas águas

Os manejos leve e moderado apresentaram uma concentração significativa ($p < 0,05$) do período de pastejo no meio do período de avaliação e uma concentração também significativa das atividades de ruminação no final do dia. O tempo em ócio concentrou-se logo no início do período de avaliação e próximo do final, para os manejos intensivo, leve e moderado. Não foi possível identificar períodos característicos de ócio no manejo extensivo. Este aspecto pode demonstrar a dificuldade de apreensão de forragem para os animais sob esse manejo de modo que o animal tende a otimizar o tempo em atividade de pastejo (CUNHA et al., 1997).

Dentre as atividades ocasionais apenas a ingestão de água apresentou variação na sua ocorrência ao longo do dia. No manejo extensivo as ocorrências se concentraram das 9 às 11hs; no intensivo às 10hrs; e no moderado das 10 às 14hs. Para o manejo leve não foi identificada nenhum período onde a atividade apresenta-se uma concentração de ocorrência significativa (Figura 31).

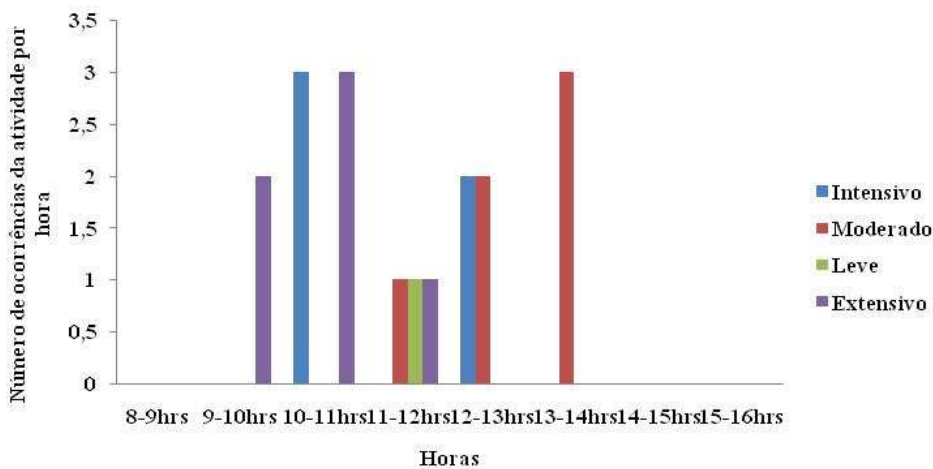


Figura 31 - Tempo ingerindo água avaliado em caprinos leiteiros, em pasto de capim-tanzânia, submetido a diferentes manejos nas águas

A ingestão de água está relacionada com teor de matéria seca da forragem e com aspectos referentes ao ambiente em que os animais se encontram (PERISSINOTTO et al., 2005). Na época

das águas onde as temperaturas são mais amenas e o teor de matéria seca da forragem mais baixo (em torno de 25%), a frequência de ingestão de água foi baixa.

Para a época das águas, os animais no manejo extensivo foram penalizados pela condição de manejo imposta ao pasto, que os obrigou a pastejarem por mais tempo, inclusive em horários que animais de outros manejos evitaram o pastejo para se proteger do calor, ruminar ou simplesmente ficar em ócio, aumentando as chances de melhor desempenho dos últimos, pela redução no gasto energético de manutenção. O manejo leve foi o que ofereceu melhores condições de pastejo e provavelmente possibilitou que os animais sob este regime apresentassem melhores desempenhos.

A manutenção dos animais por apenas oito horas no pasto não é suficiente para que estes tenham atendidas todas as suas exigências nutricionais. Lefrileux et al. (2008), trabalhando com gramíneas e leguminosas temperadas, estabeleceram que de um período de permanência de 24 horas no pasto, o período mínimo de oito horas de pastejo (no pasto consorciado) seria o tempo adequado para que não fosse necessária qualquer suplementação. No caso das gramíneas tropicais quando os animais são estabulados à noite é necessário completar a alimentação com suplementação concentrada. A necessidade de suplementação volumosa, nesses casos, também deve ser avaliada, a fim de garantir o atendimento das exigências nutricionais e não comprometimento da produção.

4.2.2 Aspectos do comportamento em pastejo das cabras durante a época seca

Na época seca, outro cenário caracterizou o comportamento animal em pastejo. Não foram registradas diferenças nos tempos de pastejo entre os manejos (Tabela 15). O maior tempo de permanência no pasto pode ter compensado o efeito de manejo sobre esta característica do comportamento animal.

Tabela 15 - Aspectos comportamentais de caprinos leiteiros em pasto de capim-tanzânia submetido a diferentes manejos, durante 22 horas, na época seca

Manejos	Tempo ¹	Tempo total ¹ (%)			Frequência (n° vezes /animal dia) ²			
	% Sombra	Pastejo	Ruminação	Ócio	Urina	Defecação	Água	Sal
Intensivo	17,6A	31A	19,5B	49,5B	22A	15B	7AB	6B
Moderado	10,9A	27,2A	31,6A	41,2C	22A	24A	10B	11A
Leve	12,4A	29,1A	22,9B	47,9B	11B	18B	2C	-
Extensivo	6,6B	27,4A	16,8C	55,6A	24A	28A	18A	6B

¹ Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si (p<0,05, TesteTukey)

² Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si (p<0,05, Teste de Kruskal-Wallis)

A medição da taxa de bocados também foi realizada na época seca, onde as maiores taxas de bocado foram registradas nos manejos moderado e extensivo (Tabela 16). Isso provavelmente deveu-se ao alongamento das hastes, propiciado no primeiro caso pela adubação nitrogenada associada a uma altura de resíduo alta e no segundo caso pelo longo período de descanso. O maior tempo de ruminação no manejo moderado em relação ao extensivo indica que o primeiro pode ter tido a necessidade de ruminar mais para extrair melhor os nutrientes presentes no pasto. O uso do nitrogênio, associado com resíduo mais alto pode ter deixado o pasto do manejo moderado com um teor mais alto de fibra e uma necessidade maior de ruminação (VIEIRA et al., 2008).

Tabela 16 – Taxa de bocados (boc/min) realizadas por caprinos leiteiros em pasto de capim-tanzânia submetido a diferentes manejos durante os períodos registrados de pastejo, na época seca

Item	Tipo de Manejo			
	Intensivo	Moderado	Leve	Extensivo
Taxa de bocado (boc./min.)	14,3b	23,5a	17,6b	23,3a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey ($P>0,05$)

Observou-se uma variação significativa ($p<0,05$) na taxa de bocado (TxB) ao longo dos períodos de pastejo por manejo avaliado. Na Figura 32 percebe-se maior taxa de bocado nas cabras pastejando nos piquetes sob manejos extensivo e moderado. No período noturno a TxB do manejo extensivo foi mais alta que de todos os outros manejos. No mesmo período a TxB foi a mesma para os manejos leve e moderado e não foi registrada nenhuma medida para o manejo intensivo. Percebe-se que a exemplo do que ocorreu na época das águas o tratamento leve apresentou as menores taxas de bocado na maioria dos horários observados.

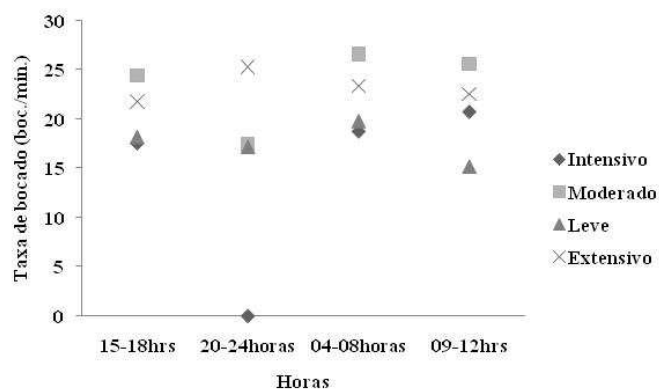


Figura 32 - Variação na taxa de bocado, por manejo, por períodos mais expressivos da atividade de pastejo, durante a época seca

O tempo de ruminação diferiu entre os manejos ($p < 0,05$, Teste de Tukey). O maior tempo de ruminação foi do tratamento moderado, seguido pelo leve, intensivo e extensivo. Um dos aspectos que interfere no tempo de ruminação é o teor de fibra da dieta. Pode ser que no manejo moderado, durante a época seca, a combinação do input de nitrogênio com um resíduo pós pastejo mais alto tenham afetado a qualidade deste pasto, necessitando que os animais gastassem um pouco mais de tempo com a ruminação.

O tratamento cujos animais passaram maior tempo em ócio ($p < 0,05$, Teste de Tukey) foi o extensivo. Os animais dos tratamentos intensivo e leve apresentaram semelhante tempo em ócio, e esse tempo foi superior ao dos animais do manejo moderado (Tabela 15).

Com relação às atividades não pontuais, o maior consumo de sal foi registrado no tratamento moderado, sendo que não houve diferença entre o consumo nos tratamentos extensivo e intensivo ($p < 0,05$, Teste de Kruskal-Wallis).

Assim como na época seca, a busca pela sombra concentrou-se principalmente nos horários mais quentes do dia (Figura 33). É importante lembrar que entre 13-15 horas, horários de pico de insolação, os animais foram conduzidos à sala de ordenha para serem ordenhados e receberem suplementação, fugindo ainda da condição imprópria para o pastejo, característica do horário.

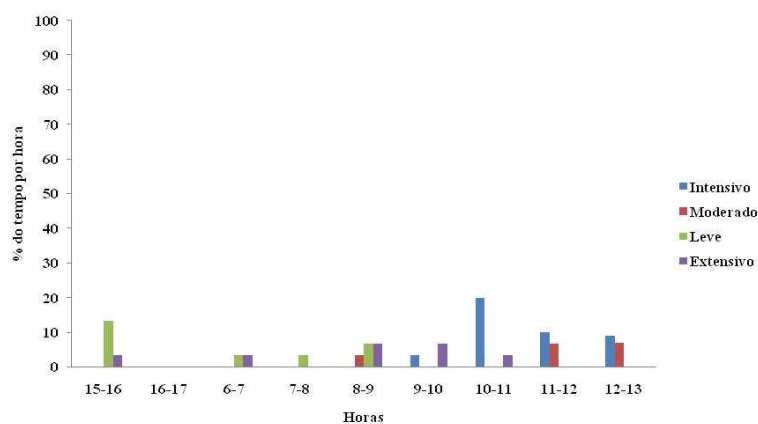


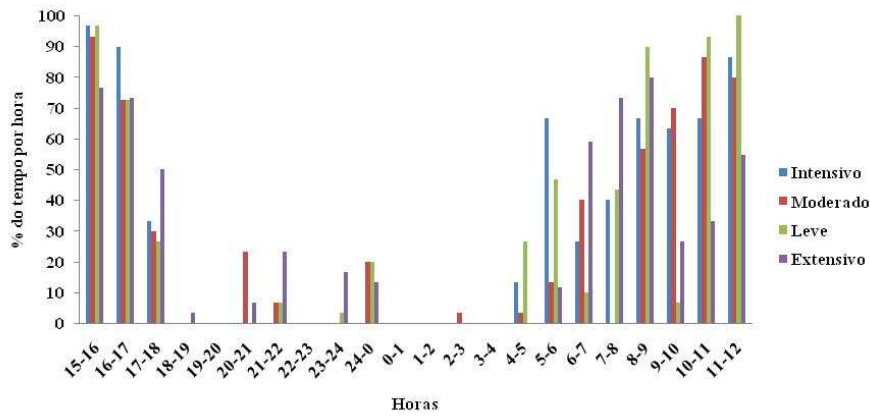
Figura 33 – Busca pela sombra por caprinos leiteiros em pasto de capim-tanzânia submetido a diferentes manejos, durante a época seca

Em termos da distribuição das atividades ao longo do dia, foi possível detectar três períodos de pastejo: nas três primeiras horas que os animais adentraram ao piquete após a ordenha, um período de pastejo menos intenso entre 21 e 24 horas e um intenso período de pastejo se iniciando na madrugada com pico por volta das oito horas da manhã. Para o tratamento intensivo, não foi observada atividade de pastejo no horário entre 21-24 horas. (Figura 34A).

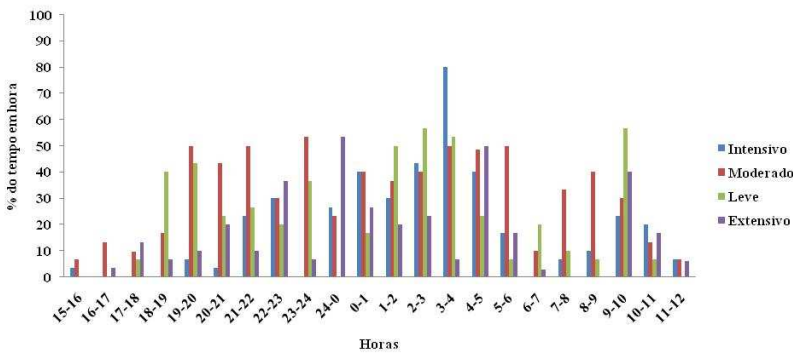
A ocorrência da ruminação variou entre horas dentro de cada tratamento ($p < 0,05$, Teste de Kruskal-Wallis). No tratamento extensivo os animais ruminaram praticamente todas as horas, com maior concentração no horário da madrugada. Assim como no tratamento extensivo, o tratamento moderado registrou ruminações em quase todas as horas (Figura 34B). No tratamento intensivo, não foram registradas ruminações nas primeiras horas que os animais adentraram ao piquete após a ordenha. O manejo leve apresentou mais picos de ruminação, que foram registrados por volta das 22; 3 e 11 horas.

Dentro de cada tratamento, as horas de ócio variaram (Figura 34C). No tratamento extensivo, há algum tempo para ócio em todas as horas, com pico ocorrendo entre 18 e 20 horas. No manejo intensivo, praticamente não se registra ócio no início e final dos períodos de avaliação. Esse efeito pode ser devido à presença de mais animais numa pequena área, já que esse manejo propiciou maior taxa de lotação, ocasionando a presença de grande número de animais próximos um ao outro, o que pode ter induzido uma maior avidez na ingestão da forragem. O pico de ócio dos animais nesse tratamento ocorreu das 18 a 21 horas. Nos tratamentos leve e moderado, o mesmo evento ocorreu entre 23hrs e uma hora da manhã e entre 18-19 horas, respectivamente. Os tratamentos leve e moderado apresentaram uma distribuição bem regular, sendo que o moderado não registrou ócio nas duas últimas horas de observação.

A



B



C

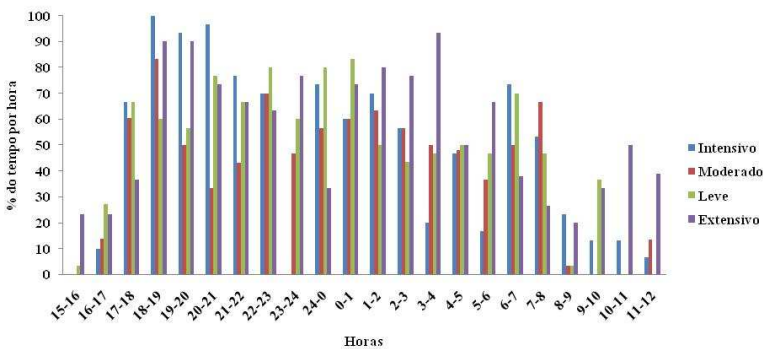


Figura 34 - Tempo de pastejo (A), tempo de ruminação (B) e ócio(C) avaliado em caprinos leiteiros, em pasto de capim-tanzânia, submetido a diferentes manejos

Em síntese, pode-se dizer que o maior tempo que os animais passaram no pasto, durante a época seca, permitiu que os animais apresentassem ajustes nos horários de pastejo, ruminação e ócio, em função do tipo de manejo que lhes era imposto para pastejo. Esses ajustes permitiram obter uma coerência entre os efeitos dos tratamentos sobre o comportamento animal. Fica claro o esforço extra dos animais que compõem o manejo extensivo para obter o alimento que necessitam para o atendimento de suas exigências nutricionais. A situação imposta pelo manejo leve, aparentemente forneceu melhor condição de conforto para os animais em pastejo, enquanto o manejo intensivo e moderado apresentaram posição intermediária, com seus devidos ajustes e fornecimento de um ambiente de pastejo também favorável à criação de cabras leiteiras do ponto de vista de aspectos referentes ao comportamento animal.

4.3 Implicações dos manejos impostos sobre o escore de condição corporal e o peso das cabras

O peso e o escore de condição corporal são ferramentas indispensáveis para o monitoramento da condição nutricional dos animais. O escore da condição corporal, medida subjetiva para avaliar a quantidade de reservas corporais, é determinado pelo acúmulo de gordura no tecido animal e tem sido uma ferramenta frequentemente utilizada para auxiliar no manejo de rebanho leiteiro. A avaliação do escore de cabras pela condição corporal é baseada na observação tátil, por meio da palpação de áreas específicas, como a região dorso-lombar, e da avaliação subjetiva do depósito de tecido adiposo e massa muscular (MACHADO et al., 2008).

