

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

**DIFERENTES HORÁRIOS DE FORNECIMENTO DE RAÇÃO PARA VACAS EM
LACTAÇÃO DURANTE A ÉPOCA QUENTE DO ANO**

RAFAEL DE PAULA XAVIER DE ANDRADE

RECIFE – PE

2015

RAFAEL DE PAULA XAVIER DE ANDRADE

**DIFERENTES HORÁRIOS DE FORNECIMENTO DE RAÇÃO PARA VACAS EM
LACTAÇÃO DURANTE A ÉPOCA QUENTE DO ANO**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, do qual participam a Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira – Orientador principal

Prof. Dr. Marcílio de Azevedo

RECIFE – PE

MARÇO – 2015

Ficha catalográfica

A553d Andrade, Rafael de Paula Xavier de
 Diferentes horários de fornecimento de ração para vacas
 em lactação durante a época quente do ano / Rafael de
 Paula Xavier de Andrade. – Recife, 2015.
 80 f. : il.

 Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira.
 Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) –
 Universidade Federal Rural de Pernambuco / Universidade
 Federal da Paraíba / Universidade Federal do Ceará.
 Departamento de Zootecnia da UFRPE, Recife, 2015.
 Inclui referências e apêndice(s).

 1. Bovinocultura de leite 2. Comportamento ingestivo
 3. Fornecimento de alimentos 4. Período quente
 5. Semiárido 6. Tempo de ruminação I. Ferreira, Marcelo de
 Andrade, orientador II. Título

CDD 636

RAFAEL DE PAULA XAVIER DE ANDRADE

**DIFERENTES HORÁRIOS DE FORNECIMENTO DE RAÇÃO PARA VACAS EM
LACTAÇÃO DURANTE A ÉPOCA QUENTE DO ANO**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 11 de março de 2015

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Luciano Patto Novaes

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Dr^a. Janaina de Lima Silva

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Airon Aparecido Silva de Melo

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG)

Prof. Dr. Gledson Luiz Pontes de Almeida

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira

Universidade Federal Rural de Pernambuco

RECIFE – PE

MARÇO-2015

*Ela é simples, carinhosa, amiga, irmã, lutadora, companheira, compreensiva, educadora,
presente e mestre na ciência da felicidade.*

Ele é guerreiro, dedicado, amigo, paciente, companheiro e um exemplo em minha vida.

Juntos, são fonte inesgotável de amor, é um orgulho tê-los como meus pais.

Aos meus amados pais,

Cristovão & Maria Ednalda

Dedico

*A minha amada, confidente, companheira e irmã **Rafaela**, que sempre levo comigo em meu
coração.*

*Aquela que me apoia, escuta, divide comigo vitórias e tristeza, que apesar da distância se
faz presente em todos os momentos da minha vida, me incentivou e construiu comigo essa
conquista.*

A amiga, companheira, querida e amada,

Lorena Gabriella.

*Ao meus amados e inesquecíveis avós **Arnold de Paula Xavier e Severina Lopes Xavier**
(in memoriam), grandes incentivadores nessa importante e sábia escolha da minha vida a
Zootecnia.*

Ofereço

AGRADECIMENTOS

A Deus, nosso pai maior, que dá força para minha luta diária, pelas provas que nos aperfeiçoam o raciocínio e nos abrandam o coração, pela benção da oração que nos faculta apoio interior para a solução de nossos problemas e pela tranquilidade de consciência que ninguém nos pode subtrair.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco e a todos os professores que dela fazem parte por me conceder o bem mais nobre que tenho que é o conhecimento e a minha profissão.

Aos meus orientadores, Marcelo de Andrade Ferreira e Marcílio de Azevedo, pelos conhecimentos proporcionados, convivência e oportunidade concedida, e principalmente pela confiança em mim depositada. Aos senhores, meu agradecimento, admiração e respeito.

Ao senhor Edson Felix, por ter cedido sua propriedade e seus animais para a realização do experimento

A FACEPE, pela concessão da bolsa e financiamento do projeto.

Aos grandes amigos: Stela Antas, Cleber Thiago (Clebão), Michelle, Maria Gabriela, Wandemberg (bando), Juliana de Paula, Thamires, Tobias, Leonardo, Adrianny, Ághata e Janaina Lima pela convivência e parceria.

A amiga Emmanuelle Cordeiro da Silva, pela eficiente ajuda na condução do experimento.

Aos amigos da graduação e pós-graduação: Rodrigo Barros de Lucena, Ana Maria Duarte Cabral, Eduardo Bruno, Felipe Lins, Almir Ferreira, Carolina Monteiro, Toni, Osniel, Elayne Lopes, Elayne Soares, Ida, Camila, Tayara, Clédson, João (Bode Rouco) e todos os demais pela agradável e divertida convivência e colaboração.

Aos amigos de longas datas: Miguel Medeiros, Jaime Neto, Michel Amorim (Zêfa), Gustavo Kruger (Mago), Diogo Arcanjo (Ronaldo), Gabriel Jenne (Cempo), Ruy Neto (Bossa nova) e Mario Mendes integrantes da amada GDC, também Miguel Rocha (Bubuxu), Janaílson Araujo, José Araujo (Nôdo) Marcos Jéfferson, Jâmyson Kleber (Dantim) e Sergio Danilo (Totinha) os quais a vida acadêmica me afastou, porém amizades como estas não se diluem.

Ao Sr. Jonas (Lebre) pela convivência e amizade.

Meu sincero muito obrigado!

“Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a vitória é o desejo de vencer”

(Mahatma Gandhi)

SUMÁRIO

	Página
Resumo Geral.....	xii
Abstract.....	xiii
Considerações Iniciais.....	1
Referencial Teórico.....	3
Literatura Citada.....	11
Capítulo 1 – Manejo alimentar de vacas mestiças em lactação mantidas em região semiárida durante a época quente: comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos	
Resumo.....	17
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Material e Métodos.....	20
Resultados.....	25
Discussão.....	29
Conclusão.....	34
Referências Bibliográficas.....	34
Capítulo 2 – Manejo alimentar de vacas mestiças em lactação mantidas em região semiárida durante a época quente: consumo e digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite e parâmetros ruminais	
Resumo.....	41
Abstract.....	42
Introdução.....	43
Material e Métodos.....	44
Resultados.....	48
Discussão.....	51
Conclusão.....	54
Referências Bibliográficas.....	54
Considerações Finais.....	60
Apêndice.....	61

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

	Página
1. Composição percentual e nutricional da dieta experimental.....	22
2. Parâmetros climáticos.....	25
3. Parâmetros fisiológicos.....	26
4. Comportamento ingestivo, consumo de nutrientes, produção e composição do leite.	27

Capítulo 2

1. Composição percentual e nutricional da dieta experimental.....	45
2. Parâmetros climáticos.....	49
3. Consumo e digestibilidade dos nutrientes.....	50
4. Produção e composição do leite.....	50
5. Excreção de ureia e produção de proteína microbiana.....	51

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Página

1. Distribuição do ITU, UR (%) e Tar (°C) ao longo do dia.....	26
2. Ingestão (%) em intervalos de 2 horas em função dos horários de fornecimento.....	28
3. Ruminação (%) em intervalos de 2 horas em função dos horários de fornecimento...	28
4. Ócio (%) em intervalos de 2 horas em função dos horários de fornecimento.....	29
5. Ingestão de água (%) em intervalos de 2 horas em função dos horários de fornecimento.....	29

Capítulo 2

1. Distribuição ao longo do dia do ITU, Tar (°C) e UR (%).....	49
--	----

RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes horários de fornecimento de alimentos (14:00h; 14:00h e 20:00h; 16:00h; 18:00h) durante a época quente do ano no semiárido, sobre o comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos, consumo e digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite, produção de proteína microbiana em vacas em lactação. Independente do horário de fornecimento de alimentos, todos os animais receberam a primeira oferta do dia as 6:00h. Foram utilizadas 8 vacas mestiças com peso vivo médio de 600kg com produção média diária de 20,0 kg de leite e período de lactação médio inicial de 70 dias. Os horários de fornecimento de alimentos não influenciaram ($P>0,05$) os tempos de alimentação (313,9 min/dia), ócio (502 min/dia), ruminação (563,6 min/dia) e ingestão de água (60,5 min/dia). Não houve efeito dos horários de fornecimento de alimentos sobre os consumos e digestibilidades de matéria seca (19,75 kg/dia e 67,7%), proteína bruta (3,17 kg/dia e 70,94%) matéria orgânica (18,73 kg/dia e 69,35%), FDN (6,05 kg/dia e 44,5%). As variáveis de produção e composição de leite, concentrações de ureia e produção de proteína microbiana e eficiência de síntese de proteína microbiana também não foram alterados pelos horários de fornecimento: produção de leite (20,6 kg/dia), produção de leite corrigida para 4% de gordura (20,63 kg/dia) concentrações de gordura (4,03 %) e proteína (3,57 %), ureia plasmática (31,95 mg/dl), ureia no leite (10,74 mg/dl), produção de proteína microbiana (1314,9 g/dia), eficiência de síntese de proteína microbiana (92,83 g PB/kg NDT), temperatura retal (38,49 °C), frequência respiratória (53,82 mov/min), taxa de sudção (104,6 g/m²/hora). Entretanto, quando as vacas foram alimentadas as 14:00h e 16:00h apresentaram maiores temperaturas de epiderme e superfície de pelame ($P<0,05$), com valores médio de 33,5°C e 32,35°C, respectivamente. Recomenda-se qualquer um dos horários de fornecimento estudados.

Palavras-chave: bovinocultura de leite, comportamento ingestivo, fornecimento de alimentos, período quente, semiárido, tempo de ruminação

ABSTRACT

The objective was to evaluate the effect of different schedules of feed delivery (14h00; 14h00 and 20h00, 16h00, 18h00) during the hot time of year in the semiarid region, on the ingestive behavior and physiological parameters, intake and digestibility of nutrients, milk production and composition, microbial protein production in dairy cows. Regardless of the schedules of feed delivery, all animals received the first feeding of the day at 6h00. Eight crossbred cows with average body weight of 600 kg, with average daily production of 20.0 kg of milk and average initial lactation period of 70 days were used. The schedules of feed delivery did not affect ($P > 0.05$) the feeding times (313.9 min/day), idleness (502 min/day), rumination (563.6 min/day), and water intake (60.5 min/day). There was no effect of feed delivery schedules on intake and digestibility of dry matter (19.75 kg/day and 67.7%), crude protein (3.17 kg/day and 70.94%), organic matter (18.73 kg/day and 69.35%), NDF (6.05 kg/day and 44.5%). Milk production (20.6 kg/day), milk production corrected for 4% fat (20.63 kg/day), fat (4.03%) and protein (3.57%) contents, plasma urea (31.95 mg/dL), milk urea (10.74 mg/dL), microbial protein production (1314.9 g/day), efficiency of microbial protein synthesis (92.83 g CP/kg TDN), rectal temperature (38.49 °C), respiratory rate (53.82 mov/min), sweating rate (104.6 g/ m²/hour) were not affected by feed delivery schedules. However, at 14h00 and 16h00 the cows showed higher temperatures epidermis and hair coat surface ($P < 0.05$), with mean values of 33.5 °C and 32.35 °C, respectively. It is recommended to feed delivery at any of the studied times.

Keywords: dairy cattle, feed supply, hot period, ingestive behavior, rumination time, semiarid

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A bovinocultura de leite no semiárido nordestino é considerada uma atividade de grande importância tanto para a segurança alimentar quanto para a composição da renda dos agricultores. Apesar da sua importância, a bovinocultura de leite apresenta alguns entraves que dificultam sua sustentabilidade. Esse fato se deve à falta de planejamento alimentar, de ordem nutricional, escolha inadequada dos animais e instalações, e principalmente de manejo. Esses erros desencadeiam problemas, que vão desde redução de consumo, problemas reprodutivos, desordens metabólicas entre outros.

Quando se planeja estabelecer um sistema sustentável de produção de bovinos de leite no semiárido, um fator por vezes esquecido é o ambiental, que em determinados períodos do ano, em detrimento das condições climáticas (levadas temperaturas associadas à alta incidência dos raios solares), torna mais prejudicial à sustentabilidade dos sistemas de produção.

Muito tem sido feito na América do Norte e Europa para se buscar alternativas para convivência da bovinocultura de leite em condições climáticas adversas. Entretanto no Brasil essa questão ainda se encontra incipiente. As principais linhas de pesquisa para correção dos fatores climáticos abordam a utilização de equipamentos como ventiladores, aspersores, nebulizadores e materiais de coberturas que diminuam o incremento térmico no interior das instalações. Contudo, estudos de manejo que reduzam os efeitos do clima nos sistemas de produção de bovinos leiteiros são poucos abordados.

Uma alternativa de manejo que pode ser utilizada para reduzir a ação deletéria do clima em sistemas produção de bovinos leiteiros em condições tropicais, mais precisamente no semiárido, é o fornecimento de alimentos em horários mais frescos do dia, e, dessa forma, evitar a redução do consumo em detrimento do estresse pelo calor e gastos extras com a aquisição de equipamentos para o resfriamento dos animais.

Esta tese foi composta por três capítulos, sendo o primeiro correspondente ao referencial teórico, em que se descrevem brevemente a ação climática em sistemas de produção e manejo de bovinos de leite. Os capítulos 2 e 3 abordam a influencia dos diferentes horários de fornecimento de ração para vacas mestiças em lactação na época quente do ano sobre o comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos, consumo e digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite e produção de proteína microbiana, redigidos conforme as normas vigentes para preparação de artigos a serem submetidos aos periódicos *Applied Behavior Animal Science e Tropical Animal Healt and Production*, respectivamente.

REFERENCIAL TEÓRICO

As mudanças climáticas, caracterizadas principalmente pelo aumento da temperatura ambiental, vêm impactando com grande intensidade os sistemas de produção animal, principalmente nas regiões tropicais, que são responsáveis por quase 64% do montante de ruminantes de todo mundo (Azevedo et al., 2005) e 2/3 de toda produção de leite e carne (Nardone et al., 2010). Não existem dados brasileiros disponíveis das perdas econômicas decorrentes das altas temperaturas, entretanto nos EUA as perdas econômicas anuais da indústria de laticínios alcançam valores de U\$ 900 milhões (Collier et al., 2006).

Os bovinos são animais homeotérmicos, isto é, a sua temperatura corporal é relativamente independente das variações de temperatura ambiente (Perissinotto et al., 2007). A estabilidade da temperatura corporal é realizada através de permutas de calor com o meio ambiente, as quais estão dependentes de mecanismos fisiológicos e comportamentais.

A zona de termoneutralidade é uma faixa de temperatura na qual os bovinos, dependendo da raça, nível de produção, estado fisiológico, e plano nutricional, não sofrem desconforto térmico por frio ou calor. Na zona de termoneutralidade, a homeotermia é mantida pelos processos de produção e perda de calor, como radiação, convecção, condução e evaporação (Azevedo et al., 2005). A susceptibilidade dos bovinos ao estresse pelo calor aumenta à medida que a umidade relativa e a temperatura ambiente ultrapassam a zona de termoneutralidade, o que dificulta a dissipação de calor que, aumentam a temperatura corporal com efeito negativo sobre o desempenho produtivo (Silva et al., 2012).

Os processos utilizados pelo animal para manter sua temperatura corporal (termorregulação) são responsáveis pela diminuição do desempenho dos bovinos criados em ambientes com altas temperaturas (Garcia-Ispierto et al., 2006). A termorregulação apresenta-se como um mecanismo fundamental para a adaptação e manutenção de espécies animais em diferentes habitats.

A termorregulação é regulada por dois sistemas que atuam em conjunto, o sistema endócrino e o nervoso. Ambos enviam mensagens por meio de fibras sensitivas ou aferentes ao centro regulador - o hipotálamo - que processa as informações e envia respostas através de fibras eferentes e neurônios de associação até aos órgãos efetores, que produzem os efeitos necessários à regulação da homeostase (Sousa & Batista, 2012). Na termorregulação fisiológica, há mudanças fisiológicas decorrentes do estresse pelo calor, como os aumentos da taxa de sudação, frequência respiratória, temperatura da epiderme e superfície de pelame e temperatura retal. Na regulação comportamental os animais modificam seu comportamento para equilibrar sua temperatura corporal, e passam a procurar sombra e água.

Os principais elementos climáticos que podem desencadear condições de estresse pelo calor em vacas leiteiras são representados pela temperatura do ar elevada, principalmente quando associada à radiação solar direta e alta umidade relativa do ar.

A temperatura do ar é um dos elementos climáticos mais importantes na avaliação do estresse térmico a qual os animais são submetidos, promovendo alterações tanto fisiológicas como comportamentais. Apesar de sua relevância como elemento climático isolado, seus efeitos estão ligados e dependem do nível de umidade do ar (Pereira, 2005).

