

CONSUMO DE MATÉRIA SECA E NUTRIENTES, PRODUÇÃO DE LEITE E
INDICADORES DE ESTRESSE TÉRMICO DE VACAS PARDO-SUIÇA ALIMENTADAS
COM DIFERENTES NÍVEIS DE CASTANHA DE CAJU NO SEMI-ÁRIDO

PATRÍCIA GUIMARÃES PIMENTEL

Engenheira Agrônoma

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ZOOTECNIA

ÁREA: PRODUÇÃO ANIMAL EM BOVINOS DE LEITE

ORIENTADOR: Prof. Dr. ARLINDO DE ALENCAR ARARIPE NORONHA
MOURA

FORTALEZA - CEARÁ

2002

Esta dissertação foi submetida a exame como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Zootecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se a disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que seja feita de acordo com as normas da ética científica.

PATRÍCIA GUIMARÃES PIMENTEL

Dissertação aprovada em

Prof. Dr. Arlindo de Alencar Araripe Noronha Moura

ORIENTADOR (UFC)

Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva

CONSELHEIRO (UFC)

Prof. Dr. Airton Alencar de Araújo

CONSELHEIRO (UECE)

SALMO 23

O Senhor é o meu pastor e nada me faltará.

Deitar-me faz em pastos verdejantes; guia-me a águas tranqüilas.

Refrigera a minha alma; guia-me nas veredas da justiça por amor do seu nome.

Ainda que eu ande pelo vale da sombra da morte, não temerei mal algum, porque

tu estás comigo;

a tua vara e o teu cajado me consolam.

Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos; unges com

óleo a minha cabeça, o meu cálice transborda.

Certamente que a bondade e a misericórdia me seguirão todos os dias da minha

vida,

e habitarei na casa do Senhor por longos dias.

Sonhos se tornam realidade. Sem essa possibilidade, a natureza não nos incentivaria a tê-los. (John Updike - Escritor americano)

Dedico,

Ao meu pai *Antônio Freire Pimentel*, a quem devo tudo o que tenho e o que sou, principalmente o amor e respeito à terra e aos animais.

A minha mãe *Maria do Carmo Guimarães Pimentel*, pelo exemplo de mulher perseverante e generosa, estando ao meu lado em todas as horas.

Aos meus pais dedico tudo o que eu conquistar na vida.

As minhas irmãs *Cynara, Cláudia e Cecília*, pela amizade e por serem o que são.

Aos meus cunhados, *Humberto e Fernando* pela presença nas vitórias e nos momentos difíceis.

Aos meus sobrinhos *Camila, Bruno e João Víctor*, por existirem e colorirem nossas vidas.

Ao meu namorado *Rommel*, por acreditar em mim, também pelo companheirismo, paciência e amor durante mais essa etapa da minha vida.

Aos Parentes Queridos e Verdadeiros Amigos.

AGRADECIMENTOS

A *Deus*, por Sua presença constante ao meu lado, possibilitando mais esta realização.

Aos meus padrinhos *Petrônio* e *Santinha*, pelo carinho e atenção que sempre me confortaram.

Ao meu orientador *Prof. Arlindo de Alencar Araripe Noronha Moura*, pelo incentivo, paciência, transmissão de conhecimentos e empenho, sem o qual não seria possível a realização desta dissertação.

Ao *Prof. José Neuman Miranda Neiva*, pela atenção e orientação sempre que solicitado.

Ao *Prof. Airton Alencar de Araújo*, pela colaboração e participação no comitê de avaliação.

A *Fazenda Experimental Vale do Curu (FEVC)*: direção, funcionários do hotel, em especial a *Dona Tônia*, pela companhia, atenção e risos durante toda minha estadia.

Aos *Funcionários do Setor de Bovinocultura da FEVC*, principalmente *Antônio Erialdo*, pela amizade e auxílio irrestrito durante a realização do experimento.

A *David Rocha*, estudante do Curso de Zootecnia, pela colaboração na condução do experimento.

A *Universidade Federal do Ceará*, pela oportunidade de realização do meu curso de Graduação e posteriormente a conquista do Mestrado.

A *Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia*, pela acolhida e amparo durante todo o curso, em especial ao ex-secretário *Alípio Leão* pela presteza no atendimento a todas solicitações.

Às laboratoristas do Departamento de Zootecnia, *Roseane* e *Helena*, pela colaboração nas análises requeridas.

A *Coordenação de Capacitação de Recursos Humanos (CAPES)*, pela concessão da bolsa de estudo, a qual facilitou bastante conclusão do curso.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (*FUNCAP*), pelo financiamento parcial do projeto de pesquisa.

Aos *Professores do Curso de Mestrado em Zootecnia*, pelos conhecimentos e ensinamentos fornecidos.

Aos amigos *Ana Cristina*, *Felipe Couto*, *Patrícia Lima* e demais colegas que ingressaram comigo nesta jornada.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia pelo apoio e harmoniosa convivência no decorrer do curso.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização do presente trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	9
RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	12
1 – INTRODUÇÃO	13
2 – OBJETIVOS	17
3 – REVISÃO DE LITERATURA	18
3.1 – Aspectos da Produção Leiteira	18
3.1.1 – Produção de Leite no Brasil	18
3.1.2 – Produção de Leite no Nordeste e no Ceará	19
3.2 – Suplementação com Gordura na Dieta de Vacas Leiteiras	21
3.3 – Estresse Térmico em Rebanhos Leiteiros	26
3.3.1 – Efeitos do Ambiente sobre o Desempenho de Vacas Leiteiras	26
3.3.2 – Influência do Estresse Climático sobre a Produção e Composição do Leite	30
3.3.3 – Efeitos do Fornecimento de Gordura em Situações de Estresse Térmico ...	32
4 – MATERIAL E MÉTODOS	35
4.1 – Local e Instalação do Experimento	35
4.2 – Procedimento Experimental	35
4.3 – Avaliação dos Parâmetros Fisiológicos	39

4.4 – Análise Estatística	40
5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1 – Consumo de Matéria Seca e Nutrientes	41
5.2 – Produção de Leite	46
5.3 – Peso Vivo e Escore Corporal	49
5.4 – Dados Climáticos	52
5.5 – Parâmetros Fisiológicos	54
6 – CONCLUSÃO	59
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1	Distribuição dos tratamentos no ensaio de reversão.
	36
TABELA 2	Composição centesimal dos concentrados utilizados.
	36
TABELA 3	Composição química-bromatológica (%) da cana-de-açúcar e do concentrado, contendo diferentes níveis de farelo de castanha de caju (FCC).
	38
TABELA 4	Consumo de forragem (CF) e consumo total (CT) de matéria seca (MS) de vacas alimentadas com diferentes níveis de farelo de castanha de caju (FCC).
	42
TABELA 5	Consumo total de nutrientes (kg/dia) em função de dietas contendo diferentes níveis de farelo de castanha de caju (FCC).
	45
TABELA 6	Produção de leite (PL) e eficiência na produção de leite (EPL) de vacas alimentadas com diferentes níveis de farelo de castanha de caju (FCC).
	49
TABELA 7	Peso vivo e escore corporal de vacas alimentadas com diferentes níveis de farelo de castanha de caju (FCC).
	50
TABELA 8	Temperatura máxima, mínima e média na unidade experimental (Pentecoste-CE).
	53

TABELA 9	Umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) na Fazenda Experimental Vale do Curu (Pentecoste-CE), durante o período experimental.	53
.....		
TABELA 10	Temperatura retal (TR) e temperatura do leite (TL) durante a manhã (-M) e tarde (-T) de vacas alimentadas com diferentes níveis de farelo de castanha de caju (FCC).	54
.....		
TABELA 11	Frequência respiratória (FR) e frequência cardíaca (FC) durante a manhã (-M) e tarde (-T) de vacas alimentadas com diferentes níveis de farelo de castanha de caju (FCC).	58
.....		

RESUMO

Um estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho e indicadores de estresse térmico de vacas Pardo-Suíço alimentadas com farelo de castanha de caju (FCC). Doze animais foram distribuídos em um ensaio de reversão, com quatro tratamentos: 0, 8, 16 e 24% de FCC no concentrado. O experimento teve duração de 63 dias, divididos em três períodos. As vacas receberam cana-de-açúcar à vontade e 7 kg de concentrado por dia. O consumo voluntário de matéria seca (MS) e a produção de leite foram determinados diariamente e o peso vivo e escore corporal, a intervalos de duas semanas. O maior consumo de volumoso (7,7 kg MS/dia) foi observado com a dieta sem FCC, mas semelhante à adição de 8% (7,59 kg MS/dia), sendo este equivalente a 16% de FCC (7,35 kg MS/dia; $P>0,05$). A dieta com 24% de FCC esteve associada ao menor ($P<0,05$) consumo de volumoso (7,05 kg MS/dia). A produção de leite não apresentou diferença (14,76; 15,22; 15,31 e 14,89 kg/dia) em função dos níveis de FCC no concentrado ($P>0,05$), assim como o peso vivo e escore corporal dos animais, com variações de 505 kg e escore 3,3 (0% de FCC) a 489,3 kg e escore 3,2 (24% de FCC). Os indicadores de estresse térmico (temperatura retal e do leite, frequência respiratória e cardíaca) não foram influenciados pelos tipos de dieta, dado o ambiente experimental e as médias de temperatura do ar (30,7°C), umidade relativa (60,9%) e índice de temperatura e umidade (79,6). Portanto, a reduzida variação na produção de leite pode estar associada a um aumento na densidade energética das dietas com maior nível de FCC, o que compensaria a menor ingestão de matéria seca do volumoso.

ABSTRACT

A study was conducted to evaluate the performance and heat stress indicators of dairy cows fed diets with cashew nut and raised in a semi-arid region of the Brazilian Northeast. Twelve animals were allocated in a switch back experimental design, with four treatments: 0, 8, 16 and 24% of cashew nut in the concentrate. The experiment lasted 63 days, divided into three periods. Individual dry matter intake (DMI) and milk yield were determined daily and body weight and body condition score (BCS), every other week. Animals received sugar cane “ad libitum” and 7 kg of concentrate per day. Dry matter intake (DMI) of forage was not different between treatments without cashew nut (7,7 kg/day) and with 8 % of cashew nut meal in the concentrate (7,59 kg/day), but the former was lower ($P<0,05$) than DMI in the treatment with 16% of cashew nut (7,35 kg/day). Moreover, the use of 24% of cashew nut was associated with the lowest DMI (7,05 kg/day; $P<0,05$). Milk yield was not significantly different among treatments with 0% of cashew nut (14,76 kg/day), 8% (15,22 kg/day), 16% (15,31 kg/day) and 24% (14,89 kg/day). Moreover, weight and BCS were not affected by changing levels of cashew nut in the diets, with variations from 505 kg and BCS of 3,3 (0% of cashew) to 489,3 kg and BCS of 3,2 (24% of cashew). Indicators of thermal stress (rectal and milk temperature, respiratory and cardiac frequency) were not associated with treatments, given the averages for air temperature (30,7°C), humidity (60,9%) and temperature/humidity index (79,6) during the experiment. Therefore, variations observed in milk yield could be related to the higher energy content of the diets that had more cashew nut, compensating the reduction in dry matter caused by higher levels of fat in the diets.

1. INTRODUÇÃO

O fornecimento de gordura na dieta de vacas leiteiras tem o objetivo de aumentar a densidade energética da dieta e, conseqüentemente, o desempenho produtivo e reprodutivo das mesmas (Grummer e Luck, 1993). A adição de gordura na alimentação de ruminantes está associada a aumentos na ingestão de alimentos e efeitos positivos sobre a produção de leite, devido principalmente ao baixo incremento calórico durante períodos de estresse térmico. A gordura pode também reduzir o risco de acidose para ruminantes, pois permite a manutenção de níveis adequados de energia com menor relação concentrado/volumoso (Allen, 2000). No entanto, quando o fornecimento de gordura é realizado em níveis elevados, substituindo total ou parcialmente os carboidratos como fonte de energia, há uma série de efeitos adversos, como diminuição no consumo de matéria seca pelos animais (Gagliostro e Chilliard, 1991) e decréscimo na fermentação ruminal e digestão da fibra (Palmquist e Jenkins, 1980), além de que a gordura não é uma fonte de energia utilizável para as bactérias do rúmen. A redução no consumo de matéria seca resulta das ações dos hormônios do trato digestivo, oxidação da gordura no fígado e pouca aceitação de quantidades elevadas de gordura pelos animais, com redução na produção de leite (Allen, 2000). Em geral, estudos indicam que se pode adicionar de 3 a 5% de gordura em dietas para vacas em lactação, mas estas sugestões devem ser avaliadas com mais detalhes em função do tipo e qualidade do volumoso, nível de produção das vacas e influência das condições climáticas, como temperatura e umidade relativa do ar, sobre o consumo de matéria seca total dos animais (Palmquist e Jenkins, 1980).