No início do experimento todos os animais apresentaram peso médio e escore semelhantes. Ao longo do período das águas, foi registrada diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 17).

Nas águas, os animais nos manejos intensivo, leve e extensivo apresentaram maior peso, porém foram os animais do manejo leve que apresentaram maior valor de escore e melhor desempenho geral, seguido do manejo extensivo. Nessa época, os animais que apresentaram

piores valores para as duas características foram os animais do manejo moderado. É importante dizer que todos os tratamentos apresentaram perda de peso em relação ao peso inicial que era de em média 55kg por cabeça. A ocorrência de doenças, como pneumonias e verminose contribuíram para a queda no desempenho animal no período das águas. O tratamento moderado registrou o maior número de ocorrências de doenças em relação aos demais, sem que necessariamente algum aspecto do manejo do pasto possa ser apontado como causa principal destas ocorrências. O excesso de chuvas foi também responsável pela redução no tempo de pastejo dos animais, que durante as chuvas, não pastejaram o pasto molhado.

Tabela 17 - Efeito de manejo sobre o peso e escore das cabras leiteiras durante o período das águas e o período seco

Manejo	Época das Águas		Época Seca	
	Peso	Escore	Peso	Escore
Intensivo	43,94AB	1,75BC	43,05A	2,32A
Moderado	35,17C	1,54C	43,76A	2,34A
Leve	42,31B	2,12A	43,41A	2,33A
Extensivo	45,33A	1,90B	45,30A	2,31A

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si teste t ($P>0,05$)

Para a época seca não foram registradas diferenças significativas entre os manejos para nenhuma das características.

Ao longo dos meses tanto da época seca quanto da época chuvosa foram registradas variações significativas (teste t, $p<0,05$) no peso (Figura 35) e no escore de condição corporal (Figura 36). Observou-se diminuição do peso corporal de cabras em torno de 10kg e nos primeiros dois meses após o parto, na estação chuvosa. No entanto, esta perda de peso não afetou a condição corporal de forma tão decisiva, a exemplo do que ocorreu em outros trabalhos da literatura (RODRIGUES et al., 2007; BARBOSA et al., 2009).

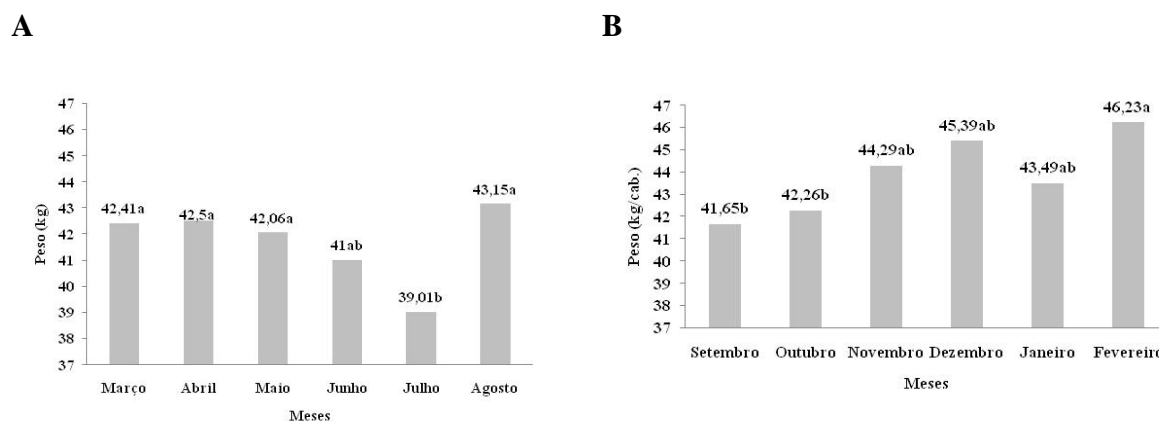


Figura 35 - Peso de cabras leiteiras mantidas em pasto de capim-tanzânia ao longo dos meses da estação chuvosa (A) e da estação seca (B), comparadas pelo teste t ($p < 0,05$)

Muitas pesquisas registram a mobilização das reservas corporais de gordura e proteína nos estágios iniciais da lactação de cabras, apesar de não ser necessariamente correspondente à variação de mudança de peso corporal (AFRC, 1997). Com base em estudos do metabolismo do tecido adiposo de caprinos leiteiros, Morand-Fehr e Hervieu (1999) constataram que as cabras podiam perder por volta de 1 kg e 0,5kg de peso vivo por semana no primeiro e segundo mês pós-parto, respectivamente.

O que chama atenção nos dados da Figura 35A não é a queda do peso no início da lactação, mas a persistência desta, de forma linear até o mês de julho. Essa queda representou as dificuldades que os animais tiveram inclusive de obter condições ambientais (excesso de chuvas) e de manejo (pastejo apenas diurno) que favorecessem o pastejo. Agosto foi um mês de transição, onde os animais começaram a passar mais tempo no pasto e também não estavam em fase de lactação, com isso as exigências nutricionais foram menores e os animais recuperaram peso. Já na época seca, houve um aumento linear no peso dos animais de setembro a dezembro (Figura 35B), tendo sido registrada uma pequena queda por volta de 1kg apenas dos animais no início da lactação. Esse aumento reflete uma condição melhor de pastejo para os animais, como se observou nos dados de comportamento para a época seca.

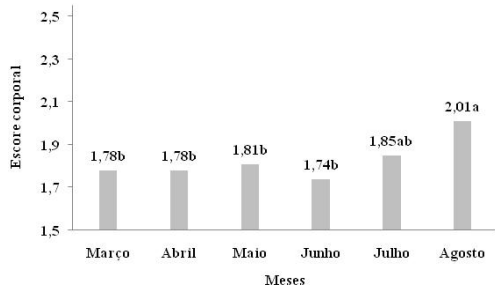
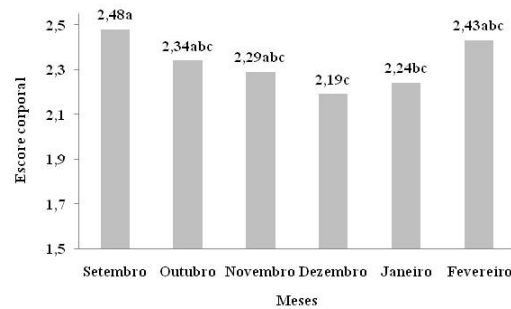
A**B**

Figura 36 - Escore de condição corporal de cabras leiteiras em pasto de capim-tanzânia ao longo da estação das águas (A) e da estação seca(B), comparadas pelo teste $t(<0,05)$

Apesar de o peso ter variado, o escore se manteve mais ou menos constante durante a época chuvosa (Figura 36A). Em virtude da queda de peso dos animais, a partir de junho, logo após a secagem dos animais, foi fornecida uma suplementação para recuperação de peso e para que o escore corporal fosse de pelo menos dois, que é o valor mínimo indicado para a realização da cobertura (RIBEIRO, 1997). Na época seca, os escores variaram de 2,3 a 2,5 valores (Figura 36B) considerados intermediários para animais em lactação, no entanto, favoráveis para o atendimento das exigências nutricionais das cabras nesse estágio fisiológico (BARBOSA et al., 2009).

Em síntese, os tratamentos apresentam semelhante comportamento quanto às variáveis peso e escore corporal. De maneira geral, o pastejo na época chuvosa apresentou componentes que prejudicaram a manutenção do peso dos animais, o abaixamento do escore de condição corporal. Esses fatos terão conseqüências sobre a produtividade dos animais nesta época do ano, independente do tipo de manejo utilizado no pasto, afetando a condição de sustentação desses animais nesse ambiente. A época seca foi mais favorável para o atendimento das exigências nutricionais dos animais em pastejo. Tanto os pesos quanto os escores se mantiveram em valores que não afetarão o desempenho produtivo dos animais.

4.4 Implicações dos tipos de manejo sobre o potencial de produção de leite de cabra em pasto de capim-tanzânia

A produção de leite foi o principal indicador técnico e biológico da condição de sustentabilidade dos modelos de produção a pasto. Altamente sensível a variações de manejo, bem como variações sazonais de mês e de estação, funcionou como o medidor da eficiência de conversão da forragem produzida em alimento para o consumo humano. O impacto dos manejos impostos, bem como das variações na fisiologia do animal ao longo da lactação, associado à condição oferecida de bem-estar animal e ao uso da suplementação concentrada foram mensurados ao longo de duas lactações, que corresponderam a duas épocas do ano, época das águas e a época seca.

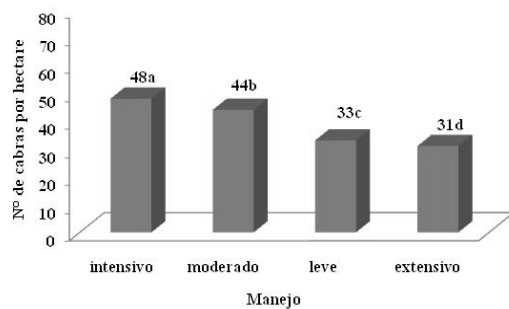
4.4.1 Efeito dos manejos sobre a taxa de lotação de pastos de capim-tanzânia pastejado por cabras Anglo Nubianas

Um dos primeiros aspectos a ser investigado em um modelo de produção a pasto é a capacidade que o modelo tem de suportar o pastejo animal e ainda assim se manter produtivo. Uma das variáveis que trazem um indicativo da capacidade que o pasto tem para ser pastejado é a taxa de lotação. Através do estudo do comportamento da taxa de lotação ao longo de um determinado período é possível inferir sobre a capacidade de suporte do pasto.

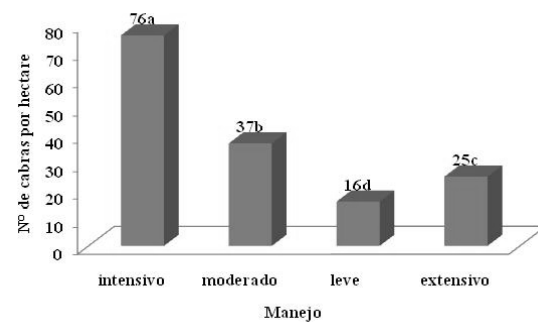
A taxa de lotação foi significativamente afetada pelos tipos de manejo, pelo mês de lactação e ainda foi registrado efeito da interação tratamento e mês sobre esta característica ($p < 0,05$), tanto na época das águas como na época seca. A Figura 37 traz a variação média da taxa de lotação por tratamento e por mês de lactação, na época das águas e na época seca. Tanto na época das águas como na época seca, as maiores taxas de lotação ocorreram nos manejos intensivo e moderado. Sendo que na época seca, a taxa de lotação no manejo intensivo foi maior que o dobro da taxa de lotação no manejo moderado. O aumento na taxa de lotação em virtude da intensificação da produção do pasto pelo uso de nitrogênio. Essa resposta foi reflexo do potencial

do nitrogênio para a produção de forragem, aliado a uma meta mais rigorosa de altura de resíduo pós pastejo sendo que a mesma resposta também foi registrada por Alvim e Botrel (2001), em modelos de produção de leite de vaca em pastagem.

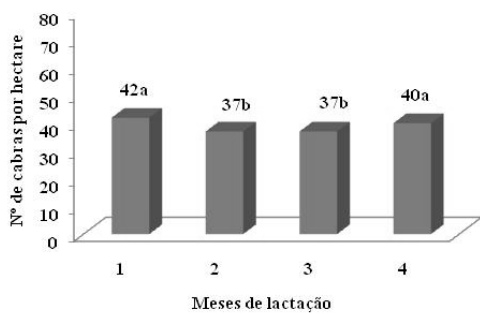
A



B



C



D

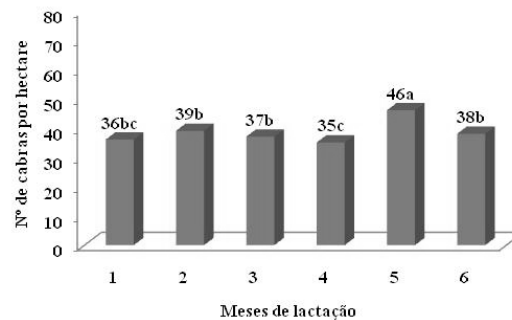


Figura 37 - Efeito do manejo e do mês de lactação sobre as taxa de lotação médias (Nº cabras por hectare) em pasto de capim-tanzânia, durante a época das águas (A e C) e a época seca (B e D)

Dos tratamentos sem adubação, ao longo do ano, as lotações foram mais altas no manejo extensivo. Sendo que de todos os tratamentos avaliados o manejo leve foi o que em geral apresentou em média as menores taxas de lotação. A flutuação das taxas de lotação ao longo dos meses de lactação da estação chuvosa e dos meses de lactação da estação seca, por manejo, estão graficamente representadas na Figura 38.

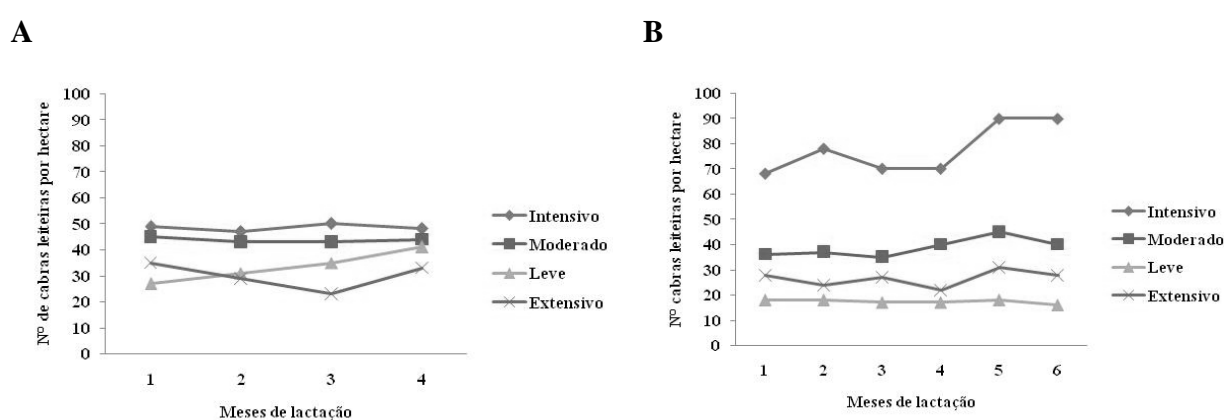


Figura 38 – Efeito do tipo de manejo sobre a flutuação na taxa de lotação (nº cabras leiteiras por hectare) ao longo dos meses de lactação da época das águas (A) e da época seca (B)

Durante a época das águas as taxas de lotação nos pastos manejados intensivamente e moderadamente, apresentaram pouca variação ao longo dos meses, sendo os valores bem próximos, com ligeira vantagem do manejo intensivo em relação ao moderado (Figura 38A). Já o manejo leve apresentou um aumento linear na taxa de lotação ao longo dos meses. O manejo extensivo, por sua vez, apresentou queda com o passar dos meses, recuperando a taxa de lotação inicial somente no último mês.

Na época seca, as flutuações nas taxas de lotação foram mais visíveis no manejo intensivo e extensivo e se mantiveram mais constante no manejo leve e moderado. As taxas de lotação obtidas no manejo intensivo foram proporcionalmente maiores do que as obtidas por Silva (2004) com ovinos, sem, suplementação. O uso da suplementação é uma ferramenta que permite regular

a oferta de alimento e aumentar o rendimento animal, pois à medida que se aumenta a quantidade de suplemento, menor é a contribuição da pastagem na alimentação do rebanho, dependendo do tipo de suplemento, aumentando a capacidade de suporte das pastagens (EUCLIDES, 2002). A adoção da suplementação a pasto foi uma estratégia de manejo utilizada para melhorar a produtividade, atendendo parcialmente as exigências nutricionais das cabras e contribuindo também para que maiores taxas de lotação fossem obtidas.

As taxas de lotação obtidas no manejo intensivo foram proporcionalmente maiores do que as obtidas por Silva (2004) com ovinos, sem, suplementação. O uso da suplementação é uma ferramenta que permite regular a oferta de alimento e aumentar o rendimento animal, pois à medida que se aumenta a quantidade de suplemento, menor é a contribuição da pastagem na alimentação do rebanho, dependendo do tipo de suplemento, aumentando a capacidade de suporte das pastagens (EUCLIDES, 2002). A adoção da suplementação a pasto foi uma estratégia de manejo utilizada para melhorar a produtividade, atendendo parcialmente as exigências nutricionais das cabras e contribuindo também para que maiores taxas de lotação fossem obtidas.