Umidade relativa pode ser definida como a razão entre a quantidade de vapor de água presente numa parcela de ar com a quantidade máxima de vapor de água que o ar pode conter a uma determinada temperatura. Em organismos que dependem dos processos evaporativos para regular sua temperatura, a umidade do ar passa a ter papel fundamental. Em ambiente quente e úmido, a evaporação se processa de forma mais lenta, reduzindo a perda de calor e aumentando o estresse térmico, entretanto, em ambiente quente e muito seco a evaporação ocorre de forma mais rápida, o que acaba favorecendo a perda de calor (Silva, 2000).

Outro elemento climático estressor, com potencial redutor da produção em vacas leiteiras, é a radiação solar, principalmente quando incide diretamente sobre os animais nas horas mais quentes do dia. Assim como a umidade relativa do ar, o efeito da combinação entre a temperatura do ar com a radiação solar também reflete negativamente sobre a produção do leite de vacas em lactação, porém em menor proporção. A radiação solar direta é, em parte, refletida de acordo com a cor e outras propriedades do pelame do animal, e a parte restante, absorvida sob a forma de calor (Façanha et al., 2013). Dessa forma, a capa externa do organismo constituída de pelame, ou velo, nos mamíferos, assume fundamental importância para as trocas térmicas, de modo a influenciarem profundamente o balanço térmico dos mesmos (Silva, 2008).

A zona de termoneutralidade para bovinos leiteiros de raças europeias situa-se entre 5 e 25°C (Yousef, 1985; Roenfeldt, 1998). Para Nâas (1989), essa faixa de temperatura varia entre 4 e 24°C, podendo se restringir aos limites de 7° a 21°C, em função da umidade relativa e da radiação solar. A zona de termoneutralidade é limitada pelas temperaturas críticas superior e inferior. Quando a temperatura ambiente ultrapassa esse limite, ocorre redução gradativa na eficiência dos processos de perda de calor e o animal entra em estresse térmico, que compreende o somatório de forças externas que atuam no animal homeotérmico, no sentido de deslocar sua temperatura corporal do estado de repouso (Hansen & Arechiga, 1999). A principal estratégia dos mamíferos, em condições estressantes, é a manutenção da temperatura corporal mais alta que a temperatura do ambiente, permitindo o fluxo de calor entre o organismo e o ambiente externo (Collier et al., 2006).

De acordo com Titto (1998), os mecanismos básicos de dissipação de calor dos animais com o ambiente são representados pelos meios não evaporativos (condução, convecção e radiação – dentro da faixa de conforto térmico 75% das trocas de calor são efetuadas por essas vias) e pelos meios evaporativos (respiração e sudação). Quando a temperatura ambiente ultrapassa a temperatura crítica superior da zona termoneutra, a dissipação de calor por processos não evaporativos se torna ineficiente e o balanço térmico será mantido pelos processos evaporativos alcançando cerca de 80% do calor dissipado, já que independem o gradiente térmico entre a superfície do animal e o ambiente (Pires & Campos 2003). Nesse caso, o centro termorregulador (sediado no hipotálamo) dá início a termólise, especialmente por via evaporativa, aumentando a frequência respiratória, que em geral apresenta-se superior a 40 movimentos por minuto, podendo atingir níveis de ofego de mais de 100 movimentos por minuto (Titto, 1998). Vale ressaltar que quando a vaca utiliza o ofego está sujeita a vários agravantes representados pela produção de calor

advinda da movimentação da musculatura torácica, além da excessiva eliminação de CO₂, com consequente alcalose respiratória. Além disso, a taquipnéia não representa mais que 25% da perda total de calor corporal (McDowell, 1975).

Outra via evaporativa de termólise é a sudação, bem mais eficiente e de menor custo energético para o animal. Mesmo dentro da zona de conforto, animais taurinos apresentam maiores taxas evaporativas que zebuínos. Entretanto, fora da zona de conforto os zebuínos conseguem aumentar consideravelmente a taxa de evaporação por sudação, enquanto que os taurinos diminuem.

Com relação aos mecanismos evaporativos de dissipação de calor, vale ressaltar que ambientes com umidade relativa elevada o gradiente de pressão de vapor será menor, reduzindo a eficiência dos mecanismos evaporativos, tanto pela sudação como pela respiração (Sota, 1996).

De maneira geral, animais de vacas zebuínas apresentam melhor habilidade de termorregulação do que as de origem europeia, virtude da maior capacidade desses animais de perder calor para o ambiente, da menor produção de calor metabólico, ou combinação de ambos. Dessa forma, vacas leiteiras mestiças apresentam maior habilidade de dissipação de calor quando comparadas a vacas puras de origem europeia (Azevedo et al., 2005, Lima et al., 2013; Pires et al., 2010).

Uma das consequências do estresse térmico em bovinos leiteiros é a redução do consumo, que, por sua vez, precede a diminuição na produção de leite (Rhoads et al., 2009). Spiers et al. (2004) demonstraram que o consumo de ração diminuiu um dia depois do início do estresse térmico, enquanto que a produção de leite diminuiu 2 dias depois do início do estresse térmico. Collier et al (1982), demonstraram que o máximo de diminuição na produção do leite durante o estresse térmico ocorre 48 horas depois do início do estresse térmico. O estresse térmico prolongado tem impacto negativo na secreção da

somatotropina (hormônio do crescimento ou GH) pela pituitária anterior (Mitra et al., 1972). Concentrações reduzidas do GH resultam em taxas de crescimento mais lentas, reduzindo a retenção de nitrogênio, o que contribui para a redução da lactação em gado leiteiro (Mitra et al., 1972; Johnson & Vanjonack, 1976).

Uma abordagem nutricional para reduzir o efeito do estresse térmico seria diminuir a ingestão de material fibroso para níveis onde o rúmen possa funcionar apropriadamente. Além disso, a suplementação com gordura, seria outra abordagem devido ao seu alto conteúdo energético e baixo incremento de calor, implementando com cautela dietas com maior nível de concentrado (Collier et al., 2014). Recentemente, a suplementação com niacina, vem sendo utilizada para reduzir o estresse por calor em vacas (Zimbelman et al., 2013). A niacina e ácido nicotínico são conhecidos por ação protetora contra diversas formas de estresse, inclusive o estresse térmico, sendo um suplemento que induz a vasodilatação, transferindo o calor do corpo para a periferia (Di Constanza et al., 1997) e melhorando a produção de leite nas épocas quentes do ano (Muller et al., (1986). Ademais, aumenta a taxa de transpiração e reduz a temperatura retal e vaginal (Zimbleman et al., 2010).

A eficiência de um sistema de produção de leite em condições tropicais dependerá incisivamente da redução ou correção da ação dos elementos climáticos estressores, os quais podem ser controlados com diferentes materiais de construção, disponibilidade de espaço físico, densidade e sistema de ventilação e refrigeração (Sousa et al., 2007), além de disponibilidade de sombra para minimizar o efeito da radiação solar (West, 2003). A ferramenta primária usada para reduzir a carga de calor nos animais é providenciar sombreamento para reduzir a carga de calor solar. O objetivo secundário é atingido pelo uso de resfriamento evaporativo e ventiladores, quando apropriados (Collier et al., 2014).

Em algumas situações, apenas o emprego de ventiladores não é suficiente para alcançar as condições ideais mínimas de conforto, havendo a necessidade de recorrer ao uso do resfriamento adiabático evaporativo (Nääs, 1998). Nesses sistemas, a água deve penetrar e umedecer completamente a pele e o pelo dos animais, de forma que as vacas sejam resfriadas e troquem calor por condução e por evaporação da água, a partir dos pelos e da pele (Baccari JR, 2001).

A disponibilidade de água é a primeira prioridade na redução do impacto do estresse por calor. A água deve estar disponível para as vacas na entrada e saída da sala de ordenha e nas áreas de alojamento. O consumo diário de água na sala de ordenha pode perfazer 10% do total da ingestão diária. Em climas quentes a recomendação é 9 cm de espaço para cada vaca no curral (Smith et al., 2000). Proporcionar sombreamento no galpão e no curral de espera é o segundo passo. Pesquisas feitas na Flórida, Califórnia, Austrália e Arizona indicaram que, quando vacas de alta produtividade são expostas a um ITU maior do que 80, mas com sobra disponível, produzem 1,8 a 4,1 kg a mais de leite, quando comparadas a vacas que não receberam sombreamento (Armstrong, 1994).

Pela maior procura nos horários mais quentes do dia, a área disponível de sombra deve ser em quantidade suficiente para todos os animais e deve estar disponível até nos dias mais amenos (Tucker et al., 2008). O espaço inadequado de sombreamento pode resultar em ferimentos (Collier et al., 2006), decorrentes de disputa por sombra.

A ação dos estressores climáticos sobre vacas em lactação também pode ser minimizada com a adoção de práticas de manejo como o fornecimento de ração em horários mais frescos do dia (Aharoni et al., 2005). De acordo com De Vries et al. (2005), as vacas são estimuladas a se alimentar no momento da oferta de alimentos. Entretanto, as vacas podem não ser estimuladas pela oferta de alimentos em horários de maior desconforto térmico (Damasceno et al., 1998). Além disso, aumento do

fracionamento do fornecimento de alimentos aumenta o consumo durante a noite, o que sugere que esse período do dia estimularia as vacas a aumentar o consumo (Philips & Rind, 2001; De Vries et al., 2005), porém ao avaliarem o fornecimento de alimentos uma e cinco vezes ao dia, Mäntysaari et al. (2006), contudo, não encontraram diferenças entre as frequências de fornecimento, e ademais houve aumento da agitação dos animais.

Segundo Nikkhah et al. (2011) o fornecimento de alimentos durante a noite proporciona um consumo mais homogêneo da dieta. Nikkhah et al. (2008) ao avaliarem o fornecimento de alimento às 9:00h e às 21:00h verificaram maior consumo de alimentos 3 horas após o fornecimento, como também maior consumo de partículas grosseiras quando as vacas foram alimentadas às 21:00h, esse comportamento, segundo os autores, refletiu diretamente na composição do leite, que apresentou maior percentual de gordura e, assim, maior produção de gordura, sem alterações no consumo total de matéria seca e produção de leite. Além disso, o fornecimento de ração noturno resulta em diminuição do gasto energético durante as horas quentes do dia, melhorando a eficiência de utilização de energia para produção de leite e aumentando a persistência da lactação (Aharoni et al., 2005)

Há poucos dados na literatura que reportem os efeitos do manejo de alimentação, principalmente referentes a diferentes horários de fornecimento, sobre os parâmetros fisiológicos, comportamentais e produção de proteína microbiana em vacas em lactação.

Os dados disponíveis sobre horários de fornecimento para vacas em lactação reportam, em sua maioria, situações de climas temperados e utilização de animais puros de origem europeia. Diante da ausência de dados de manejo de alimentação para vacas em lactação em climas tropicais tornam-se necessários à realização de pesquisas para verificação desses efeitos.

LITERATURA CITADA

- AHARONI, Y.; BROSH, A.; HARARI, Y. Night feeding for high-yielding dairy cows in hot weather: effects on intake, milk yield and energy expenditure. **Livestock Production Science**, v. 92, n. 3, p. 207-219, 2005.
- ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v. 77, n. 8, p. 2044-2050, 1994.
- AZEVEDO, M. D.; PIRES, M. D. F. A.; SATURNINO, H. M.; LANA, A. M. Q.; SAMPAIO, I. B. M.; MONTEIRO, J. B. N.; MORATO, L. E. Estimation of upper critical levels of the temperature-humidity index for ½, ¾ e 7/8 lactating Holstein-Zebu dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2000-2008, 2005.
- BACCARI JR., F. **Manejo ambiental da vaca leiteira em climas quentes**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina, 2001. 142p.
- CALAMARI, L. U. I. G. I.; PETRERA, F.; STEFANINI, L.; ABENI, F. Effects of different feeding time and frequency on metabolic conditions and milk production in heat-stressed dairy cows. **International journal of biometeorology**, v. 57, n. 5, p. 785-796, 2013.
- COLLIER, J. R.; ALLEN, J. D.; ORTIZ, X.; HALL, L. W. Estratégias nutricionais indicadas durante o estresse térmico. **XIII Novos enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos**, p. 23, 2014.
- COLLIER, R. J.; DOELGER, S. G.; HEAD, H. H.; THATCHER, W. W.; WILCOX, C. J. Effects of heat stress during pregnancy on maternal hormone concentrations, calf birth weight and postpartum milk yield of Holstein cows. **Journal of Animal Science**, v. 54, n. 2, p. 309-319, 1982.
- COLLIER, R. J.; DAHL, G. E.; VANBAALE, M. J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 4, p. 1244-1253, 2006.
- DAMASCENO, J. C.; JÚNIOR, F. B.; 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.

- DEVRIES, T. J., VON KEYSERLINGK, M. A. G., BEAUCHEMIN, K. A. Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. **Journal of dairy science**, v.88, n. 10, p.3553-3562, 2005.
- DI COSTANZO, A.; SPAIN, J. N.; SPIERS, D. E. Supplementation of nicotinic acid for lactating Holstein cows under heat stress conditions. **Journal of Dairy Science**, v. 80, n. 6, p. 1200-1206, 1997.
- FAÇANHA, D. A. E.; CHAVES, D. F.; MORAIS, J. H. G.; VASCONCELOS, Â. M. D.; COSTA, W. P.; GUILHERMINO, M. M. Methodological tendencies of adaptability evaluation to tropical environment. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n.1, 91-103, 2013.
- GARCIA-ISPIERTO, I.; LÓPEZ-GATIUS, F; SANTOLARIA, P. Relationship between heat stress durant the peri-implantation period and early fetal loss in dairy cattle. **Theriogenology**, v.65, p.799-807, 2006.
- HANSEN, P.J.; ARECHIGA, C.F. Strategies for managing reproduction in heat-stressed dairy cow. **Journal of Animal Science**, v.77, suppl. 2, p.36-50, 1999.
- JHONSON, H. D.; VANJONACK, W. J. Effects of environmental and other stressors on blood hormone patterns in lactating animals. **Journal of Dairy Science**, v. 59, n. 9, p. 1603-1617, 1976.
- LIMA, I. D. A.; AZEVEDO, M. D.; BORGES, C. R. D. A.; FERREIRA, M. D. A.; GUIM, A.; ALMEIDA, G. L. P. D. Thermoregulation of Girolando cows during summertime, in Pernambuco State, Brazil. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 35, n. 2, p. 193-199, 2013.
- MÄNTYSAARI, P., KHALILI, H., SARIOLA, J. Effect of feeding frequency of a total mixed ration on the performance of high-yielding dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 89, n. 11, p. 4312-4320, 2006.
- McDOWELL, R. E. **Bases biológicas de La producción animal em zonas tropicales**. 2º Ed. Zaragoza, Ed. Acribia, 1975. 687p.
- MITRA, R.; CHRISTISON, G. I.; JOHNSON, H. D. Effect of prolonged thermal exposure on growth hormone (GH) secretion in cattle. **Journal of Animal Science**, v. 34, n. 5, p. 776-779, 1972.
- MULLER, L. D.; HEINRICHS, A. J.; COOPER, J. B.; ATKIN, Y. H. Supplemental niacin for lactating cows during summer feeding. **Journal of Dairy Science**, v. 69, n. 5, p. 1416-1420, 1986.

- NÄÄS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 1989. 183p.
- NARDONE, A.; RONCHI, B.; LACETERA, N.; RANIERI, M. S.; BERNABUCCI, U. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. **Livestock Science**, v. 130, n. 1, p. 57-69, 2010.
- NIKKHAH, A. et al. Effects of feed delivery time on feed intake, milk production, and blood metabolites of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 91, n. 11, p. 4249-4260, 2008.
- NIKKHAH, A.; FUREDI, C. J.; KENNEDY, A. D.; CROW, G. H.; PLAIZIER, J. C. Effects of feed delivery time on feed intake, milk production, and blood metabolites of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n. 11, p. 4249-4260, 2008.
- NIKKHAH, A.; FUREDI, C. J.; KENNEDY, A. D.; SCOTT, S. L. WITTENBERG, K. M.; CROW, G. H.; PLAIZIER, J. C. Morning vs. evening feed delivery for lactating dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 91, n.1, p. 113-122, 2011.
- PEREIRA, C. C. J. **Fundamentos de bioclimatologia aplicados à produção animal**. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2005. 195p.
- PERISSINOTTO, M.; DA CRUZ, V. F.; PEREIRA, A.; MOURA, D. J. Influência das condições ambientais na produção de leite da vacaria da Mitra. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 30, n. 1, p. 143-149, 2007.
- PHILLIPS, C. J. C.; RIND, M. I. The effects of frequency of feeding a total mixed ration on the production and behavior of dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 84, n. 9, p. 1979-1987, 2001.
- PIRES, M. F. A.; AZEVEDO, M.; SATURNINO, H. M. Adaptação de animais mestiços em ambiente tropical. **Informe Agropecuário**, v.31, n 258, p. 30-38, 2010.
- PIRES, M. F. A.; CAMPOS, A. T. Relação dos dados climáticos com o desempenho animal. In: RESENDE, H.; CAMPOS, A. T.; PIRES, M. F. A. (Orgs). **Dados climáticos e sua utilização na atividade leiteira**, 1º Ed., Juiz de Fora: CNPGL, v. 1, 2003. 250p.
- RHOADS, M. L.; RHOADS, R. P.; VAN BAALE, M. J.; COLLIER, R. J.; SANDERS, S. R.; WEBER, W. J.; BAUMGARD, L. H. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 5, p. 1986-1997, 2009.