Em uma região intertropical, a temperatura do ar permanece constantemente próxima da corporal ou a excede, enquanto em regiões de clima temperado, a temperatura do ar é quase sempre mais baixa que a corporal (Silva, 2000b). Portanto, devido às condições climáticas existentes nos países de origem, os animais puros ou com maior participação do grupo genético *Bos taurus* são susceptíveis às peculiaridades das regiões tropicais, o que interfere na expressão do potencial genético para a produção leiteira (Damasceno et al., 1998). Animais submetidos ao estresse térmico apresentam variações na temperatura retal e frequência respiratória, redução no consumo de matéria seca, produção e composição de leite, além de alterações na função reprodutiva (Silva, 2000a). Dado que os eventos fisiológicos relacionados à produção de leite geram grandes quantidades de calor interno (Wolfy e Monty, 1974), as mudanças observadas no organismo do animal sob condições de estresse ocorrem justamente com a finalidade de reduzir a produção de calor endógeno e aumentar as perdas para o meio ambiente (Peixoto et al., 1998).

A manipulação dos ingredientes da dieta pode constituir uma estratégia favorável para se minimizar os efeitos do estresse térmico e seus reflexos na produção de leite (Knapp e Grummer, 1991). Portanto, uma prática adotada no manejo de vacas de leite consiste em reduzir a porção volumosa da dieta, aumentando a densidade de nutrientes em detrimento do conteúdo de fibra, a qual em temperaturas acima de 30°C pode ter seu consumo reduzido (West et al., 1999). A suplementação com gordura seria uma medida capaz de reduzir o desconforto térmico em vacas leiteiras, devido ao elevado conteúdo de energia e baixo incremento calórico, quando comparada a outros nutrientes (Beede e Collier, 1986; Morrison, 1983), mas as pesquisas sobre este tema ainda não

produziram resultados conclusivos. Huber et al. (1993), citados por Huber et al. (1994), encontraram que a adição de gordura protegida (sebo ou ácidos graxos com sais de cálcio), na base de 2 a 3 % da matéria seca total, aumentou a produção de leite em vacas holandesas e Skaar et al. (1989) também mostraram que dietas com 5 % de gordura protegida causaram aumentos na produção das vacas em lactação durante os meses quentes do ano (temperatura máxima de até 35°C), mas este feito não foi significativo durante a estação fria. No entanto, estudos realizados no estado do Arizona (EUA) mostram que os aumentos na produção de leite devido à adição de gordura são menores ou não significativos em vacas mantidas em altas temperaturas (> 40°C) em comparação com a resposta de animais criados sob ambientes menos quentes (Chan et al., 1992, 1993; Huber et al., 1994), evidenciando que há uma interação entre a magnitude do estresse térmico submetido às vacas e o efeito da adição de gordura na dieta.

A totalidade destes estudos é realizada com animais com médias de produção muito acima das encontradas nos sistemas de produção do Brasil e criados em sistemas de manejo e regiões cujas características climáticas são bastante diferentes das encontradas no semi-árido. Este tipo de ambiente geralmente possui elevadas temperaturas e radiação solar, mas a umidade relativa do ar é reduzida durante o dia, com temperaturas mais amenas durante a noite (Oliveira Neto et al., 2001; FUNCEME, 2001). Atualmente, as informações ainda são limitadas no que se refere à suplementação com gordura em vacas mantidas em regiões semi-áridas.

O farelo de castanha de caju (FCC), obtido a partir das castanhas impróprias ao consumo, pode constituir uma alternativa para alimentação de vacas de leite, devido ao reduzido custo em comparação com ingredientes como

o milho e a soja. Este alimento possui, em média, com 92,41% de matéria seca, 27,58% de proteína bruta, 17,06% de fibra em detergente neutro, 6,05% de fibra em detergente ácido e 40,74% de extrato etéreo, o que caracteriza a possibilidade de uso deste subproduto da agroindústria como fonte de proteína e principalmente energia, na forma de gordura, para animais em lactação. A região Nordeste concentra a maior parte da produção de castanha de caju no Brasil, sendo 80% proveniente dos estados do Ceará (46,2 mil t), Piauí (33,4 mil t) e Rio Grande do Norte (30,5 mil t); (Embrapa, 2001). No entanto, estudos são necessários para a determinação de níveis adequados deste ingrediente para vacas em lactação dado que esta categoria de animais apresenta exigências nutricionais complexas e o seu desempenho também é influenciado por fatores do ambiente (temperatura, umidade do ar, etc.) em que são criados.

Portanto, o presente estudo visa avaliar os efeitos da inclusão de diferentes níveis de castanha de caju sobre o consumo de matéria seca e nutrientes, produção e composição do leite e indicadores de estresse térmico em vacas Pardo-Suíço em lactação no semi-árido.

2. OBJETIVOS

1. Determinar os efeitos da adição de diferentes níveis de castanha de caju na dieta de vacas em lactação sobre a produção de leite, consumo de matéria seca e nutrientes;

2. Avaliar se a adição de castanha de caju na dieta causa alterações significativas em parâmetros fisiológicos indicadores de estresse térmico (temperatura retal e do leite, frequência respiratória e cardíaca) em vacas em lactação, dadas as condições específicas de temperatura e umidade relativa do ar no semi-árido.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos da Produção Leiteira

3.1.1 Produção de Leite no Brasil

O Brasil ocupa a sexta posição entre os maiores produtores de leite no mundo, com 21 bilhões de litros por ano, ficando a sua frente somente os Estados Unidos (70,5 bilhões), Índia (34,5 bilhões), Rússia (32,5 bilhões), Alemanha (28,6 bilhões) e França (25,0 bilhões), sendo ainda a produção brasileira praticamente o dobro da produção da Nova Zelândia e Argentina, países de destaque no cenário mundial (Gomes, 1999). A produção de leite nacional cresce a taxas superiores às de crescimento da demanda, porém o abastecimento interno não é suprido pela produção. De 1980 a 1998, a taxa média de crescimento da oferta de leite foi de 3,3%, sendo 2,6% de 1980 a 89 e 4,2% de 1990 a 98. Entretanto, a produtividade brasileira ainda permanece baixa, com 790 a 1.057 litros/vaca/ano, enquanto a média mundial é de mais de 2.000 litros.

A distribuição da produção leiteira no Brasil é marcadamente assimétrica, sendo a maioria dos produtores de pequeno porte e somente poucos grandes produtores são responsáveis pela maior parte da produção nacional. A quantificação dos produtores comerciais de leite torna-se pouco precisa pelo fato de ser a atividade leiteira não bem definida, estando dentro do mesmo conjunto produtores de até 30 mil litros de leite por dia, produtores de subsistência com um a dois litros/dia, além dos produtores de gado de corte que ordenham algumas vacas. Gomes (1999), citando o censo agropecuário do IBGE de 1996, afirma que

existem no Brasil cerca de 1.810.041 produtores de leite, com produção média de 27 litros/produtor/dia, contrastando com os dados oriundos das dez maiores indústrias de laticínios do país, detentoras de 53% da produção nacional, com média de 80 litros/produtor/dia. Esta significativa diferença entre as produções médias, as quais são inclusas em um mesmo conjunto, contribuem para dificultar a análise do real desempenho da pecuária leiteira brasileira.

3.1.2 Produção de Leite no Nordeste e no Ceará

No período de 1990 a 97, enquanto a produção de leite do Brasil cresceu em 35%, a região Nordeste obteve aumento na produção leiteira em torno de 39%. No que concerne à participação das regiões na produção de leite nacional, durante este mesmo período, o Nordeste contribuiu com 14% do total produzido, contrastando com os 45% alcançados pela região Sudeste (Gomes, 1999). Esta diferença significativa pode estar relacionada às características dos processos produtivos, funcionamento do mercado, base de recursos, condições climáticas e ainda acesso à informação, sendo estes pontos peculiares a cada região (Brandão, 1999).

A evolução das técnicas para manejo de rebanhos e a adoção de economias de escalas tem contribuído para a produção de leite a preços cada vez menores. A globalização e melhores sistemas para transporte do leite fluido (leite “longa vida”) fazem com que este produto mais barato chegue aos consumidores de todas as regiões do país, o que algumas vezes tende a inibir ou mesmo inviabilizar a produção local. Esta competição é um problema sério para os estados do Nordeste e pode inviabilizar o segmento de laticínios em várias bacias leiteiras da região, a despeito da grande importância do setor como fonte

geradora de emprego e renda. Há possibilidade de que, se houver crescimento contínuo da renda no país nos próximos anos, a defasagem entre o consumo e produção de leite se ampliará, causando aumento das importações. O produto adquirido em outros centros geralmente tem melhores preços, o que pode trazer sérios prejuízos para o agronegócio do leite no Brasil e, principalmente, região Nordeste.

No Nordeste, a Bahia e Ceará são os maiores produtores de leite da região (770 e 350 milhões de litros/ano, respectivamente), mas este último ainda importa 300 mil litros/dia de estados como Alagoas, Pernambuco e Piauí. Segundo Brandão (1999), a pecuária de leite no estado do Ceará encontra-se em situação de transição, havendo um aumento de produtividade e diminuição na produção, caracterizando ajustamento do setor, com o estabelecimento da atividade em regiões mais propícias para a sua condução e a saída de produtores menos capazes. De acordo com o referido autor, o aumento da produtividade no Estado pode ser indicativo que o setor se prepara para crescer em condições de maior eficiência.

A redução de custos e aumento da produtividade dos rebanhos está invariavelmente associada à melhoria do padrão genético dos animais e manejo alimentar. O estado do Ceará pode desenvolver programas de utilização de subprodutos agroindustriais para ruminantes, reduzindo, portanto, a dependência da produção animal à importação de grãos, como milho, soja e farelo de trigo. Animais mais produtivos são mais exigentes com relação a práticas de manejo e nutrição e, também demandam maior atenção no que diz respeito ao conforto e efeitos do estresse térmico. Portanto, são necessárias avaliações detalhadas para

se determinar a eficiência dos sistemas de alimentação e o processo de adaptação dos animais, dado as peculiaridades do ambiente do semi-árido.

3.2 Suplementação com Gordura na Dieta de Vacas Leiteiras

O consumo de matéria seca por vacas leiteiras é realizado de forma que atenda ao requerimento nutricional do animal (NRC, 2001). Nesse sentido, a formulação da dieta para esta categoria animal tem como objetivo principal atingir a máxima produção de leite. A densidade energética de um concentrado pode ser aumentada através da suplementação com gordura, possibilitando uma maior ingestão de energia (Harrison et al., 1995). O fornecimento de gordura a vacas leiteiras comumente ocorre com o objetivo de minimizar o balanço energético negativo e desordens metabólicas, incrementar a lactação e desempenho reprodutivo, além de restaurar as reservas corporais (Grummer e Luck, 1993).

De acordo com Santos et al. (2001), a adição de lipídios à dieta durante a fase inicial da lactação (período de “déficit” energético) pode evitar a perda de peso, redução na produção de leite e baixa eficiência reprodutiva, conseqüências da limitação no consumo de alimentos causado pelo estresse pós-parto. Durante esta fase de balanço energético negativo, o animal mobiliza extensivamente sua reserva de gordura corporal para o fornecimento de energia e ácidos graxos de cadeia longa para a síntese do leite, desta forma a inclusão de gordura suplementar à dieta substituiria a utilização da gordura corporal (Gagliostro e Chilliard, 1991) amenizando assim, a perda de peso pelo animal.