4.4.2 Efeito dos tipos de manejo sobre a produção de leite de cabras Anglo Nubianas em pasto de capim-tanzânia

Houve efeito do tipo de manejo ($p < 0,05$), do mês de lactação ($p < 0,05$) e da interação manejo com mês de lactação ($p < 0,05$) sobre a produção diária de leite (PDL), tanto para a época chuvosa quanto para a época seca.

O efeito de tratamento sobre a produção média diária de leite por animal está ilustrado na Figura 39.

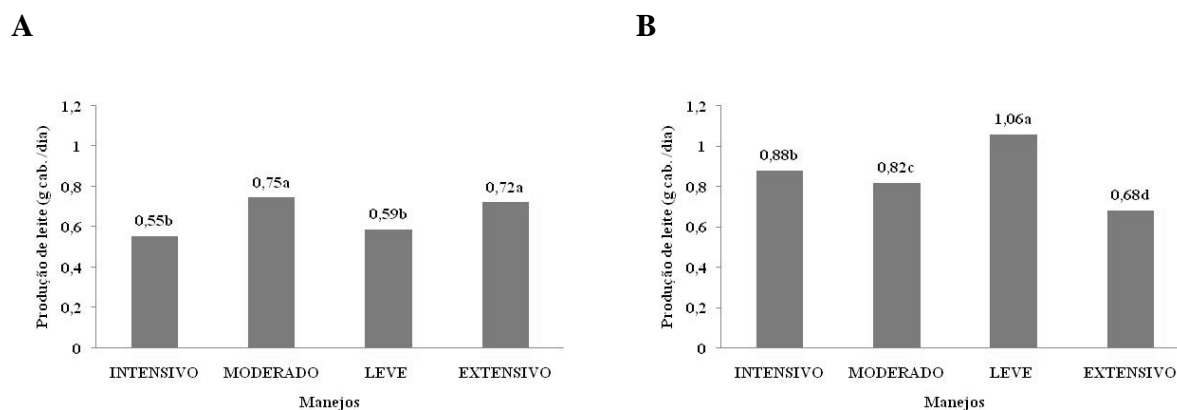


Figura 39 - Produção média individual de leite de cabra (g/cab dia), na época chuvosa (A) e na época seca (B), em pasto de capim-tanzânia sob diferentes tipos de manejo

Na época das águas, as maiores produções individuais diárias foram obtidas nos manejos moderado e extensivo (Figura 39A), enquanto na época seca, a produção por animal foi mais alta no tratamento leve, seguido do intensivo e moderado. A menor produção nessa época foi registrada para o manejo extensivo (Figura 39B).

A maior produção individual no manejo moderado é compreensível, uma vez que a meta de manejo para a condição residual é menos severa, permitindo assim maior oferta de forragem, favorecendo a seleção de parte mais digestíveis da planta pelos animais em pastejo (CARVALHO et al., 2009). Nesse contexto, pergunta-se porque então o tratamento leve, que apresentou manejo semelhante registrou produções significativamente menores? A resposta está associada ao uso de adubação nitrogenada no tratamento moderado. Percebe-se que a qualidade da forragem ofertada no manejo moderado é melhor do que no manejo leve. As observações visuais, de um pasto e outro, já sinalizavam para essa constatação (Figura 40).

A**B**

Figura 40 - Visão geral do pasto sobre manejo moderado (A) e sobre manejo leve (B), no pré-pastejo

Por outro lado, o tratamento extensivo obteve produção média por cabeça semelhante ao moderado sem que houvesse adubação. Esse resultado pode ser atribuído inicialmente ao fato de que apesar de não ter sido adubado, a condição residual não favoreceu a produção de hastes, sendo a forragem ofertada por esse tratamento a que apresentou a maior relação folha:haste (Figura 22D), fato que certamente contribuiu para que os animais pastejando sob este manejo obtivessem produções mais altas que o intensivo. Além disso, o menor número de animais (Figura 37) favoreceu a seletividade no pastejo realizado por este grupo de animais (VAN SOEST, 1994). O fato de o grupo ser formado por menos animais também predisps menos os animais deste grupo a doenças, sendo o grupo que apresentou menor incidência de doenças nas águas.

Na época seca, as produções individuais para todos os manejos foram superiores às produções obtidas na época das águas porque o ambiente de pastejo foi mais favorável para os animais nesta época. A ausência de chuvas, a umidade relativa do ar mais baixa, a ausência de insetos hematófagos permitiu que os animais permanecessem durante todo o dia no pasto, aumentando a eficiência de colheita de forragem (LEFRILEUX et al., 2008). Nessa nova situação de manejo geral imposta, o manejo leve apresentou maior produção individual porque a exemplo

do que houve com o manejo moderado na época das águas, a seletividade foi favorecida nesse ambiente pastoril, uma vez que esse manejo apresentou a menor taxa de lotação (Figura 38B) e praticamente não variou a quantidade de massa de forragem verde presente no pré-pastejo (4.300 e 4.650kg MS, na época das águas e seca, respectivamente).

As produções médias individuais nos manejos intensivo e moderado, apesar de estatisticamente serem diferentes, numericamente foram muito semelhantes. Não parecendo haver efeito do tipo de manejo sobre essa característica.

O manejo que apresentou maior diferença do resultado da produção individual entre a época da seca e das águas foi o extensivo, que passou do mais para o menos produtivo. Com o passar do tempo, o manejo extensivo, começou a dar sinais de resposta de que a intensidade de pastejo que lhe era imposta não seria sustentável. Como comentado no início da discussão deste tópico, a produção de leite foi bastante sensível às alterações impostas pelo manejo à estrutura do pasto. A quantidade de material morto nesse manejo foi 600kg maior do que na época das águas, havendo maior sombreamento que associado à ausência de nitrogênio causou a inibição do perfilhamento, o que reduziu a densidade de perfilhos de 230 para 150 perfilhos/m²(Figura 27), impactando diretamente sobre a produção e sustentabilidade desse manejo.

Durante a época das águas, o manejo leve, seguido do extensivo foram os que apresentaram menor ocorrência de doenças, sendo o fator sanidade, um dos aspectos principais que devem ser levados em consideração para que o sistema de produção seja sustentável. Maiores detalhes sobre esse aspecto serão considerados no item dos principais desafios, deste trabalho.

Para entender melhor como a produção individual de leite se relaciona com os tipos de manejo e com a produtividade, fez-se a plotagem das curvas de lactação. A curva de lactação é uma ferramenta interessante cuja importância reside na caracterização ampla da produção do animal durante toda a lactação. A curva de lactação possui três fases: fase ascendente que ocorre entre o parto e pico de lactação; fase estável, relativamente constante que ocorre por volta do pico de lactação e a fase decrescente, após o pico da lactação. O estudo da curva permite que sejam identificados: tempo de ascensão ao pico, pico de produção, tempo de queda (persistência de

produção ou da lactação), além de quedas bruscas de produção em resposta a dietas, mudanças de manejo, etc (FERREIRA; BEARZOTI, 2003). A curva de lactação em ruminantes como a vaca e a cabra tende a ser longa e com pico concentrado logo no início da lactação. As curvas de lactação foram construídas com as médias de produção de leite dos animais de prova de cada tratamento. Foram construídas duas curvas, uma para ilustrar o comportamento da produção de leite na época das águas (Figura 41A) e outra para a época seca (Figura 41B).

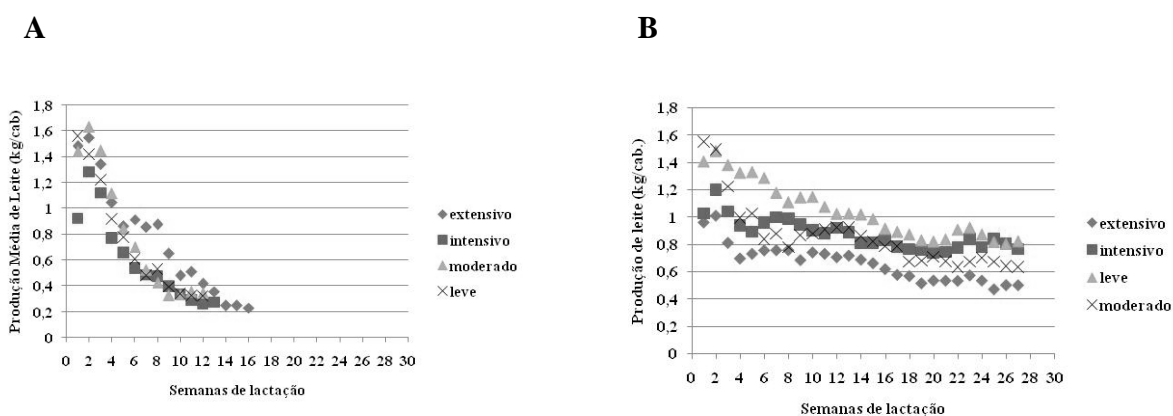


Figura 41 - Curva de lactação da produção média individual de leite por cabra por tratamento ao longo do período das águas (A) e do período da seca(B)

Observam-se duas curvas bem diferentes, refletindo o comportamento das produções individuais, nas duas épocas do ano. A curva gerada a partir dos dados de produção nas águas apresenta pico de lactação logo na segunda semana, para a maioria dos manejos (Figura 41A). O pico é bem acentuado, mostrando que o rebanho trabalhado não era formado por animais de alta produção, uma vez que dados da literatura indicam que animais mais especializados na produção de leite, tendem a apresentar o pico entre a quinta e nona semanas de lactação (GUIMARÃES et al., 2006). A queda na produção se deu de forma brusca. Dados da literatura indicam que quanto mais suave for o pico a tendência é de que a lactação seja mais longa e quanto mais rápido o pico de produção é atingido, menor tende a ser a duração do período de lactação (GUIMARÃES et al., 2006; McMANUS et al., 2003; GONÇALVES et al., 2001).

O histórico das cabras utilizadas no experimento indicava uma curva mais achatada, no entanto, os animais eram submetidos a outro tipo de manejo (confinamento) e a uma única lactação por ano. No experimento, especialmente nas águas, os fatores adversos de clima (excesso de chuvas) propiciaram um ambiente inadequado de manejo, especialmente no início da lactação, que coincidiu com a ocorrência das chuvas mais intensas. Nessa fase as cabras se encontravam em fase de balanço energético negativo e, portanto em condição nutricional desfavorável, o que foi decisivo para que nesse período fosse registrada a maior frequência de ocorrência de doenças, sendo que em torno de 15% do rebanho apresentou algum problema sanitário.

A curva de lactação gerada a partir dos dados da época seca apresenta pico também na segunda semana (Figura 41B), atestando que as cabras Anglo Nubianas trabalhadas no experimento não eram animais altamente especializados na produção de leite. Por se tratar de um sistema a pasto, nunca antes testado, optou-se pelo uso de animais de produção intermediária que pudessem aliar produtividade a rusticidade. Após o pico da lactação a queda foi suave, imprimindo uma duração de lactação acompanhada por 28 semanas. Os manejos leve e intensivo apresentaram um formato de curva de lactação mais interessante do ponto de vista da produção e persistência da lactação.

A persistência da lactação é um aspecto muito importante para a eficiência da produção de leite. Segundo Gengler (1996) a persistência da lactação pode ser definida como a capacidade que o animal tem em manter mais ou menos constante a produção de leite durante a lactação. Uma cabra apresenta lactação mais persistente, comparada a outra com produção equivalente, se possuir pico mais baixo e, com isso um formato da curva de lactação mais achatado. Este fato resulta na distribuição mais equilibrada da produção de leite no decorrer da lactação (GENGLER, 1996). Na Figura 42 encontram-se os dados de duração máxima, mínima e média da lactação, por tipo de manejo.

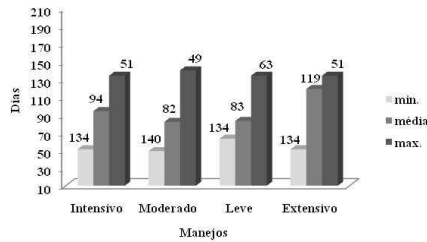
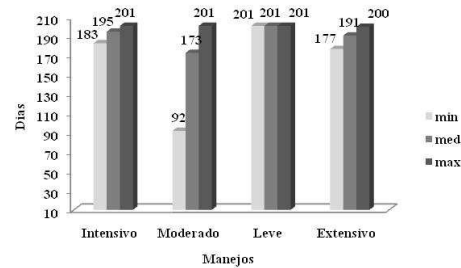
A**B**

Figura 42 – Variação no período de lactação, mínimo, médio e máximo das cabras na época das águas (A) e na época seca (B), nos diferentes tipos de manejo

O estudo da curva de lactação já sinalizava para uma duração de lactação curta e preocupante na época das águas. Enquanto na época seca, a duração da lactação para todos os tratamentos ultrapassou os 180 dias ou seis meses. Esta característica interfere diretamente sobre a eficiência econômica, através de redução nos custos de produção (DEKKERS et al., 1996, 1998). A redução se dá em dois sentidos: redução nos custos com alimentação, pela possibilidade da substituição de alimentos concentrados por alimentos volumosos e pela produção de leite adicional advinda dos animais com melhores persistências. Do ponto de vista da produção individual e persistência da lactação, a época seca é mais favorável para a produção de leite de cabra em pastagem. Nessa época, o manejo leve e o manejo intensivo apresentaram melhores produções individuais, com uma curva de lactação sinalizando para maior persistência da lactação e conseqüentemente melhor eficiência de produção. Apesar da diferença significativa entre tratamento intensivo e moderado, o tratamento moderado também aparece como opção. Sendo que este é mais interessante do ponto de vista da sustentabilidade porque é menos dependente do input de nitrogênio.

4.4.3 Efeito de manejo sobre a produtividade por área

Houve efeito de manejo e de mês da lactação (Tabela 18) ($p < 0,05$) e ainda da interação manejo com mês de lactação ($p < 0,05$) para a produção média diária de leite em kg por ha dia⁻¹ (Figura 43), tanto na época seca quanto na época chuvosa.

As produções diárias por hectare foram maiores nos manejos que receberam adubação, tanto na época das águas quanto na época seca. Sendo que nas águas, o manejo moderado se sobressaiu, enquanto na seca a superioridade foi do manejo intensivo (Tabela 18). Os manejos leve e extensivo foram iguais tanto nas águas quanto na seca (Tabela 18).

Com relação ao efeito de mês, observa-se uma queda linear na produção com o passar dos meses na época chuvosa. Na época seca, o comportamento foi diferente. Aparentemente há uma maior estabilidade da produção, como reflexo da melhor curva de lactação dos animais nessa época do ano. A queda é registrada de forma mais suave, sendo que no quinto mês, se registra um aumento na produção diária.

Tabela 18 – Efeito de manejo e do mês da lactação sobre a produção diária de leite por hectare na época das águas e época seca

Época do ano	Produção média diária kg leite por hectare por manejo					
	Intensivo	Moderado	Leve	Extensivo		
Águas	26b	31a	19c	19c		
Seca	66,6a	30,3b	17,6c	17,4c		
	Produção média diária kg leite por hectare ao longo dos meses de lactação					
	01	02	03	04	05	06
Águas	51a	22b	16c	15c	-	-
Seca	36a	39a	37b	35b	46a	38b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

O aumento registrado na produção diária por hectare no quinto mês de lactação da época seca é resultado da combinação de um leve aumento nos valores de produção individual do manejo intensivo (Figura 39) e do expressivo aumento, neste mesmo tratamento, na taxa de lotação (Figura 37B) sendo este efeito bastante visível na Figura 43B.

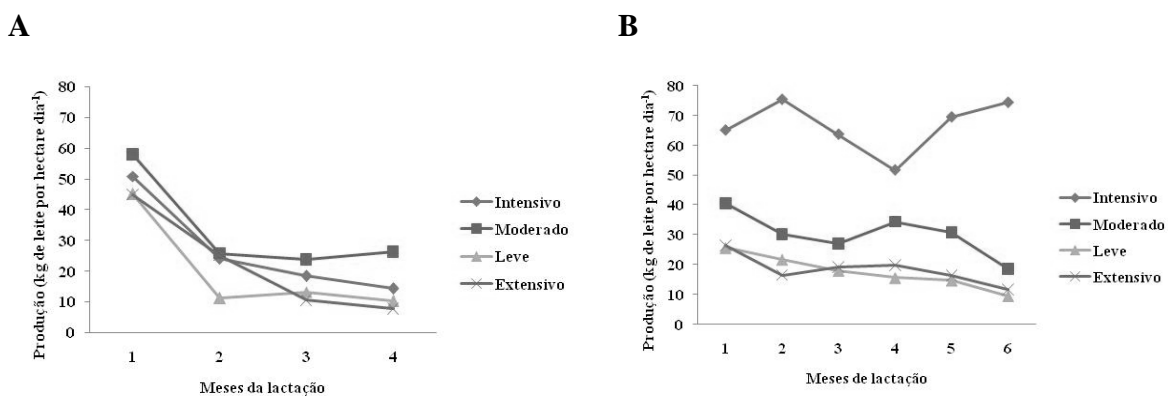


Figura 43 – Flutuação na produção de leite em kg por hectare dia⁻¹, ao longo dos meses de lactação na época das águas (A) e na época seca (B), em pasto de capim-tanzânia, submetido a diferentes tipos de manejo

É possível notar, observando a Figura 43A e a Figura 43B, diferenças na produção diária de leite por hectare entre os manejos e o efeito da estação sobre a característica. Enquanto na época das águas todos os tratamentos se comportaram da mesma maneira, mudando apenas a magnitude das respostas, na época seca os formatos das curvas foram bem distintos, especialmente para os manejos intensivo e moderado.