- ROENFELDT, S. You can't afford to ignore heat stress. **Dairy manage**, v.35, n.5, p.6-12, 1998.
- SILVA, I. M.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GUISELINI, C.; CALDAS, A. M. Análise espacial das condições térmicas do ambiente pré-ordenha de bovinos leiteiros sob regimes de climatização. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.903-909, 2012.
- SILVA, R. G. **Biofísica Ambiental. Os animais e seu ambiente**. Jaboticabal: Funep, 2008. 393p.
- SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.
- SMITH, J. F.; HARNER III, J. P.; BROUK, M. J.; ARMSTRONG, D. V.; GAMROTH, M. J.; MEYER, M. J. Relocation and expansion planning for dairy producers. Publ. MF2424. Kansas State Univ. **Cooperative Extension Service**, Manhattan. 2000.
- SOTA, R. L.; RISCO, C. A.; MOREIRA, F.; DELORENZO, M. A. Efficacy of a timed insemination program in dairy cows during summer heat stress. **Journal Animal Science**, v. 74, n. suppl I, p. 133, 1996.
- SOUZA, B. B. D.; BATISTA, N. L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 3, p. 06-10, 2012.
- SOUZA, S.R.L.; NÄÄS, I.A.; MOURA, D.J. Preferências térmicas de vacas leiteiras em sistema de confinamento freestall. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, v.1, p.44-54, 2007.
- SPIERS, D. E.; EICHEN, P. A.; LEONARD, M. J.; WAX, L. E.; ROTTINGHAUS, G. E.; WILLIAMS, J. E.; COLLING, D. P. Benefit of dietary seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract in reducing heat strain and fescue toxicosis: a comparative evaluation. **Journal of Thermal Biology**, v. 29, n. 7, p. 753-757, 2004.
- TITTO, E. A. L. Clima: influência na produção de leite. **Simpósio Brasileiro de Ambiência na Produção de Leite**, v. 1, p. 10-23, 1998.
- TUCKER, C. B.; ROGERS, A. R.; SCHÜTZ, K. E. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 109, n. 2, p. 141-154, 2008.
- WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 6, p. 2131-2144, 2003.
- YOUSEF, M. K. **Stress Physiology in livestock**. Boca Raton: CRC Press, 1985, 217p.

- ZIMBELMAN, R. B.; BAUMGARD, L. H.; COLLIER, R. J. Effects of encapsulated niacin on evaporative heat loss and body temperature in moderately heat-stressed lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 6, p. 2387-2394, 2010.
- ZIMBELMAN, R. B.; COLLIER, R. J.; BILBY, T. R. Effects of utilizing rumen protected niacin on core body temperature as well as milk production and composition in lactating dairy cows during heat stress. **Animal Feed Science and Technology**, v. 180, n. 1, p. 26-33, 2013.

CAPÍTULO 1

**Manejo alimentar de vacas mestiças em lactação mantidas em região semiárida
durante a época quente: comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos**

Resumo: Objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes horários de fornecimento de alimentos (14:00h; 14:00h e 20:00h; 16:00h; 18:00h) em vacas em lactação mantidas no semiárido, sobre o comportamento ingestivo, consumo de nutrientes, produção e teor de gordura do leite e parâmetros fisiológicos. Independente do horário de fornecimento, todos os animais receberam a primeira oferta de alimentos do dia às 6:00h. Foram utilizadas 8 vacas mestiças com peso vivo médio de 600kg, produção média diária de 20,0 kg de leite e período de lactação médio inicial de 80 dias. Os horários de fornecimento de alimentos não influenciaram ($P>0,05$) os tempos de alimentação (313,9 min/dia), ócio (502 min/dia), ruminação (563,6 min/dia) e ingestão de água (60,5 min/dia). Assim como, os consumos de matéria seca (19,75 kg/dia), matéria orgânica (18,76 kg/dia), fibra em detergente neutro (6,05 kg/dia), proteína bruta (3,17 kg/dia), matéria orgânica digestível (12,99 kg/dia). De forma semelhante, não houve efeito sobre a produção de leite corrigida para 4% de gordura (20,63 kg/dia) e teor de gordura no leite (4,03 %), temperatura retal (38,49°C), frequência respiratória (53,82 mov/min), taxa de sudorese (104,6g/m²/hora). Entretanto, quando foram alimentadas às 14:00h e 16:00h apresentaram maiores temperaturas de epiderme e superfície de pelame ($P<0,05$), com valores médios de 33,5°C e 32,35°C, respectivamente. Recomenda-se qualquer um dos horários de fornecimento avaliados.

Palavras chave: bovinocultura de leite; período quente; fornecimento de alimentos; tempo de ruminação

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effects of different schedules of feed delivery (14h00; 14h00 and 20h00; 16h00 and 18h00) to lactating cows maintained in a semiarid region on ingestive behavior, physiologic parameters, nutrient intake, production, and milk fat. Regardless of schedule of feed delivery, all animals received the first feeding supply of 6:00h. Eight crossbred cows with an average body weight of 600 kg, an average daily milk production of 20 kg, and an initial lactation period of 70 days were utilized. The time of supply did not influence ($P>0.05$) the times of feeding (313.9 min/d), idleness (502 min/d), rumination (563.6 min/d), drinking (60.5 min/d). Just as the intake of dry matter (19.75 kg / day), organic matter (18.76 kg / day), neutral detergent fiber (6.05 kg / day, crude protein (3.17 kg / day) , digestible organic matter (12.99 kg / day). Similarly, there was no effect on milk yield corrected for 4% fat (20.63 kg / day) in milk fat content (4.3%), rectal temperature (38.49 ° C), respiratory rate (53.82 mov / min), sweating rate (104.6g / m² / hour). However, at 14h00 and 16h00 the cows showed higher temperatures epidermis and hair coat surface ($P < 0.05$), with mean values of 33.5 °C and 32.35 °C, respectively. It is recommended to feed delivery at any of the studied times.

Key word: dairy cattle; hot season; supplying feeding; time rumination

1. Introdução

O comportamento de vacas em lactação é alterado por condições de estresse térmico (Cattelan & Vale, 2013). Dentre as alterações, destacam-se a redução no tempo de alimentação (Kadzere et al., 2002) e consequentemente na quantidade de alimento ingerido, aumento no consumo de água (Meyer et al. 2006) e diminuição no tempo de ruminação (Soriano et al., 2013). Essas alterações podem influenciar de forma negativa a produção e índices reprodutivos (Joksimovic et al. 2011; Nardone et al. 2010), principalmente em regiões tropicais (Almeida et al. 2013).

As altas temperaturas ambientais estimulam os receptores térmicos periféricos a suprimirem a transmissão de impulsos nervosos para o centro do apetite no hipotálamo causando redução no consumo (Robertshaw, 2006). Dessa forma, o comportamento ingestivo é uma importante ferramenta para avaliação da adaptação de animais submetidos a altas temperaturas, principalmente vacas em lactação. Sua importância aumenta por ser um método pouco invasivo, para indicar como os animais respondem a estímulos ambientais (Dawkins, 2004).

A ação prejudicial de condições estressantes sobre vacas em lactação pode ser minimizada com a adoção de práticas de manejo como, a utilização de instalações adequadas (Schütz et al. 2009), o fornecimento de ração em horários mais frescos do dia (Nikkhah et al., 2008; Calamari et al., 2012) e o aumento do número de refeições (Pazdiora et al., 2011), bem como a escolha de animais melhor adaptados ao clima (McManus et al., 2009). Outra alternativa tradicionalmente utilizada em sistemas de produção de vacas em lactação em regiões semiáridas durante o período de escassez de alimentos, que coincide com o período mais quente do ano, é o confinamento. Todavia, essas práticas podem acarretar aumento nos custos de produção.

O comportamento ingestivo pode ser influenciado no decorrer do dia pelo horário, a

frequência e o intervalo de fornecimento de ração (Deswysen et al., 1993). Assim, o conhecimento das atividades pode ser muito útil, uma vez que alterações de comportamento indicam a necessidade de ajuste ambiental ou de manejo.

Na literatura são escassos trabalhos de comportamento com vacas mestiças em condições tropicais, principalmente no semiárido, onde altas temperaturas estão quase sempre associadas à intensa radiação solar. Portanto, objetivou-se avaliar a influência de diferentes horários de alimentação, na época quente do ano, sobre o comportamento ingestivo, consumo, produção e composição do leite e parâmetros fisiológicos em vacas mestiças (Holandês-Gir).

2. Material e Métodos

2.1. Local

O experimento foi conduzido na fazenda Baronesa localizado no município de Altinho, Pernambuco-Brasil, microrregião do Brejo Pernambucano a 454 metros de altitude, clima semiárido (Bs'h), entre os meses de outubro e dezembro. O Local se encontra nas coordenadas geográficas de 08° 29' 24" de latitude sul e 36° 03' 32" de longitude oeste de Greenwich.

2.2. Animais

Foram utilizadas oito vacas mestiças (4 vacas 3/4 Holandês-Gir e 4 vacas 7/8 Holandês-Gir), com 600 kg de peso vivo médio e produção média diária de 20 kg de leite e período de lactação médio inicial de 70 dias. Os animais passaram por um período de adaptação ao manejo e as instalações de 14 dias. Os animais foram alojados em baias individuais de 16 m², providas de bebedouros automáticos e cochos individuais. A instalação utilizada foi totalmente coberta com lona plástica e sua extremidade lateral coberta com sombrite, impedindo a incidência da radiação solar direta nos animais.

As vacas foram ordenhadas mecanicamente, duas vezes ao dia, às 4:00h e 16:00h, e

suas produções registradas individualmente. As amostras individuais de leite foram coletadas no 4º e 5º dia do período de coleta, em quantidade proporcional às produções da manhã e da tarde (2% de total), para formação de amostra composta. Parte da amostra composta para determinação da composição do leite. Para produção de leite corrigida para 4% de gordura foi utilizado a seguinte fórmula: $[(0,432 + 0,1625 \times \% \text{ gordura do leite}) \times \text{produção de leite em kg/dia}]$.

2.3. Período Experimental, Tratamentos e Dietas

O período experimental teve duração de oitenta e quatro dias, dividido em subperíodos de 21 dias. Os tratamentos consistiram de diferentes horários de fornecimento da dieta: 06:00h e 14:00h; 06:00h, 14:00h e 20:00h; 06:00h e 16:00h; 06:00h e 18:00h. Foi fornecido 60% do total de matéria seca na primeira oferta do dia (6:00h), o restante fornecido a tarde (40%). Para os animais que receberam a dieta fracionada em 3 vezes ao dia, o fornecimento de tarde foi dividido, ficando 20% as 14:00h e 20% as 20:00h.

A dieta foi formulada para atender as exigências de vacas com produção média de 20 kg de leite/dia com 4% de gordura, 100 dias de lactação e 600 kg PV seguindo as recomendações do NRC (2001). Baseadas em pesquisas anteriores com vacas em lactação recebendo cana de açúcar como volumoso exclusivo, adotou-se a relação volumoso/concentrado de 45:55 (Magalhães et al., (2006). A ração foi fornecida à vontade na forma de mistura completa, com registros diários das quantidades oferecidas.

Tabela 1. Composição percentual e nutricional da dieta experimental

Ingredientes (%)	% na MS
Cana	45.00
Milho	24.80
Soja	12.83
Trigo	14.67
Cloreto de Sódio	0.37
Fosfato Bicálcico	0.46
Calcário	0.23
Ureia	0.92
Núcleo Mineral	0.73
Composição Nutricional	% na MS
Matéria Seca	64.00
Matéria Orgânica	94.85
Proteína Bruta	15.00
Extrato Etéreo	2.48
Fibra em Detergente Neutro	31.60
Fibra em Detergente Ácido	14.48

2.4. Análises dos Alimentos e Monitoramento do Ambiente

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Os teores de matéria seca, proteína bruta e matéria mineral foram analisados conforme descrito pela AOAC (2000) e fibra em detergente neutro foram determinados de acordo com as metodologias propostas por Van Soest et al. (1991).

O ambiente foi monitorado por intermédio de um psicrômetro e termômetro de máxima e mínima instalados no interior de um abrigo termométrico localizado ao lado da área experimental. A umidade relativa foi obtida com o uso de tabelas meteorológicas. A leitura e registro das variáveis climáticas foram realizados diariamente, com intervalos de 2 horas (Tabela 2; Figura 1). O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi calculado

utilizando-se a fórmula proposta por Kelly & Bond (1971) ITU: $Tar - (0.55 - 0.55UR)$ ($Tar - 58.0$), onde: Tar = temperatura do ar (°C) e UR = umidade relativa.

2.5. Comportamento, Consumo de Nutrientes e Desempenho

A coleta de dados relativa ao comportamento ingestivo (alimentação, ócio, ruminação e procura por água) foi realizada no 5º dia de cada período de coleta, através da observação visual, pelo método de varredura instantânea, proposta por Martin & Bateson (2007), com intervalos de 10 min, por um único período de 72 horas, adaptado de (Johnson & Combs, 1991). Utilizou-se observadores treinados, em sistema de revezamento, posicionados estrategicamente de forma a não incomodar os animais. O comportamento de ócio foi caracterizado com a ausência das atividades de alimentação, ruminação e procura por água.

O consumo diário foi determinado através da diferença entre o fornecido e as sobras. Para garantir o consumo voluntário foram realizados ajustes diários da quantidade de alimento oferecido, a fim de permitir sobras em torno de 5 a 10% do fornecido. As sobras foram pesadas e registradas às 5:00h da manhã, antes do fornecimento da ração. As vacas foram ordenhadas mecanicamente às 4:00h e às 16:00h.

2.6. Parâmetros Fisiológicos

A temperatura retal (TR), temperatura da epiderme (TEP), temperatura da superfície de pelame (TSP) e frequência respiratória (FR) foram aferidas no 6º dia do período experimental no horário do fornecimento e duas horas após, conforme descrição: T1: 06:00h, 08:00h, 14:00h e 16:00h; T2: 06:00h, 08:00h, 14:00h, 16:00h, 20:00h e 22:00h; T3: 06:00h, 08:00h, 16:00h e 18:00h; T4: 06:00h, 08:00h, 18:00h e 20:00h.

Para a medida de TR foi utilizado um termômetro clínico digital. A FR foi determinada através da contagem dos movimentos respiratórios no flanco dos animais, com o auxílio de um cronômetro, contando-se o número de movimentos durante 15

segundos multiplicando por 4 e o resultado expresso em movimentos por minuto (mov/min). A média da TEP e TSP sobre as manchas branca e preta foi aferida por intermédio de um termômetro digital infravermelho a 5 cm, na altura da escápula.

A taxa de sudção dos animais foi realizada no terceiro dia do período de coleta as 15:00 por intermédio da técnica colorimétrico proposta Schleger & Turner (1965). Para isto foi aplicado em uma região de 9 cm² do flanco do animal a aproximadamente 30 cm da região dorsal, previamente depilada e limpa com álcool e éter, discos de papel de cromatografia, tipo Whatnam, número 1 de 0,53 cm de diâmetro, embebecidos em solução de cloreto de cobalto hexa-hidratados e secos ao ar livre. Em seguida foram levados à estufa a 80-90°C por 2 horas até atingir a cor azul violácea. Depois de feita a secagem, três discos foram fixados com fita adesiva em lâmina de vidro e conservados em dessecador contendo sílica. Todos os discos foram preparados duas horas antes da aplicação. Foi aplicada a fita adesiva, com os três discos, na área depilada do animal e feita cronometragem do tempo gasto, em segundos, para que cada disco mudasse de cor: azul violácea para rosa claro. O tempo médio dos três discos foi registrado, e utilizado na seguinte fórmula: $TSUD = 38446,6019/t$ (Silva, 2000), onde TSUD é a taxa de sudção em g/m²/hora, e o t é o tempo médio, em segundos, para mudança de cor nos três discos de papel.

