

Desempenho, saúde e conforto animal em sistemas silvipastoris no Brasil



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Pecuária Sudeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

DOCUMENTOS 129

Desempenho, saúde e conforto animal em sistemas silvipastoris no Brasil

*Maria Luiza Franceschi Nicodemo
Alexandre Rossetto Garcia
Vanderley Porfirio-da-Silva
Domingos Sávio Campos Paciullo*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Pecuária Sudeste
Rod. Washington Luiz, km 234
13560 970, São Carlos, SP
Caixa Postal 339
Fone: (16) 3411- 5600
www.embrapa.br/pecuaria-sudeste
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Alexandre Berndt

Secretária-Executiva
Simone Cristina Méo Niciura

Membros
*Maria Cristina Campanelli Brito, Emilia M. P.
Camarnado, Milena Ambrosio Telles, Mara Angélica
Pedrochi*

Revisão de texto
Milena Ambrosio Telles

Normalização bibliográfica
Mara Angélica Pedrochi

Editoração eletrônica
Maria Cristina Campanelli Brito

Foto da capa
Maria Luiza Franceschi Nocodemo

1ª edição on line: 2018

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Pecuária Sudeste

Nicodemo, Maria Luiza Franceschi

Desempenho, saúde e conforto animal em sistemas silvipastoris no Brasil. /
Maria Luiza Franceschi Nicodemo et al. — São Carlos, SP: Embrapa Pecuária
Sudeste, 2018.

44p. — (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 129).

ISSN 1980-6841

1. Calor. 2. Sanidade animal. 3. Imunologia. 4. Pastagem. I. Nicodemo, Maria
Luiza Franceschi II. Garcia, Alexandre Rossetto. III. Porfírio-da-Silva, Vanderley.
IV. Paciullo, Domingos Sávio Campos. II. Título. III. Série.

CDD: 636.2142

© Embrapa, 2018

Autores

Maria Luiza Franceschi Nicodemo

Zootecnista, Dra., pesquisadora da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP

Alexandre Rossetto Garcia

Médico Veterinário, Dr., pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP

Vanderley Porfírio-da-Silva

Engenheiro Agrônomo, Dr., pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, Paraná

Domingos Sávio Campos Paciullo

Engenheiro Agrônomo, Dr., pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

Apresentação

Este documento tem como objetivo oferecer uma compilação de resultados de estudos feitos no Brasil que envolvem o componente animal em sistemas silvipastoris. Foram abordados os efeitos do estresse por calor em animais domésticos, com ênfase em ruminantes. Foram destacados os mecanismos de controle da temperatura corporal e os impactos do calor na produção e na saúde animal. Foram levantados os resultados de pesquisa relacionados ao componente animal em estudos realizados em sistemas silvipastoris em diferentes regiões do Brasil, e esses resultados foram relacionados com os benefícios esperados. Finalmente, foram discutidas as prováveis razões pelas quais os resultados observados estão aquém, em sua maior parte, do que é esperado, dadas as indicações de prevalência do estresse ambiental por calor no País. A revisão não foi exaustiva; porém, permite oferecer um panorama do que foi feito e das lacunas e contradições observadas.

Sumário

Introdução	9
Sistemas de produção em pastagens convencionais versus sistemas silvipastoris	9
O que é o estresse por calor?	11
Consequências do estresse por calor - redução na produtividade	18
Estresse e reprodução	18
Resposta imunológica	20
Como se avalia o estresse por calor?	22
Conforto, desempenho e sanidade em sistemas silvipastoris	22
Comentários finais	35
Referências	37

Introdução

Animais domésticos criados nos trópicos estão sujeitos ao estresse por calor em grande parte do tempo. Bovinos, por exemplo, estarão confortáveis com radiação incidente de até 800 W/m²/hora (NAÃS, 1989), e é comum, nas condições brasileiras (mesmo de subtropical), a radiação incidente ultrapassar 1.000 W/m²/hora. O estresse por calor provoca alterações de comportamento e de fisiologia que podem prejudicar o desempenho e a saúde dos animais. O gasto de energia para manter a temperatura corporal dentro da faixa desejável é priorizado em detrimento da manutenção da resposta imunológica e do ganho de peso ou da produção de leite. Os benefícios no controle do estresse por calor são frequentemente atribuídos aos sistemas silvipastoris (SSP), que combinam árvores e pastagens. Porém, a questão que se coloca é: o que, de fato, temos como resultado de pesquisas no Brasil que suporte essa afirmativa? O propósito aqui é destacar o efeito do estresse por calor no animal e revisar os resultados de experimentos que estudaram o impacto de SSP no conforto e na saúde animal, com foco em ruminantes, no Brasil.