O comportamento observado na Figura 43A materializa em termos produtivos as dificuldades identificadas na curva de lactação (Figura 41A) para os animais manterem a produção, principalmente em função das adversidades do ambiente de pastejo. Por outro lado, na época seca, as condições do ambiente pastoril foram favoráveis e os manejos puderam exercer maior efeito sobre as produções diárias de leite por hectare. A superioridade inquestionável do

manejo intensivo, as oscilações de ajuste do manejo moderado, a coerência do manejo leve e a forma peculiar do manejo extensivo ficaram impressas sobre a produção diária de leite por hectare. A combinação de todos estes fatores é que irá definir a produtividade em cada manejo.

A produtividade reúne alguns dos indicadores de sustentabilidade para produção animal, porque é o resultado do conjunto entre a taxa de lotação, a produção média individual dos animais e a duração ou persistência da lactação. Este indicador gerado a partir da combinação de outros é mais forte e mais diretamente associado com a viabilidade técnico-econômica da produção de leite em pasto. Os efeitos dos manejos sobre a produtividade nas águas e na seca podem ser visualizados na Figura 44. Nessa Figura, pode ser vista a produtividade real obtida e uma estimativa da produtividade para 120 dias (período de duração média do período das águas) e 240 dias (período de duração média do período seco).

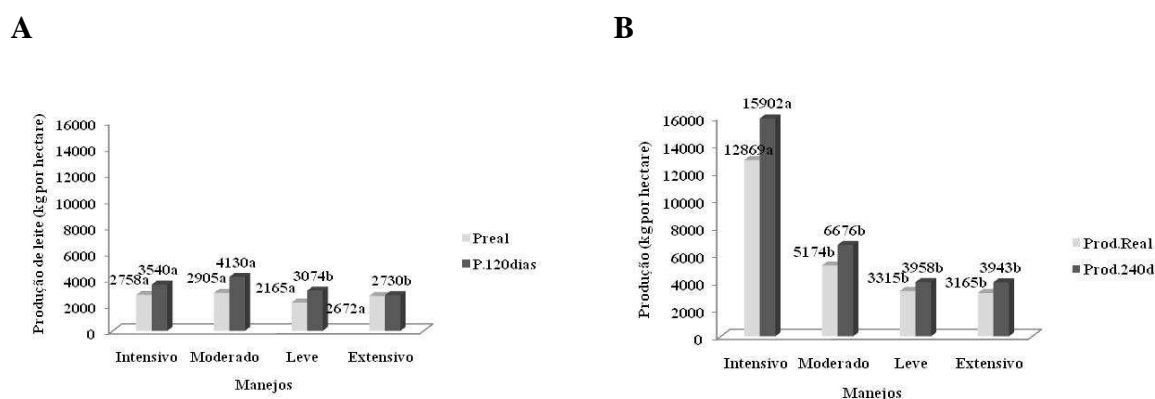


Figura 44– Efeito de manejo sobre a produção real de leite e produção estimada para 120 e 240 dias de lactação, durante a época das águas (A) e época seca (B) de cabras Anglo Nubianas em pasto de capim-tanzânia

Durante a época das águas, foram registradas diferenças significativas de manejo para a produtividade ($p < 0,0001$). As maiores produtividades foram registradas nos tratamentos moderado e intensivo (Figura 44A). Com base na análise destes dados, para esta época do ano, o tratamento moderado apresentou-se como mais eficiente, uma vez que as produções individuais foram altas (Figura 39A) e a taxa de lotação praticamente constante durante todo o período

(Figura 38A), garantiu um melhor desempenho dos animais desse manejo. Apesar da mais alta produção individual (Figura 39A), a queda na taxa de lotação ao longo da estação chuvosa (Figura 38A) comprometeu o desempenho e a sustentabilidade da produção no manejo extensivo. O manejo leve apresentou produção individual semelhante ao intensivo, e ao longo do período chuvoso apresentou um aumento linear na taxa de lotação (Figura 38A). Apesar da estimativa de produção de 500kg de leite a menos do que o intensivo, o uso leve do pasto agrega mais valor de sustentabilidade porque não dependeu do uso de nitrogênio suplementar para produzir forragem.

Na época seca, não há dúvidas da superioridade de produção do tratamento intensivo. As condições climáticas favoráveis aliadas ao uso racional da água de irrigação potencializaram de forma significativa os efeitos do nitrogênio dentro do sistema, sendo que nesta época, as produções individuais aliadas a mais alta e constante taxa de lotação (Figura 38B) mantiveram a produtividade dos animais deste tratamento alta por toda a estação. A segunda maior produtividade ficou no manejo moderado (2.700kg/ha), apesar de significativamente não ter diferido dos manejos leve e extensivo, essa produtividade foi maior do que a produção total do tratamento extensivo nas águas, portanto não desprezível do ponto de vista econômico. Por fim, a produtividade no tratamento leve deve ser considerada como a mais adequada entre os manejos sem adubação, para uso em modelo de produção, apesar de semelhante ao extensivo, foi construída baseada em produção individual maior (Figura 39B) e taxa de lotação menor (Figura 38B), representando maior eficiência no uso dos fatores de produção, inclusive de terra.

Não houve efeito do *flushing* sobre a produtividade porque este foi utilizado no final da lactação com objetivo de melhorar a condição corporal das cabras para reprodução (MACHADO et al., 2008).

4.5 Implicações do uso do concentrado sobre a sustentabilidade da produção de leite de cabra em pastagem de capim-tanzânia submetido a diferentes tipos de manejo

Nesse item avaliou-se a relação kg concentrado por kg de leite produzido na época das águas e na época seca. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para a relação Kg de concentrado por kg de leite produzido (REL C:L).

Na época das águas a estratégia foi bonificar pela produção de leite com concentrado. Enquanto na época seca, optou-se por utilizar uma quantidade fixa de concentrado, considerando o atendimento de 60% das necessidades diárias do animal advindas do consumo de pasto.

As maiores relações entre kg concentrado por kg de leite produzido foram mais elevadas nos manejos intensivo e extensivo (Tabela 19). Os manejos mais eficientes do ponto de vista do uso de concentrado nas águas foram o manejo moderado e o manejo leve, considerando o primeiro como o mais vantajoso dentro dos que utilizaram nitrogênio no pasto e o segundo entre os manejos que não utilizaram nitrogênio para adubação. Na época seca, o manejo intensivo foi mais eficiente em relação ao uso do concentrado, em virtude de sua maior produtividade. Entre os manejos sem adubação, o leve continuou se mantendo mais eficiente, no entanto, esta resposta deve-se a maior produção individual das cabras mantidas sob este manejo.

Tabela 19 – Relação kg de concentrado por kg de leite produzido em cada tipo de manejo avaliado e em cada mês da lactação, na época das águas e na época seca

Época do ano	Relação kg concentrado por kg leite produzido			
	Intensivo	Moderado	Leve	Extensivo
Águas	0,98a	0,41c	0,85a	0,98a
Seca	0,81c	0,89b	0,69d	1,07a

	Relação kg concentrado por kg leite produzido					
	01	02	03	04	05	06
Águas	0,40b	0,40b	0,40b	0,60a	-	-
Seca	0,66e	0,80d	0,83c	0,88b	1,03a	1,00a

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si (Tukey, $p < 0,05$)

Com relação à variação mensal na relação kg de concentrado por kg de leite produzido (Tabela 19), para a época das águas, observa-se que a quantidade era estável e aumentou no último mês. Esse aumento no último mês foi provocado pelo uso de *flushing*. Essa é uma ferramenta de suplementação utilizada quando a condição corporal das cabras encontra-se abaixo da necessária para que o animal possa ter um bom desempenho reprodutivo na estação de monta (BARBOSA et al., 2009). O que induziu o uso dessa ferramenta foram justamente os baixos níveis de escore e peso médio dos animais (como poderá ser visto mais adiante) o que comprometeria a eficiência reprodutiva dos mesmos.

Já para a época seca pode-se observar o aumento da relação concentrado por kg leite com o avanço dos meses de lactação (Tabela 20). Esse fato deve-se a ausência de ajuste em função da produção de leite, visto que a quantidade de concentrado não variou, no entanto a produção de leite caiu com o avanço da lactação (Figura 43B).

Em termos de variações na relação kg concentrado por kg de leite produzido, pelos manejos ao longo dos meses de lactação para a época das águas e época seca (Figura 45).

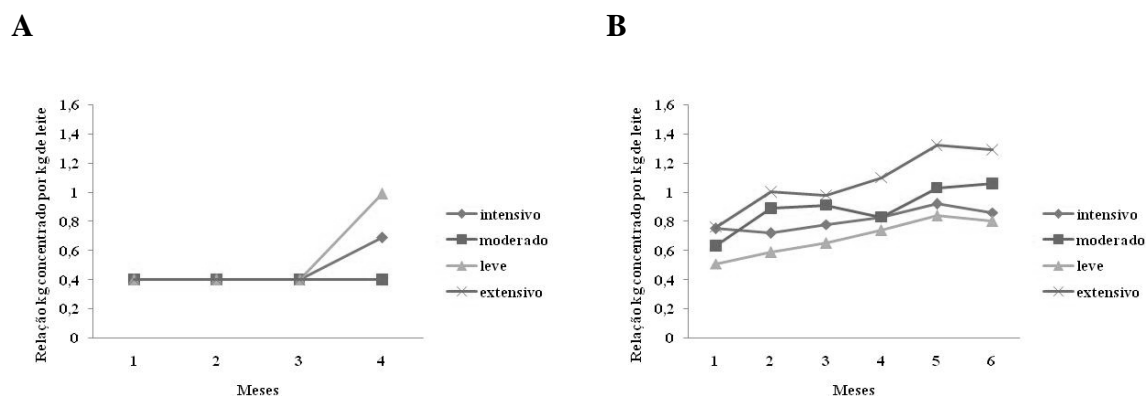


Figura 45 – Flutuações na relação kg de concentrado por kg leite produzido nos diferentes tratamentos na época das águas (C) e época seca (D)

A relação kg de concentrado por kg de leite produzido foi constante até o terceiro mês de lactação durante a época das águas, para todos os manejos, em virtude do controle do concentrado ser realizado em função da produção de leite. Com a utilização do *flushing*, essa relação foi aumentada do terceiro para o quarto mês (Figura 45A). A relação kg de concentrado por kg de leite produzido na época seca seguiu se manteve mais alta no intensivo e a mais baixa no leve (Figura 45B).

O manejo intensivo foi o mais produtivo, mas também o mais dependente de uso de concentrado, enquanto o manejo leve apresentou a menor dependência de concentrado, apesar de suas produções mais baixas, mostrando-se interessante do ponto de vista da sustentabilidade relacionada com a menor dependência de insumos externos.

4.6 Implicações dos tipos de manejo sobre a eficiência do uso do solo, da água e de nitrogênio na produção de forragem e seus impactos sobre a produtividade nos manejos testados

4.6.1 Efeito dos manejos sobre a densidade e a perda de sedimento e água por erosão

A densidade do solo foi avaliada como indicador do grau de compactação do solo. Não houve efeito de manejo ($p < 0,05$), de tempo ($p < 0,05$), nem da interação tempo e manejo ($p < 0,05$) sobre a densidade do solo em um ano de observações (Figura 46). A densidade média do solo na profundidade de 0-10cm foi de 1,55; 1,52; 1,55 e 1,51 g/cm^3 para os manejos intensivo, moderado, leve e extensivo, respectivamente. Na profundidade de 10-30cm, na mesma ordem, as densidades foram de 1,57; 1,54; 1,56 e 1,61 g/cm^3 de solo.

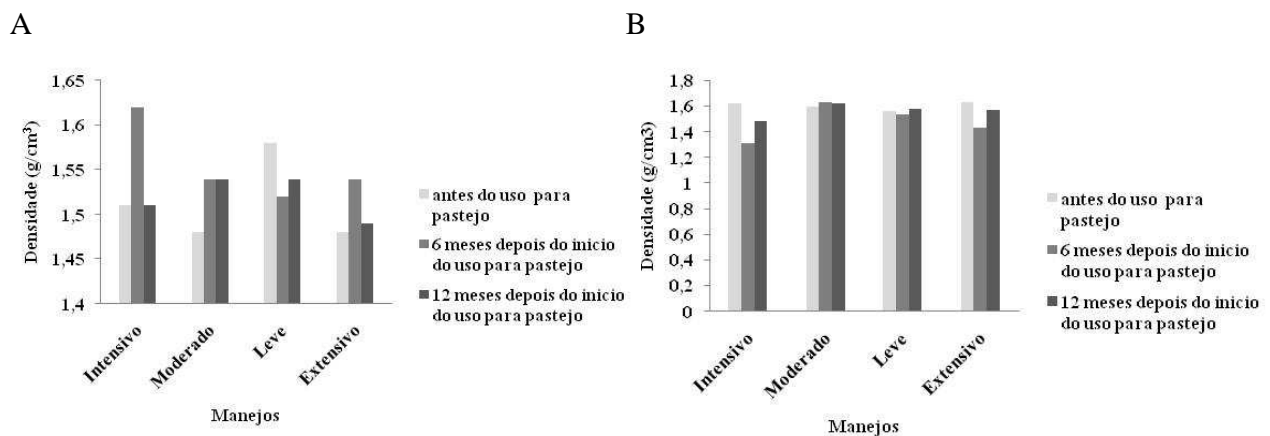


Figura 46 – Variação na densidade do solo (g/cm^3) ao longo de um ano de avaliação, nos diferentes tipos de manejo na profundidade de 0-10 cm (A) e na profundidade de 10-30 cm (B).

Como testemunhas foram determinadas as densidades em área de Caatinga e área de agricultura, anexas ao experimento. Para floresta, as densidades foram de 1,52 e 1,49 g/cm^3 , para

0-10cm e 10-30cm, respectivamente. Na área de agricultura, para as mesmas profundidades as densidades foram de 1,5 e 1,68g/cm³. Os solos de Caatinga, especialmente os luvisolos, característicos da área experimental, apresentam como característica serem pouco profundos, o que faz com que em geral as camadas mais profundas sejam significativamente ($p < 0,05$) mais compactadas (Figura 47), para a maioria dos manejos testados, com exceção do manejo intensivo e do uso para floresta.

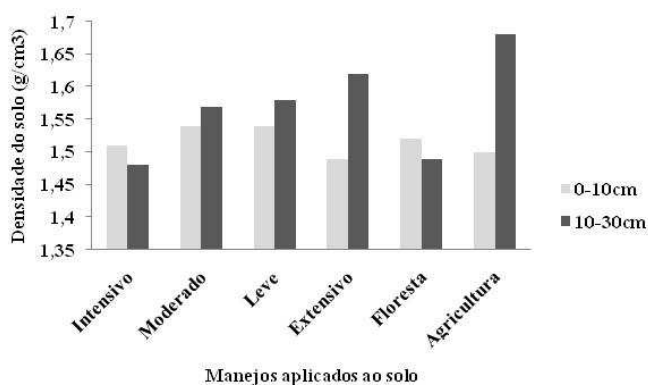


Figura 47 – Variações na densidade média do solo (g/cm³) em área utilizada para agricultura, para floresta e para pastagem em quatro diferentes manejos (intensivo, moderado, leve e extensivo)

O tipo de solo predominante na área apresentava como característica física, a presença de afloramento de rocha logo abaixo dos 15 primeiros centímetros de profundidade (Figura 48).



Figura 48 – Trincheira mostrando afloramento de rocha logo nos 15 cm iniciais de profundidade do solo

Campanha et al. (2008) avaliando diferentes sistemas de uso do solo, encontraram menores densidades no sistema agrossilvipastoril ($1,42 \text{ g/dm}^3$ de solo) em solo semelhante ao que foi trabalhado nesta tese. As maiores densidade que os autores obtiveram foi no sistema de plantio tradicional ($1,52 \text{ g/dm}^3$ de solo). Vários são os relatos da literatura de que em solo sob pastagem a densidade tende a aumentar por efeito do pisoteio (VZZOTTO et al., 2000, BRAGAGNOLO et al., 2004). No entanto, esse efeito do pisoteio no aumento da densidade varia em função de uma série de fatores como textura do solo, sistema de pastejo (LEÃO et al., 2004), da altura do pasto e quantidade de resíduo vegetal (BRAIDA et al., 2004). Apesar do tipo de argila presente no solo característico da área do experimento favorecer o aumento da densidade do solo, em principio outras características do manejo, como alta cobertura do solo e período de descanso podem ser apontadas como responsáveis por reduzir o impacto negativo do pisoteio sobre a densidade do solo. O uso de sistema rotacionado tende a fornecer um período de descanso do efeito do pisoteio sobre o solo, permitindo a manutenção de uma massa de raízes e contínua

infiltração de água no solo de modo a não comprometer o desenvolvimento das plantas e mantendo a densidade do solo abaixo do limite crítico. A presença de material senescente e a cobertura do solo pelas plantas forrageiras auxiliam na manutenção dessas condições de modo que ao longo de um ano de uso por pastejo não foram detectadas diferenças significativas de densidade entre esse uso e os usos para agricultura e floresta.