2.7. Análise Estatística

O delineamento experimental foi um duplo quadrado latino (4x4) com 4 animais, 4 tratamentos e 4 períodos, sendo cada período composto por 14 dias de adaptação e 7 dias de coletas de dados (Nikkah et al., 2008). Foram utilizados dois quadrados latinos simultâneos. Os dados de comportamento ingestivo, consumo de nutrientes, produção e composição do leite e parâmetros fisiológicos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a partir do pacote de análises estatísticas SAS 9.0 (PROC GLM) e as médias,

quando necessário, foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + Ql + P(i)j + Tij + T*Qlj + (V/Q)il + eijkl$$

Onde Y_{ijkl} é a observação na vaca i , submetida ao tratamento j , no período k , no quadrado latino l ; μ é a média geral, Ql é o efeito do quadrado latino l , sendo $l = 1, 2$; $P(i)k$ efeito do período k dentro do quadrado latino l ; Tij é o efeito do tratamento j , sendo $j = 1, 2, 3, 4$; $(V/Q)il$ é o efeito da vaca i , dentro do quadrado latino l , sendo $l = 1, 2, 3, 4$; $TxQij$ efeito da interação entre o quadrado latino l x tratamento j ; $eijkl$ é o erro aleatório associado a cada observação $ijkl$; $eijkl \sim NID(0, \sigma^2)$.

3. Resultados

3.1. Monitoramento do Ambiente

A temperatura do bulbo seco apresentou o valor médio de 24,43°C e variou de 18 a 32,12°C, a umidade relativa do ar apresentou o valor médio de 68,35% e variou de 40 a 95%. O índice de temperatura e umidade apresentou o valor médio de 72,26 variando de 65,68 a 79,71 (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros climáticos

Parâmetros	Mínima	Média	Máxima
Tar ^a (°C)	18,00	24,43	32,12
UR ^b (%)	40,00	68,35	95,00
ITU ^c	65,68	72,26	79,71

^a Temperatura do ar; ^b Umidade relativa; ^c Índice de temperatura e umidade;

Na Figura 1 a temperatura do ar, umidade relativa e o índice de temperatura e umidade estão distribuídos ao longo do dia em intervalos de 2 horas.

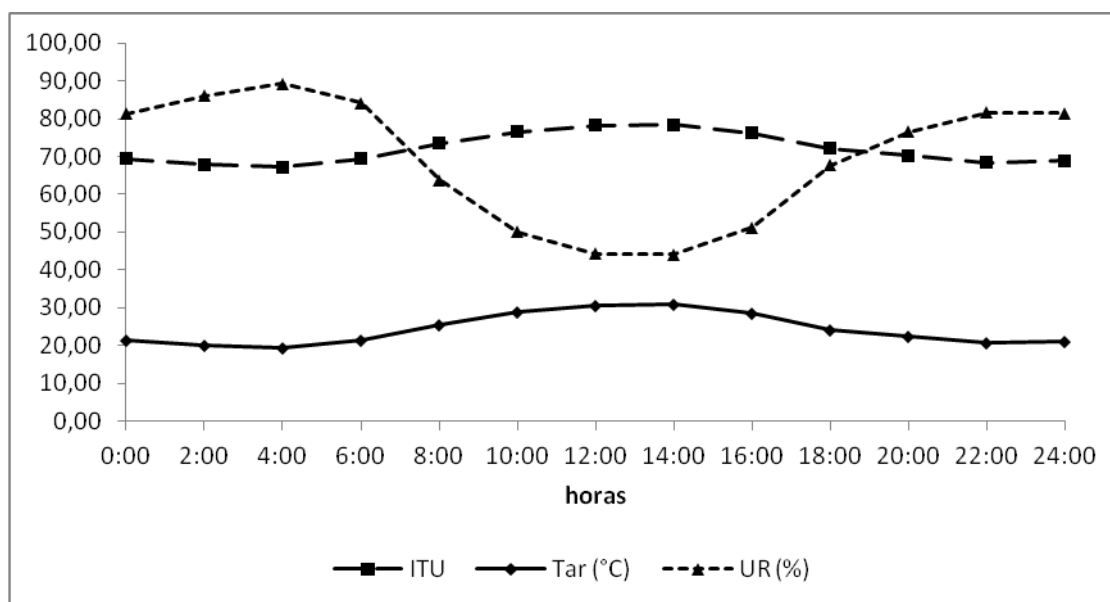


Figura 1. Distribuição do ITU, UR (%) e Tar (°C) ao longo do dia

3.2. Parâmetros Fisiológicos

A temperatura retal, frequência respiratória e taxa de sudação não foram influenciados pelos horários de fornecimento ($P>0,05$). Entretanto, os horários de fornecimento influenciaram ($P<0,05$) as temperaturas da epiderme e temperatura da superfície de pelame, com valores médios de 38,5°C, 53,8 mov/min, 33,2°C, 32,3°C e 104,4 (g/m²/hora), respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Parâmetros fisiológicos

Parâmetros	Horários de fornecimento (h)				P	EPM
	14:00	14:00 e 20:00	16:00	18:00		
TR (°C)	38,48	38,45	38,61	38,43	0,73	0,754
FR (mov/min)	54,00	53,36	55,30	52,60	0,65	2,523
TEP (°C)	33,66a	32,95b	33,50 ^a	32,89b	0,005	0,143
TSP (°C)	32,83a	31,97b	32,65 ^a	31,96b	0,0006	0,131
TSud (g/m ² /hora)	91,35	108,58	97,17	120,49	0,28	8,676

TR: Temperatura Retal; FR: Frequência Respiratória; TEP: Temperatura da epiderme; TSP: Temperatura de Superfície de pelame; TSud: Taxa de Sudação. Letras minúsculas e diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey (5%).

3.3. Comportamento, Consumo de Nutrientes e Desempenho

A interação entre os horários de fornecimento e a composição genética não foi significativa ($P>0,05$) para nenhuma das variáveis avaliadas.

Os valores médios referentes aos tempos de alimentação, ócio, ruminação e ingestão de água, assim como o consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro, proteína bruta, matéria orgânica digestível, produção de leite e teor de gordura do leite (Tabela 4) não foram influenciados pelos horários de fornecimento ($P>0,05$).

Tabela 4. Comportamento ingestivo e consumo de nutrientes

Tabela 17. Comportamento ingestivo e consumo de nutrientes						
Itens	Horários de fornecimento (h)				P	EPM ^a
	14:00					
	14:00	e	16:00	18:00		
	20:00					
Comportamento ingestivo (minutos/dia)						
Alimentação	321,25	315.75	313,75	305	0,25	8,5204
Ócio	478,75	544.25	475	510	0,23	18,7560
Ruminação	572,5	534.25	580	567,46	0,18	11,5267
Ingestão de água	67,5	45.75	71,25	57,5	0,07	5,8544
Consumo (Kg/dia)						
Matéria Seca	19,18	19,76	20,05	20,04	0,92	0,3113
Fibra em detergente Neutro	5,86	6,07	6,11	6,16	0,92	0,1274
Proteína Bruta	3,05	3,15	3,25	3,22	0,51	0,0419
Matéria Orgânica Digestível	12,66	12,78	13,29	13,24	0,60	0,2202
Produção e teor de gordura do leite						
PL (Kg)	21,26	20,16	20,91	20,22	0,19	0,4685
Gordura (%)	4,06	3,99	3,95	4,13	0,13	0,1260

PL: produção de leite corrigida para 4% de gordura;^a Erro padrão da média

As vacas passaram aproximadamente 314, 502, 563, e 61 minutos por dia respectivamente em alimentação, ócio, ruminação e ingestão de água. Os consumos médios

de matéria seca, fibra em detergente neutro, proteína bruta e matéria orgânica digestível foram 19,76; 6,06; 3,16 e 12,99 kg/dia, respectivamente. A produção média de leite corrigido para 4% de gordura foi 20,89 kg e o percentual de gordura de 4,03%.

A distribuição das atividades de ingestão de alimentos, ruminação, ócio e ingestão de água ao longo do dia em intervalos de 2 horas estão descritos nas Figuras 2, 3, 4 e 5, respectivamente.

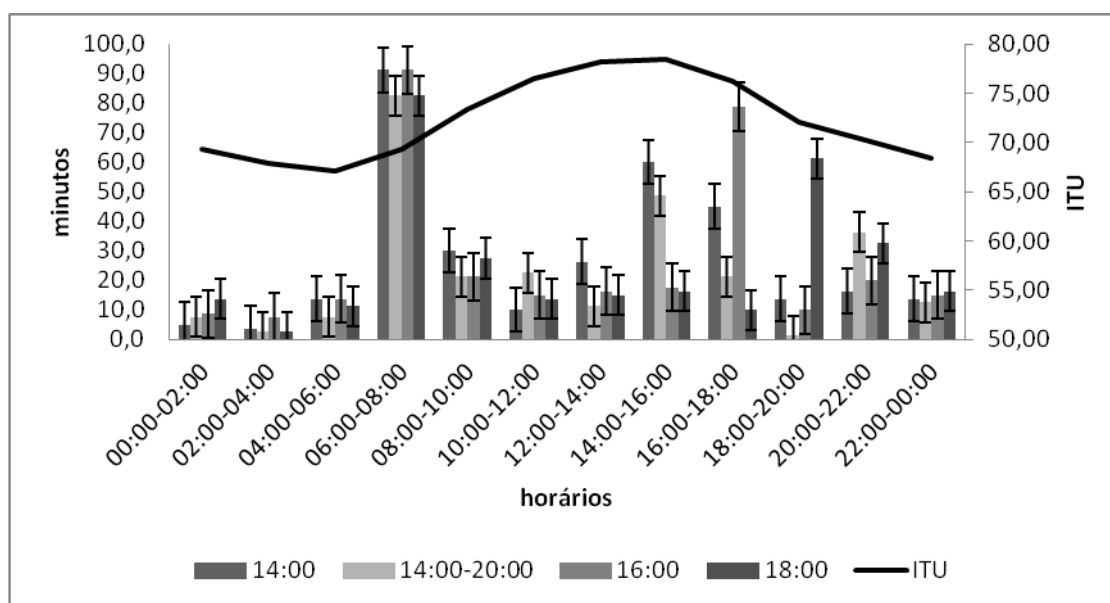


Figura 2. Ingestão (%) em intervalos de 2 horas em função dos horários de fornecimento

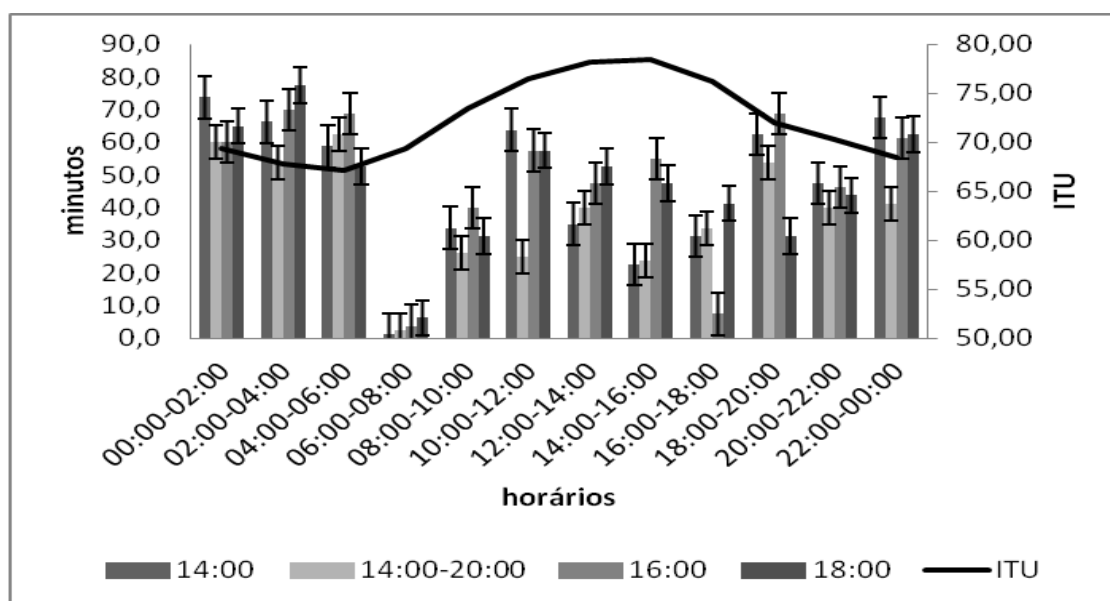


Figura 3. Ruminação (%) em intervalos de 2 horas em função dos horários de fornecimento

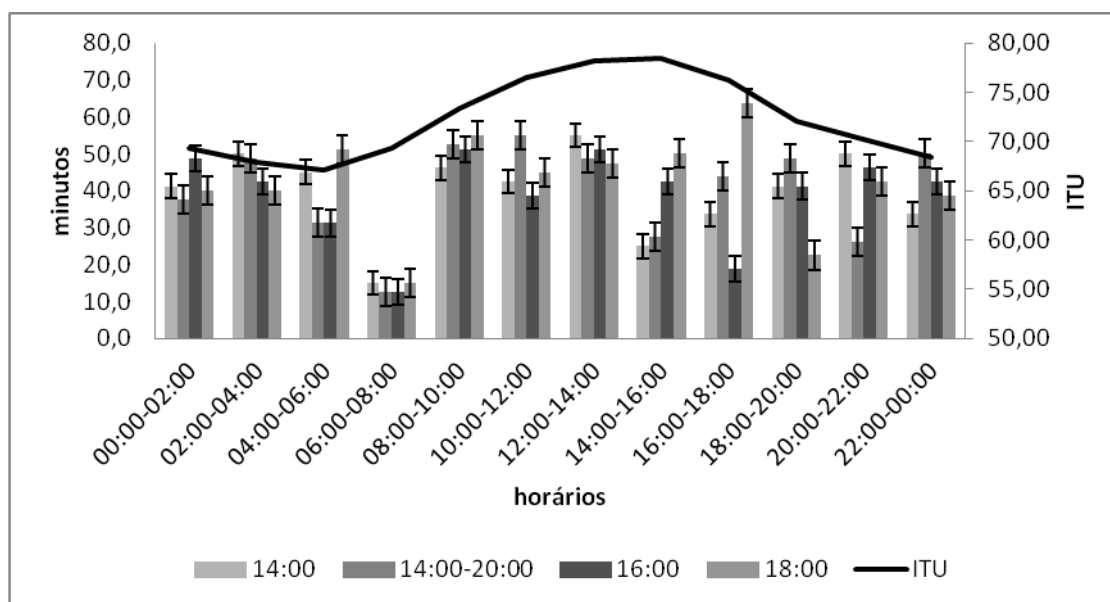


Figura 4. Ócio (%) em intervalos de 2 horas em função dos horários de fornecimento

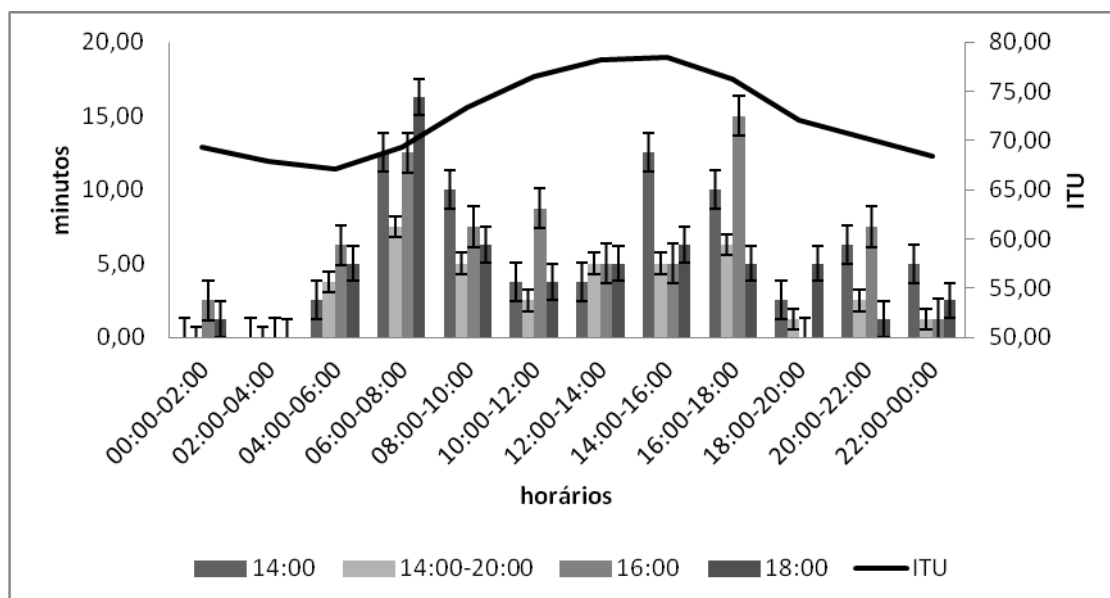


Figura 5. Ingestão de água (%) em intervalos de 2 horas em função dos horários de fornecimento

4. Discussão

De acordo com os dados apresentados na Tabela 2 e Figura 1 as condições climáticas proporcionaram, em alguns momentos do dia, condições estressantes para vacas em lactação. West (2003) afirmou que o ITU crítico superior para vacas em lactação é de 72, valor que coincide com o valor médio verificado no estudo (Tabela 2). Entretanto no

intervalo de 10:00h as 16:00h o ITU atingiu um valor de 79, caracterizando estresse por calor. De acordo com Kadzere et al. (2002), essas condições acarretariam redução no tempo de ingestão de alimentos, consequentemente de nutrientes, e aumentariam a ingestão de água (Meyer et al., 2006). Essa mudança no comportamento poderia levar a reduções na produção de leite e tempo de ruminação (Soriano et al., 2013), principalmente naqueles animais alimentados as 14:00h e 16:00h. Entretanto não houve nenhuma alteração nesses parâmetros independentemente do horário de fornecimento das dietas (Tabela 3 e Figuras 1, 2 e 4).