Geralmente, quando o fornecimento de gordura substitui os carboidratos como fonte de energia na dieta, ocorre uma diminuição no consumo

de matéria seca pelos animais (Gagliostro e Chilliard, 1991). A suplementação com gordura pode causar distúrbios na fermentação ruminal, reduzindo a digestibilidade de fontes de energia não lipídicas. A adição de lipídios tem efeitos mais negativos sobre a digestão da fibra que a dos carboidratos (Jenkins, 1993). Neste caso, o fornecimento de 10% ou menos de gordura suplementar, em relação à dieta total, influi no preenchimento do rúmen reduzindo a taxa de passagem do alimento (Palmquist e Jenkins, 1980) e a digestibilidade ruminal em mais de 50% (Jenkins, 1993). A alteração na digestibilidade pode vir acompanhada de redução na produção de metano, hidrogênio, ácidos graxos voláteis e na relação acetato:propionato, conseqüentemente reduzindo também o suprimento de ácido acético, precursor de 50% da gordura do leite (Chalupa et al., 1986 e Palmquist, 1989). Ácidos graxos livres podem deprimir o crescimento microbiano do rúmen, especialmente das bactérias celulolíticas, possuindo a capacidade de formar barreira física sobre o alimento, dificultando a colonização microbiana (Palmquist e Jenkins, 1980). O metabolismo da proteína no rúmen também é alterado com a interferência da gordura sobre a fermentação ruminal (Jenkins, 1993), ocasionando uma redução da proteína do leite através da diminuição da síntese microbiana, já que os lipídios não são fonte de energia para o crescimento dos microorganismos (Sniffen et al., 1992), tendo como conseqüência a menor disponibilidade de aminoácidos na glândula mamária.

Vários mecanismos têm sido propostos para explicar como os lipídios interferem na fermentação ruminal, como a modificação da população microbiana no rúmen, redução na disponibilidade de cálcio necessário à função ruminal, além dos efeitos diretos sobre os microorganismos (Jenkins, 1993). Quanto aos efeitos variados observados com o fornecimento de diferentes fontes de gordura, Jenkins

(1993) os atribuem a algumas características peculiares à estrutura lipídica, como o grau de saturação, devido os ácidos graxos insaturados apresentarem maior efeito inibitório sobre a fermentação que os saturados, ocorrendo uma relação inversa entre grau de saturação e efeitos na função ruminal. Um elevado percentual de ácidos graxos insaturados está presente em sementes de oleaginosas (como os ácidos oléico, linóleico e linolênico) e possui efeito inibitório sobre as bactérias Gram-positivas (VanNevel e Demeyer, 1988, citados por Santos et al., 2001).

Como a inclusão de gordura à dieta de vacas leiteiras disponibiliza uma maior quantidade de energia para sua função produtiva, alguns trabalhos recomendam o fornecimento de gordura inerte ao rúmen para que não haja comprometimento do metabolismo microbiano nesses animais (Palmquist, 1988; citado por Palmquist, 1991). De acordo com Allen (2000), o decréscimo no consumo de matéria seca, devido à inclusão da gordura, pode ainda ser consequência de ações dos hormônios do trato digestivo, oxidação da gordura no fígado e pouca aceitação das fontes de gordura pelos animais.

Um importante fator que pode estar relacionado com a alteração no consumo de animais suplementados com lipídios é a sensação de saciedade provocada pelo elevado teor de energia presente na gordura. Contudo, determinação deste efeito é pouco precisa dada a complexidade dos fatores que atuam nas sensações de fome e saciedade e a inter-relação dos mesmos com a regulação do consumo de energia, as condições fisiológicas do animal e características físicas e nutricionais dos alimentos (Lucci, 1997).

Embora, a suplementação com gordura demonstre uma tendência à redução no consumo de matéria seca, alguns trabalhos têm reportado aumentos

na ingestão de alimentos. As principais razões para este aumento devem-se ao baixo incremento calórico durante períodos de estresse térmico e diminuição na inibição do consumo pelo propionato, quando ocorre a substituição no fornecimento dos grãos por gordura (Allen, 2000). Palmquist e Jenkins (1980) afirmam que a inclusão de 3 a 5% de gordura na dieta pode ser efetuada sem acarretar efeitos tóxicos na microflora do rúmen. Na maioria das situações, a percentagem total de gordura na dieta não deve exceder 6 a 7% do total da matéria seca (NRC, 2001), de modo que o consumo de matéria seca não seja reduzido e os efeitos sobre a fermentação ruminal sejam mínimos (Schauff e Clark, 1992). A quantidade adequada de gordura a ser incluída na dieta de vacas de leite está na dependência de inúmeros fatores como tipo de gordura, alimentos componentes da dieta, estágio de lactação, ambiente, nível de produção de leite e manejo alimentar (NRC, 2001).

Com relação à produção de leite, a suplementação com gordura tem apresentado resultados satisfatórios, embora as respostas sejam variadas. A maioria das variações é devido à depressão no consumo de matéria seca causada pelo fornecimento da gordura. Sendo o consumo de alimento significativamente reduzido, o total de energia consumida não será aumentado (Allen, 2000), acarretando prejuízos à função animal. Knapp et al. (1991), avaliando o desempenho lactacional e função ruminal em 24 vacas holandesas alimentadas com diferentes níveis de soja tostada, observaram que a produção de leite elevou-se de 2,6 kg/dia e 1,3 kg/dia quando os teores de soja variaram de 0 a 12% e de 12 a 18%, respectivamente, mas não foram detectados benefícios adicionais na dieta com 24% de soja tostada. A percentagem de gordura no leite foi similar entre as vacas suplementadas com 0 e 12%, porém aumentos de 0,12

e 0,17% foram obtidos com o fornecimento de 18 e 24% (em relação à inclusão de 12% de soja tostada). Foi observada uma depressão em torno de 0,1% na percentagem de proteína no leite quando as vacas foram alimentadas com níveis crescentes de soja. O pH ruminal, percentagens de ácidos graxos voláteis e o consumo de forragem não diferiram entre os tratamentos avaliados. No entanto, em um experimento conduzido por Coppock et al. (1985), com o objetivo de avaliar a inclusão de 0, 15 e 30% de caroço de algodão na dieta de vacas em lactação, foi observada uma depressão de 10,7%, no consumo de matéria seca quando o fornecimento deste alimento aumentou de 0 para 30%, embora as produções de leite não tenham apresentado diferença significativa. Este fato pode ser devido à elevada concentração de energia presente na gordura, compensando a menor ingestão de matéria seca sem acarretar prejuízos à produção de leite.

Grummer e Luck (1993) não observaram alterações no consumo de matéria seca, produção e componentes do leite, na relação acetato:propionato no rúmen e na digestibilidade da forragem *"in situ"*, com o fornecimento de 0, 1, 2 e 3% de sebo suplementar em dietas com 14% de grão de soja tostado. No entanto, foi constatado um decréscimo linear no pH do rúmen com a inclusão de sebo. Embora, a razão deste fato não possa ser explicada com clareza, estes autores sugerem que reduções no pH ruminal reflitam mais uma estimulação que inibição da fermentação. Utilizando 5% de ácidos graxos protegidos para a suplementação de vacas holandesas, Skaar et al. (1989) não obtiveram influência deste tipo de gordura sobre o consumo de matéria seca, porém a adição de lipídios elevou significativamente o consumo de extrato etéreo (1,46 vs. 0,64 kg/dia). Os animais suplementados tenderam a produzir mais leite e ganhar mais peso entre a 8ª e

14^a semana pós-parto com o fornecimento de gordura, possivelmente devido ao aumento na disponibilidade de energia com a inclusão de lipídios à dieta. Não foi constatado efeito da adição de gordura sobre a composição do leite.

Sementes de oleaginosas são utilizadas comumente como fonte inicial de gordura na formulação de dietas, porque provêm proteína, fibra ou ambas, além de constituir uma fonte de gordura, relativamente de baixo custo (Grummer e Luck, 1993). O farelo de castanha de caju (FCC), subproduto da agroindústria do caju, apresenta com 92,41% de matéria seca, 27,58% de proteína bruta, 17,06% de fibra em detergente neutro, 6,05% de fibra em detergente ácido e 40,74% de extrato etéreo, constituindo-se uma alternativa viável à suplementação energética para animais em lactação. Atualmente, o Brasil ocupa a terceira posição como produtor mundial de castanha de caju (FAO, 2002), produzindo 167.123 toneladas em 2000. A cajucultura brasileira concentra-se na região Nordeste, sendo o estado do Ceará o maior produtor nacional de castanha de caju, com um aumento na produção de 46.217 t em 2000 para 98.050 t em junho de 2001 (Embrapa, 2001). Durante o processo mecanizado de industrialização da castanha de caju, as amêndoas danificadas, impróprias à comercialização são utilizadas para a formação do farelo de castanha de caju.

3.3 Estresse Térmico em Rebanhos Leiteiros

3.3.1 Efeitos do Ambiente sobre o Desempenho de Vacas Leiteiras

A produção de leite pode ser influenciada por condições ambientais e fatores inerentes ao próprio animal (Armstrong et al., 1985). Os principais

elementos climáticos que afetam a produção são temperatura do ar, umidade relativa e radiação solar (Armstrong, 1994). A temperatura corporal pode ser determinada através da subtração do calor produzido na atividade metabólica e radiação solar pelo calor liberado através das vias evaporativas e não evaporativas. Quando a perda de calor é inferior ao ganho ocorre armazenamento de energia térmica ocasionando aumento da temperatura corporal (Brosh et al., 1998). A habilidade das vacas leiteiras em dissipar calor é comprometida quando estas se encontram em condições de elevada temperatura ambiente, umidade relativa e energia radiante. Inúmeros rebanhos leiteiros estão submetidos durante extensos períodos do ano a estas condições climáticas em regiões de clima tropical, o que pode comprometer o seu desempenho quando comparados às condições observadas em regiões temperadas (West, 1999).

Silva (2000b) afirma que na região situada entre os paralelos de 23° norte e sul, denominada intertropical, a temperatura corporal normalmente aproxima-se ou é excedida pela temperatura do ar. Nesta região, a radiação média do ambiente tende a superar a atmosférica, o que vem a dificultar ou impedir a termólise por convecção ou radiação. Segundo o autor, se além destas características a umidade relativa do ar for elevada, a perda de calor por evaporação também será inibida, aumentando o estresse sofrido pelos animais. Os efeitos destes elementos climáticos são amenos em regiões de clima temperado, o que vem a auxiliar a expressão das características genéticas, especialmente no que se refere à produção de leite dos animais *Bos taurus*. Os principais componentes climáticos estressores que causam o baixo desempenho do gado leiteiro são as altas temperaturas associadas a altas umidades (Baccari Jr., 1998).

Vários trabalhos com animais submetidos ao estresse térmico consideram o cálculo do índice de temperatura e umidade (ITU) um bom indicativo para avaliação da intensidade de estresse climático sofrido pelos animais. O ITU pode ser calculado pela seguinte fórmula: $ITU = 0,72 (ts + tu) + 40,6$, onde: ts = temperatura do termômetro de bulbo seco (°C) e tu = temperatura do termômetro de bulbo úmido (°C); (McDowell e Johnston, 1971; citados por Baccari Jr., 1998). Johnson (1987) considera os limites do ITU como: estresse ameno, ITU = 72 – 79; estresse moderado, ITU = 80 – 89; estresse severo, ITU = 90 – 98.

Holter et al. (1996) observaram em vacas Jersey reduções de 4,4kg/dia ou 22% no consumo de matéria seca quando o ITU passou de 72 a 85. Wiersma (1990), citado por Armstrong (1994), determinou que vacas de alta produção apresentaram sintomas de estresse já em ambientes com ITU acima de 72 e que este estresse tornou-se severo quando o ITU atingiu valores próximos de 80. Hurber et al. (1994) constataram que a submissão de animais à condição de estresse térmico durante um longo período (ITU acima de 80 durante 5 a 6 semanas) sem resfriamento artificial para redução do desconforto térmico provocou decréscimo do consumo voluntário e teve como consequência reduções de 25 a 35% na produção de leite.

O estresse térmico pode ser definido como a soma das forças externas ao animal homeotermo que atua modificando a temperatura corporal do estado de repouso. O estresse climático altera tanto o desempenho produtivo quanto fisiológico do animal e importantes sistemas metabólicos podem ter o funcionamento comprometido quando são submetidos a adaptações em função deste estresse (Hansen e Aréchiga, 1999).