As perdas de sedimento e água só foram significativas durante a época das águas, uma vez que durante a época seca, a irrigação foi controlada com base na evapotranspiração e na capacidade de armazenamento de água do solo (CAD) de modo que não houvesse escoamento superficial.

Houve diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$) para perda de água e sedimento (Tabela 20). As maiores perdas de sedimentos organo-minerais foram registradas no tratamento intensivo, enquanto as menores perdas foram mensuradas no tratamento extensivo. No manejo intensivo foi observada maior presença de material morto em cobertura na superfície do solo, enquanto no manejo extensivo praticamente não havia sedimento solto sobre o solo que pudesse ser carregado pela água da chuva para os coletores.

Tabela 20 - Efeito do tipo de manejo sobre a perda de sedimentos organo-minerais (kg/ha) e o percentual de água perdida por escoamento superficial, durante três meses da época chuvosa

Tipos de manejo	Perda de Sedimento (kg/ha)	Água perdido por escoamento superficial (%)
Intensivo	130,4A	1,08B
Moderado	72,2B	0,94B
Leve	82,2B	0,72B
Extensivo	58,2B	3,51A

Médias seguidas da mesma letra não coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$)

Campanha et al. (2008), quantificaram perdas de sedimento em diferentes tipos de uso do solo, em região de Caatinga. As perdas de sedimentos foram maiores na mata nativa (560kg por

hectare) e menores no silvopastoril (180kg/ha). Essas perdas foram consideradas pelos autores como baixas e os autores apontaram a cobertura do solo como responsável pelas menores perdas nos sistemas agroflorestais. A manutenção da superfície do solo coberta é uma das maneiras mais eficientes de reduzir a erosão (BERTOL et al., 2007), logo a cobertura do solo pelo pasto contribuiu para a menor perda generalizada de sedimentos nos tratamentos de pasto impostos nessa tese, em relação ao sistema silvopastoril testado por Campanha et al. (2008).

As perdas de água mais expressivas no manejo extensivo (Tabela 21) podem estar relacionadas com a mais baixa densidade de perfilhos nesse tratamento e menor cobertura do solo (Figura 49), diminuindo o potencial de absorção de água no sistema e como consequência as perdas de água por escoamento superficial foram maiores. Albuquerque et al. (2002), em tipo de solo semelhante ao utilizado no experimento, observaram que a manutenção de uma cobertura morta sobre o solo reduzia em até 74% as perdas de água por escoamento superficial, aumentando de forma significativa a capacidade de absorção de água do ambiente.



Figura 49 - Visão geral da condição de cobertura em área de pasto sob manejo intensivo (esquerda) e sobre manejo extensivo (direita)

É importante dizer que a declividade é um fator que afeta muito as perdas de água porque interfere de forma direta na velocidade da enxurrada (COGO et al., 2003). Nas condições do experimento de tese, a declividade média não passou de 12%, ficando em torno de 10% na

maioria das parcelas experimentais. No entanto, este percentual é considerado baixo diante de relatos na literatura que demonstram perdas de até 36%, em área agrícola cultivada em sistema de plantio direto no Ceará (MELO et al., 1993).

4.6.2 Efeito dos manejos sobre a eficiência de uso da água de irrigação

A quantidade necessária de água para produzir 1kg massa seca total de capim e um kg de leite em cada um dos manejos testados é mostrada na Tabela 21. Como o que determinou a quantidade de lâmina d'água a ser aplicada foi a evapotranspiração da região, todos os tratamentos receberam a mesma lâmina d'água, com isso, os tratamentos mais produtivos foram os mais eficientes na utilização da água.

Tabela 21 - Necessidade de água para a produção de um kg massa seca de forragem total (MSFT) e um kg de leite

Produto	Manejo	Necessidade de água (L)
Produção de massa seca de forragem total de capim-tanzânia	Intensivo	481
	Moderado	548
	Leve	1248
	Extensivo	1198
Produção de kg de leite de cabra	Intensivo	2116
	Moderado	4090
	Leve	6025
	Extensivo	5657

Os manejos intensivo e moderado foram os que necessitaram de menos água. A oferta de água potencializou os efeitos do nitrogênio, possibilitando a produção de 1kg de forragem com menos água, sendo tais valores semelhantes aos obtidos por Soria (2002), utilizando 700kg de N.

O mesmo efeito se refletiu sobre a produção de leite, uma vez que o componente de maior gasto de água no sistema foi a produção de forragem.

São escassos os relatos na literatura sobre a necessidade de água para a produção animal. A produção de carne tende a ser mais exigente em água do que a produção de leite. Para que 1kg de carne seja produzida, necessita-se de 50 a 100.000l de água, enquanto para a produção de 1kg de leite (bovino) este valor gira em torno de 10.000l/ha. Portanto, para a produção de 1kg de leite de cabra no sistema mais eficiente se gastou quase 1/5 do que se gasta para produzir leite de vaca e mesmo o tratamento menos eficiente, gastou perto de 4.000 litros menos. Esse resultado mostra quanto essa atividade pode ser interessante para a região Nordeste, onde a água é escassa e o leite é um produto igualmente importante como fonte de alimentação e geração de renda para pequenas propriedades.

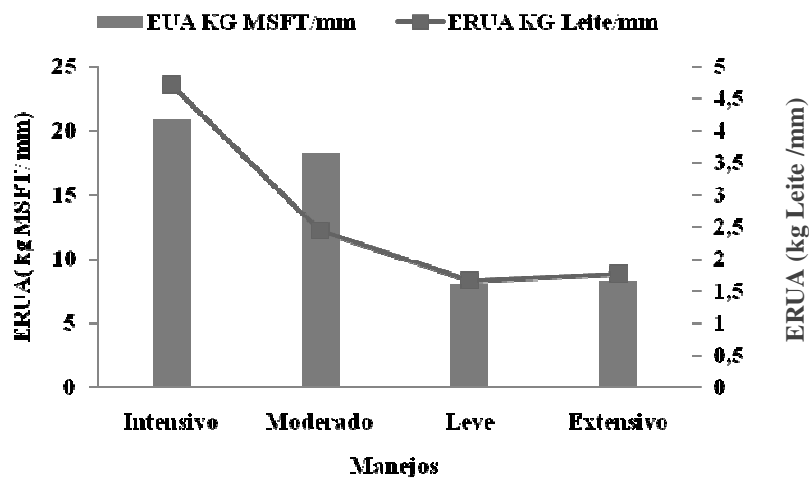


Figura 50 - Eficiência de uso da água (EUA) e eficiência relativa de uso da água (ERUA) nos diferentes manejos testados

A eficiência de uso de água apresentou comportamento semelhante à necessidade de água (Figura 50). Um mm de água foi capaz de produzir até 20 kg de massa seca de forragem total, no

manejo intensivo. Silva et al. (2007), com capim-tanzânia, obtiveram a máxima eficiência de 10kg de forragem por mm, com período de descanso semelhante ao utilizado no manejo intensivo. As diferenças de eficiência entre os trabalhos está relacionada principalmente com a maior lâmina d'água aplicada por Silva et al. (2007).

A maior eficiência relativa de uso da água ocorreu também no tratamento intensivo, onde cada mm de água foi capaz de produzir até 4,5kg de leite. Silva et al. (2007) fizeram este mesmo cálculo para obter a ERUA em produção de cordeiros, obtendo a melhor eficiência de 0,7 kg de cordeiro/mm de água. Essa maior eficiência foi obtida no manejo onde o capim-tanzânia apresentava o menor intervalo de descanso (15 dias).

4.6.3 Efeito dos manejos sobre a conversão de nitrogênio em produção de leite

A eficiência de conversão de nitrogênio em massa de forragem total e em kg de leite está ilustrada na Figura 51. Essa eficiência foi quantificada para os manejos intensivo e moderado. A eficiência relativa de uso no manejo moderado foi maior do que no manejo intensivo. Queiroz et al. (2008) obtiveram maior eficiência de conversão de nitrogênio em produção de forragem com uma dose de 307 kg/ha para gramínea do gênero *Panicum*. Esses autores associaram essa resposta a um limite fisiológico deste tipo de planta a altas doses de nitrogênio. A maior massa de forragem residual do tratamento moderado foi um fator que contribuiu para que a eficiência de uso de nitrogênio fosse maior nesse manejo em comparação com o intensivo. Pode também ser possível que pelo uso da uréia como fonte de nitrogênio (MARTHA JR. Et al., 2004), algum N pode ter se perdido por volatilização apesar da dose ser fracionada e da irrigação ter sido utilizada como ferramenta para reduzir as perdas de nitrogênio.

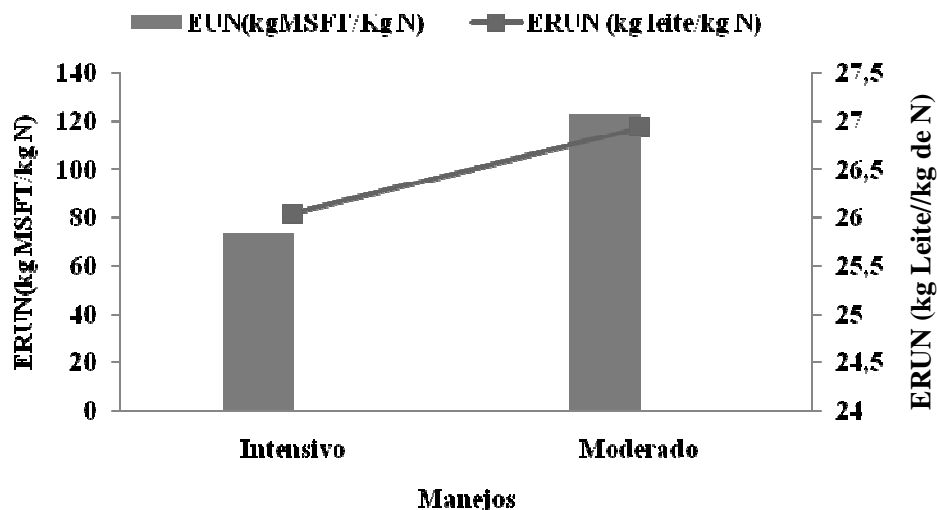


Figura 51 - Eficiência relativa de uso do nitrogênio (ERUN) para a produção de massa seca de forragem total (em colunas) e para a produção de leite (em linhas), nos manejos intensivo e moderado

Em termos de magnitude das respostas obtidas, Corsi e Nussio (1992) relataram kg eficiências de conversão de até 70kg de MS de forragem/kg N aplicado para dose de 800kg N/ha ano. Silva et al. (2007b), com capim-tanzânia, em dose semelhante à testada no manejo intensivo obteve eficiência de conversão de 80kg de MS de forragem/kg N aplicado. Esses valores encontrados na literatura encontram-se próximos aos obtidos no experimento para o tratamento intensivo.

Durante o experimento, utilizando óxido crômico, foi estimativa a excreção fecal dos animais. A quantidade média de fezes, em matéria seca, por dia foi de 1,2kg por animal. A análise química do esterco indicou que cada quilo de esterco caprino tinha em média 0,97% de nitrogênio. Utilizando estas informações e a taxa de lotação média anual de cada tratamento estimou-se a quantidade de nitrogênio oriundo do esterco que era deixado no pasto pelos animais nos manejos testados (Figura 52).

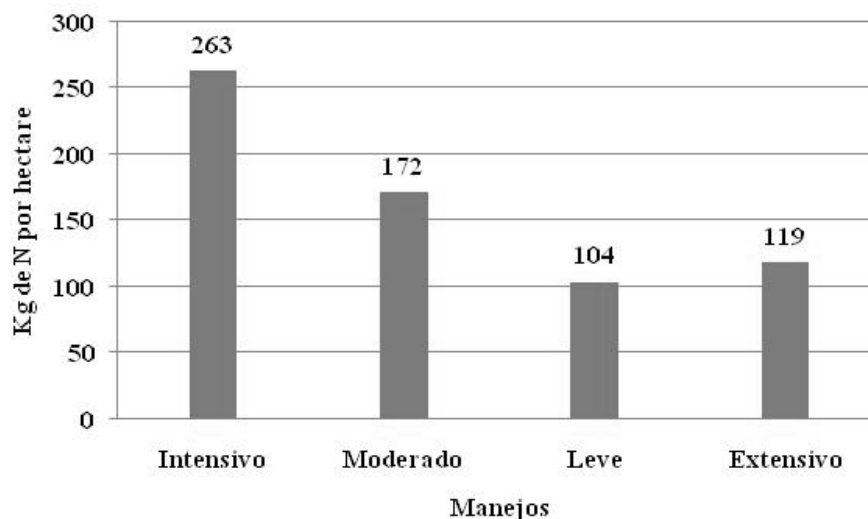


Figura 52 - Quantidade média estimada de nitrogênio adicionada ao pasto pelo esterco em kg por hectare por ano proveniente das fezes dos caprinos mantidos a pasto sob diferentes manejos

Pelo menos cem quilos de nitrogênio são deixados no pasto por ano nos tratamentos sem adubação. Pelo formato e tamanho das fezes, a distribuição das fezes de caprinos e ovinos no pasto é melhor do que em modelos de produção de bovinos em pastagem. Mesmo assim, foi possível identificar nos piquetes locais preferenciais para deposição das excretas, como áreas próximas a fonte de água e de sombra, sendo que em manejos que não recebiam adubação foi possível identificar estes locais pela coloração verde escuro presente nas folhas das touceiras.

4.7 Análise da eficiência econômica da produção de leite de cabra em pasto tropical

A análise econômica foi realizada para os manejos que indicavam viabilidade técnica. O resultado da análise econômica do uso dos manejos para a produção de leite pode ser visualizada na Tabela 22.

Com o preço que é pago pelo litro de leite no Ceará atualmente (R\$ 1,2/litro), apenas o manejo intensivo apresentou viabilidade econômica. Essa viabilidade foi visível em duas

situações: ordenha manual em sistemas para um hectare e para 3ha. A situação ordenha manual para três hectares tecnicamente é inviável pelo tempo que demandaria apenas para ordenhar as cabras, portanto não terá sua viabilidade econômica discutida.

Tabela 22 – Análise econômica para a produção de leite de cabra em pasto de capim-tanzânia sob diferentes manejos, com dois tipos de ordenha

Manejo	Investimento (R\$)	Custeio (R\$/ano)	RB (R\$/ano)	RL (R\$/ano)	B/C	VPL (R\$)	TIR (%)
Ordenha Manual – 1ha							
Intensivo	27.534,06	16.208,33	23.330,40	7.122,07	1,05	8.676,68	10,0
Moderado	28.063,66	14.018,49	12.967,20	-1051,29	0,66	49.819,71	-
Leve	28.572,46	12.625,05	8.438,40	-4.186,65	0,46	72.011,66	-
Ordenha Manual – 3ha							
Intensivo	51.221,69	38.237,96	69.991,20	31.753,24	1,39	144.246,96	33,5
Moderado	48.334,29	31.444,62	38.901,60	7.456,98	0,92	-24.894,91	-1,2
Leve	47.348,09	27.138,70	25.315,20	-1823,50	0,68	-87.907,91	-
Ordenha Mecânica – 1ha							
Intensivo	116.964,06	20.679,83	23.330,40	2.650,57	0,59	118.135,45	-22,4
Moderado	117.493,66	18.489,99	12.967,20	-5.522,79	0,35	-176.631,84	-
Leve	75.502,46	14.971,55	8.438,40	-6.533,15	0,31	-138.558,61	-
Ordenha Mecânica – 3ha							
Intensivo	167.480,69	44.050,91	69.991,20	25.940,29	0,96	-20.608,81	3,9
Moderado	138.264,29	35.941,12	38.901,60	2.960,48	0,65	-152.416,05	-23,7
Leve	136.778,09	31.610,20	25.315,20	-6.295,00	0,46	-214.720,04	-

RB=receita bruta; RL=receita líquida; B/C=relação benefício custo; VPL=valor presente líquido e TIR=taxa interna de retorno.