Grande parte da redução na produção de leite devido ao estresse por calor é atribuída à redução no consumo, pois as vacas reduzem o consumo na tentativa de reduzir a produção de calor metabólico (West et al., 2003). Em condições de estresse por calor, vacas em lactação, geralmente, apresentam mudanças no comportamento ingestivo, reduzindo o consumo de forragens e aumentando o consumo de concentrado, na tentativa de diminuir o incremento calórico, acarretando redução no conteúdo de gordura do leite (Collier, 1985).

Segundo De Vries et al. (2005), vacas em lactação são estimuladas a consumir com o fornecimento de alimentos frescos. Esse comportamento foi encontrado nessa pesquisa e pode ser visualizado na Figura 2, que mostra que os maiores tempos de ingestão ocorreram nos períodos em que a dieta foi fornecida, mesmo quando o fornecimento ocorre em horários de maior ITU (Figura 2). Todos os tratamentos concentraram o tempo de alimentação no período das 6:00h as 08:00h, período em que foi fornecida a primeira refeição (Figura 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Nikkhah et al. (2008), os quais verificaram que os maiores picos de consumo de alimentos ocorreram entre 0 e 3h após a oferta de alimentos.

Quanto maior for o fracionamento da dieta maior é o tempo despendido com a

alimentação (De Vries et al., 2005). Entretanto os animais que receberam a dieta fracionada em 3 vezes (06:00h, 14:00h e 20:00h) não apresentaram maiores tempos de alimentação (Tabela 3), em acordo com Hart et al., (2014).

O tempo despendido com ruminação está diretamente relacionado à qualidade e à quantidade de alimento consumido (Mendes e al., 2010). O componente da dieta que mais influencia o tempo de ruminação é a fibra, assim, quanto maior a participação de volumosos na dieta maior o tempo despendido em ruminação (Van Soest, 1994). O comportamento verificado pode ser explicado pela composição da dieta que foi a mesma para todos os horários de fornecimento e pelo consumo de nutrientes (Tabela 3), principalmente o consumo de fibra em detergente neutro, que não foi alterado.

Segundo Pereira et al. (2009), o pico de ruminação ocorre entre 00:00h e 06:00h, sendo um padrão difícil de ser alterado em vacas em lactação (Albright et al., 1993). O pico de ruminação foi observado entre 00:00h e 06:00h (Figura 3). Além da elevada atividade de ruminação verificada na madrugada, foi observada uma atividade moderada de ruminação 2 horas após as ofertas de alimentos (Figura 3). Diante do elevado teor de concentrado na dieta, é possível que este comportamento esteja associado à necessidade de remoção de AGVs do rúmen, garantindo um ambiente ruminal adequado à flora microbiana, sobretudo para os organismos fibrolíticos. Santos (2011) relata que o processo de ruminação promove o contato entre os AGVs e o epitélio ruminal favorecendo a absorção dos mesmos, ainda, induz o fluxo de digesta do rúmen-retículo para o abomaso, carreando AGVs e mantendo o pH ruminal na faixa adequada.

O ócio é considerado o tempo que o animal fica sem atividade física, podendo estar deitado ou em pé (Pazdiora et al., 2011). Sua duração e seu padrão de distribuição são influenciados pelas atividades de ingestão e ruminação (Fischer et al., 1997). Assim, como os tempos de alimentação e ruminação não foram influenciados pelos horários de

fornecimento ($P>0,05$), o tempo de ócio não variou.

De acordo com West (2003) o estresse por calor tem importância secundária no consumo de água por vacas em lactação, sendo superado apenas pelo consumo de matéria seca, que constitui fator de maior influência sobre tal parâmetro. Os elevados valores de ITU não foram acompanhados por intensa procura por água, entretanto verificou-se que os maiores tempos despendidos com ingestão de água sucederam a oferta de alimentos (Figura 5).

Brosh et al. (1998) recomendaram o fornecimento de alimentos para vacas em lactação durante épocas quentes em horários mais frescos do dia. Entretanto, com base nos resultados, verificou-se que os animais ajustaram o comportamento ingestivo estrategicamente, mantendo constante a procura por alimentos independente dos altos valores de ITU. É possível que este comportamento tenha decorrido de um ajuste fisiológico dos animais, que, provavelmente, perdiam calor para o ambiente por radiação durante o período noturno, quando as temperaturas são amenas (Ferreira et al., 2006). Assim, as recomendações para fornecimento de alimentos para vacas lactantes nos horários mais frescos do dia não se aplicam para animais mestiços (Holandês-Gir) manejados em regiões semiáridas durante a época quente do ano. Portanto, é necessário que os índices de conforto térmico sejam determinados para condições específicas do semiárido.

Conforme a Tabela 4, a mudança nos horários de fornecimento influenciou ($P<0,05$) as temperaturas da pele e pelame, sendo os maiores valores apresentados para os horários de fornecimento de 14:00h e 16:00h. Os horários 14:00h e 16:00h coincidiram com os maiores índices de temperatura e umidade (Figura 1), o que explica o aumento na TEP e por consequência da TSP, pois esses parâmetros refletem, diretamente, o aumento da temperatura ambiente, não caracterizando, portanto a temperatura corporal dos animais (Ferreira et al., 2006; Perissinoto et al., 2007; Maia et al., 2005).

A manutenção da temperatura corporal é determinada pelo equilíbrio entre a perda e o ganho de calor (Ferreira et al., 2006). A referência fisiológica dessa variável é obtida mediante mensuração da temperatura retal, que sob condições de termoneutralidade apresenta variação entre 38,0 e 39,3°C (Robertshaw, 2006). Os valores encontrados para TR estão dentro da faixa de variação fisiológica normal, o que demonstra, mais uma vez, que os animais conseguiram manter sua homeotermia.

A taxa de sudação é um mecanismo de dissipação de calor utilizado em casos de estresse pelo calor, ou seja, quando a T° e o ITU excedem os limites críticos (Ferreira et al., 2009; Ferreira et al., 2006, Lima et al., 2013). Os resultados deste estudo foram semelhantes aos encontrados por Lima et al. (2013), que utilizaram animais com a mesma composição genética, submetidos a condições climáticas semelhantes. A FR respiratória é um mecanismo de dissipação de calor auxiliar a TSud, ou seja, é utilizada quando a TSud por si só não é eficiente em manter a homeotermia (Ferreira et al., 2006). Dessa forma, face a baixa intensidade do estresse pelo calor e sua pequena duração, os animais conseguiram se termorregular com eficiência com moderada utilização dos mecanismos evaporativos de dissipação de calor corporal.

A resposta animal ao estresse pelo calor é influenciada pela intensidade e duração do agente estressor (Hann, 1999; Renaudeau et al. 2012), assim, como a intensidade das condições climáticas estressoras resumia-se ao período da tarde (Figura 1), retornando à condições termoneutras no período noturno, os animais não tiveram seus parâmetros fisiológicos alterados. Provavelmente, como a temperatura do ar no período da noite era inferior à temperatura corporal, os animais perdiam calor por radiação para o meio (Ferreira et al., 2006).

É importante salientar que a mão de obra pode ser eficientemente utilizada em horários convencionais de expediente (08:00h as 17:00h) em uma propriedade leiteira, uma

vez que não há incrementos no tempo de alimentação, consumo de nutrientes e desempenho animal quando a oferta de alimentos ocorre em horários não convencionais.

5. Conclusão

Uma vez que o comportamento e desempenho não foram alterados, qualquer um dos horários de fornecimento de alimentos avaliados poderá ser utilizado para vacas mestiças Holandês-Gir, confinadas em regiões semiáridas durante o período quente, mesmo que alguns momentos do dia o ITU ultrapasse os limites críticos superiores.

6. Referências Bibliográficas

- Albright, J. L. (1993). Feeding behavior of dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 76, 485-498.
- Almeida, G.L., Pandorfi, H., Barbosa, S.B., Pereira, D.F., Guiselini, C., & De Almeida, G.A. (2013). Comportamento, produção e qualidade do leite de vacas Holandês-Gir com climatização no curral. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17, 892-899.
- Aoac, (2000). *Official Methods of Analysis*, 16th. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. p.937.
- Brosh, A., Aharoni, Y., Degen, A. A., Wright, D., Young, B. A. (1998). 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*, 76, 2671-2677.
- Calamari, L. U. I. G. I., Petrera, F., Stefanini, L., Abeni, F. (2013). Effects of different feeding time and frequency on metabolic conditions and milk production in heat-stressed dairy cows. *International Journal of Biometeorology*, 57, 785-796.
- Cattellam, J., Vale, M. M. (2013). Thermal stress in cattle. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 108, 96-102.

- Collier, R. J. (1985). Nutritional, metabolic, and environmental aspects of lactation. Lactation. Iowa State University Press, Iowa, USA. p. 80-128.
- Dawkins, M. S. (2004). Using behaviour to assess animal welfare. ANIMAL WELFARE-POTTERS BAR THEN WHEATHAMPSTEAD-, 13, S3-S8.
- Deswysen, A. G., Dutilleul, P., Godfrin, J. P., Ellis, W. C. (1993). Nycterohemeral eating and ruminating patterns in heifers fed grass or corn silage: analysis by finite Fourier transform. Journal of Animal Science, 71, 2739-2747.
- DeVries, T. J., Von Keyserlingk, M. A. G., Beauchemin, K. A. (2005). Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, 88, 3553-3562.
- Ferreira, F., Campos, W. E., Carvalho, A. U., Pires, M. F., Martinez, M. L., Silva, M. V. G., & Verneque, R. S. (2009). Taxa de sudação e parâmetros histológicos de bovinos submetidos ao estresse calórico; Sweat rate and histological parameters of cattle submitted to heat stress. Arquivos Brasileiros Medicina Veterinária e Zootecnia, 61, 763-768.
- Ferreira, F., Pires, M. F., Martinez, M. L., Coelho, S. G., Carvalho, A. U., Ferreira, P. M., ... & Campos, W. E. (2006). Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, 58, 732-738.
- Fischer, V., Deswysen, A. G., Despres, L., Dutilleul, P., Lobato, J. F. P. (1997). Comportamento Ingestivo de Ovinos Recebendo Dieta a Base de Feno Durante um Período de Seis Meses. Revista Brasileira de Zootecnia, 26, 1032-1038.
- Hahn, G. L. (1997). Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. Journal of Animal Science, 77, 10-20.
- Hart, K. D., McBride, B. W., Duffield, T. F., DeVries, T. J. (2014). Effect of frequency of

- feed delivery on the behavior and productivity of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 97, 1713-1724.
- Johnson, T. R., & Combs, D. K. (1991). Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 74, 933-944.
- Joksimović-Todorović, M., Davidović, V., Hristov, S., Stanković, B. (2011). Effect of heat stress on milk production in dairy cows. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27, 1017-1023.
- Kadzere, C. T., Murphy, M. R., Silanikove, N., & Maltz, E. (2002). Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science*, 77, 59-91.
- Kelly, C. F., & Bond, T. E. (1971). Bioclimatic factors and their measurement. A guide to environmental research on animals. Washington: National Academy of Sciences, 71-92.
- Lima, I. D. A., Azevedo, M. D., Borges, C. R. D. A., Ferreira, M. D. A., Guim, A., & Almeida, G. L. P. D. (2013). Thermoregulation of Girolando cows during summertime, in Pernambuco State, Brazil. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 35, 193-199.
- Magalhães, A. L. R., Campos, J. M. D. S., Cabral, L. D. S., Mello, R., Freitas, J. A. D., Torres, R. D. A., Assis, A. J. D. (2006). Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 591-599.
- Maia, A. S. C., & Loureiro, C. B. (2005). Sensible and latent heat loss from the body surface of Holstein cows in a tropical environment. *International Journal of Biometeorology*, 50, 17-22.
- Martin, P., Bateson, P. (2007). *Measuring behavior: an introductory guide*. 3. ed. New

- York: Cambridge University Press, pp. 176.
- McManus, C., Prescott, E., Paludo, G. R., Bianchini, E., Louvandini, H., Mariante, A. S. (2009). Heat tolerance in naturalized Brazilian cattle breeds. *Livestock Science*, 120, 256-264.
- Mendes, C. Q., Turino, V. D. F., Susin, I., Pires, A. V., Morais, J. D., Gentil, R. S. (2010). Comportamento ingestivo de cordeiros e digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo alta proporção de concentrado e diferentes fontes de fibra em detergente neutro. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 594-600.
- Meyer, U., Stahl, W., Flachowsky, G. (2006). Investigations on the water intake of growing bulls. *Livestock Science*, 103, 186-191.
- Nardone, A., Ronchi, B., Lacetera, N., Ranieri, M. S., & Bernabucci, U. (2010). Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. *Livestock Science*, 130, 57-69.
- Nikkhah, A., Furedi, C. J., Kennedy, A. D., Crow, G. H., Plaizier, J. C. (2008). Effects of feed delivery time on feed intake, milk production, and blood metabolites of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 91, 4249-4260.
- NRC (National Research Council). (2001). Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. ed, 381.
- Pazdiora, R. D., Brondani, I. L., da Silveira, M. F., Arboitte, M. Z., Cattalam, J., & Cordeiro de Paula, P. (2011). Efeitos da frequência de fornecimento do volumoso e concentrado no comportamento ingestivo de vacas e novilhas em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 2244-2251.
- Pereira, E. S., Mizubuti, I. Y., Ribeiro, E. L. A., Villarroel, A. B. S., & Pimentel, P. G. (2009). Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e comportamento ingestivo de bovinos da raça Holandesa alimentados com dietas contendo feno de capim-tifton

- 85 com diversos tamanhos de partícula. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 190-195.
- Renaudeau, D., Collin, A., Yahav, S., De Basilio, V., Gourdine, J. L., & Collier, R. J. (2012). Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. *Animal*, 6, 707-728.
- Robertshaw, D. (2006). Regulação da Temperatura e o Ambiente Térmico. In: Reece, W. (EDS), *Fisiologia dos animais domésticos*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, pp.897-908.
- Santos, J. E. P. (2011). Distúrbios metabólicos. In: Berchielli, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S. G. (EDS). *Nutrição de ruminantes*. Livrocercos, Jaboticabal, pp. 616.
- Schleger, A. V., & Turner, H. G. (1965). Sweating rates of cattle in the field and their reaction to diurnal and seasonal changes. *Crop and Pasture Science*, 16, 92-106.
- Schütz, K. E., Rogers, A. R., Cox, N. R., & Tucker, C. B. (2009). Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: Shade use, behaviour, and body temperature. *Applied Animal Behaviour Science*, 116, 28-34.
- Silva, R. G. (2000). *Introdução à bioclimatologia animal*. Nobel.
- Soriani, N., Panella, G., & Calamari, L. U. I. G. I. (2013). Rumination time during the summer season and its relationships with metabolic conditions and milk production. *Journal of Dairy Science*, 96, 5082-5094.
- Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca, NY, Cornell University Press, p. 476.
- Van Soest, P.J.; Robertson, J.B.; Lewis, B.A. (1991). Methods for extraction fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 83, 3583-3597.
- West, J. W. (2003). Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of dairy science*, 86, 2131-2144.

West, J. W., Mullinix, B. G., & Bernard, J. K. (2003). Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 86, 232-242.