Os animais homeotermos geralmente reagem às mudanças climáticas moderadas de forma compensatória e adaptativa, na tentativa de restabelecer o seu balanço térmico. Acoplado a fatores ambientais o calor metabólico cria dificuldades à manutenção do balanço térmico, resultando em temperatura corporal elevada, a qual inicia uma série de mecanismos compensatórios e adaptativos para restabelecer a homeotermia e a homeostase (West, 1999). A necessidade de manutenção do equilíbrio térmico no animal tem dominância sobre as funções produtivas, como a lactação. Dentre as respostas fisiológicas ao estresse térmico em vacas lactantes estão presentes a redução no consumo de matéria seca e conseqüente diminuição na produção de leite, aumento nas frequências cardíaca e respiratória, elevação da temperatura retal e prejuízos à função reprodutiva (Baccari Jr., 1998).

Em um estudo conduzido com vacas da raça holandesa, mantidas em instalações do tipo “Free Stall” nos meses de janeiro e fevereiro no estado de São Paulo, com valores médios de temperatura média, mínima e máxima de 25,0; 21,9 e 30,9 °C, respectivamente, e médias de ITU médio, mínimo e máximo, 74,6; 69,3 e 80,7, respectivamente, Damasceno et al. (1998) observaram que para os animais com acesso à sombra, as temperaturas retais e frequências respiratórias da manhã e tarde (39,3 °C; 69,7 mov/min) foram inferiores à dos animais desprotegidos da radiação solar (39,3 °C; 85,4 mov/min). Estes pesquisadores constataram que a disposição dos animais à radiação solar direta também prejudicou seu desempenho produtivo. Portanto, tais observações sugerem um acúmulo de calor no organismo do animal, oriundo da carga térmica do ambiente somada à produção interna de calor durante o dia, aliados à impossibilidade de eliminação do excesso de calor pelos mecanismos termorreguladores.

Com relação a mudanças na temperatura do leite, Oliveira Neto et al. (2001), ao conduzir experimento em região semi-árida (temperatura média de 26,6 °C) constataram tendência a valores mais elevados para temperatura do leite de vacas mestiças tratadas com bST quando comparadas aos animais controle ($35,5 \pm 0,29$ °C e $35,1 \pm 0,10$ °C, respectivamente) pela manhã e à tarde ($36,8 \pm 0,23$ °C e $36,2 \pm 0,15$ °C, respectivamente). Embora as diferenças de 0,4 e 0,6 °C não tenham sido significativas para cada grupo, a temperatura do leite obteve aumentos significativos entre os períodos da manhã e tarde (1,3 °C para animais tratados com bST e 1,1 °C para o grupo controle), o que possivelmente demonstrou uma maior sensibilidade da temperatura do leite às variações ambientais (temperatura e umidade).

3.3.2 Influência do Estresse Climático sobre a Produção e Composição do Leite

De acordo com Baccari Jr. (1998), a redução no consumo de alimentos, hipofunção da tireóide e o gasto de energia na tentativa de diminuir a temperatura corporal são os principais fatores que deprimem a produção de leite em vacas submetidas ao estresse térmico. Ainda segundo este autor, o ponto primordial da redução na ingestão de matéria seca seria a inibição do centro do apetite, situado no hipotálamo, resultado da hipertermia corporal. Com o objetivo de promover o resfriamento evaporativo, o aumento da frequência respiratória e da sudorese demanda custo energético por parte do animal, desviando parte da energia disponível para manutenção da homeostase em detrimento dos processos produtivos.

Produções de leite em torno de 20,9 e 22,6 kg de leite foram observadas por Damasceno et al. (1998) em vacas holandesas sem e com proteção solar respectivamente, ou seja, um aumento de 8,1% na produção de leite e melhor eficiência de utilização do alimento (produção de leite por quantidade de alimento consumido; 1,3 vs. 1,2 kg de leite/dia) foram detectados em vacas protegidas contra radiação solar direta, sem que o consumo tenha sido influenciado.

O efeito mais significativo do estresse pelo calor é observado em vacas no meio da lactação, mas ao final da lactação os efeitos são moderados e na fase inicial estes efeitos são amenizados. A explicação para esta afirmação reside no fato de que as vacas consomem menos alimento no início do que no meio da lactação. Animais de alta produção leiteira consomem mais matéria seca e por consequência apresentam produção de calor mais elevada, com maior dificuldade em dissipar o calor corporal adicional.

Tarazón-Herrera et al. (1999) conduziram um experimento no Arizona, Estados Unidos, com o objetivo de determinar as respostas ao acesso à sombra ou sombra mais resfriamento evaporativo, em 32 vacas holandesas, tratadas ou não com bST, sob condição de estresse térmico. Foi constatada elevação na produção de leite com o uso do bST, tendendo a um aumento com o resfriamento artificial. Em vacas submetidas à sombra apenas, a adição de bST à dieta resultou em um aumento de 10% na produção de leite, enquanto para o resfriamento a inclusão de bST favoreceu a produção em 12,4%. Animais tratados com bST mais resfriamento artificial produziram 17,7% mais leite que aqueles submetidos apenas à sombra, sugerindo que os reflexos na produção de leite em

animais sob condição de estresse térmico podem ser atenuados através de modificações no ambiente.

Além do decréscimo na produção de leite, alterações nos componentes do leite (gordura, lactose, proteína e outros) também são causas do estresse térmico (Head, 1989). West et al. (1999) ao avaliarem a inclusão de níveis baixos, médios e elevados de fibra em vacas holandesas e Jersey, submetidas a estresse térmico, observaram aumentos no teor de gordura no leite de 3,21 para 3,69%, na dieta com mais alto teor de fibra, a qual em condição de estresse pelo calor, gera uma maior quantidade de calor metabólico para a sua degradação, aumentando o desconforto para o animal. A percentagem de proteína no leite diminuiu de 3,39 a 3,02%, provavelmente devido ao aumento no fornecimento de fibra e à redução no teor de carboidratos fermentáveis causando uma redução nos precursores da proteína do leite.

3.3.3 Efeitos do Fornecimento de Gordura em Situações de Estresse Térmico

Animais submetidos à condição de estresse térmico sofrem redução no consumo de matéria seca e, conseqüentemente utilizam com menor eficiência os nutrientes, tornando-se necessário o fornecimento de uma dieta com maior densidade de nutrientes, de forma que a produção de leite não decline bruscamente quando comparada à condição de termoneutralidade. A formulação de dietas com baixo incremento calórico para animais termicamente estressados viabilizaria a redução de calor gerado pela fermentação do alimento e metabolismo dos tecidos, diminuindo a carga de calor corporal. O decréscimo na

relação forragem:concentrado seria uma medida positiva para o alcance desta meta, especialmente através do aumento na concentração de gordura na dieta (Beede e Collier, 1986). A suplementação com lipídios constitui uma prática comum em rebanhos leiteiros devido a sua alta densidade energética e possibilidade de reduzir o incremento calórico, beneficiando os animais estressados pelo calor (West, 1999).

A adição de gordura inerte ao rúmen em dietas de vacas leiteiras submetidas ao estresse térmico pode resultar em uma alta concentração de energia sem acarretar aumento na temperatura corporal ou efeitos adversos na fermentação ruminal, possibilitando aumentos na produção de leite e maior persistência na lactação (Knapp et al., 1991). No entanto, a inibição do consumo com a utilização das diversas fontes de gordura pode anular os benefícios proporcionados pela suplementação (Palmquist, 1994, citado por Chan et al., 1997).

Em um experimento realizado por Chan et al. (1992), com o fornecimento de uma dieta composta de feno de alfafa, 8% de caroço de algodão inteiro e 2,5% de gordura suplementar para vacas submetidas a temperaturas diárias acima de 40 °C, foram observados aumentos na produção e na gordura do leite, em torno de 1,2 kg e 0,2%, respectivamente, devido à suplementação com gordura, mas este tratamento não causou alterações significativas na frequência respiratória (85 mov/min) e temperatura retal (39,6 °C).

Em outro estudo conduzido por Knapp e Grummer (1991) com vacas holandesas sob condição de termoneutralidade e altas temperaturas, suplementadas ou não com 5% de gordura, o consumo de matéria seca (19,9 vs. 14,9 kg de MS/dia) e a produção de leite (35,4 vs. 28,1 kg/dia) foram influenciadas

negativamente com o aumento da temperatura ambiente e da umidade, mas nenhuma resposta destas variáveis foi obtida com a suplementação. No entanto, a percentagem de gordura no leite foi aumentada (3,15 vs. 3,51%), enquanto o teor de proteína permaneceu inalterado.

Chan et al. (1993), suplementando vacas holandesas com 3,0% de gordura durante o verão no Arizona, Estados Unidos, detectaram apenas aumentos em torno de 0,6 kg de leite/dia na produção de vacas, submetidas ou não a resfriamento artificial, quando comparadas ao grupo controle. Os valores obtidos com a frequência respiratória e temperatura retal não foram significativos para a suplementação com gordura (39,3 °C e 83 mov/min, respectivamente). Em um segundo experimento (Arizona, EUA) com a utilização de 24 vacas holandesas alimentadas com teores médios (4,6% MS) ou elevados (7,4% MS) de gordura e com acesso à sombra somente ou sombra e resfriamento artificial, Chan et al. (1997) observaram que a eficiência da conversão de alimentos em leite tendeu a ser maior para vacas alimentadas com dieta de alta gordura, por causa do menor consumo de matéria seca e maior produção de leite. A temperatura retal e a frequência respiratória não diferiram estatisticamente com a suplementação com gordura, concordando com estudos anteriores, os quais não encontraram efeitos do fornecimento de lipídios sobre estes parâmetros em animais estressados pelo calor. A literatura, no que concerne à suplementação com gordura e seus efeitos sob os animais submetidos a condições de estresse térmico, apresenta ainda resultados conflitantes e contraditórios, tornando-se necessária a execução de experimentos adicionais, principalmente no que se refere à inclusão de diferentes níveis de gordura na dieta.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e Instalação do Experimento

O experimento foi conduzido de outubro a dezembro de 2001, no setor de produção de leite da Fazenda Experimental Vale do Curu (FEVC), localizada no perímetro irrigado do município de Pentecoste, Ceará, região de clima semi-árido (BWs'h', segundo a classificação de Köppen). O local apresenta 78,0 m de altitude e coordenadas geográficas 3° 47' de latitude sul e 39° 17' de longitude. A precipitação média é de 786,7 mm/ano, concentrando-se nos meses de março a maio e, ao longo do ano, a umidade relativa do ar e temperatura apresentam médias de 74% e 27,1°C, respectivamente, com temperatura máxima de 35,3°C e mínima de 22,4°C (Universidade Federal do Ceará, 2001).

4.2 Procedimento Experimental

Doze vacas da raça Pardo-Suíço, entre a 2^a e 5^a lactação e 50 a 74 dias pós-parto foram distribuídas em um ensaio de reversão ou “switch back” com quatro tratamentos (Sampaio, 1998). As dietas avaliadas continham diferentes níveis de farelo de castanha de caju (FCC) no concentrado: 0% (T1), 8% (T2), 16% (T3) e 24% (T4).

Após um período de 14 dias para adaptação ao sistema de manejo e coleta de dados, as vacas foram alocadas, considerando-se a ordem de parto e os dias de lactação, à seguinte programação, durante 63 dias, divididos em três períodos (14 dias de adaptação e 7 dias de coleta de dados):

Tabela 1 – Distribuição dos tratamentos no ensaio de reversão.

Vacas												
Períodos ¹	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
II	T2	T3	T4	T1	T3	T4	T1	T2	T4	T1	T2	T3
III	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4

¹ Cada período com duração de 21 dias, sendo 14 dias de adaptação e 7 dias para coleta de dados.

Os animais permaneceram confinados durante todo o período diurno em baias individuais sombreadas com livre acesso à água e à noite, os mesmos tinham acesso à mistura mineral em áreas livres no estábulo. A porção volumosa da dieta consistiu de cana-de-açúcar, fornecida à vontade, duas vezes ao dia, permitindo sobras de 10%. Os concentrados (Tabela 2) foram ofertados durante as ordenhas da manhã e da tarde, cada animal recebendo 7 kg de matéria natural/dia.

Tabela 2 - Composição centesimal dos concentrados utilizados.