Sistemas de produção em pastagens convencionais versus SSP

Em passado recente, a manutenção de árvores em pastagens cultivadas era vista como uma prática desaconselhada. Pecuaristas frequentemente associavam árvores a desleixo. Assim, a maioria das pastagens cultivadas nos biomas Mata Atlântica, Cerrado e Amazônia tem apenas quatro a cinco árvores adultas/ha (ANDRADE; SALMAN; OLIVEIRA, 2012). Isso faz com que, em geral, a disponibilidade de sombreamento nas pastagens não seja superior a 1% da área total. Assim, o fato é que as pastagens cultivadas no Brasil, de modo geral, são desprovidas de árvores. Exceções podem ser encontradas em algumas áreas nos biomas Pantanal, como as pastagens sob os paratudais (formação monodominante de *Tabebuia aurea* – paratudo), e nas pastagens no Cerrado na região da Serra da Bodoquena, no Mato Grosso do Sul.

Os SSP obrigatoriamente são formados dos seguintes componentes: um forrageiro/herbáceo, um animal e um lenhoso de porte arbóreo/arborescente (NAIR, 1985). Em algumas formas de SSP, o componente arbóreo também pode ser forrageiro (ex.: leucena, amora, cratília). Assim, arranjos que tenham somente plantas forrageiras (desde que pelo menos uma seja lenhosa), mesmo não fornecendo proteção ao gado, podem ser considerados silvipastoris, como a utilização de leucena para pastejo. É usual aceitar que haja um novo produto e/ou serviço não encontrado e/ou produzido pela utilização de forrageiras herbáceas. Por exemplo, em forrageiras herbáceas leguminosas, obtém-se forragem e fixação de nitrogênio atmosférico no solo, o que pode ser conseguido também com uma leguminosa arbórea (DIAS et al., 2007). Mas, se a leguminosa arbórea for manejada corretamente, poderá prover ainda sombra para o gado e madeira, frutos ou extratos para uso comercial ou na propriedade rural.

Neste documento, consideraremos como SSP aqueles sistemas que apresentam entre 10% e 50% de cobertura da superfície do solo, em projeção vertical das copas das árvores (ANDRADE; SALMAN; OLIVEIRA, 2012). A cobertura de copas pode ser um critério para configurar um sistema silvipastoril, uma vez que, com 10% de cobertura de copas, a área pode ser considerada como florestal ou silvicultural (FAO, 2012). É importante lembrar que a restrição de radiação solar para o dossel das forrageiras é dependente da arquitetura de copa das árvores no SSP, o que não é diretamente correlacionado com o percentual de cobertura de copa. Limites restritivos para o

crescimento de determinada forrageira podem ser alcançados ainda sob pequena cobertura de copa das árvores.

As árvores interagem com os demais componentes dos sistemas, impactando o microclima, os solos, as pastagens e os animais (RAO; NAIR; ONG, 1997). A exploração e o manejo dessas interações nos SSP são o que fundamenta sua adoção. Uma característica importante desses sistemas é que eles podem ser adotados por produtores rurais de todo o País, independentemente do tamanho de suas propriedades, e podem beneficiar ruminantes de modo geral.