Na condição onde o manejo intensivo foi economicamente e tecnicamente viável a relação benefício custo ficou acima de um, indicando lucro no desenvolvimento da atividade. O VPL que é o cálculo de quanto os futuros pagamentos somados a um custo inicial estariam valendo hoje, foi maior que zero, indicando que a produção de leite de cabra no sistema intensivo ou com ordenha manual em 1ha tornou-se atrativo em relação à caderneta de poupança, que foi o valor de taxa de juros (0,06%) utilizada para fins de comparação. A TIR de 10% para 1ha, equivaleu a TIR da terminação de cordeiros em 3ha (VIDAL et al., 2005). Sendo que a diferença entre a produção de leite e carne possibilita ao produtor de leite dispor diariamente de capital com a venda do leite, enquanto que para a terminação, este recurso estaria disponível apenas ao final de cada quatro meses.

No manejo intensivo o alto custo foi compensado pela produtividade do sistema. Em trabalho avaliando a viabilidade econômica da produção de leite de vaca em pastagem, Rennó et al. (2008) obtiveram o mesmo resultado desta tese, ou seja, relação à produtividade por hectare, ou, quanto maior a taxa de lotação a que determinada área for submetida dentro de determinado nível de produção, maior a produtividade e a receita por unidade de área.

Os manejos moderado e leve mostraram-se ao longo de todo o trabalho, para a maioria dos indicadores de sustentabilidades testados, os mais interessantes do ponto de vista menor dependência de insumos externos para a manutenção de suas taxas de produção. No entanto, a produtividade, que para o equilíbrio do ecossistema se mostrou mais interessante, não foi suficiente para cobrir os elevados custos com implantação do sistema mesmo em áreas maiores e com ordenha manual, por um período de dez anos.

Os manejos moderado e leve provavelmente sejam mais adaptados do que o intensivo para os pequenos produtores que estão saindo da condição de subsistência para a inserção no mercado produtivo. Por isso, a criação de políticas públicas que subsidiem parte deste investimento é item fundamental para a inserção de pequenos produtores no mercado, de modo que os mesmos consigam pagar parte do investimento com a produção.

O componente de insumo que mais onerou a rubrica de custeio, para todos os tratamentos, foi o concentrado. Nesse sentido, o aprimoramento desses manejos deve prever estudos de fontes alternativas de concentrado e até inclusão de piquetes com leguminosas, a fim de tornar os manejos mais competitivos e sustentáveis.

O alto custo de investimento em maquinário na opção de ordenha mecânica para os níveis de produção avaliados neste trabalho não pagaram ao longo de dez anos o investimento. Em virtude da mão-de-obra no campo está cada vez mais escassa, a criação de linhas especiais de crédito para financiar a aquisição de ordenhadeiras mecânicas com maior tempo para pagamento e até mesmo, subsidiar parte deste investimento pode ser também uma opção interessante, para viabilizar a produção de leite de cabra tanto para produtores individuais quanto cooperativas de produção.

O subsidio na implantação de manejos de produção de leite de cabra em pastagem cultivada constitui uma opção de política pública para maximizar a produção de agricultores familiares em pequenas áreas, preservando áreas de Caatinga. Uma vez implantado o sistema, o produtor pode ter a opção de intensificar parte de sua produção e manter parte do sistema em manejo menos intensivo.

4.8 Principais desafios para construção de modelos sustentável de produção de leite de cabra em pastos tropicais

O principal desafio tecnológico para produzir leite de cabra em ambiente de pastagem cultivada foi o controle de doenças. A enfermidade que ocorreu com maior frequência foi a parasitose por *Haemoncus*, principalmente na época chuvosa. Não houve efeito de tratamento sobre a ocorrência de verminoses ($p < 0,05$). Na Figura 53 pode-se observar o comportamento do valor médio de grau Famacha obtido para cada tratamento ao longo da época das águas (Figura 53A) e da época seca (Figura 53B).

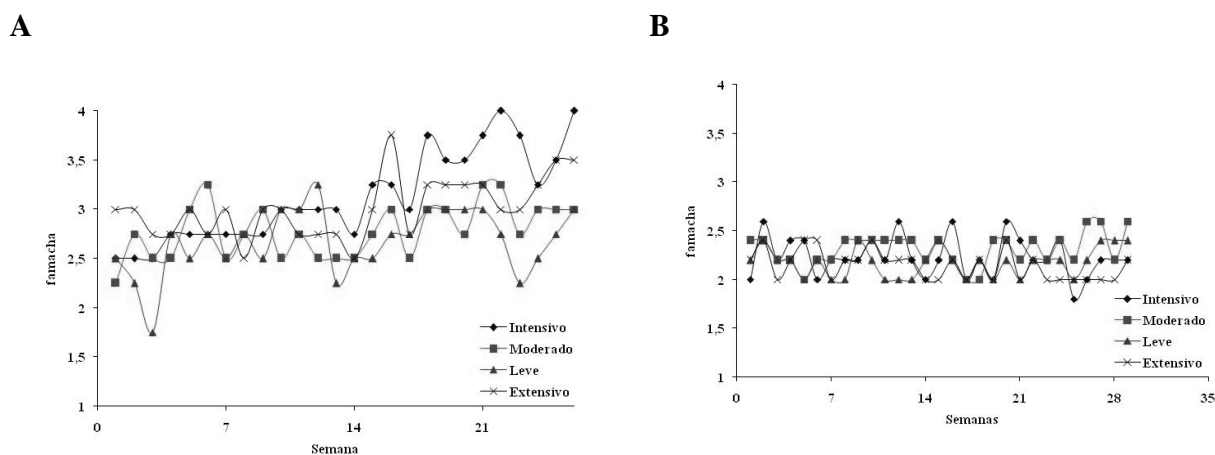


Figura 53 - Valores médios de grau Famacha mensurados semanalmente nos animais submetidos a diferentes tipos de manejo na época das águas (A) e na época seca (B)

Na época das águas, não houve efeito de tratamento sobre a ocorrência dos graus Famacha ($p < 0,05$). As médias mais altas dos graus três e quatro do Famacha, valores indicativos da necessidade de vermifugação, foram para os manejos intensivo e extensivo. Como a precipitação deste ano foi muito superior a média histórica, a condição climática nas águas foi desfavorável para o pastejo animal, para a maioria dos rebanhos na região. Em situações como esta, manter os animais semi-confinados ou evitar que os mesmos permaneçam no pasto em dias de excessivas chuvas pode garantir que os animais se alimentem bem e assim, reduza as chances de ficarem mais susceptíveis as infecções parasitárias. Nesse caso, o produtor deverá cortar o pasto e fornecer no cocho juntamente com a suplementação concentrada.

Na época seca não foi registrada diferença significativa entre tratamentos ($p < 0,05$), sendo que as médias variaram muito pouco durante este período. Mesmo com uso de irrigação, as infestações parasitárias foram baixas, o que pode em parte desmistificar que é a umidade a causa da alta infestação parasitária em animais pastejando. O fato é que na época seca os animais tiveram um ambiente mais favorável para o pastejo, permitindo melhor desempenho, o que se confirmou com as maiores persistência da lactação e produção.

A forma prática com que a ocorrência de verminoses afeta o sistema está diretamente representada pela frequência com que os animais foram vermifugados na época das águas e época seca. A Figura 54 ilustra os resultados obtidos no experimento.

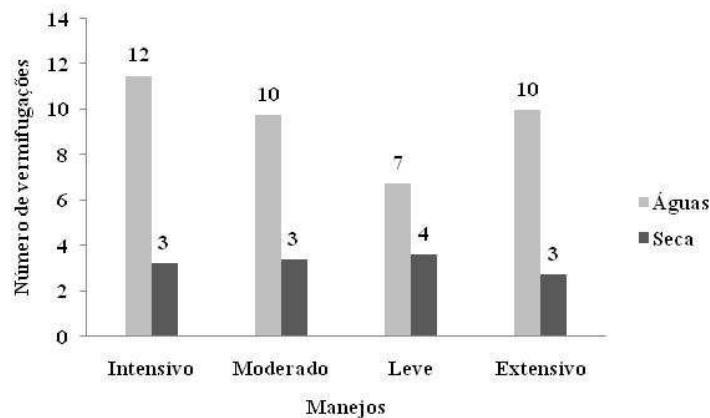


Figura 54 - Número médio de vezes que os animais de cada tratamento foram vermifugados para controle de *Haemoncus*

Percebe-se que o número de vermifugações foi muito alto nas águas e baixo na seca, sem que nesta última houvesse grande diferença entre manejos. Os medicamentos utilizados para controlar as infestações podem deixar o leite inviável para consumo por um período que varia de cinco a 30 dias, dependendo do princípio ativo utilizado. Nesse sentido, alternativas devem ser buscadas para reduzir ao máximo a necessidade de uso dos mesmos.

Através do Famacha foi possível identificar no rebanho os animais que tinham maior resistência a verminose. A partir dessa observação pode-se no rebanho estabelecer estratégias de manejo que descartem com o passar do tempo os animais mais sensíveis, uma vez comprovada que esta característica está geneticamente fixada (NEVES, 2010). O animal mais produtivo do experimento durante a época chuvosa foi vermifugado apenas uma vez. Outra observação importante diz respeito à idade dos animais. Na Figura 55 observa-se que na medida em que a

ordem de parto foi aumentando, o número de vezes que o animal necessitou ser vermifugado foi maior.

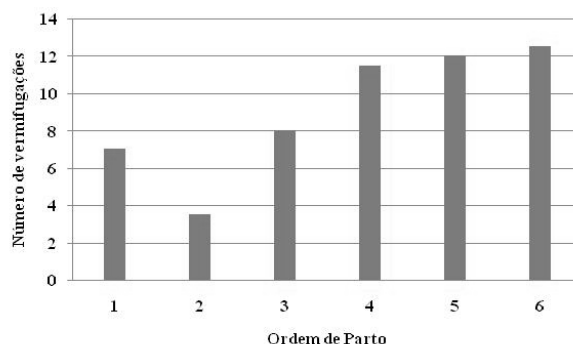


Figura 55 – Influência da ordem de parto sobre o número de vezes que o animal necessitou ser vermifugado durante o período das águas.

Os animais de primeira ordem, por ser o primeiro contato com pasto e pelo próprio estresse da primeira parição (AMARANTE, 2008) apresentaram valores mais elevados do que os animais de segunda ordem. Enquanto os animais de quinta e sexta ordens apresentaram mais de doze vermifugações. Portanto, a manutenção de animais jovens (de 2° e 3° ordem) deve ser utilizada como estratégia para reduzir a frequência de vermifugações.

Outra estratégia que vem sendo testada com ovinos é a alternância do pastejo com bovinos (FERNANDES et al., 2004). Sendo na maioria das vezes os produtores de caprinos e ovinos também produtores de bovinos, esta pode ser uma alternativa interessante para o controle da verminose nos sistemas de produção de leite de cabra a pasto.

Além disso, alguns esforços têm sido empreendidos pela comunidade científica na busca por medicamentos fitoterápicos que tenham eficácia no controle de verminoses em caprinos. Por enquanto os testes *in vitro* têm apresentado alta eficiência chegando a eliminar 99% dos vermes. Os testes *in vivo* não têm obtido o mesmo êxito e pesquisas ainda estão sendo conduzidas buscando mecanismos para aumentar a eficiência desses medicamentos no controle de endoparasitas.

Outro grande desafio diz respeito a viabilidade econômica do uso de manejos menos intensivos para a produção de leite de cabra. Para que a produção de leite no manejo moderado pudesse ser economicamente viável, o preço pago pelo litro de leite, em sistema com ordenha manual, a fim de reduzir custos de implantação, teria que ser igual ou superior a R\$ 1,90 para os manejos moderado e leve (Tabela 23). Nessas condições, fica evidente que na atual conjuntura a forma mais viável de tornar o negócio rentável passa pela necessidade uma política de subsídio.

Tabela 23 – Simulação da análise econômica para a produção de leite de cabra em pasto de capim-tanzânia manejado de forma moderada e leve utilizando ordenha manual

Manejo	Área (ha)	Investimento (R\$)	Custeio (R\$/ano)	RB (R\$/ano)	RL (R\$/ano)	B/C	VPL (R\$)	TIR (%)
Moderado	01	28.063,66	14.018,49	20.531,40	6.512,91	1,04	5.853,46	8,8
Leve	03	28.572,46	27.138,70	40.082,40	12.943,70	1,08	20.779,97	11,6

PL= preço do leite; RB=receita bruta; RL=receita líquida; B/C=relação benefício custo; VPL=valor presente líquido e TIR=taxa interna de retorno.

A utilização de animais de maior potencial de produção pode ser outra maneira de viabilizar esses sistemas menos intensivos. A simulação mostrada na Tabela 24 considerou que a produção dos animais seria o dobro da produção obtida no experimento, e o preço mínimo pago pelo leite para obtenção de lucro foi de R\$1,40, mais próximo do atual valor pago.

Tabela 24 – Simulação da análise econômica para a produção de leite de cabra em 3ha pasto de capim-tanzânia manejado de forma moderada e leve

Manejo	Tipo de ordenha	Investimento (R\$)	Custeio (R\$/ano)	RB (R\$/ano)	RL (R\$/ano)	B/C	VPL (R\$)	TIR (%)
Moderado	Mecânica	138.264,29	35.941,12	62.731,20	26.790,08	1,05	22.971,88	8,7
Leve	Manual	47.348,09	27.138,70	42.445,20	15.306,50	1,14	38.170,38	15,8

PL= preço do leite; RB=receita bruta; RL=receita líquida; B/C=relação benefício custo; VPL=valor presente líquido e TIR=taxa interna de retorno.

Na simulação da Tabela 24 a relação B/C nos dois modelos foi superior a um, indicando obtenção de lucro. O VPL nos manejos moderado e leve foram superiores aos obtidos no tratamento intensivo (1ha ordenha manual) (Tabela 22). Além do maior VPL, a TIR do manejo leve foi bem superior a obtida pelo manejo intensivo (Tabela 22).

Além do aspecto numérico das simulações apresentadas até agora, precisa-se lembrar de que a dependência de insumos externos do tratamento intensivo pode a qualquer momento, por uma variação de mercado nos preços de fertilizantes, torna o uso do sistema inviável. Para este caso, o desafio da pesquisa é a busca por fertilizantes alternativos aos químicos convencionais e até mesmo inclusão de leguminosas no sistema para garantir a sustentabilidade da produção.

5 CONCLUSÕES

As condições ambientais e de manejo as quais o capim-tanzânia foi submetido permitiram concluir que:

1. O manejo intensivo, respondeu aos inputs fornecidos com alta produtividade, sendo ainda o mais eficiente no uso de água e o único capaz de dar uma resposta positiva em termos de eficiência econômica. O uso deste manejo requer uma maior entrada de recursos externos ao sistema tornando sua viabilidade dependente de variações de mercado sobre o preço de insumos. É o tipo de manejo indicado para produtores que tenham um nível tecnológico alto.

2. O manejo moderado apresentou boa produtividade e dependência de fatores externos (nitrogênio e concentrado) menor do que o intensivo. No entanto, a produtividade obtida nesse manejo não foi suficiente para cobrir os custos. Considerando que este manejo pode ser interessante por causar menos impacto sobre o meio ambiente, a utilização de animais de maior potencial de produção, aumentando a produtividade, pode viabilizar o sistema.

3. O manejo leve foi bastante interessante porque representaria na prática a migração de um produtor de um modelo de subsistência para um modelo de inserção no mercado, com a mais baixa dependência de insumos externos e melhor equilíbrio entre produção e características ambientais. No entanto, a baixa produtividade não permitiu que fosse obtida viabilidade econômica de seu uso para produção de leite de cabra. O aumento no potencial individual de produção de cada animal possibilitou que o sistema fosse viável. Tanto para o manejo moderado quanto leve, a obtenção de animais de alta produção pode não ser a alternativa mais disponível para agricultores familiares. A manutenção do homem no campo, dando-lhe condições de produzir, pode ser uma política pública que subsidie os custos de implantação desses modelos para pequenos produtores, possibilitando assim, que os mesmos possam utilizar os recursos naturais de maneira mais sustentável para produção de leite de cabra.

4. Dos manejos testados, o extensivo foi o que apresentou mais sinais de degradação do pasto, em apenas um ano de avaliações. Não sendo, portanto, recomendado.

5. Por fim, os desafios que precisam ser vencidos para que a produção de leite de cabra em pasto cultivado possa ser viável tanto do ponto de vista técnico quanto econômico, envolverão

os esforços tanto da comunidade científica na busca por métodos mais eficientes de controle de verminose e na otimização do uso de concentrado, quanto do poder público no sentido de desenvolver linhas especiais de crédito e subsídio para os produtores poderem optar pelo tipo de manejo que for mais adequado ao seu nível tecnológico.

REFERÊNCIAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL. **The nutrition of goats**. London: Technical Committee on Responses to Nutrients, 1997. 97 p.

ALBUQUERQUE, A.W.; LOMBARDI NETO, F.; SRINIVASAN, V.S.; SANTOS, J.R. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 136-141, 2002.

ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).

ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A. Efeitos de doses de nitrogênio na produção de leite de vacas em pastagem de coast-cross. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 577-583, 2001.