Ingrediente (%)				
	T1	T2	T3	T4
Farelo de Soja	36,75	33,73	31,21	28,76
Milho	36,09	28,35	22,85	17,03
Farelo de Trigo	22,39	25,00	25,00	25,00
Farelo de Castanha de Caju	0,00	8,00	16,00	24,00
Premix mineral/vitamínico	2,00	2,00	2,00	2,00
Calcário	1,77	1,78	1,79	1,80
Sal	0,00	0,14	0,15	0,41
Uréia	1,00	1,00	1,00	1,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Os conteúdos totais de gordura nas dietas (cana + concentrado) com 0, 8, 16 e 24% de FCC foram respectivamente 2,37; 3,68; 5,0 e 6,83%, com base na matéria seca (Tabela 3). O teor de matéria seca do concentrado no tratamento com 24% de FCC foi superior aos demais tratamentos o que possivelmente contribuiu, embora de forma discreta, para um maior teor de proteína bruta na dieta total (Tabela 3). A castanha de caju contribuiu com 47,7, 67,3 e 73,5% do total de gordura presente no concentrado quando os níveis de inclusão deste ingrediente variaram de 8 a 24%, respectivamente.

O teor de F.D.N. presente em todas as dietas situou-se acima do nível mínimo de 25% recomendado pelo NRC (1989) para vacas em pico de lactação (tabela 3). O conteúdo de fibra em detergente neutro (FDN) no concentrado aumentou à proporção em que foi adicionado FCC à dieta (Tabela 3), já que este componente apresenta FDN superior (17,6%) aos principais ingredientes substituídos (9,5 e 14,9%, respectivamente, para o milho e o farelo de soja; NRC, 2001).

Os teores de fibra em detergente ácido (F.D.A.) na dieta corresponderam ao mínimo de 19% estabelecido para vacas leiteiras (NRC,1989) em período de mais alta produção de leite (tabela 3). O aumento na proporção de F.D.A. no concentrado em função dos níveis de FCC (Tabela 3) deve-se ao fato do farelo de soja apresentar teores mais elevados deste nutriente (10%; NRC, 2001) e ter sofrido menor substituição que o milho (3,4% de FDA; NRC, 2001) pelo farelo de castanha de caju (6,05% de FDA).

A percentagem de NDT na matéria seca total (cana + concentrado) foi maior à medida que se elevaram os níveis de FCC na dieta (Tabela 3),

consequência do maior teor de gordura deste ingrediente, contendo os lipídios em torno de 2,25 vezes mais energia que os carboidratos (Wattiaux, 1998).

Tabela 3 - Composição química-bromatológica (%) da cana-de-açúcar e do concentrado, contendo diferentes níveis de farelo de castanha de caju (FCC).

		<i>Níveis de Inclusão de FCC</i>			
	Cana-de-açúcar	0 %	8 %	16 %	24 %
MS	34,93	89,21	89,38	89,41	89,74
N.D.T.	61,00*	74,52**	75,19**	76,36**	77,32**
P.B.	1,19	25,90	26,00	26,04	26,20
E.E.	1,00	4,01	6,82	9,67	13,33
CINZAS	1,02	7,70	7,15	7,43	7,77
F.D.N.	52,01	11,27	11,79	12,28	12,73
F.D.A.	31,22	7,05	7,10	7,15	7,34
<i>Cana + Concentrado</i>					
N.D.T.		67,07	67,44	68,04	68,87
P.B.		12,29	12,42	12,64	12,98
E.E.		2,37	3,68	5,00	6,83
CINZAS		4,01	3,79	3,84	4,20
F.D.N.		33,72	33,86	33,73	33,53
F.D.A.		20,30	19,80	20,06	19,80

* Valor tabelado (NRC, 1989); ** Valor tabelado (Lana, 2000).

Desde a fase de adaptação, o consumo voluntário individual de matéria seca foi determinado diariamente a partir da diferença entre a quantidade de alimento fornecido durante o dia e as sobras na manhã seguinte. Amostras dos alimentos fornecidos foram coletadas uma vez a cada período, durante a fase de coleta de dados, consistindo em uma só amostra ao final de todo o período

experimental, para determinação do teor de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e extrato etéreo (Silva, 1990). Escore corporal (escores de 1 a 5; Wildman et al., 1982) e peso vivo foram avaliados a cada período experimental.

4.3 Avaliação dos Parâmetros Fisiológicos

Em todos os animais, a frequência respiratória e frequência cardíaca foram medidas duas vezes por semana, em dias consecutivos, às 9:00 e 15:00 horas. A frequência respiratória foi avaliada através da contagem dos movimentos do flanco com a utilização do estetoscópio de tubos de borracha, atentando-se para a frequência, a intensidade e o tipo de movimento respiratório, assim como a duração relativa da inspiração e da expiração (Dirksen et al., 1993). Os movimentos foram contados durante 20 segundos, seguindo-se de uma repetição, considerando-se a média das duas contagens.

A frequência cardíaca (número de batimentos do coração) foi obtida também com uso do estetoscópio com tubos de borracha, com inserção de diafragma em ângulo reto, introduzindo o aparelho profundamente na área entre o membro e a parede torácica. A auscultação da atividade cardíaca foi realizada do lado esquerdo do animal, do terceiro ao quarto espaço intercostal, na altura média entre o codilho e a linha horizontal da articulação do ombro, sempre exercendo certa pressão sobre o diafragma do estetoscópio (Dirksen et al., 1993). A contagem dos movimentos procedeu-se da mesma forma que a frequência respiratória.

A temperatura retal e do leite foram determinadas no momento das ordenhas da manhã (5:00 h) e da tarde (14:00 h), durante os mesmos dias em que foram avaliados os demais parâmetros fisiológicos.

Informações sobre as temperaturas máxima, mínima e média na área coberta das instalações foram coletadas às 9:00, 15:00 e 19:00 h. A umidade relativa e as temperaturas do bulbo seco e do bulbo úmido foram obtidas através da estação meteorológica da fazenda experimental, localizada próxima à área de execução da pesquisa. Com base nesses parâmetros ambientais, o índice de temperatura e umidade (ITU) foi calculado, para o período experimental, a partir do modelo definido por McDowell e Johnston (1971), citados por Baccari Jr. (1998):

$$ITU = 0,72 (ts + tu) + 40,6, \text{ onde:}$$

ts = temperatura do termômetro de bulbo seco, ($^{\circ}\text{C}$) e

tu = temperatura do termômetro de bulbo úmido, ($^{\circ}\text{C}$).

4.4 Análise estatística

Os efeitos das dietas experimentais foram avaliados através de análise de variância (Sampaio, 1998) e as médias comparadas pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade, segundo o modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + P_j + T_k + B_l + \varepsilon_{ijkl}, \text{ sendo:}$$

Y_{ij} o dado referente ao i-ésimo animal, no j-ésimo período, do k-ésimo tratamento, μ a média geral observada, A_i o efeito do i-ésimo animal, P_j o efeito

do j-ésimo período, T_k o efeito do k-ésimo tratamento, B_l o efeito l-ésimo bloco e ε_{ijk} o erro aleatório associado ao i-ésimo animal, do j-ésimo período do k-ésimo tratamento.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Consumo de Matéria Seca e Nutrientes

O consumo de cana-de-açúcar (kg MS/dia) diminuiu significativamente ($P < 0,05$) com a adição de farelo de castanha de caju (FCC) ao concentrado (Tabela 4). O maior consumo de volumoso foi observado no tratamento sem castanha (7,70 kg MS/dia), o qual foi semelhante ao tratamento com 8% de FCC (7,59 kg MS/dia). O consumo de matéria seca de cana-de-açúcar do tratamento com 16% de FCC (7,35 kg MS/dia) diferiu daquele com 0% de FCC, porém foi equivalente ($P > 0,05$) à adição de 8% de FCC. O tratamento com maior teor de FCC no concentrado (24%) esteve associado ao menor consumo de forragem do experimento (7,05 kg MS/dia), diferindo estatisticamente dos demais.

Com relação ao consumo de matéria seca total, também foi observada uma redução significativa ($P < 0,05$) com a inclusão de farelo de castanha de caju à dieta, com valores de 13,22 (24% de FCC) a 14,00 kg MS/dia (0% de FCC; Tabela 4). O consumo para os tratamentos com 0 e 8% permaneceu praticamente o mesmo ($P > 0,05$), não havendo também variação entre os grupos com 8 e 16% de FCC. No entanto, a dieta com maior teor de FCC (24%) apresentou consumo de matéria seca total equivalente ($P > 0,05$) aos tratamentos com 8 e 16% deste ingrediente.

Tabela 4 - Consumo de forragem (CF) e consumo total (CT) de matéria seca (MS) de vacas alimentadas com diferentes níveis de farelo de castanha de caju (FCC).

Tratamentos	CF ¹ (kg MS/dia)	CT ² (kg MS/dia)
0% FCC	7,70 ^a	14,00 ^a
8% FCC	7,59 ^{ab}	13,70 ^{ab}
16% FCC	7,35 ^b	13,31 ^b
24% FCC	7,05 ^c	13,22 ^b

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste t ($P < 0,05$).

¹ C.V = 3%; ² C.V = 3%.

A inclusão de gordura à dieta resultou em uma diminuição de 8,44% no consumo de cana-de-açúcar (kg MS/dia) e 5,57% no consumo de matéria seca total. Vários fatores têm sido apontados para explicar a redução no consumo devido à suplementação com gordura, como o decréscimo na fermentação ruminal e digestibilidade da fibra, podendo ser causado pela modificação da população microbiana no rúmen, redução na disponibilidade de cálcio necessário à função ruminal, além dos efeitos diretos sobre os microorganismos (Jenkins, 1993). Dessa forma, o preenchimento do rúmen é acelerado e a taxa de passagem dos alimentos, diminuída (Palmquist e Jenkins, 1980).

Um importante fator que pode estar associado à alteração na ingestão de matéria seca é a sensação de saciedade por parte dos animais devido ao alto teor de energia presente na gordura em relação aos outros nutrientes. No entanto, a complexidade dos agentes atuantes sobre a sensação de fome e saciedade e a inter-relação dos mesmos com a regulação do consumo de energia tornam pouco precisa a determinação da quantidade de energia ingerida para desencadear a

sensação de saciedade e sua resposta sobre o consumo de alimentos. Outros pontos que podem influenciar o consumo de matéria seca, devido à suplementação com lipídios, são a ação de hormônios do intestino e nível de aceitabilidade das fontes de gordura pelos animais (Allen, 2000).

No presente estudo, a utilização de concentrado com 24% de castanha de caju causou redução de 5,57% no consumo de matéria seca total (em relação à dieta sem FCC), resultados também constatados por Coppock et al. (1985), com um decréscimo de 10,7% no consumo de matéria seca, quando a proporção de caroço de algodão (com 17,3% de extrato etéreo) na dieta foi alterado de 0 para 30%. Da mesma forma, Peixoto et al. (1994) detectaram reduções no consumo de silagem de milho (6,37%), quando os animais foram suplementados com 500g de ácidos graxos complexados com sais de cálcio. Contrariamente ao observado nestes trabalhos, Knapp et al. (1991) não detectaram alterações significativas no consumo de matéria seca (média de 24,9 kg/vaca/dia) com o fornecimento de 12%, 18% e 24% de grão de soja tostado, apresentando 5,1, 6,4 e 7,0% de ácidos graxos protegidos na dieta total, respectivamente. Da mesma forma, Grummer e Luck (1993), ofertando 0, 1, 2 e 3% de sebo a vacas leiteiras, em dietas contendo 14% de grão de soja tostado, com variações de 1,46 a 1,98 kg de ácidos graxos/vaca/dia, não observaram efeito dos tratamentos sobre a ingestão de matéria seca, a qual situou-se em torno de 26,5 kg/animal/dia. Segundo Chan et al. (1997), o consumo de matéria seca não sofreu alteração com a adição de teores médios (4,6%) e elevados (7,4%) de gordura inerte ao rúmen à dieta de vacas leiteiras, mantendo-se em média 31,4 kg/animal/dia. Um outro experimento, conduzido por Knapp e Grummer (1991), também não constatou interações significativas entre o ambiente e a inclusão de 6,8% gordura na dieta total,

utilizando 5% de ácidos graxos (60% de gordura protegida e 40% de sebo), de forma que a suplementação não influenciou o consumo de vacas leiteiras (em média 14,9 kgMS/dia) mesmo sob condições ambientais adversas (31,8 °C e 56% UR). Respostas variadas têm sido obtidas com o fornecimento de gordura para vacas em lactação. Alguns estudos não constataram reduções significativas no consumo de matéria seca mesmo quando as dietas continham até 7,0% de gordura, enquanto outros, incluindo o presente trabalho, mostram decréscimo no consumo já a partir do nível de 5% de extrato etéreo. Provavelmente, além da quantidade de ácidos graxos fornecida aos animais, estes efeitos também dependem de outros fatores como o tipo de gordura utilizada, alimentos componentes da dieta, estágio de lactação, ambiente, nível de produção de leite e manejo.