CAPÍTULO 2

Manejo alimentar de vacas mestiças em lactação mantidas em região semiárida durante a época quente: consumo e digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite e parâmetros ruminais

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito da oferta de alimentos (14:00h; 14:00h e 20:00h; 16:00h e 18:00h) em vacas em lactação mantidas no semiárido sobre consumo e digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite e produção de proteína microbiana. Independente do horário de fornecimento, todos os animais receberam a primeira oferta do dia as 6:00h. Foram utilizadas 8 vacas mestiças com peso vivo médio de 600kg, produção média diária de 20.0 kg de leite e período de lactação médio inicial de 70 dias. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino (4x4). Os horários de fornecimento de alimentos não influenciaram os consumos e digestibilidades de matéria seca (19,75 kg/dia e 67,7 %), proteína bruta (3,17 kg/dia) matéria orgânica (18,73 kg/dia e 69.35 %), FDN (6.05 kg/dia e 44,5 %). Da mesma forma, não houve efeito dos horários de fornecimento sobre a produção de leite (20,6 kg/dia), produção de leite corrigida para 4% de gordura (20,63 kg/dia), concentrações de gordura (4,03 %) e proteína (3,57 %) produções de gordura (0,864 g/dia), proteína (0,733 g/dia), concentrações de ureia plasmática (31,95 mg/dl), ureia no leite (10,74 mg/dl) e ureia na urina (467,3 mg/dl), produção de proteína microbiana (1314,9 g/dia) e eficiência de síntese de proteína microbiana (92,83 g PB/kg NDT). Recomenda-se qualquer um dos horários de fornecimento avaliados.

Palavras chave: arraçoamento; eficiência alimentar; síntese microbiana; produção de leite, ITU

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effects of different schedules of feed delivery (14h00; 14h00 and 20h00; 16h00; and 18h00) to lactating cows maintained in semiarid regions on intake and nutrient digestibility, milk production and composition, and microbial protein production. Regardless of schedules of feed delivery, all animals received the first feeding supply of 6:00h. Eight cows with an average body weight of 600 kg, average milk production of 20 kg/d, and average lactation period of 70 days were utilized. The experimental design was a 4x4 Latin square. The feed delivery schedules did not influence the intake and digestibility of dry matter (19.75 kg/day and 67.7%), crude protein (3.17 kg/day) organic matter (18.73 kg/day and 69.35%) NDF (6.05 kg/day and 44.5%). Similarly, no significant effect of time on the supply of milk production (20.6 kg/day), milk yield corrected for 4% fat (20.63 kg/day), fat concentrations (4.03%) and protein (3.57%) productions of fat (0.864 g/day) and protein (0.733 g/day) plasma concentrations of urea (31.95 mg/dl) urea in milk (10.74 mg/dl) and urea (467.3 mg/dl), producing microbial protein (1314.9 g/day) and microbial protein synthesis efficiency (92.83 g CP/kg TDN). It is recommended to feed delivery at any of the studied times.

Keywords: feed delivery; feed efficiency; microbial efficiency; milk production

Introdução

Em regiões semiáridas é comum a prática do confinamento de vacas em lactação durante o período quente do ano, que coincide com o de menor disponibilidade de alimentos, solucionando problemas de ordem nutricional decorrentes da escassez pluviométrica característica da região (Urbano et al., 2012). Além disso, permite o controle das condições ambientais minimizando os efeitos dos estressores climáticos, o que justifica a produção de leite em sistemas de confinamento em climas semiáridos. Todavia, as práticas mencionadas podem acarretar aumento nos custos de produção.

Altas temperaturas ambientais são verificadas durante grande parte do ano em regiões semiáridas e seus efeitos se tornam mais evidentes, principalmente em vacas em lactação (Tapki & Şahin 2006). Exposições a ambientes com altas temperaturas podem levar vacas em lactação ao estresse crônico (West, 2003), estimular os receptores térmicos periféricos a suprimir a transmissão de impulsos nervosos para o centro do apetite no hipotálamo, causando redução no consumo de matéria seca (Nikkhah, 2011, Thornton et al., 2009) com consequências negativas no desempenho produtivo (Avendaño-Reyes et al., 2006).

A ação prejudicial dos fatores ambientais sobre vacas em lactação pode ser minimizada com a adoção de práticas de manejo como, a utilização de instalações adequadas (Schütz et al. 2009), aumento do número de refeições (Pazdiora et al., 2011) e fornecimento de ração à noite (Calamari et al., 2012).

Na literatura são escassas pesquisas com vacas mestiças em condições semiáridas, onde altas temperaturas estão quase sempre associadas à intensa radiação solar. Portanto, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes horários de fornecimento de ração durante a época quente na região semiárida para vacas mestiças (Holandês x Gir) em lactação, sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite, excreção de ureia, produção de proteína microbiana e eficiência de síntese de produção microbiana.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na fazenda Baronesa localizado no município de Altinho, Pernambuco-Brasil, microrregião do Brejo Pernambucano a 454 metros de altitude, clima semiárido (Bs'h) entre os meses de outubro e dezembro. O local se encontra nas coordenadas geográficas de 08° 29' 24" de latitude sul e 36° 03' 32" de longitude oeste de Greenwich. Foram utilizadas oito vacas mestiças (4 vacas 3/4 Holandês x Gir e 4 vacas 7/8 Holandês x Gir), com 600 kg de peso vivo médio e produção média diária de 20 kg de leite e período de lactação médio de 70 dias. Os animais passaram por um período de adaptação ao manejo e as instalações de 14 dias. Os animais foram alojados em baias individuais de 16 m², providas de bebedouros automáticos e cochos individuais. A instalação utilizada foi totalmente coberta com lona plástica e sua extremidade lateral coberta com sombrite, impedindo a incidência da radiação solar direta nos animais.

O período experimental teve duração de oitenta e quatro dias, dividido em subperíodos de 21. Os tratamentos constaram de diferentes horários de fornecimento de alimentos: 14:00h; 14:00h e 20:00h; 16:00h e 18:00h. independente dos tratamentos, todos os animais receberam a primeira oferta as 6:00h. Foi fornecido 60% do total de matéria seca na primeira oferta do dia (6:00h), o restante fornecido a tarde (40%). Para os animais que receberam a dieta fracionada em 3 vezes ao dia, o fornecimento de tarde foi dividido, ficando 20% as 14:00h e 20% as 20:00h.

A dieta foi formulada para atender as exigências de vacas com produção média de 20Kg de leite/dia com 4% de gordura, 100 dias de lactação e 600Kg PV. Baseadas em pesquisas anteriores com vacas em lactação recebendo cana de açúcar como volumoso exclusivo, adotou-se a relação volumoso/concentrado de 45:55 (Magalhães et al., (2006). A ração foi fornecida à vontade na forma de mistura completa, com registros diários das quantidades oferecidas.

Tabela 1. Composição percentual e nutricional da dieta experimental

Ingredientes (%)	% na MS
Cana	45,00
Milho	24,80
Soja	12,83
Trigo	14,67
Cloreto de Sódio	0,37
Fosfato Bicálcico	0,46
Calcário	0,23
Ureia	0,92
Núcleo Mineral	0,73
Composição Nutricional	% na MS
Matéria Seca	64,00
Matéria Orgânica	94,85
Proteína Bruta	15,00
Fibra em Detergente Neutro	31,60

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Os teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral foram analisados conforme descrito pela AOAC (2000) e fibra em detergente neutro foram determinados de acordo com as metodologias propostas por Van Soest et al. (1991). Os teores de carboidratos totais (CT) foram calculados conforme as equações propostas por Sniffen et al. (1992), em que $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ e os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF), pela fórmula $CNF = CT - FDN$. Para o cálculo de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi utilizado a equação: $NDT = PBD + EED \times 2,25 + FDND + CNFD$ em que: PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não-fibrosos digestíveis.

O ambiente foi monitorado por intermédio de um psicrômetro e termômetro de máxima e mínima instalados no interior de um abrigo termométrico localizado ao lado da área experimental. A umidade relativa foi obtida com o uso de tabelas meteorológicas. A leitura e registro das variáveis climáticas foram realizados diariamente, com intervalos de 2 horas (Tabela 2; Figura 1). O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi calculado utilizando-se a fórmula proposta por Kelly & Bond (1971): $ITU: Tar - (0.55 - 0.55UR)$ ($Tar - 58.0$), onde: Tar = temperatura do ar (°C) e UR = umidade relativa.

Em cada período de coleta, amostras dos ingredientes utilizados na ração e sobras foram coletadas e ao termino de cada período experimental, homogeneizadas e retirados uma amostra composta. A coleta de fezes foi realizada do 1° ao 5° dia do período de coleta em diferentes horários (6:00h, 8:00h, 10:00h, 12:00h e 14:00h). Após o término do período realizou-se a homogeneização das amostras, e em seguida retirada uma amostra composta por animal. Depois de identificadas, foram acondicionadas em recipientes plásticos, armazenadas a -10°C e pré-secas. Uma parte das amostras foi moída em moinho tipo Willy em peneiras de 1 mm para realização das análises bromatológicas, outra parte foi moída a 2 mm acondicionada em sacos de tecido não tecido (TNT-100g/m²) e incubadas no rúmen de um bubalino macho fistulado no rumem por 288h. Após incubação as amostras foram lavadas com detergente ácido para determinação da fibra em detergente ácido indigestível, utilizado como marcador interno para estimativa da produção de matéria seca fecal (Valente et al., 2011).

As vacas foram ordenhadas mecanicamente, duas vezes ao dia, às 4:00h e 16:00h, e suas produções registradas individualmente. As amostras individuais de leite foram coletadas no 4° e 5° dia do período de coleta, em quantidade proporcional às produções da manhã e da tarde (2% de total), para formação de amostra composta. Parte da amostra composta para determinação da composição do leite. Para produção de leite corrigida para

4% de gordura foi utilizado a seguinte fórmula: $[(0,432 + 0,1625 \times \% \text{ gordura do leite}) \times \text{produção de leite em kg/dia}]$.

Amostras de sangue e urina de cada animal foram coletadas aproximadamente 4 horas após o fornecimento da dieta matinal no 1º e 2º dia de cada período de coleta para cada vaca. As amostras de sangue foram coletadas por punção da veia mamária com auxílio de tubos contendo heparina sódica, devidamente identificados. O sangue foi imediatamente centrifugado para separação do plasma e congelado para posterior análise do teor de ureia plasmática utilizando *kit* comercial da marca Doles®.

Das amostras *spot* de urina retirou-se uma alíquota de 10mL, que, depois foi diluída em 40mL de ácido sulfúrico 0,036 N, a fim de reduzir o pH para valores abaixo de 3, evitando perdas de nitrogênio e destruição bacteriana dos derivados de purina e precipitação do ácido úrico. As amostras foram congeladas para posteriores análises de alantoína, ácido úrico, ureia e creatinina. A alantoína no leite e na urina foi determinada conforme método colorimétrico descrito por Chen & Gomes (1992), enquanto as de ácido úrico, ureia e creatinina foram determinadas com o uso de *kits* comerciais (Doles ®). A excreção total de derivados de purinas foi calculada pela soma das quantidades de alantoína excretada na urina e no leite, e pela excreção de ácido úrico na urina, expressa em mmol/dia

A estimativa de síntese de proteína microbiana foi realizada através da determinação da excreção de derivados de purina, conforme proposto por Chen e Gomes (1992). Para determinação da quantidade de purinas microbianas absorvidas (X mmol/dia) a partir da excreção de derivados de purina (Y mmol/dia) foi utilizada a seguinte equação: $Y = 0.85X + (0,385BW^{0,75})$, onde $BW^{0,75}$ representa o peso metabólico do animal (kg).

O fluxo intestinal de N microbiano foi calculado a partir das purinas microbianas absorvidas (X mmol/dia), utilizando a seguinte equação: N microbiano (g N/dia) = $70X / (0.83 \times 0.116 \times 1000)$.

A quantificação do volume urinário de cada animal foi feita multiplicando-se o respectivo peso vivo pela quantidade de creatinina excretada diariamente e dividindo-se o produto pela concentração de creatinina (mg/L) na amostra *spot*. Adotou-se a média 24.04 (mg/kgPV) obtida dos estudos de Chizzotti et al., (2007) para obtenção da excreção diária total de creatinina.

O delineamento experimental foi o duplo quadrado latino com 4 animais, 4 tratamentos e 4 períodos, sendo cada período composto por 14 dias de adaptação e 7 dias de coletas de dados (Nikkah et al., 2008). Os dados de consumo e digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite e produção de proteína microbiana foram submetidos à análise de variância (ANOVA) a partir do pacote de análises estatísticas SAS 9.0 (PROC GLM) e as médias, quando necessário, foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + Q_i + T_j + (V/Q)_{il} + Q \times T_{ij} + e_{ijkl}$$

Onde Y_{ijkl} é a observação na vaca l , no período K , submetida ao tratamento j , no quadrado latino i ; μ é a média geral, Q_i é o efeito do quadrado latino i , sendo $i = 1, 2$; T_j é o efeito do tratamento j , sendo $j = 1, 2, 3, 4$; $(V/Q)_{il}$ é o efeito da vaca l , dentro do quadrado latino i , sendo $l = 1, 2, 3, 4$; $Q \times T_{ij}$ efeito da interação entre o quadrado latino i x tratamento j ; e_{ijkl} é o erro aleatório associado a cada observação $ijkl$; $e_{ijkl} \sim NID(0, \sigma^2)$.

Resultados

A temperatura do bulbo seco apresentou o valor médio de 24,43°C e variou de 18 a 32,12°C, a umidade relativa do ar apresentou o valor médio de 68,35% e variou de 40 a 95%. O índice de temperatura e umidade apresentou o valor médio de 72,26 variando de

65,68 a 79,71 (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros climáticos

Parâmetros	Mínima	Média	Máxima
Tar (°C)	18,00	24,43	32,12
UR(%)	40,00	68,35	95,00
ITU	65,68	72,26	79,71

Tar: Temperatura de bulbo seco; UR: Umidade relativa; ITU: Índice de temperatura e umidade;

Na Figura 1 a temperatura do ar, umidade relativa e o índice de temperatura e umidade estão distribuídos ao longo do dia em intervalos de 2 horas.

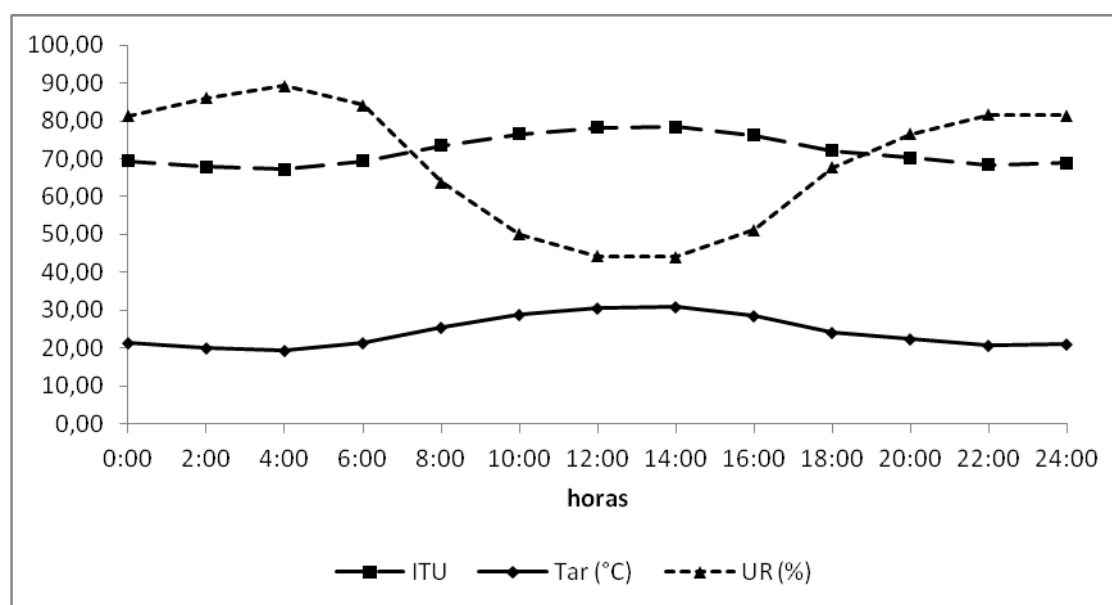


Figura 1. Distribuição ao longo do dia do ITU, Tar (°C) e UR (%)

O consumo de matéria seca, proteína bruta, matéria orgânica e fibra em detergente neutro e matéria orgânica digestível expressos em kg/dia e percentagem do peso corporal, assim como as respectivas digestibilidades dos nutrientes não foram influenciados ($P>0,05$) pelos horários de fornecimento de alimentos (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo e digestibilidade dos nutrientes

Consumo (kg/dia)	Horários de Fornecimento (h)				<i>P</i>	EPM
	14:00	14:00 e 20:00	16:00	18:00		
Matéria seca	19,18	19,76	20,05	20,04	0,92	0,3163
Proteína bruta	3,05	3,15	3,25	3,21	0,51	0,0425
Matéria orgânica	18,22	18,76	19,05	19,03	0,92	0,3002
Fibra em detergente neutro	5,86	6,07	6,11	6,16	0,91	0,1293
Matéria orgânica digestível	12,66	12,78	13,29	13,24	0,60	0,2237
Consumo (%PC)						
Matéria seca	3,22	3,26	3,37	3,33	0,61	0,0423
Fibra em detergente neutro	0,98	1,00	1,03	1,02	0,94	0,0176
Digestibilidade (%)						
Matéria seca	67,77	66,66	68,40	67,95	0,24	0,7557
Matéria orgânica	69,44	68,18	70,10	69,59	0,24	0,8549
Proteína bruta	70,65	70,23	72,02	70,86	0,26	0,9107
Fibra em detergente neutro	46,27	42,33	45,25	44,66	0,17	1,0771

EPM: Erro padrão da média

Os diferentes horários de fornecimento de alimentos não influenciaram ($P>0,05$) as produções de leite, gordura e proteína (kg/dia), bem como os teores de gordura e proteína e a eficiência alimentar (Tabela 4).