AMARANTE, A.F.T. Fatores que afetam a resistência dos ovinos à verminose. In: VERRÍSSIMO, C.J. (Ed.). **Alternativas de controle da verminose em pequenos ruminantes**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2008. p. 15-24.

ARAÚJO FILHO, J.A. **Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris**. Sobral: Embrapa Caprinos, 1992. 18 p. (Circular Técnica, 11).

ARAÚJO FILHO, J.A.; CARVALHO, F.C.; SILVA, N.L. **Criação de ovinos no semi-árido nordestino**. Sobral: Embrapa Caprinos, 1999. 18 p. (Circular Técnica, 19).

AZAM, F.; MALIK, K.A.; SAJJAD, M.I. Transformations in soil and availability to plants of 15N applied as organic fertilizer and legumes residues. **Plant and Soil**, The Hague, v. 86, n. 1, p. 3-13, 1985.

BARBOSA, L.P.; RODRIGUES, M.T.; GUIMARÃES, J.D.; MAFFILI, V.V.; AMORIM, L.S.; GARCEZ NETO, A.F. Condição corporal e desempenho produtivo de cabras Alpinas no início de lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 11, p. 2137-2143, 2009.

BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo**. 2004. 119 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V.P.B.; DA SILVA, S.; ZIMMER, A.H.; TORRES JUNIOR, R.A.A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 3, p. 329-340, 2007.

BERTOL, I.; COGO, N.P.; SCHICK, J.; GUDAGNIN, J.C.; AMARAL, A.J. Aspectos financeiros relacionados às perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 133-142, 2007.

BERTOL, I.; MELLO, E.L.; COGO, N.P.; VÁZQUEZ, E.V.; GONZÁLEZ, A.P. Parâmetros relacionados com a erosão hídrica sob taxa constante da enxurrada, em diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 715-722, 2006.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 3. ed. São Paulo: Ícone, 1990. 355 p.

BRAGA, G.J. Contribuição da pastagem para o seqüestro de carbono. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 24., 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 271-296.

BRAGAGNOLO, J.; LANZANOVA, M.E.; LOVATO, T.; ELTZ, F.L.F.; GIRARDELO, V.C. Compactação do solo induzida por pisoteio bovino em sistemas de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 1 CD-ROM.

BRAIDA, J.A.; REICHERT, J.M.; SOARES, J.A.D.; REINERT, D.J.; SEQUINATO, L.; KAISER, D.R. Relações entre a quantidade de palha existente sobre o solo e a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. 1 CD-ROM.

BROUGHAM, R.W. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 9, n. 1, p. 39-52, 1957.

CAMARANO, A.A.; ABRAMOVAY, R. **Êxodo rural, envelhecimento e masculinização no Brasil: panorama dos últimos 50 anos**. Rio de Janeiro: IPEA, 1999. 28 p. (Texto para Discussão, 621).

CAMPANHA, M.M.; AGUIAR, M.I.; MAIA, S.M.F.; OLIVEIRA, T.S.; MENDONCA, E.S.; ARAUJO FILHO, J.A. **Perdas de solo, água e nutrientes pela erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo agroflorestais no semi-árido cearense**. Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2008. 14 p.(Circular Técnica, 37).

CAMPOS, M.C.C.; QUEIROZ, S.B. Reclassificação dos perfis descritos no levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 45-50, 2006.

CÂNDIDO, M.J.D.; GOMIDE, C.A.M.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, W.E. Morfofisiologia do dossel de *Panicum Maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 406-415, 2005.

CÂNDIDO, M.J.D.; SILVA, R.G.; NEIVA, J.N.M.; OLIVARDO, F.; BENEVIDES, Y.I.; FARIAS, S.F. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia pastejado por ovinos sob três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2234-2242, 2006.

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 136 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; SILVA, G.N. da; MORAES, J.P. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, Brisbane, v. 40, p. 165-176, 2006.

CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K.; MEZZALIRA, J.C.; POLI, C.H.E.C.; NABINGER, C.; GENRO, T.C.M.; GONDA, H.L. Do bocado ao pastoreio de precisão: Compreendendo a interface planta-animal para explorar a multi-funcionalidade das pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46., 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: UFM, 2009. 1 CD-ROM.

CHORY, J. Light modulation of vegetative development. **The Plant Cell**, Stanford, v. 9, n. 7, p. 1225-1234, 1997.

COGO, N.P.; LEVIEN, R.; SCHWARZ, R.A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 743-753, 2003.

CONANT, R.T.; PAUSTIAN, K.; ELLIOTT, K.T. Grassland management and conversion into grassland: effects on soil carbon. **Ecological Applications Journal**, New York, v. 11, n. 2, p. 343-355, 2001.

CORSI, M.; NUSSIO, L.G. Manejo de capim elefante: correção e adubação do solo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 10., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1992. p. 87-116.

COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; FAQUIN, V. **Adubação nitrogenada para pastagens do gênero Brachiaria em solos do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 60 p. (Série Documentos, 192).

COSTA, R.G.; ALMEIDA, C.C; PIMENTA FILHO, E.; HOLANDA JUNIOR, E.V.; SANTOS, N.M. Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região semi-árida do estado da Paraíba, Brasil. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 57, n. 2, p. 195-205, 2008.

CUNHA, E.A.; SANTOS, L.E.; RODA, D.S.; POZZI, C.R.; OTSUK, I.P.; BUENO, M.S.; RODRIGUES, C.F.C. Efeito do sistema de manejo sobre o comportamento em pastejo, desempenho ponderal e infestação parasitária em ovinos Suffolk. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v. 17, n. 3, p. 105-111, 1997.

CUTRIM JUNIOR, J.A.A. **Crescimento e morfofisiologia do dossel do capim tanzânia com três frequências de desfolhação e dois resíduos pós-pastejo**. 2007. 104 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

DAL MONTE, H.L.B.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; HOLANDA JUNIOR, E.V.; RODRIGUES, A. Mensuração dos custos e avaliação de rendas em diferentes sistemas de produção de leite caprino nos cariris paraibanos. In: XIMENES, L.J.; MARTINS, G.A.; NARCISO SOBRINHO, J.; CARVALHO, J.M.M.(Org.) **As ações do Banco do Nordeste do Brasil em P&D na arte da pecuária de caprinos e ovinos no nordeste brasileiro**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2009. p. 93-147.

DAVIES, A. Tissue turnover in the sward. In: DAVIES, A.; BAKER, R.D.; GRANT, S.; LAIDLAW, A.S. (Ed.). **Sward measurement handbook**. 2nd ed. Reading: British Grassland Society, 1993. p. 183-216.

DAVIS, M.H.; SIMMONS, S.R. Far-red light reflected from neighbouring vegetation promotes shoot elongation and accelerates flowering in spring barley plants. **Plant, Cell & Environment**, Hoboken, v. 17, n. 8, p. 829-836, 1994.

- DECHEN, S.C.F.; LOMBARDI NETO, F.; CASTRO, O.M. Gramíneas e leguminosas e seus restos culturais no controle da erosão em um Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 5, n. 2, p. 133-137, 1981.
- DEKKERS, J.C.M.; JAMROZIK, J.; TEN HAG, J.H. Genetic and economic evaluation of persistency in dairy cattle. **Interbull Bulletin**, Uppsala, v. 51, n. 12, p. 97-102, 1996
- DEKKERS, J.C.M.; TEM HAG, J.H.; WEERSINK, A. Economic aspects of persistency of lactation in dairy cattle. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 53, n. 3, p. 237-252, 1998
- DEPONDI, C.M.; CORDULA, E.; AZAMBUJA, J.L.B. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, v. 3, n. 4, p. 44-52, 2002.
- DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J.J.; TRLICA, M.J. Tillering responses to enrichment of red light beneath the canopy in a humid natural grassland. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 22, n. 2, p. 199-206, 1985.
- DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação 3^a Ed.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2007. 190p.
- DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos.** Roma: FAO, 1979. 212 p. (FAO. Riego y Drenaje, 33).
- DRUMOND, L.C.D; AGUIAR, A.P. **Irrigação de pastagem.** Uberaba: FAZU, 2005. 210 p.
- DUBEUX JR., J.C.B.; SANTOS, H.Q.; SOLLENBERGER, L.E. Ciclagem de nutrientes: perspectivas de aumento de sustentabilidade da pastagem manejada intensivamente. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 22., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 357-400.
- DUBEUX JR., J.C.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V. Fluxo de nutrientes em ecossistema de pastagens: impacto no ambiente e na produtividade. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 24., 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 439-506.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo.** 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, CNPS, 1997. 212 p.

EUCLIDES, V.P.B. Estratégias de suplementação em pasto: uma visão crítica. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1., 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p. 437-469.

EVANGELISTA, F.R.; CARVALHO, J.M.M. Algumas considerações sobre o êxodo rural no nordeste. **Banco do Nordeste do Brasil-ETENE**, Fortaleza, 09 nov. 2001. Disponível em <http://www.bnb.gov.br/content/Aplicacao/ETENE/Rede_Irigacao/Docs/Algumas%20Consideracoes%20sobre%20o%20Exodo%20Rural%20no%20Nordeste.PDF> Acesso em: 21 abr. 2010.

FAO. **FAOSTAT 2008**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/418/DesktopDefault.aspx?PageID=418>> Acesso em: 23 maio 2008.

FERLIN, M.B.; EUCLIDES, V.P.B.; LEMPP, B.; GONÇALVES, M.C.; CUBAS, A.C. Morfogênese e dinâmica do perfilhamento de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia sob pastejo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 2, p. 344-352, 2006.

FERNANDES, L.H., SENO, M.C.Z., AMARANTE, A.F.T.; SOUZA, H.; BELLUZZO, C.E.C. Efeito do pastejo rotacionado e alternado com bovinos adultos no controle da verminose em ovelhas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 56, n. 6, p. 733-740, 2004.

FERREIRA, E.B; BEARZOTI, E. Comparação de métodos no ajustamento de curvas de lactação de bovinos por meio de simulação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 865-872, 2003.

FRANCO, F.S.; COUTO, L.; CARVALHO, A.F.; JUCKSCH, I.; FERNANDES FILHO, E.I.; SILVA, E.; MEIRA NETO, J.A.A. Quantificação de erosão em sistemas agroflorestais e convencionais na zona da mata de minas gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 751-760, 2002.

GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, New York, v. 105, n. 1, p. 191-197, 1994.

GASTAL, F.; BELAGER, G.; LEMAAIRE, G. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, Oxford, v. 70, p. 437-442, 1992.

GENGLER, N. Persistency of lactation yields: a review. **Interbull Bulletin**, Uppsala, v. 51, n. 12, p. 87-96, 1996.

GIRARDIN, P.; BOCKSTALLER, C.; WERF, H.V. Indicators: tools to evaluate the environmental impacts of farming systems. **Journal of Sustainable Agriculture**, London, v. 13, n. 4, p. 5-21, 1999.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. Universidade UFRGS, 2000. 250 p.

GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 341-348, 2000.

GOMIDE, J.A. Morfogênese e análise de crescimento de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Visconde do Rio Branco Suprema Gráfica e Editora, 1997. p. 411-429.

GONÇALVES, H.C.; SILVA, M.A.; WECHSLER, F.S.; RAMOS, A.A. Fatores genéticos e de meio na produção de leite de caprinos leiteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 719-729, 2001.

GUIMARÃES, V.P.; RODRIGUES, M.T.; SARMENTO, J.L.R., ROCHA, D.T. Utilização de funções matemáticas no estudo da curva de lactação em caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 535-543, 2006

HAENLEIN, G.F.W. Goat milk in human nutrition. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 51, n. 2, p. 155-163, 2004.

HAMZA, M.A.; ANDERSON, W.K. Soil compaction in cropping systems: a review of the nature, causes and possible solutions. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 82, n. 2, p. 121-145, 2005.

HÉRAUT-BRON, V.; ROBIN, C.; VARLET-GRANCHER, C.; GUCKERT, A. Phytochrome mediated effects on leaves of white clover: consequences for light interception by the plant under competition for light. **Annals of Botany**, Oxford, v. 88, n. 4, p. 737-743, 2001. Supplement.

HODGSON, J. **Grazing management**: science into practice. New York: Longman, 1990. 203 p. (Handbook in Agriculture).

HODGSON, J.; DA SILVA, S.C. Sustainability of grazing systems: goals, concepts and methods. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; DE MORAES, A., NABINGER, C.; CARVALHO, P.C.F. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Oxford: CAB International, 2000. p. 1-13.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário**. 2006.

Disponível

em:<www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/default.shtm>

Acesso em: 28 de fevereiro de 2010

INVENTÁRIO BRASILEIRO DE EMISSÃO DE GASES DO EFEITO ESTUFA. 2004.

Disponível em:< <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/25441.html> > Acesso em: 18

abr. 2008.

JONES, R.; DOWLING, P. Sustainability and economics of temperate perennial Australian grazing systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 106, n. 4, p. 359–376, 2005.

KATERJI, N.; MASTRORILLI, M. The effect of soil texture on the water use efficiency of irrigated crops: Results of a multi-year experiment carried out in the Mediterranean region.

European Journal Agronomy, Amsterdam, v. 30, n. 4, p. 95–100, 2009.

LANGER, R.H.M. **How grass grow**. 2nd ed. London: Edward Arnolds, 1969. 66 p.

LEÃO, T.P.; SILVA, A.P.; MACEDO, M.C.M.; IMHOFF, S.; EUCLIDES, V.P.B. Intervalo hídrico ótimo na avaliação de sistemas de pastejo contínuo e rotacionado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 415-423, 2004

LEFRILEUX, Y.; MORAND-FEHR, P.; POMMARET, A. Capacity of high milk yielding goats for utilizing cultivated pasture. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 77, n. 2, p. 113–126, 2008.

LEMAIRE, G. Research priorities for grassland science: the need of long time integrated experiments networks. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 93-100, 2007. Suplemento Especial.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D.F. Tissue flows in grazed plants communities. In: HODGSON, J.; ILLUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB International, 1996. p. 3-36.

LEMAIRE, G.; CULLETON, N. Effects of nitrogen applied after the last cut in autumn on a tall fescue sward. II. Uptake and recycling of nitrogen in the sward during winter. **Agronomy Journal**, Standford, v. 9, n. 2, p. 241-249, 1989.

LEMOS, J.J.S. Níveis de degradação no nordeste brasileiro. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. 3, p. 406-429, 2001.

LIMA, R.A.S. Distribuição do rebanho caprino no Brasil nos anos 1995/96 e 2006. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA, 46., 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: SOBER, 2008. 1 CD-ROM.

MACHADO, R. CÔRREA, R.F., BARBOSA, R.T.; BERGAMASCHI, M.A.C.M. **Escore de condição corporal e suas aplicações no manejo reprodutivo de ruminantes**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2008. 16 p. (Circular Técnica, 57)

MAGALHÃES, K.A.; CAMPOS, R.T. Eficiência técnica e desempenho econômico de produtores de leite no Estado do Ceará, Brasil. **Revista de Economia Rural**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 4, p. 695-711, 2006.

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. **Irrigação: princípios e métodos**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 318 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MARTHA JÚNIOR, G.; CORSI, M. Pastagens no Brasil: situação atual e perspectivas. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, jan./fev. 2001. Disponível em: <<http://pa.esalq.usp.br/~pa/pa0101/geral0101.pdf>> Acesso em: 31 maio 2007.

MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARCELLOS, A.O. A planta forrageira e o agroecossistema. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 23., 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2006. p. 87-137.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P.M.; CUNHA, D.N.F.V.; MOREIRA, L.M.. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 665-671, 2006.

MCMANUS, C.; SOARES FILHO, G.; MARIANTE, A.S.; LOUVANDINI, H. Fatores que influenciam os parâmetros das curvas de lactação em cabras no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1614-1623, 2003. Suplemento 1.

MELLO, A.C.L. **Respostas morfofisiológicas do capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv Tanzânia) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotativa**. 2002. 67 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens), Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MELLO, S.Q.S.; FRANÇA, A.F.S; LANNA,A.C.; BERGAMASCHINE,A.F.; KLIMANN,H.J.; RIOS, L.C.; SOARES, T.V. Adubação nitrogenada em capim-mombaça: produção,eficiência de conversão e recuperação aparente do nitrogênio. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 4, p. 935-947, 2008.

MELO FILHO, J.F.; SILVA. J.R.C. Erosão, teor de água no solo e produtividade do milho em plantio direto e preparo convencional de um Podzólico Vermelho- Amarelo no Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 17, n. 2, p. 291-297, 1993.

MOLENTO, M. Método Famacha: tratamento seletivo no controle do *Haemonchus contortus*. In: VERRÍSSIMO, C.J. (Ed.). **Alternativas de controle da verminose em pequenos ruminantes**. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2008. p. 25-34.

MORAES NETO, O.T.; RODRIGUES A.; ALBUQUERQUE, A.C.A.; MAYER, S. **Manual de capacitação de agentes de desenvolvimento rural (ADRs) para a caprinovinocultura**. João Pessoa: SEBRAE, 2003. 114 p.