A redução observada no consumo de volumoso, pelo fato da cana-de-açúcar apresentar composição protéica muito baixa (1,19%), teve pouca influência sobre o consumo total de proteína (Tabela 5). Malafaia et al. (1996) também não observaram variações no consumo de proteína bruta em dietas com níveis crescentes de sebo bovino no concentrado (0, 4, 7 e 10%). No entanto, Peixoto et al. (1991), utilizando 500g de um complexo ácido graxo-cálcio como aditivo em rações para vacas leiteiras, detectaram um consumo de proteína bruta 6,86% menor para os animais que não receberam suplementação devido à menor ingestão de concentrado.

A quantidade de extrato etéreo (E.E.) consumida pelas vacas foi diretamente influenciada pelos níveis de inclusão de farelo de castanha de caju na dieta (Tabela 5), resultados semelhantes aos obtidos por Malafaia et al. (1996), com o uso de sebo bovino na alimentação de vacas leiteiras. O fato de o milho ter

sido o principal ingrediente substituído pelo farelo de castanha de caju (variação de 52,8% entre os tratamentos sem FCC e com 24%), seguido pelo farelo de soja (variação de 21,7%), ocasionou um consumo de gordura 2,75 vezes maior dos animais suplementados com 24% de FCC em relação àqueles submetidos à dieta sem FCC, devido à elevada concentração de extrato etéreo presente neste ingrediente (40,7%), em contraste com o milho (4,2%; NRC, 2001) e o farelo de soja (1,6%; NRC, 2001).

Tabela 5 - Consumo total de nutrientes (kg/dia) em função de dietas contendo diferentes níveis de farelo de castanha de caju (FCC).

	0 %	8 %	16 %	24 %
N.D.T. ¹	9,35 ^a	9,34 ^a	9,26 ^a	9,16 ^b
P.B.	1,71 ^a	1,72 ^a	1,72 ^a	1,73 ^a
E.E. ²	0,33 ^a	0,51 ^b	0,68 ^c	0,91 ^d
F.D.N. ³	4,70 ^a	4,68 ^a	4,59 ^{ab}	4,47 ^b
F.D.A. ⁴	2,83 ^a	2,74 ^b	2,73 ^b	2,64 ^c

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste t ($P < 0,05$).

¹ C.V = 3%; ² C.V = 1%; ³ C.V = 2%; ⁴ C.V = 2%.

A diminuição significativa ($P < 0,05$) no consumo de FDN nas dietas com 16 e 24% de FCC possivelmente deve-se à alteração observada no consumo de forragem pelos animais submetidos a estes dois tratamentos. Peixoto et al. (1994) constataram um aumento de 1,75% no consumo de F.D.N. em vacas suplementadas com 500g de ácidos graxos complexados com sais de cálcio devido à maior ingestão de concentrado neste tratamento. Já Malafaia et al.

(1996) fornecendo sebo bovino não observaram efeitos sobre o consumo deste nutriente.

O consumo de F.D.A. do tratamento sem castanha e com 24% de FCC deferiu dos tratamentos com 8 e 16%, os quais foram equivalentes ($p > 0,05$). Portanto, o menor consumo F.D.A. (2,64 kgMS/dia) na dieta com maior teor de FCC atesta o menor consumo de MS total obtido neste tratamento (Tabela 7). Diferente do observado no presente estudo, Malafaia et al. (1996) não detectaram alterações no consumo de F.D.A. de vacas leiteiras suplementadas com níveis crescentes de sebo bovino.

As quantidades de nutrientes digestíveis totais (NDT) ingeridas nas dietas com até 16% de FCC foram equivalentes ($P > 0,05$), mas a inclusão de 24% de FCC (9,16 kg MS/dia) diminuiu em 2,03% o consumo de NDT pelos animais (Tabela 5). Como a percentagem de NDT na matéria seca total (cana + concentrado) foi maior à medida que se elevaram os níveis de FCC na dieta (Tabela 3), a redução no consumo de NDT foi mais influenciado pelo decréscimo no consumo de matéria seca da cana-de-açúcar.

5.2 Produção de Leite

As produções de leite não foram influenciadas pelos tratamentos ($P > 0,05$), embora o consumo de volumoso e de matéria seca (kg MS/dia) tenha diminuído significativamente ($P < 0,05$) com a adição de níveis crescentes de farelo de castanha de caju ao concentrado (Tabela 6). Este fato possivelmente reflete o consumo de nutrientes adequado à manutenção da produção de leite, mesmo com o decréscimo estatisticamente significativo na ingestão de matéria seca total

por parte dos animais submetidos às dietas com maior conteúdo de FCC no concentrado. As médias obtidas para a produção de leite variaram de 14,76 a 15,31 kg/dia, respectivamente, para a inclusão de 0 a 16% de FCC, apesar desta diferença não ser estatisticamente significativa.

Vários estudos têm constatado a ausência de efeito significativo da inclusão de gordura sobre a produção de leite. Grummer e Luck (1993) não observaram alterações na produção de vacas leiteiras suplementadas com 0, 1, 2 e 3% de sebo, assim como Knapp e Grummer (1991), utilizando 5% de gordura adicional (60% de ácidos graxos protegidos e 40% de sebo). Da mesma forma, a utilização de óleo e grão moído de soja, para atingir 7% de lipídios na dieta, não apresentou influência sobre a produção de leite, atestando que a suplementação com lipídios não protegidos pode não afetar a produção de vacas leiteiras com nível de inclusão de até 7% na dieta total (Santos et al., 2001). Chan et al. (1997) e Coppock et al. (1985), suplementando vacas leiteiras com 7,4% de gordura (utilizando 3% de ácidos graxos protegidos) e 30% de caroço inteiro de algodão, também não obtiveram resposta em relação a este parâmetro. No entanto, Knapp et al. (1991) ao suplementarem vacas leiteiras com grão de soja tostado, observaram um primeiro aumento de 2,6 kg de leite/dia com o fornecimento de 12% do grão e um segundo aumento de 1,3 kg de leite/dia, quando o fornecimento passou de 12 para 18%. Skaar et al. (1989) também mostraram que dietas com 5 % de gordura protegida causaram aumentos de 9 kg/dia na produção das vacas em lactação durante os meses quentes do ano (temperatura máxima de até 35°C), mas este feito não foi significativo durante a estação fria. O fornecimento de sebo bovino em proporções de 4, 7 e 10% (respectivamente 6,58, 8,98 e 11,93% de E.E. no concentrado) incrementou a produção de vacas

leiteiras em torno de 11, 8 e 12%, em relação ao tratamento controle à medida que se adicionava sebo à dieta (Malafaia et al., 1996). No mesmo sentido, Peixoto et al. (1994), utilizando 500g de ácidos graxos complexados com sais de cálcio (84,5% de E.E.), obtiveram aumento significativo na produção de leite (1,13 kg/dia) com este tipo de suplementação.

Em síntese, a suplementação com gordura tem apresentado resultados satisfatórios com relação ao incremento da produção de leite, embora as respostas sejam variadas. A maioria das variações é devido às respostas dos animais em relação ao consumo de matéria seca e nutrientes, o que depende também do nível e tipo de gordura fornecida.

Como a produção de leite (kg/dia) não foi alterada e o consumo de matéria seca da forragem e da dieta total sofreu redução significativa com a inclusão de gordura, a eficiência de produção de leite (kg de leite produzido/kg de MS consumida) tendeu a um aumento nas dietas com os mais altos teores de FCC (Tabela 6), apesar deste parâmetro não apresentar variações estatisticamente significativas. Este resultado está de acordo com Chan et al. (1997), os quais observaram que a eficiência na conversão de alimento em leite apresentou melhores resultados ($P < 0,11$) em tratamentos com a maior inclusão de gordura (1,15 vs. 1,21 para a adição de 4,6 e 7,4% de gordura inerte), devido ao menor consumo de matéria seca e maior produção de leite.

Tabela 6 - Produção de leite (PL) e eficiência na produção de leite (EPL) de vacas alimentadas com diferentes níveis de farelo de castanha de caju (FCC).

Tratamentos	PL ¹ (kg/dia)	EPL ² (kg leite/kg MS)
0% FCC	14,76 ^a	1,07 ^a
8% FCC	15,22 ^a	1,10 ^a
16% FCC	15,31 ^a	1,12 ^a
24% FCC	14,89 ^a	1,13 ^a

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste t ($P < 0,05$).

¹ C.V = 5%; ² C.V = 6%.

5.3 Peso Vivo e Escore Corporal

O peso vivo dos animais não foi influenciado pelos tratamentos, apresentando variações de 505 kg (0% de FCC) a 489,3 kg (24% de FCC; Tabela 7). O escore de condição corporal obteve média de 3,3 para os três primeiros níveis de FCC e 3,2 para o maior nível de inclusão (24%), contudo estes valores também foram estatisticamente equivalentes ($P > 0,05$).

Tabela 7 - Peso vivo e escore corporal de vacas alimentadas com diferentes níveis de farelo de castanha de caju (FCC).

Tratamentos	Peso Vivo (kg) ¹	Escore Corporal (1-5) ²
0% FCC	505,0 ^a	3,3 ^a
8% FCC	498,9 ^a	3,3 ^a
16% FCC	503,1 ^a	3,3 ^a
24% FCC	489,3 ^a	3,2 ^a

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste t (P<0,05).

¹ C.V = 3%; ² C.V = 5%.

Embora a dieta com maior nível de FCC no concentrado (24%) tenha proporcionado uma redução no consumo de NDT (2,3%) em relação à dieta sem FCC, esta alteração foi inferior à observada para o consumo de matéria seca total (5,57%) e do volumoso (8,4%), possivelmente devido à maior densidade energética das dietas contendo níveis elevados de gordura. Neste caso, mesmo o consumo de 9,16 kg de NDT e 1,73 kg de PB observados na dieta com 24% de FCC (Tabela 5) ainda foi suficiente para manter a produção de leite sem perdas significativas de reservas corporais. De acordo com o NRC (1989), vacas com 500 kg de peso vivo e produção diária de 15 kg de leite/dia (3,5% de gordura) requerem a ingestão mínima de 8,28 kg de NDT e 1,66 kg de PB/dia, valores de consumo que foram atendidos para todos os níveis de inclusão de farelo de castanha de caju.

Os resultados obtidos nesta pesquisa para o peso vivo e escore corporal são equivalentes aos detectados por Chan et al. (1997), os quais não encontraram diferenças significativas no escore corporal de vacas leiteiras alimentadas com teor médio (4,6%) e alto (7,4%) de gordura. Contudo, Skaar et

al. (1989) constataram ganhos de peso mais rápidos em vacas suplementadas com 5% de ácidos graxos protegidos, durante a 8^a e 14^a semana pós-parto sem, no entanto, haver influência sobre o consumo dos animais. Foram observadas ainda menores perdas de peso (1,2 vs. 3,2% do peso vivo, respectivamente para vacas suplementadas ou não) na 2^a a 4^a semana após o parto (fase de “déficit” energético) no período de temperaturas mais elevadas, porque houve um consumo adequado de matéria seca devido ao baixo incremento calórico da gordura. A suplementação com teores de gordura (4,7 e 6,4%) permitiu que o ganho de peso de vacas (respectivamente, 16 e 13 kg) e a recuperação da condição corporal entre a 18^a e 44^a semana de lactação fossem superiores àqueles obtidos com a dieta controle (Harrison et al., 1995). As diferentes respostas obtidas para o peso vivo e escore corporal nestes trabalhos variam de acordo com o nível de suplementação, efeitos desta sobre o consumo de matéria seca, estágio de lactação e ambiente a que estiveram submetidos os animais, dentre outros fatores.