Tabela 4. Produção e composição do leite

Itens	Horários de Fornecimento (h)				<i>P</i>	EPM
	14:00	14:00 e 20:00	16:00	18:00		
PL (kg/dia)	21,22	20,21	21,16	19,79	0,20	0,3924
PLCG (4%)	21,26	20,16	20,91	20,22	0,19	0,4873
GOR (kg/dia)	0,960	0,862	0,805	0,829	0,33	0,0277
PRO (kg/dia)	0,750	0,734	0,744	0,706	0,26	0,0163
GOR (%)	4,06	3,99	3,95	4,13	0,13	0,1280
PRO (%)	3,55	3,65	3,53	3,56	0,15	0,0678
EA	1,05	0,99	0,99	0,96	0,36	0,0235

PL: produção de leite; PLCG: produção de leite corrigida para 4% de gordura; GOR: gordura; PRO: proteína; EA: eficiência alimentar; EPM: Erro padrão da média.

A concentração de ureia no plasma e no leite e a excreção urinária de ureia não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos tratamentos (Tabela 5), apresentando valores médios de 31,95 mg/dl, 10,74 mg/dl e 467,31 mg/kg PV, respectivamente.

Tabela 5. Excreção de ureia e produção de proteína microbiana

Excreção de ureia	Horários de fornecimento (h)				<i>P</i>	EPM
	14:00	14:00 e 20:00	16:00	18:00		
Plasma (mg/dl)	33,18	32,04	33,89	28,7	0,64	1,2590
Leite (mg/dl)	10,51	10,90	10,95	10,61	0,93	0,1847
Urina (mg/kgPV)	460,80	474,08	468,41	465,98	0,35	17,0635
Produção microbiana						
PM (g/dia)	1319,8	1413,3	1254,3	1273,0	0,56	70,0262
ESPM (g PB/kg NDT)	93,99	96,32	90,19	90,84	0,93	4,9744

PM: Proteína microbiana; ESPM: Eficiência de síntese de proteína microbiana e EPM: Erro padrão da média

A produção média de proteína microbiana e a eficiência de síntese de proteína microbiana ($P>0,05$) não foram influenciadas pelos horários de fornecimento (Tabela 4), com valores médios de 1315,1 g de PB microbiana/dia e 92,83 g de PB microbiana/kg de NDT, respectivamente.

Discussão

Durante o período de 10:00h as 16:00h o valor médio de ITU (79,71) ultrapassou o limite crítico superior de 72 reportado por West (2003) (Figura 1). Fato que demonstra que nesse período do dia os animais foram acometidos por estresse pelo calor. Contudo, nos demais horários, os valores de ITU se mantiveram abaixo do limite crítico superior, favorecendo as trocas de calor corporal com o ambiente por radiação (Ferreira et al., 2006).

Para regiões de clima quente, Brosh et al. (1998) sugeriram o fornecimento de ração em horários mais frescos do dia tendo em vista a possível redução no consumo de nutrientes, em consequência do estresse pelo calor. Nesta pesquisa verificou-se que, ainda que os animais utilizados apresentassem elevado grau de sangue Holandês, com pequena

participação de sangue zebuíno, esta participação foi eficiente em conferir tolerância às condições ambientais do semiárido, já que não houve influência dos horários de fornecimento no consumo de nutrientes (Tabela 3).

Em vacas em lactação estabuladas, quanto maior for a frequência de fornecimento maior será o consumo de alimentos (De Vries et al., 2005). Entretanto, independente da frequência de alimentação, não foram verificados diferenças no consumo nos animais que receberam alimentação duas ou três vezes ao dia (Tabela 3).

Não houve alteração no consumo de nutrientes (Tabela 3), o que pode justificar o resultado encontrado na produção de leite. Os animais apresentaram o consumo de matéria seca superior aos 18,8 kg/dia estimados pelo NRC (2001) para vacas com essas características.

A composição nutricional da dieta é o principal fator responsável pelas mudanças na composição química do leite de vacas (Fagan et al., 2010). O teor de gordura também pode ser influenciado pela ingestão de forragem (Dewhurst et al., 2003). Em condições de estresse pelo calor vacas em lactação apresentam redução no conteúdo de gordura do leite, isso se deve a redução no consumo de forragens e aumento na seleção e consumo de concentrado (Collier, 1985). A ausência de efeito sobre a composição do leite pode ser creditado à composição da dieta (Tabela 1) e ao consumo de nutrientes (Tabela 3), que não foram alterados pelos horários de fornecimento, e também ao fato de não ter sido permitida a seleção de ingredientes, uma vez que a proporção de sobras para todos os horários ficou em torno de 8%.

Apesar de ser bem conhecido que o estresse pelo calor afeta adversamente a função celular, causando, principalmente, desnaturação de proteínas necessárias para a função celular e sobrevivência (Collier et al., 2006). As proteínas de choque térmico (Hsp's) atuam protegendo as células do estresse por calor, restaurando as proteínas desnaturadas.

No entanto, a síntese dessas proteínas compete com a síntese de proteína do leite nas células mamárias (Collier et al., 2012). Com isso, pode-se prever uma diminuição na concentração de proteína do leite durante períodos de estresse por calor. A intensidade e duração do estresse térmico o qual os animais foram submetidos (Figura 1) não foram suficientes para ocasionar redução na proteína do leite (Tabela 4).

De acordo com Hussain et al., (1996), a produção de leite é altamente dependente da quantidade total de energia consumida, esta afirmativa poderia explicar o resultado encontrado nesta pesquisa para a produção de leite, já que o consumo de matéria orgânica digestível não variou entre os horários de fornecimento de alimentos (Tabela 3).

Excreções plasmáticas de compostos nitrogenados são influenciadas pelas quantidades de energia e proteína da dieta (Ferreira et al., 2009), como também pelo consumo de nitrogênio (Burgos et al., 2007). Assim o resultado encontrado para as excreções de ureia no plasma e urina poderia ser explicado pela dieta, que foi a mesma para ambos os tratamentos (Tabela 1), como também pelo consumo de proteína e energia, que não sofreu influência dos tratamentos (Tabela 2). Além disso, segundo Magalhães et al. (2005) a excreção urinária de ureia acompanha a concentração plasmática de ureia, assim quanto maior a concentração plasmática de ureia maior a excreção urinária da mesma.

A concentração de ureia no leite se mostrou dentro da faixa reportada por Rajala-Schultz & Saville (2003) de 8-12mg/dl. É possível que este resultado esteja relacionado àquele encontrado para concentrações de ureia plasmática (Tabela 5), uma vez que a concentração de ureia no leite é diretamente influenciada pela concentração plasmática de ureia (Nousiainen et al., 2004).

A produção de N microbiano apresenta uma relação direta com o consumo de MS (Marcondes et al., 2010). Como o consumo de matéria seca não foi alterado (Tabela 3), a

produção de nitrogênio e proteína microbiana não foi influenciada pelos horários de fornecimento.

Os valores encontrados para eficiência de síntese de proteína microbiana (Tabela 5) foram inferiores aos 130 g PB mic/kg de NDT consumido, indicados pelo NRC (2001). Essa eficiência pode variar de 53 a 140 g PB mic/kg NDT, sendo essa variação decorrente das diferentes composições nutricionais dos alimentos utilizados em regiões tropicais, quando comparados àqueles utilizados em regiões de clima temperado (Valadares Filho et al., 2006).

As recomendações de fornecimento de alimentos em horários mais frescos do dia (Brosh et al., 1998) não se aplicam para animais mestiços mantidos em confinamento no semiárido durante o verão.

Conclusão

Uma vez que não houve alterações nos consumos e digestibilidades dos nutrientes, produção e composição do leite, excreção de ureia e produção microbiana, recomenda-se qualquer um dos horários de fornecimento de alimentos para vacas mestiças (Holandês-Gir) em lactação, mantidas em regime de confinamento no semiárido.

Referências Bibliográficas

AOAC, O., Official Methods of Analysis, 16° ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA. 2000, 937p.

AVENDAÑO-REYES, L.; ALVAREZ-VALENZUELA, F. D.; CORREA-CALDERÓN, A.; SAUCEDO-QUINTERO, J. S.; ROBINSON, P. H.; FADEL, J. G. Effect of cooling Holstein cows during the dry period on postpartum performance under heat stress conditions. **Livestock Science**, v. 105, n. 1-3, p. 198-206, 2006.

BROSH, A.; AHARONI, Y.; DEGEN, A. A.; WRIGHT, D.; YOUNG, B. A. 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, n. 10, p. 2671-2677, 1998.

BURGOS, S. A.; FADEL, J. G.; DEPETERS, E. J. Prediction of ammonia emission from dairy cattle manure based on milk urea nitrogen: Relation of milk urea nitrogen to urine urea nitrogen excretion. **Journal of dairy science**, v. 90, n. 12, p. 5499-5508, 2007.

CALAMARI, L.; PETRERA, F. STEFANINI, L.; ABENI, F. Effects of different feeding time and frequency on metabolic conditions and milk production in heat-stressed dairy cows. **International Journal Biometeorology**, DOI: 10.1007/s00484-012-0607-x (on-line), 2012.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details**. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Bucksburnd, Aberdeen: Research Institute, 1992. 21p. (Occasional publication).

CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; MARTINS CHIZZOTTI, F. H.; MARCONDES, M. I.; FONSECA, M. A. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.138-146, 2007.

COLLIER, R. J. **Nutritional, metabolic and environmental aspects of lactation**. in Lactation. B. L. Larson, ed. Iowa State University. Press, Ames. p. 80–128, 1985.

COLLIER, R. J.; DAHL, G. E.; VANBAALE, M. J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 89, n. 4, p. 1244-1253, 2006.

COLLIER, R. J.; HALL, L. W.; RUNGRUANG, S.; ZIMBLEMAN, R. B. Quantifying heat stress and its impact on metabolism and performance. **Proceedings...** Florida Ruminant Nutrition Symposium. University of Florida, Gainesville, p. 74-83, 2012.

DE VRIES, T. J.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; BEAUCHEMIN, K. A. Frequency of feed delivery affects the behavior of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 88, n. 10, p. 3553-3562, 2005.

DEWHURST, R. J.; SCOLLAN, N. D.; LEE, M. R. F.; OUGHAM, H. J.; HUMPHREYS, M. O. Forage breeding and management to increase the beneficial fatty acid content of ruminant products. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 62, n. 2, p. 329-336, 2003.

FAGAN, E. P.; JOBIM, C. C.; JUNIOR, M. C.; SILVA, M. S.; SANTOS, G. T. Fatores ambientais e de manejo sobre a composição química do leite em granjas leiteiras do Estado do Paraná, Brasil leite em granjas leiteiras do Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 3, p. 309-316, 2010.

FERREIRA, F.; PIRES, M. F. A.; MARTINEZ, M. L.; COELHO, S. G.; CARVALHO, A. U.; FERREIRA, P. M.; FACURY FILHO, E. J.; CAMPOS, W. E. Parâmetros fisiológicos de bovinos cruzados submetidos ao estresse calórico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.732-738, 2006.

FERREIRA, M. A.; SILVA, R. R.; RAMOS, A. O.; VÉRAS, A. S. C.; MELO, A. A. S.; GUIMARÃES, A. V. Síntese de proteína microbiana e concentrações de uréia em vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 159-165, 2009.

HUSSAIN, Q.; HAVREVOLL, Ø.; EIK, L. O. Effect of type of roughage on feed intake, milk yield and body condition of pregnant goats. **Small Ruminant Research**, v. 22, n. 2, p. 131-139, 1996.

KELLY, C. F.; BOND, T. E. Bioclimatic factors and their measurements. In: National Academy of Sciences. **A guide to environmental research on animals**. Washington, D.C.: National Academy of Science, 1971.

MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. S.; CABRAL, L. S.; MELLO, R.; FREITAS, J. A.; TORRES, R. A.; VALADARES FILHO, S. C.; ASSIS, A. J. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.591-599, 2006.

MAGALHÃES, K. A.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; PAIXÃO, M. L.; PINA, D. S.; PAULINO, P. V. R.; CHIZZOTI, M. L.; MARCONDES, M. I.; ARAUJO, A. M.; PORTO, M. O. Produção de proteína microbiana, concentração plasmática de uréia e excreções de uréia em novilhos alimentados com diferentes níveis de uréia ou casca de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 4, p. 1400-1407, 2005.

MARCONDES, M. I; GIONBELLI, M. P.; VALADARES FILHO, S. C.; CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, M. F. **Exigências nutricionais de proteína para bovinos de corte**. In: VALADARES FILHO, S. C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, P. V. R. (Eds) **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE**, Viçosa: Editora UFV. 193 p. 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Nutrient Requerimens of the Dairy Cattle**. 7. ed. National Academy Press, Washington: D. C. 2001, 381p.

NIKKHAH, A. Eating timing an evolutionary manager of postmodern rumen physiology and health: a review. **Open Access Animal Physiology**, v. 3, p. 13-19, 2011.

NIKKHAH, A.; FUREDI, C. J.; KENNEDY, A. D.; CROW, G. H.; PLAIZIER, J. C. Effects of feed delivery time on feed intake, milk production, and blood metabolites of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v, 91, n. 11, p. 4249-4260, 2008.

NOUSIAINEN, J.; SHINGFIELD, K. J.; HUHTANEN, P. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. **Journal of dairy science**, v. 87, n. 2, p. 386-398, 2004.

PAZDIORA, R. D.; BRONDANI, L. I.; SILVEIRA, M. F.; ARBOITTE, M. Z.; CATTELAM, J.; PAULA, P. C. Efeitos da frequência de fornecimento do volumoso e concentrado no comportamento ingestivo de vacas e novilhas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 10, p. 2244-2251, 2011.

RAJALA-SCHULTZ, P.J.; SAVILLE, W.J.A. Sources of variation in milk urea nitrogen in Ohio dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.86, n. 5, p.1653-1661, 2003.

SCHÜTZ, K. E.; ROGERS, A. R.; COX, N. R.; TUCKER, C. B. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: Shade use, behaviour, and body temperature. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 116, n. 1, p. 28-34, 2009.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.S.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, 3562-3577, 1992

TAPKI, I. & ŞAHIN, A. Comparison of the thermoregulatory behaviours of low and high producing dairy cows in a hot environment. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 99; n. 1-2, p. 1- 11, 2006.

THORNTON, P. K.; VAN DE STEEG, J.; NOTENBAERT, A.; HERRERO, M. The impacts of climate change on livestock and livestock systems in developing countries: A review of what we know and what we need to know. **Agricultural Systems**, v. 101, n. 3, p.113-127, 2009.

URBANO, S.A.; FERREIRA, M. A.; DUTRA JUNIOR, W. M.; ANDRADE, R. P. X.; FELIX, S. C.; CAMPOS, J. T. S. SIQUEIRA, M. C. B. Substituição do feno de tifton por casca de manona na dieta de ovinos: componentes não-carcaça. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 64, n. 6, p. 1649-1655. 2012.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHÃES, K. A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-CORTE**. Viçosa, 2006.

VALENTE, T. N. P.; DETMANN, E.; QUEIROZ, A. C.; VALADARES FILHO, S. C.; GOMES, D. I.; FIGUEIRAS, J. F. Evaluation of rumen degradation profiles of forages using bags made from different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p.2565-2573, 2011.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for extraction fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 1, 3583–3597, 1991.

WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 6, p. 2131-2144, 2003.

WEST, J. W.; MULLINIX, B. G.; BERNARD, J. K. Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.86, n. 1, p.232–242, 2003.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O fornecimento de alimentos para vacas em lactação em muitas vezes é realizado sem nenhum critério técnico relacionado a conforto térmico, isso poderia ocasionar grandes perdas. Um desses critérios seria o horário de fornecimento. As poucas pesquisas disponíveis na literatura recomendam o fornecimento em horários mais frescos do dia.

Apesar de serem utilizados animais mestiços, porém com maior participação genética da raça Holandês (3/4 e 7/8), os resultados contrariam a maioria das informações contidas na literatura no tocante a horário de fornecimento de alimentos para vacas em lactação. Não houve alteração na grande maioria dos parâmetros avaliados. Dessa forma, fica comprovada a demanda por índices de conforto térmico que possam ser aplicados para vacas mestiças mantidas em regiões tropicais durante a época quente do ano, mais precisamente no semiárido. E, assim, nortear medidas de manejo para a melhor eficiência dos sistemas de produção de leite inseridos nessas regiões.

Apêndice

Tabela de dados

Tabela 1. Consumos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), matéria orgânica digestível (MOD).

Animal	Trat	Período	Quadrado	kg/dia					% do PC	
				MS	PB	MO	FDN	MOD	MS	FDN
1	1	1	1	17,991	3,001	17,079	5,198	12,559	3,279	0,947
2	1	2	1	18,631	3,016	17,686	5,926	12,857	3,270	1,040
3	1	3	1	18,225	2,999	17,323	5,440	11,935	2,855	0,852
4	1	4	1	18,482	2,870	17,590	5,912	11,120	2,949	0,943
1	1	1	2	17,052	2,902	16,157	4,847	10,853	2,993	0,851
2	1	2	2	20,956	3,086	19,943	6,295	14,311	3,590	1,078
3	1	3	2	22,664	3,576	21,488	6,957	15,182	3,505	1,076
4	1	4	2	19,449	2,948	18,508	6,271	12,506	3,332	1,074
2	2	1	1	19,756	3,050	18,756	6,075	12,777	3,263	1,003
3	2	2	1	20,614	3,316	19,538	6,502	13,024	3,229	1,018
4	2	3	1	18,590	3,112	17,643	5,401	12,068	2,966	0,862
1	2	4	1	18,937	2,927	18,039	6,008	12,355	3,284	1,042
3	2	1	2	22,074	3,573	20,914	6,543	15,511	3,489	1,034
1	2	2	2	20,134	3,179	19,059	6,427	12,823	3,409	1,088
4	2	3	2	16,870	2,767	16,024	4,948	11,471	2,961	0,869
2	2	4	2	21,077	3,244	20,076	6,697	12,177	3,493	1,110
4	3	1	1	20,869	3,462	19,798	6,059	14,976	3,458	1,004
1	3	2	1	19,987	3,166	18,967	6,274	12,891	3,545	1,113
2	3	3	1	19,340	3,132	18,346	5,841	13,047	3,354	1,013
3	3	4	1	20,479	3,185	19,503	6,506	11,906	3,167	1,006
2	3	1	2	15,956	2,903	15,174	4,291	12,031	2,871	0,772
4	3	2	2	19,947	3,175	18,931	6,301	13,936	3,730	1,178
1	3	3	2	20,219	3,295	19,166	5,978	12,727	3,549	1,049
3	3	4	2	23,623	3,665	22,490	7,646	14,783	3,341	1,081
3	4	1	1	19,257	3,233	18,275	5,559	13,498	3,072	0,887
4	4	2	1	21,440	3,511	20,327	6,742	14,959	3,485	1,096
1	4	3	1	18,660	2,987	17,687	5,583	11,980	3,358	1,005
2	4	4	1	20,244	3,148	19,288	6,495	13,751	3,260	1,046
4	4	1	2	19,068	3,156	18,077	5,564	12,865	3,431	1,001
3	4	2	2	23,650	3,681	22,427	7,578	15,010	3,739	1,198
2	4	3	2	17,932	2,928	17,022	5,296	11,404	3,036	0,897
1	4	4	2	20,099	3,074	19,116	6,457	12,453	3,267	1,050

MS: matéria seca, MO: matéria orgânica, PB: proteína bruta, FDN: fibra em detergente neutro, MOD: matéria orgânica digestível

Tabela 2. Digestibilidades da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN).

Animal	Tratamento	Período	Quadrado	MS (%)	MO (%)	PB (%)	FDN (%)
1	1	1	1	71,69	73,53	70,99	51,74
2	1	2	1	71,04	72,69	74,72	49,41
3	1	3	1	67,04	68,90	71,06	41,25
4	1	4	1	61,84	63,22	68,10	36,79
1	1	1	2	66,44	67,17	66,68	45,90
2	1	2	2	69,90	71,76	72,61	45,80
3	1	3	2	69,07	70,65	71,51	47,27
4	1	4	2	65,91	67,57	69,54	52,03
2	2	1	1	66,61	68,12	69,44	42,06
3	2	2	1	65,19	66,66	67,93	47,59
4	2	3	1	67,20	68,40	72,69	41,63
1	2	4	1	66,89	68,49	72,45	40,22
3	2	1	2	72,64	74,16	78,45	46,18
1	2	2	2	66,13	67,28	68,26	42,59
4	2	3	2	70,04	71,58	73,41	46,65
2	2	4	2	58,61	60,65	59,22	31,76
4	3	1	1	74,20	75,64	78,59	52,87
1	3	2	1	65,60	67,96	68,51	46,47
2	3	3	1	69,46	71,12	69,98	42,87
3	3	4	1	58,93	61,05	64,90	29,87
2	3	1	2	78,43	79,29	81,88	54,43
4	3	2	2	71,77	73,62	74,52	49,49
1	3	3	2	64,94	66,41	70,32	39,08
3	3	4	2	63,84	65,73	67,55	46,96
3	4	1	1	72,42	73,86	73,56	48,27
4	4	2	1	72,39	73,59	75,30	48,45
1	4	3	1	66,23	67,73	69,36	41,65
2	4	4	1	69,69	71,29	74,90	48,23
4	4	1	2	69,73	71,17	71,39	48,05
3	4	2	2	64,18	66,93	60,15	51,46
2	4	3	2	65,23	67,00	69,33	35,51
1	4	4	2	63,71	65,15	72,86	35,65

MS: matéria seca, MO: matéria orgânica, PB: proteína bruta, FDN: fibra em detergente neutro

Tabela 3. Produção de leite (Kg/dia), produção de gordura (kg/dia), produção de proteína (Kg/dia), percentual de gordura e proteína e eficiência alimentar

Animal	Tratamento	Período	Quadrado	PL	PL (4%)	G (kg/dia)	P (kg/dia)	G (%)	P (%)	EA
1	1	1	1	19,89	17,04	0,67	0,64	3,38	3,25	1,00
2	1	2	1	21,12	19,05	0,77	0,65	3,68	3,08	1,08
3	1	3	1	19,31	16,67	0,66	0,65	3,42	3,41	0,97
4	1	4	1	19,48	21,17	0,95	0,76	4,91	3,91	1,20
1	1	1	2	26,54	19,68	0,69	0,77	2,61	2,91	1,23
2	1	2	2	21,26	21,57	0,94	0,80	4,43	3,76	1,08
3	1	3	2	21,94	24,07	1,09	0,87	4,98	3,97	1,11
4	1	4	2	20,23	22,34	1,01	0,83	5,03	4,13	1,20
2	2	1	1	18,34	14,53	0,54	0,56	2,95	3,06	0,78
3	2	2	1	19,42	16,12	0,62	0,68	3,2	3,5	0,83
4	2	3	1	17,49	18,76	0,84	0,75	4,82	4,32	1,06
1	2	4	1	19,79	18,71	0,78	0,68	3,97	3,45	1,04
3	2	1	2	24,80	25,13	1,09	0,93	4,42	3,75	1,19
1	2	2	2	23,75	20,60	0,81	0,74	3,45	3,14	1,08
4	2	3	2	19,11	22,03	1,02	0,81	5,35	4,27	1,36
2	2	4	2	18,99	17,30	0,71	0,69	3,74	3,68	0,87
4	3	1	1	21,39	23,02	1,03	0,84	4,84	3,94	1,15
1	3	2	1	19,90	18,28	0,75	0,67	3,79	3,41	0,96
2	3	3	1	20,37	19,57	0,82	0,69	4,07	3,43	1,06
3	3	4	1	23,52	19,73	0,76	0,78	3,26	3,34	1,02
2	3	1	2	21,39	17,05	0,63	0,66	2,98	3,11	1,14
4	3	2	2	20,90	21,83	0,96	0,8	4,63	4	1,15
1	3	3	2	23,17	19,54	0,76	0,73	3,29	3,15	1,02
3	3	4	2	18,62	19,72	0,88	0,71	4,73	3,83	0,87
3	4	1	1	21,39	19,30	0,78	0,74	3,68	3,47	1,06
4	4	2	1	19,13	19,72	0,86	0,76	4,54	4	0,96
1	4	3	1	19,77	18,52	0,77	0,68	3,91	3,46	1,05
2	4	4	1	21,52	19,73	0,81	0,69	3,78	3,22	1,03
4	4	1	2	20,46	21,62	0,96	0,78	4,71	3,85	1,19
3	4	2	2	22,59	24,48	1,10	0,86	4,89	3,83	1,08
2	4	3	2	15,59	14,60	0,61	0,55	3,91	3,57	0,86
1	4	4	2	17,79	15,81	0,63	0,55	3,59	3,1	0,83

PL: produção de leite, G: gordura, P: proteína, EA: eficiência alimentar

Tabela 4. Temperatura retal (°C), frequência respiratória (mov/min), temperatura da epiderme (°C), temperatura de superfície de pelame (°C) e taxa de sudção (g/m²/hora)

Animal	Tratamento	Período	Quadrado	TR	FR	TEP	TSP	TSUD
1	1	1	1	38,2	40,0	34,2	33,0	129,60
2	1	2	1	38,4	44,0	33,7	33,0	69,02
3	1	3	1	38,3	41,0	33,8	33,2	153,58
4	1	4	1	38,3	63,0	33,1	32,5	33,99
1	1	1	2	38,1	53,0	34,0	32,4	82,86
2	1	2	2	39,6	89,0	35,4	34,5	51,06
3	1	3	2	38,7	59,0	32,8	32,1	107,69
4	1	4	2	38,4	43,0	32,4	31,9	103,07
2	2	1	1	38,2	38,9	32,4	30,9	112,75
3	2	2	1	38,1	46,7	33,4	32,9	133,34
4	2	3	1	39,5	83,3	33,4	32,5	49,33
1	2	4	1	38,4	42,0	32,9	32,0	41,03
3	2	1	2	38,4	48,0	32,3	31,0	191,59
1	2	2	2	38,4	58,7	34,4	33,0	77,83
4	2	3	2	38,1	39,3	31,9	31,4	212,02
2	2	4	2	38,6	70,0	33,0	32,2	50,77
4	3	1	1	38,9	71,2	34,2	32,8	86,14
1	3	2	1	38,3	50,4	34,3	33,3	82,98
2	3	3	1	38,8	53,6	33,4	32,4	108,30
3	3	4	1	38,1	38,4	33,5	33,3	74,56
2	3	1	2	38,5	55,2	33,6	32,7	156,29
4	3	2	2	38,1	38,4	32,7	32,3	65,53
1	3	3	2	39,7	78,4	34,2	33,0	142,57
3	3	4	2	38,4	56,8	32,2	31,5	60,99
3	4	1	1	38,6	45,6	32,4	31,9	136,17
4	4	2	1	38,3	72,8	32,8	31,8	73,37
1	4	3	1	38,4	47,2	33,4	32,3	159,97
2	4	4	1	38,5	43,2	32,6	31,5	51,98
4	4	1	2	38,1	38,4	32,1	31,5	205,96
3	4	2	2	38,4	52,8	32,6	32,0	153,79
2	4	3	2	39,0	72,0	33,4	32,1	116,04
1	4	4	2	38,2	48,8	33,8	32,6	66,67

TR: temperatura retal, FR: frequência respiratória, TEP: temperatura de epiderme, TSP: temperatura de superfície de pelame e TSUD: taxa de sudção.

Tabela 5. Tempo de ócio (min/dia), ruminação (min/dia), ingestão de sólidos (min/dia) e ingestão de líquidos (min/dia)

Animal	Tratamento	Período	Quadrado	ÓCIO	RUM	IS	IL
1	1	1	1	430	560	330	120
2	1	2	1	320	670	350	100
3	1	3	1	600	460	320	60
4	1	4	1	620	460	280	80
1	1	1	2	460	560	360	60
2	1	2	2	360	700	320	60
3	1	3	2	540	590	280	30
4	1	4	2	500	580	330	30
2	2	1	1	544	534	316	46
3	2	2	1	620	520	270	30
4	2	3	1	600	490	280	70
1	2	4	1	490	520	350	80
3	2	1	2	700	450	280	10
1	2	2	2	500	540	360	40
4	2	3	2	430	620	340	50
2	2	4	2	470	600	330	40
4	3	1	1	430	590	340	80
1	3	2	1	410	590	300	140
2	3	3	1	280	620	450	90
3	3	4	1	570	520	330	20
2	3	1	2	490	690	220	40
4	3	2	2	580	550	280	30
1	3	3	2	420	580	320	120
3	3	4	2	620	500	270	50
3	4	1	1	730	450	210	50
4	4	2	1	550	570	280	40
1	4	3	1	460	560	300	120
2	4	4	1	440	560	390	50
4	4	1	2	660	520	240	20
3	4	2	2	440	620	360	20
2	4	3	2	410	660	300	70
1	4	4	2	390	600	360	90

RUM: tempo de ruminação; TS: Tempo de ingestão de sólidos, TL: Tempo de ingestão de líquidos

Tabela 6. Concentrações de ureia no plasma (mg/dl), leite (mg/dl), urina (mg/kg PV), produção de proteína microbiana (g/dia) e eficiência de síntese de proteína microbiana (g ob/ kg NDT)

Animal	Tratamento	Período	Quadrado	UP	UL	UU	PPM	EPM
1	1	1	1	29,25	9,93	310,43	1431,53	105,73
2	1	2	1	46,98	10,12	562,16	1189,18	84,32
3	1	3	1	34,18	10,71	599,73	1308,83	100,04
4	1	4	1	25,96	12,27	510,93	1483,94	88,76
1	1	1	2	33,45	9,73	274,94	1330,04	111,87
2	1	2	2	42,96	9,54	422,87	794,80	59,84
3	1	3	2	24,31	10,32	513,36	1553,88	96,29
4	1	4	2	28,33	11,49	492,00	1466,51	105,08
2	2	1	1	41,68	11,29	457,64	1147,35	80,52
3	2	2	1	40,40	10,71	581,52	1464,44	100,49
4	2	3	1	25,41	10,32	427,95	1437,50	88,89
1	2	4	1	23,76	12,46	513,26	1138,84	86,64
3	2	1	2	39,49	9,73	624,98	2326,57	139,35
1	2	2	2	36,20	9,73	442,88	1881,41	132,19
4	2	3	2	20,29	10,51	326,72	582,27	37,99
2	2	4	2	29,07	12,46	417,65	1327,76	104,49
4	3	1	1	32,72	9,35	455,95	1785,67	145,65
1	3	2	1	44,06	10,51	639,18	896,85	66,62
2	3	3	1	23,95	11,10	365,86	1657,61	114,72
3	3	4	1	36,93	12,46	336,87	1328,78	90,39
2	3	1	2	34,18	9,54	603,90	1466,91	103,04
4	3	2	2	35,65	9,93	434,60	961,57	75,18
1	3	3	2	30,53	12,07	492,62	759,83	53,65
3	3	4	2	33,09	12,66	418,27	1177,10	72,29
3	4	1	1	33,09	9,93	569,38	2244,76	166,50
4	4	2	1	36,38	9,93	531,20	1492,07	109,16
1	4	3	1	26,32	10,12	496,00	1018,14	72,19
2	4	4	1	22,67	12,27	381,10	893,58	59,44
4	4	1	2	34,55	9,93	569,03	1187,06	87,61
3	4	2	2	32,90	10,32	375,97	1151,12	69,05
2	4	3	2	21,57	10,51	400,41	1406,85	104,62
1	4	4	2	22,12	11,88	404,71	790,02	58,13

UP: concentração de ureia no plasma, UL: concentração de ureia no leite, UU: concentração de ureia na urina, PPM: produção de proteína microbiana, EPM: eficiência de síntese de proteína microbiana