MORAND-FEHR, P.; HERVIEU, J. Apprécier l'état corporel deschèvres: intérêt et méthod. **Reussir La Chevre**, Paris, v. 19, n. 231, p. 22-34, 1999.

NABINGER, C. Manejo da desfolha. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 19., 2002, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 133-158.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S. Atualidades sobre manejo do pastejo nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 2., 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2008. p. 1-19.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervides, and world camelides**. Washington: National Academic Press, 2007. 384 p.

NEVES, M.R.M. **Utilização de marcadores fenotípicos para caracterização de ovinos mestiços Santa Inês naturalmente infectados com nematóides gastrintestinais**. 2010. 109 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Vale do Acaraú, Sobral, 2010.

NOGUEIRA, D.M.; CHAPAVAL, L.; NEVES, A.L.A.; COSTA, M.M. **Passos para obtenção de leite de cabra com qualidade**. Petrolina: Embrapa Semi Árido, 2008. 6 p. (Comunicado Técnico, 135). Disponível em:<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/CNPGL-2009-09/15847/1/COT135.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2010.

OWEIS, T.; HACHUM, A. From water use efficiency to water productivity: issues of research and development. In: WATER USE EFFICINCY NETWORK, 1., 2006, Aleppo. **Proceedings...** Aleppo: ICARDA, 2006. p. 13-38.

PARSONS, A.J.; LEAFE, E.L.; COLLETT, B.; PENNING, P.D.; LEWIS, J.M. The physiology of grass production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 20, n. 2, p. 127-139, 1983.

PEDREIRA, C.G.S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 100-150.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cv Xaraés, em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 281-287, 2007.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, S.C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 4, p. 618-625, 2009

PERES, A.A.C.; VÁSQUEZ, H.M.; SOUZA, P.M. SILVA, J.F.C.; VILLELA, O.V.; SANTOS, F.C. Análise financeira e de sensibilidade de sistemas de produção de leite em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 10, p. 2072-2078, 2009.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D.J.; SILVA, I.J.O.; MATARAZZO, S.V. Influência do ambiente na ingestão de água por vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 289-294, 2005.

PRIMAVESI, A.C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L.A.; CANTARELLA, H.; SILVA, A.G.; FREITAS, A.R.; VIVALDI, L.J. Adubação nitrogenada em capim-coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 68-78, 2004.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; CORRÊA, L.A.; SILVA, A.G., CANTARELLA, H. Lixiviação de nitrato em pastagem de coastcross adubada com nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 683-690, 2006

QUEIROGA, R.C.; COSTA, R.G.; BISCONTINI, T.M.B. A caprinocultura leiteira no contexto da segurança alimentar e nutricional. **Capritec**, Espírito Santo do Pinhal, ago. 2007. Disponível em: <<http://www.capritec.com.br/art37.htm>>. Acesso em: 21 ago. 2007.

REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 27, n. 1, p. 29-48, 2003.

REID, R.S.; THORNTON, P.K.; MCCRABB, G.J.; KRUSKA, R.L.; ATIENO, F.; JONES, P.G. Is it possible to mitigate greenhouse gas emissions in pastoral ecosystems of the tropics? **Environment, Development and Sustainability**, Berlin, v. 6, p. 91-109, 2004.

REINERT, D.J.; ALBUQUERQUE, J.A.; REICHERT, J.M.; AITA, C.; ANDRADA, M.M.C. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em argissolo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 5, p. 1805-1816, 2008.

RENNÓ, F.P.; PEREIRA, J.C.; LEITE, C.A.M.; RODRIGUES, M.T.; CAMPOS, O.F.; FONSECA, D.M.; RENNO, L.N. Eficiência bioeconômica de estratégias de alimentação em sistemas de produção de leite. 1. Produção por animal e por área. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 743-753, 2008.

RIBEIRO, S.D.A. **Caprinocultura**: criação racional de caprinos. São Paulo: Nobel, 1997. 124 p.

RODRIGUES, A. A importância dos caprinos de leite para o Nordeste. In: SIMPÓSIO SOBRE AGRONEGÓCIO DE LEITE NO NORDESTE, 1998, Natal. **Anais...** Natal: Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequena Empresa, 1998. p. 1-21.

RODRIGUES, C.A.F.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H.; CARVALHO, G.R.; TORRES, R.A.; TORRES FILHO, R.A. Avaliação do consumo e de metabólitos plasmáticos de cabras gestantes com duas condições corporais alimentadas com dietas formuladas com diferentes níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 945-952, 2007.

ROSEMBERG, N.J. Response of plants to the physical effects of soil compaction. **Advances in Agronomy**, Amsterdam, v. 16, n. 1, p. 181-196, 1964.

SANTOS, D.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; EVANGELISTA, A.R.; CRUZ FILHO, A.B.; TEIXEIRA, W.G. Perdas de solo e produtividade de pastagens nativas melhoradas sob diferentes práticas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 3 p. 183-189, 1998.

SANTOS, G.R.A.; GUIM, A.; SANTOS, M.V.F.; FERREIRA, M.A.; LIRA, M.A.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SILVA, M.J.S. Caracterização do pasto de capim-buffel diferido e da dieta de bovinos, durante o período seco no sertão de Pernambuco. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 454-463, 2005.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SANTOS, P.M. **Controle do desenvolvimento das hastes no capim Tanzânia**: um desafio. 2002. 136 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SAS INSTITUTE. **SAS system for windows**: version 9.1. Cary, 2003. 2 CD-ROMs.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 731-754.

SCAPINI, C.A.; BOENI, M.; REINERT, D.J.; RESTLE, J.; BUENO, M.B.; FONTINELLI, F. Efeito do pisoteio animal, no terceiro ano consecutivo, sobre algumas propriedades físicas do solo e produtividade do milho em solo sob plantio direto e convencional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26., 1997, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1997. Disponível em: <www.ufsm.br/ppgcs/congressos/XXVI_Congresso.../RQ718.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2010.

SEGANFREDO, M.L.; ELTZ, F.L.F.; BRUM, A.C.R. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em sistemas de culturas em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 287-291, 1997.

SERE, C.; STENIFELD, H.; GROENEWOLD, J. **World livestock production systems**: current status, issues and trends. Rome: FAO, 1995. 58p.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO A MICRO E PEQUENA EMPRESA. **Diagnóstico da cadeia produtiva agroindustrial da caprinovinocultura do Rio Grande do Norte**. Natal: SEBRAE; SINTEC, 2001. v. 3, 226 p.

SHIDEED, K.; OWEIS, Y.T.; GARB, M.; OSMAN, M. **Assessing on-farm water efficiency**: a new approach. Aleppo: ICARDA, 2005. 86 p.

SILVA, R.G. **Morfofisiologia, valor nutritivo e produção animal em pasto de capim Tanzânia sob lotação rotativa por ovinos**. 2004. 115 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

SILVA, R.G.; NEIVA, J.N.M.; CÂNDIDO, M.J.D.; LÔBO, R.N.B. Aspectos comportamentais e desempenho produtivo de ovinos mantidos em pastagens de capim-tanzânia manejado sob lotação intermitente. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 8, n. 4, p. 609-620, 2007a.

SILVA, R.G.; MONTEIRO, R.O.C.; CHAVES, S.W.P.; NEIVA, J.N.M.; CÂNDIDO, M.J.D.; COELHO, R. D. Eficiência no uso da água e do nitrogênio na produção do capim tanzânia em sistema de pastejo rotacionado de ovinos. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 18, n. único, p. 69-75, 2007b.

SMITH, O.H.; PETERSEN, G.W.; NEEDELMAN, B.A. Environmental indicators of agroecosystems. **Advances in Agronomy**, Amsterdam, v. 69, n. 1, p. 75-97, 2000.

SNOWDON, C.T. O significado da pesquisa em comportamento animal. **Estudos de Psicologia**, Natal, v. 4, n. 2, p. 365-373, 1999.

SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S. (Ed.). **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2008. 625 p.

SORIA, L.G.T. **Produtividade do capim Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Tanzânia) em função da lâmina de irrigação e de adubação nitrogenada**. 2002. 170 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

SUGIYAMA, S.; YONEYAMA, M.; TAKAHASHI, N.; GOTOH, K. Canopy structure and productivity of *Festuca arundinacea* Schreb. swards during vegetative and reproductive growth. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 40, n. 1, p. 49-55, 1985.

TAIZ, L.; ZAIGER, E. **Plant physiology**. 4th ed. Massachusetts : Sinauer Associates, 2006. 764 p.

TRINDADE, J.K. **Modificações na estrutura do pasto e no comportamento ingestivo de bovinos durante o rebaixamento do capim Marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado**. 2007. 162 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

VALE, L.S.R.; ROSOLEM, C.A.; GRASSI FILHO, H.; MORAES, M.H. Sistema radicular e nutrição do milho em função da calagem e da compactação do solo. **Revista de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 491-512, 1994.

VAN DER HOEK, K.W. Nitrogen efficiency in global animal production, **Environmental Pollution**, Amsterdam, v. 102, suppl. 1, p. 127-132, 1998.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VENDRAMINI, J.M.B.; SILVEIRA, M.L.A.; DUBEUX JR., J.C.B.; SOLLENBERGER, L.E. Environmental impacts and nutrient recycling on pasture grazed by cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 139-149, 2007. Suplemento especial.

VIDAL, M.F.; SILVA, R.G.; NEIVA, J.N.M.; CÂNDIDO, M.J.D. ; SILVA, D.S. ; PEIXOTO, M.J.A. Análise econômica da produção de ovinos em lotação rotativa em pastagens de capim Tanzânia (*Panicum maximum* (Jacq.)). **Revista de Sociologia e Economia Rural**, Brasília, v. 44, n. 4, p. 801-818, 2006.

VIEIRA, M.J. Comportamento físico do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A.L.; TORRADO, P.V.; MACHADO, J. (Ed.). **Atualização em plantio direto**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 163-179.

VZZOTTO, V.R.; MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 965-969, 2000.

ANEXOS

Tabela 25 – Itens componentes das receitas e despesas para análise econômica de tipos de manejo de pasto para um e três hectares utilizando a ordenha manual

	Custos para 1ha (R\$)			Custos para 3ha (R\$)		
	Intensivo	Moderado	Leve	Intensivo	Moderado	Leve
DESPESAS						
Custo de implantação	R\$ 11.964,06	R\$ 12.493,66	R\$ 13.002,46	R\$ 30.980,69	R\$ 31.264,29	R\$ 31.778,09
Custo ordenha (equipamento)	R\$ 570,00	R\$ 570,00	R\$ 570,00	R\$ 741,00	R\$ 570,00	R\$ 570,00
Custo Instalações	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00	R\$ 19.500,00	R\$ 16.500,00	R\$ 15.000,00
Raça	ANGLO-N	ANGLO-N	ANGLO-N	ANGLO-N	ANGLO-N	ANGLO-N
Taxa de lotação águas	48	44	33	144	132	99
Taxa de lotação seca	76	37	16	228	111	48
Produção total de leite	19442	10806	7032	58326	32418	21096
Tempo de lactação total	305	305	305	305	305	305
Adbos nitrogenados	R\$ 744,00	R\$ 372,00	R\$ -	R\$ 2.232,00	R\$ 1.116,00	
Sal	R\$ 903,17	R\$ 564,48	R\$ 328,61	R\$ 2.709,50	R\$ 1.693,44	R\$ 985,82
Concentrado	R\$ 2.979,00	R\$ 1.755,00	R\$ 1.125,00	R\$ 8.937,00	R\$ 5.265,00	R\$ 3.375,00
Medicamentos	R\$ 196,00	R\$ 73,50	R\$ 24,63	R\$ 588,00	R\$ 220,50	R\$ 73,88
Vermífugos	R\$ 162,09	R\$ 93,42	R\$ 50,02	R\$ 486,27	R\$ 280,27	R\$ 150,05
Desinfetante ordenha	R\$ 380,00	R\$ 380,00	R\$ 380,00	R\$ 1.140,00	R\$ 1.140,00	R\$ 1.140,00
Energia da irrigação	R\$ 485,58	R\$ 485,58	R\$ 485,58	R\$ 1.456,74	R\$ 1.456,74	R\$ 1.456,74
água da irrigação	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Depreciação	R\$ 1.376,70	R\$ 1.403,18	R\$ 1.428,62	R\$ 2.561,08	R\$ 2.416,71	R\$ 2.367,40
Mão-de-obra (nº de funcionários)	R\$ 8.568,00	R\$ 8.568,00	R\$ 8.568,00	R\$ 17.136,00	R\$ 17.136,00	R\$ 17.136,00
Gastos implantação	R\$ 27.534,06	R\$ 28.063,66	R\$ 28.572,46	R\$ 51.221,69	R\$ 48.334,29	R\$ 47.348,09
Gastos manutenção	R\$ 16.208,33	R\$ 14.018,49	R\$ 12.625,05	R\$ 38.237,96	R\$ 31.444,62	R\$ 27.138,70
Total	R\$ 43.742,39	R\$ 42.082,15	R\$ 41.197,52	R\$ 89.459,65	R\$ 79.778,91	R\$ 74.486,79
RECEITAS						
Leite tanzania-raça anglo (preço do leite R\$=1,20)	R\$ 23.330,40	R\$ 12.967,20	R\$ 8.438,40	R\$ 69.991,20	R\$ 38.901,60	R\$ 25.315,20

Tabela 26 – Itens componentes das receitas e despesas para análise econômica de tipos de manejo de pasto para um e três hectares utilizando a ordenha mecânica

DESPESAS	Custos para 1ha (R\$)			Custos para 3ha (R\$)		
	Intensivo	Moderado	Leve	Intensivo	Moderado	Leve
Custo de implantação	R\$ 11.964,06	R\$ 12.493,66	R\$ 13.002,46	R\$ 30.980,69	R\$ 31.264,29	R\$31.778,09
Custo ordenha (equipamento)	R\$ 85.000,00	R\$ 85.000,00	R\$ 42.500,00	R\$ 110.500,00	R\$ 85.000,00	R\$85.000,00
Custo Instalações	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00	R\$ 26.000,00	R\$ 22.000,00	R\$20.000,00
Raça	ANGLO-N	ANGLO-N	ANGLO-N	ANGLO-N	ANGLO-N	ANGLO-N
Taxa de lotação águas	48	44	33	144	132	99
Taxa de lotação seca	76	37	16	228	111	48
Produção total de leite	19442	10806	7032	58326	32418	21096
Tempo de lactação total	305	305	305	305	305	305
Adbos nitrogenados	R\$ 744,00	R\$ 372,00	R\$ -	R\$ 2.232,00	R\$ 1.116,00	
Sal	R\$ 903,17	R\$ 564,48	R\$ 328,61	R\$ 2.709,50	R\$ 1.693,44	R\$ 985,82
Concentrado	R\$ 2.979,00	R\$ 1.755,00	R\$ 1.125,00	R\$ 8.937,00	R\$ 5.265,00	R\$ 3.375,00
Medicamentos	R\$ 196,00	R\$ 73,50	R\$ 24,63	R\$ 588,00	R\$ 220,50	R\$ 73,88
Vermífugos	R\$ 162,09	R\$ 93,42	R\$ 50,02	R\$ 486,27	R\$ 280,27	R\$ 150,05
Desinfetante ordenha	R\$ 380,00	R\$ 380,00	R\$ 380,00	R\$ 1.140,00	R\$ 1.140,00	R\$ 1.140,00
Material de manutenção ordenhadeira mecânica	R\$ 413,79	R\$ 323,32	234,6	R\$ 991,36	R\$ 719,96	R\$ 453,80
energia da irrigação	R\$ 485,58	R\$ 485,58	R\$ 485,58	R\$ 1.456,74	R\$ 1.456,74	R\$ 1.456,74
água da irrigação	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Depreciação	R\$ 5.848,20	R\$ 5.874,68	R\$ 3.775,12	R\$ 8.374,03	R\$ 6.913,21	R\$ 6.838,90
Mão-de-obra (nº de funcionários)	R\$ 8.568,00	R\$ 8.568,00	R\$ 8.568,00	R\$ 17.136,00	R\$ 17.136,00	R\$17.136,00
Gastos implantação	R\$ 20.679,83	R\$ 18.489,99	R\$ 14.971,55	R\$ 44.050,91	R\$ 35.941,12	R\$ 31.610,20
Gastos manutenção	R\$ 19.240,83	R\$ 26.825,79	R\$ 19.392,35	R\$ 38.312,51	R\$ 60.948,52	R\$ 44.872,60
						R\$
Total	R\$ 137.643,89	R\$ 135.983,65	R\$ 90.474,02	R\$ 211.531,60	R\$ 174.205,41	168.388,29
RECEITAS						
Leite Tanzânia(preço do leite = R\$ 1,2)	R\$ 23.330,40	R\$ 12.967,20	R\$ 8.438,40	R\$ 69.991,20	R\$ 38.901,60	R\$ 25.315,20