A variação de peso vivo dos animais entre os tratamentos sem FCC e com 24 % de FCC apresentou maior tendência de significância estatística ($P < 0,10$), o que gera a hipótese de que a redução de peso poderia evoluir a ponto de influenciar a produção de leite caso os animais fossem submetidos a este tratamento durante períodos mais longos. No entanto, este decréscimo no desempenho das vacas somente aconteceria se o consumo de matéria seca e nutrientes fosse reduzido de forma muito mais acentuada, tendência que não encontra respaldo nos resultados encontrados.

5.4 Dados Climáticos

As temperaturas máxima, mínima e média apresentaram valores semelhantes durante os três períodos experimentais (Tabela 8). Os valores médios observados durante a manhã, tarde e noite no período de condução do experimento foram 30,1, 34,8 e 33,9 °C, para a temperatura máxima e 24,1, 30,1 e 28,5 °C, para a temperatura mínima. Da mesma forma, a temperatura média verificada às 9:00, 15:00 e 19:00 horas apresentou valores de 29,9; 33,9 e 28,4 °C, respectivamente. À noite, a umidade relativa do ar (UR) permaneceu em média 78,8% para os três períodos experimentais, porém à tarde o valor observado foi de apenas 44,3% (Tabela 9). Como as menores temperaturas foram observadas à noite e as maiores à tarde, mas neste último caso associadas a uma menor umidade, esta situação pode ter proporcionado mais conforto aos animais, pois temperaturas elevadas e alta umidade constituem-se elementos climáticos estressores, podendo acarretar prejuízos ao desempenho produtivo de rebanhos leiteiros (Baccari Jr., 1998).

Os limites de ITU descritos por Johnson (1987) classificam os valores entre 72-79 como estresse ameno, 80-89 estresse moderado e 90-98 estresse severo. No presente estudo, os valores obtidos com o ITU não variaram acentuadamente durante os três períodos experimentais (Tabela 9). Durante a manhã e tarde, os indicadores de conforto térmico dos animais oscilaram entre os limites superiores do estresse ameno e inferiores do moderado. Os níveis mais elevados de ITU foram observados às 15:00 horas, coincidindo com as temperaturas mais elevadas do dia, em contraste com o período da noite (21:00

horas), o que permitiria provavelmente que o calor adquirido durante o dia fosse dissipado.

Tabela 8 - Temperatura máxima, mínima e média na unidade experimental (Pentecoste-CE).

Período	Temperatura Máxima (° C)			Temperatura Mínima (° C)			Temperatura Média (° C)		
Experimental ¹	L1 ²	L2 ²	L3 ²	L1	L2	L3	9:00	15:00	19:00
I	30,3	34,5	34,1	23,6	30,4	28,2	29,6	33,8	28,0
II	30,2	35,3	33,5	23,9	30,3	28,1	30,2	34,0	28,1
III	29,8	34,7	34,0	24,7	29,6	29,1	29,9	33,8	29,1
Média	30,1	34,8	33,9	24,1	30,1	28,5	29,9	33,9	28,4

¹ Refere-se à média para cada período de 21 dias.

² L1: Leitura às 9:00 h;

L2: Leitura às 15:00 h;

L3: Leitura às 19:00 h.

Tabela 9 - Umidade relativa do ar (UR) e índice de temperatura e umidade (ITU) na Fazenda Experimental Vale do Curu (Pentecoste-CE), durante o período experimental.

Período	UR (%)			ITU		
Experimental ¹	9:00	15:00	21:00	9:00	15:00	21:00
I	57,6	43,3	80,6	79,3	82,4	75,9
II	57,9	43,3	79,7	80,2	82,6	76,5
III	63,0	46,4	76,1	79,6	82,4	77,4
Média	59,5	44,3	78,8	79,7	82,5	76,6

¹ Refere-se à média para cada período de 21 dias.

5.5 Parâmetros Fisiológicos

A temperatura retal (TR) não apresentou variações significativas ($P>0,05$) em função dos níveis de FCC adicionados à dieta dos animais. Foram observadas temperaturas de 38,6°C com a adição de 8 e 24% de farelo de castanha ao concentrado e 38,7°C para teores de 0 e 16% durante a manhã. A média de TR durante a tarde foi de 39,0°C para todos os tratamentos (Tabela 10). A diferença observada entre a temperatura retal durante a manhã e tarde é consequência das variações na temperatura ambiente.

Em experimentos onde a redução no consumo de matéria seca foi maior (10,38%) do que a observada no presente estudo (5,57%), devido à inclusão de fibra na dieta (West et al., 1999), foram detectadas temperaturas corporais mais baixas evidenciando que maiores alterações no consumo podem ter efeitos sobre a temperatura retal dos animais, dado o nível de produção e ambiente em que os mesmos são criados.

Tabela 10 - Temperatura retal (TR) e temperatura do leite (TL) durante a manhã (-M) e tarde (-T) de vacas alimentadas com diferentes níveis de farelo de castanha de caju (FCC).

Tratamentos	TL-T ²			
	TR-M	TR-T	TL-M ¹	
0% FCC	38,7 ^a	39,0 ^a	37,0 ^a	37,6 ^a
8% FCC	38,6 ^a	39,0 ^a	37,1 ^a	37,6 ^a
16% FCC	38,7 ^a	39,0 ^a	37,1 ^a	37,6 ^a
24% FCC	38,6 ^a	39,0 ^a	37,1 ^a	37,7 ^a

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste t ($P<0,05$).

¹ C.V = 1%; ² C.V = 5%.

Estes resultados estão de acordo com aqueles publicados por Chan et al. (1992), que não observaram variações significativas na TR (39,6°C) de vacas holandesas suplementadas com 2,5% de ácidos graxos protegidos, durante o verão no Arizona, Estados Unidos. Outros experimentos conduzidos por estes pesquisadores (1993 e 1997) novamente não obtiveram variações significativas na TR de vacas leiteiras expostas a altas temperaturas (máxima de 38,4°C, com ITU máximo de 84,1) e suplementadas com teores de gordura acima de 7% da dieta total. Da mesma forma, Coppock et al. (1985) e Knapp e Grummer (1991) têm detectado uniformidade na temperatura retal com animais suplementados com gordura e submetidos a elevadas temperaturas, estes últimos pesquisadores utilizando câmaras climáticas (31,8°C no período de 5:00 às 19:00h e 25,9°C de 19:00 às 5:00h, ambas com 56% de UR).

A temperatura do leite (TL) seguiu o mesmo comportamento da temperatura retal (Tabela 10), não sendo observados efeitos significativos dos tratamentos sobre este parâmetro, provavelmente devido à amplitude da variação no consumo (kg de MS/dia) não ter sido suficiente para causar uma diminuição nesta variável. West et al. (1999) obtiveram, no entanto, um declínio linear na temperatura do leite de vacas holandesas, mas neste caso, o consumo de matéria seca foi reduzido de forma mais significativa, conforme mencionado.

Em média, as temperaturas retal e do leite apresentaram variações de 0,3 a 0,4°C e de 0,5 a 0,6°C entre os períodos da manhã e tarde, respectivamente (Tabela 10). Ao longo de todo o período experimental, diferenças de 4°C entre a temperatura ambiente da tarde e da manhã (Tabela 8) não estiveram associadas a diferenças maiores na temperatura retal provavelmente porque, no momento de maior calor (15:00; média de 33,9°C), a umidade do ar foi de 44,3% (Tabela 9), o

que amenizou a variação no ITU entre a manhã e tarde. Em um estudo realizado também na região semi-árida, Oliveira Neto et al. (2001) verificaram que, em vacas mestiças (3/4 a 7/8 Holandês x Gir), a diferença para a temperatura do leite (1,1 a 1,3°C) foi maior ($P < 0,05$) do que para a temperatura retal (0,1 a 0,2°C; $P > 0,05$) entre os períodos da manhã e tarde, respectivamente. Comparações entre valores absolutos de temperaturas corporais e do leite são pouco precisas devido a diferenças entre os animais, raças, instalações, etc., mas este estudo realizado com animais Holandês x Gir reforça as observações do presente experimento, ou seja, de que a temperatura do leite parece ser mais sensível a variações do ambiente (temperatura e umidade) do que a temperatura retal. A razão para este evento não é clara, mas certamente está associada aos diferentes mecanismos que controlam a termorregulação do organismo como um todo e da glândula mamária em específico. Esta estrutura pode ter reações particulares ao estresse térmico em função do intenso processo anabólico (síntese do leite), fluxo sanguíneo, anatomia e localização na cavidade inguinal.

A frequência respiratória (FR) durante a manhã não apresentou variações ($P > 0,05$) entre o tratamento sem farelo de castanha de caju (FCC) (43,0 mov/min) e o tratamento com 16% de FCC (47,0 mov/min), mas com diferença significativa ($P < 0,05$) entre os dois maiores níveis de inclusão de FCC (Tabela 11). A redução na FR apresentada pela dieta com 24% de FCC (41,4 mov/min) pode estar relacionada à menor ingestão de matéria seca. No entanto, este comportamento não foi apresentado pela FR da tarde, onde os valores obtidos para os tratamentos com 0, 8 e 24% de FCC permaneceram equivalentes ($P > 0,05$). Contudo, a dieta com 16% de FCC diferiu ($P < 0,05$) daquela com 8 e 24%, continuando semelhante ao tratamento sem FCC no concentrado. A

ausência de relação entre a FR no período da tarde e os tratamentos pode ser causada por fatores independentes à dieta, já que este parâmetro fisiológico é extremamente sensível às alterações do ambiente e manejo dos animais. O aumento observado entre os valores médios da FR da manhã e tarde pode refletir uma tentativa dos animais de através da respiração, liberar o calor endógeno oriundo da alimentação e das modificações ambientais no decorrer do dia.

Respostas variadas na frequência respiratória têm sido encontradas em função de diferentes níveis de inclusão de gordura na dieta. Chan et al. (1997) não observaram alterações na FR de vacas alimentadas com 4,6 *versus* 7,4% de gordura (percentagem na matéria seca total), assim como em pesquisas anteriores, onde se avaliou a inclusão de 2,5% de ácidos graxos protegidos a dietas com 8% de caroço de algodão inteiro (Chan et al., 1992). Resultados semelhantes foram obtidos em um terceiro trabalho onde se testou a adição de teores médios (4,9%) e elevados (7,7%) para vacas leiteiras submetidas à sombra ou sombra mais resfriamento artificial (Chan et al., 1993), sem que a FR tenha sido influenciada pelos tratamentos avaliados. Contudo, Coppock et al. (1985) detectaram uma diminuição, em média de 8,1 mov/min, na FR de vacas alimentadas com teores de caroço de algodão de 0 a 30%, devido à menor quantidade de matéria seca ingerida (10,7%) e menor incremento calórico da gordura. As respostas obtidas com a FR têm variado em função do tipo de suplementação fornecida, nível de estresse térmico e consumo de matéria seca dos animais.

Tabela 11 - Frequência respiratória (FR) e frequência cardíaca (FC) durante a manhã (-M) e tarde (-T) de vacas alimentadas com diferentes níveis de farelo de castanha de caju (FCC).

Tratamentos	FR-M ¹ (mov/min)	FR-T ² (mov/min)	FC-M ³ (pul/min)	FC-T ⁴ (pul/min)
0% FCC	43,0 ^{ab}	56,0 ^{ab}	59,0 ^a	65,8 ^a
8% FCC	43,6 ^{ab}	59,8 ^a	62,0 ^a	66,3 ^a
16% FCC	47,0 ^b	53,0 ^b	63,4 ^a	66,3 ^a
24% FCC	41,4 ^a	58,3 ^a	58,4 ^a	63,4 ^a

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si pelo teste t ($P < 0,05$).

¹ C.V = 8%; ² C.V = 7%; ³ C.V = 7%; ⁴ C.V = 4%.

As frequências cardíacas (FC) da manhã e tarde apresentaram variações independentes aos tratamentos (Tabela 11). Seguindo o mesmo comportamento dos demais parâmetros fisiológicos, os valores obtidos durante à tarde foram superiores aos da manhã, conseqüência do aumento da temperatura ambiente. Há casos, no entanto, em que o aumento nos valores deste parâmetro pode indicar uma tentativa do organismo em manter o equilíbrio térmico sob condições adversas (Brosh et al., 1998; Silva, 2000a). Brosh et al. (1998) encontraram maior FC em animais alimentados com elevada energia metabólica e intrinsecamente alto incremento calórico. Embora o consumo de matéria seca e de NDT tenham sido reduzidos significativamente ($P < 0,05$) no presente estudo, o estresse ameno do ambiente experimental não foi suficiente para reduzir a frequência cardíaca, em função destes resultados.

6. CONCLUSÃO

Embora tenha ocorrido redução no consumo de matéria seca, a utilização de quantidades crescentes de castanha de caju no concentrado para vacas em lactação possibilitou a manutenção da produção de leite, resultando em melhor eficiência desta produção sem que as reservas corporais fossem mobilizadas para este fim, provavelmente devido à compensação na densidade energética nas dietas com maiores teores de castanha. Portanto, para vacas em lactação, pode-se adotar a inclusão de até 24 % de FCC no concentrado, associado à proporção de 6,83 % de extrato etéreo na dieta total.

A inclusão de gordura na dieta de vacas em lactação, neste caso, não produziu efeitos no sentido de alterar parâmetros fisiológicos como temperatura retal e do leite, frequência cardíaca e respiratória. O ambiente com temperatura e umidade relativa do ar (ITU) associadas a condições de estresse térmico ameno a moderado e a pequena variação no consumo de matéria seca, provavelmente contribuíram para estes resultados.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, S.M. Effects of diet on short-term regulation of diet intake by lactating dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 83, p. 1598-1624, 2000.

ARMSTRONG, D.V., WIERSMA, F., FUHRMANN, T.J. et al. Effect of evaporative cooling under a corral shade on reproduction and milk production in a hot weather. *Journal of Dairy Science*, v. 68 (Supl. 1), p. 167, 1985.

ARMSTRONG, D.V. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*, v. 77, p. 2044-2050, 1994.

BACCARI JR, F. Manejo ambiental para produção de leite em climas quentes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2, 1998, Goiânia. Anais... Goiás, 1998. p. 136-161.

BEEDE, D.K.; COLLIER, R.J. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during heat stress. *Journal of Animal Science*, v. 62, p. 543-554, 1986.

BRANDÃO, A.S.P. Aspectos econômicos e institucionais da produção de leite no Brasil. In: RESTRIÇÕES TÉCNICAS, ECONÔMICAS E INSTITUCIONAIS AO DESENVOLVIMENTO DA CADEIA PRODUTIVA DO LEITE NO BRASIL, 1999, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora, 1999. p. 37.

BROSH, A.; AHARONI, Y.; DEGEN, A.A. et al. Effects of solar radiation, dietary energy, and time of feeding on thermoregulatory responses and energy balance in cattle in a hot environment. *Journal of Animal Science*, v. 76, p. 2671-2677, 1998.

CHALUPA, W.; VECCIARELLI, B.; ELSER, E. et al. Ruminal fermentation "in vitro" of long chain fatty acids. *Journal of Dairy Science*, v. 69, n. 5, p. 1293-1303, 1986.

CHAN, S.C.; HUBER, J.T.; WU, Z. et al. Effect of fat supplementation and protein source on performance of dairy cows in hot environment temperatures. *Journal of Dairy Science*, v. 75 (Suppl. 1), p. 175. (Abstract), 1992.

CHAN, S.C.; HUBER, J.T.; WU, Z. et al. Effect of supplementation of fat and evaporative cooling of dairy cows subjected to hot temperatures. *Journal of Dairy Science*, v. 76 (Suppl. 1), p. 184. (Abstract), 1993.

CHAN, S.C.; HUBER, J.T.; CHEN, K.H. et al. Effect of ruminally inert fat and evaporative cooling on dairy cows in hot environmental temperatures. *Journal of Dairy Science*, v. 80, p. 1172-1178, 1997.

COPPOCK, C.E.; WEST, J.W.; MOYA, J.R. et al. Effects of amount of whole cottonseed on intake, digestibility, and physiological responses of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 68, p. 2248-2256, 1985.

DAMASCENO, J.C.; BACCARI JR, F.; TARGA, L.A. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas com acesso à sombra constante ou limitada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 27, n. 3, p. 595–602, 1998.

DIRKSEN, G.; GRÜNDER, H.; STÖBER, M. Rosenberger: Exame clínico dos bovinos. 3.ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A, 1993. 419p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Apresenta estatísticas e mapas referentes à produção de caju e castanha. Disponível em: <<http://www.cnpat.embrapa.br/~vitor/>>. Acesso em: 04 ago. 2001.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Apresenta estatísticas referentes à produção de caju e castanha. Disponível em: <<http://apps.fao.org/page/f>>. Acesso em: 21 ago. 2002.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA (FUCEME). In: Dados climáticos, Fortaleza-Ce. Secretária de Agricultura, Reforma Agrária e Abastecimento. 1998.

GAGLIOSTRO, G.; CHILLIARD, Y. Duodenal rapeseed oil infusion in early and midlactation cows. 2. Voluntary intake, milk production, and composition. *Journal of Dairy Science*, v. 74, p. 499-509, 1991.

GOMES, S.T. Diagnóstico e perspectivas da produção de leite no Brasil. In: RESTRIÇÕES TÉCNICAS, ECONÔMICAS E INSTITUCIONAIS AO

DESENVOLVIMENTO DA CADEIA PRODUTIVA DO LEITE NO BRASIL, 1999, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora, 1999. p. 19.

GRUMMER, R.R.; LUCK, L.M. Rumen fermentation and lactation performance of cows fed roasted soybeans and tallow. *Journal of Dairy Science*, v. 76, p. 2674-2681, 1993.

HANSEN, P.J.; ARÉCHIGA, C.F. Strategies for managing reproduction in the heat-stressed dairy cow. *Journal of Dairy Science*, v. 82 (Suppl. 2), p. 36-50, 1999.

HARRISON, J.H.; KINCAID, R.L.; McNAMARA, J.P. et al. Effect of whole cottonseeds and calcium salts of long-chain fatty acids on performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 78, p. 181-193, 1995.

HEAD, H.H. The strategic use of the physiological potential of dairy cow. In: SIMPÓSIO LEITEIRO NOS TRÓPICOS, 1989. Botucatu. Anais... Botucatu, 1989. p. 38-39.

HOLTER, J.B.; WEST, J.W.; MCGILLIARD, M.L. et al. Predicting *ad libitum* dry matter intake and yields of Jersey cows. *Journal of Dairy Science*, v. 79, p. 912-921, 1996.

HUBER, J.T.; HIGGINBOTHAM, A.; GOMEZ-ALARCON, R.A. et al. Heat stress interactions with protein, supplemental fat, and fungal cultures. *Journal of Dairy Science*, v. 77, p. 2080-2090, 1994.

JENKINS, T.C. Symposium: advances in ruminant lipid metabolism. *Journal of Dairy Science*, v. 76, p. 3851-3863, 1993.

KNAPP, D.M.; GRUMMER, R.R. Response of lactating dairy cows to fat supplementation during heat stress. *Journal of Dairy Science*, v. 74, p. 2573-2579, 1991.

KNAPP, D.M; GRUMMER, R.R.; DENTINE, M.R. The response of lactating dairy cows to increasing levels of roasted soybeans. *Journal of Dairy Science*, v. 74, p. 2563-2572, 1991.

LANA, R.P de. Sistema Viçosa de formulação de rações. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2000. 60 p.

LUCCI, C.S de. Nutrição e manejo de bovinos leiteiros. 1.ed. São Paulo: Manole Ltda, 1997. 169p.

MALAFIA, P.A.M.; VALADARES FILHO, S,C de.; SILVA da, J.F.C. et al. Sebo bovino em rações para vacas em lactação. 1. Consumo dos nutrientes, produção e composição do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 25, n. 1, p. 153-163, 1996.

MORRISON, S.R. Ruminat heat stress: effect on production and means of alleviation. *Journal of Animal Science*, v. 57, n. 6, p. 1594-1600, 1983.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 6. ed. Washington D.C.: National Academic of Sciences, 1989. 158p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. ed. Washington D.C.: National Academic of Sciences, 2001. 381p.

OLIVEIRA NETO, J.B.; MOURA, A.A.A.; NEIVA, J.N.M. et al. Indicadores de estresse térmico e utilização da somatotropina bovina (bST) em vacas leiteiras mestiças (*Bos taurus* x *Bos indicus*) no semi-árido do Nordeste. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 2, p. 360-367, 2001.

PALMQUIST, D.L.; JENKINS. T.C. Fat in lactatation rations: review. *Journal of Dairy Science*, v. 63, p. 1-14, 1980.

PALMQUIST, D.L. Suplementação de lipídios para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 6, 1989, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1989. p. 11-25.

PALMQUIST, D.L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. Journal of Dairy Science, v. 74, p. 1354-1360, 1991.

PEIXOTO, F.A.M.; SILVA da, J.F.C; ROSADO, M. et al. Complexo ácido graxo-cálcio na dieta de vacas em lactação alimentadas com silagem de milho, individualmente ou em grupo. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 23, n. 5, p. 763-772, 1994.

PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. Planejamento da exploração leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL, 10, 1998, São Paulo. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1998. p. 268.

SAMPAIO, I.B.M. Estatística aplicada à experimentação animal. 1.ed. Belo Horizonte: Fundação de ensino e pesquisa em medicina veterinária e zootecnia, 1998. 221p.

SANTOS, F.L.; LANA, R.P.; SILVA, M.T.C. et al. Produção e composição do leite de vacas submetidas a dietas contendo diferentes níveis e formas de suplementação de lipídios. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 30, n. 4, p. 1376-1380, 2001.

SCHAUFF, D.J.; CLARCK, J.H. Effects of feeding diets containing calcium salts of long-chain fatty acids to lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, v. 75, p. 2990-3002, 1992.

SILVA, D.J. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 2.ed. Viçosa: Editora UFV. 1990. 165p.

SILVA da, R.G. Introdução à bioclimatologia animal. 1.ed. São Paulo: Nobel, 2000a. 286p.

SILVA da, R.G. Um modelo para determinação do equilíbrio térmico de bovinos em ambientes tropicais. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 4, p. 1244-1252, 2000b.

SKAAR, T.C.; GRUMMER, R.R.; DENTINE, M.R. et al. Seasonal effects of prepartum and postpartum fat and niacin feeding on lactation performance and lipid metabolism. Journal of Dairy Science, v. 72, p. 2028-2038, 1989.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. Journal of Animal Science, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.

TARAZÓN-HERRERA, M.; HUBER, J.T.; SANTOS, J. et al. Effects of bovine somatotropin and evaporative cooling plus shade on lactation performance of cows during summer heat stress. Journal of Dairy Science, v. 82, p. 2352-2357, 1999.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ. *Dados da Estação Meteorológica*. Fortaleza, 2001.

WATTIAUX, M.A. *Guia técnico da pecuária leiteira: nutrição e alimentação*. Madison: Instituto Babcock para Pesquisa e Desenvolvimento da Pecuária Leiteira Internacional, 1998. 128p.

WEST, J.W. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. Journal of Animal Science, v.77 (suppl. 2/J), p. 21-35, 1999.

WEST, J. W.; HILL, G.M.; FERNANDEZ, J.M. et al. Effects of dietary fiber on intake, milk yield, and digestion by lactating dairy cows during cool or hot, humid weather. *Journal of Dairy Science*, v. 82, p. 2455-2465, 1999.

WILDMAN, E.E; JONES, G.M.; WAGNER, P.E. et al. A dairy cow body condition scoring system and its relationship to selection production characteristics. *Journal of Dairy Science*, v. 65, p. 495-501, 1982.

WOLFF, L.K.; MONTY, JR., D.E. Physiologic response to intense summer heat and its effect on the estrous cycle of nonlactating and lactating Holstein-Friesian cows in Arizona. *American Journal of Veterinary Research*, v. 35, n. 2, p. 187-192, 1974.

WU, Z.; HUBER, J.T.; CHAN, S.C. et al. Effect of source and amount of supplemental fat on lactation and digestion in cows. *Journal of Dairy Science*, v. 77, n. 6, p. 1644-1651, 1994.