O manejo de bovinos, bubalinos e ovinos não apresenta o mesmo desafio da utilização de SSP com caprinos. Embora Phillips (2002), afirme que bovídeos e ovinos predominantemente pastejem, isto é, colhem partes da planta ao nível do solo, cada vez mais fica evidente que também realizam ramoneio (PORFÍRIO-DA-SILVA et al., 2012; GUERREIRO; NICODEMO; PORFÍRIO-DA-SILVA, 2015) de árvores e/ou arbustos. Os caprinos, por outro lado, se alimentam preferencialmente de árvores e de arbustos, e podem, assim, comprometer o desenvolvimento e a sobrevivência das espécies lenhosas.

SSP ou pastagem convencional?

Considerando que de 50% a 70% das áreas de pastagem no Brasil apresentam algum grau de degradação (DIAS-FILHO, 2014), o manejo de pastagens ainda representa um desafio para uma parcela considerável dos produtores, seja por questões técnicas ou financeiras. A introdução de árvores no sistema de produção traz novas demandas para o pecuarista: além de manejar a pastagem e o gado, ele precisa cuidar das espécies lenhosas (DIAS-FILHO; FERREIRA, 2007). Então, o que levaria um produtor a plantar árvores na pastagem? Vamos discorrer sobre as vantagens desses sistemas.

Benefícios do SSP para o animal

Proteção

As árvores modulam o microclima, estabilizando-o (PRIMAVESI; ARZABE; PEDREIRA, 2007). Há menos flutuação na temperatura do ar em sistemas arborizados. A presença de árvores constitui uma barreira que filtra a luz do sol e diminui a radiação solar direta incidente (RAO; NAIR; ONG, 1997). Além de atuar como barreira física, ao transpirar, a árvore contribui para reduzir a temperatura do ar e elevar a umidade relativa sob sua copa, já que nesse processo são necessárias 584 Kcal para que 1L de água passe do estado líquido para vapor (PRIMAVESI; ARZABE; PEDREIRA, 2007). As árvores geralmente produzem sombra de melhor qualidade que as estruturas de sombra artificiais, também por que a energia que elas emitem, refletem ou transmitem, por unidade de área, é menor, comparativamente (KELLY; BOND; ITTNER, 1950 apud GARRET et al., 2004).

As árvores proporcionam aos animais segurança contra predadores quando comparadas ao descampado que predomina nas pastagens convencionais. Evolutivamente, os ruminantes são herbívoros, presas de grandes felinos. Embora nas condições atuais das pastagens no Brasil tal condição seja rara, a possibilidade de se esconderem entre as árvores atende a uma necessidade

atávica de proteção e aumenta o bem estar dos animais. No caso de ovinos, recomenda-se que sejam evitadas árvores com copas baixas (sem desrama) e com sombra densa (pouca iluminação) nos SSP, situação que causa inquietação e condiciona os animais a se moverem mais agrupados e nervosos enquanto pastejam, o que também reduz o tempo de pastejo (DEVKOTA et al., 2009).

Os SSP contribuem para a recuperação de serviços ecossistêmicos e para o aumento da biodiversidade (GIRALDO et al., 2011; HARVEY; GONZÁLEZ VILLALOBOS, 2007; NARANJO, 2003). Mesmo sistemas simples, com *Brachiaria* spp e *Eucalyptus* spp, são mais interessantes que monoculturas convencionais de uma gramínea. O sombreamento das pastagens, a disponibilização de poleiros para aves, o acúmulo e a diversificação da serapilheira, entre outros fatores, aumentam a gama de recursos disponíveis para a fauna e contribuem para a maior diversidade de organismos presentes nos sistemas (GIRALDO et al., 2011; ZULUAGA; GIRALDO; CHARA, 2011). E essa maior diversidade está intrinsecamente relacionada à maior proteção contra pragas e doenças (CIVITELLO et al., 2015; GRØNVOLD et al., 1996).

Alimento

Os SSP bem manejados contribuem para melhorar a disponibilidade de nutrientes direta e indiretamente. Diretamente, pela introdução de espécies lenhosas forrageiras, pela maior estabilidade da composição bromatológica do material comestível ao longo do ano e pela disponibilização de recursos complementares (BROOM; GALINDO; MURGUEITIO, 2013; GAMA et al., 2009). Indiretamente, pelos seus efeitos na qualidade nutricional do capim e na contribuição para a manutenção da fertilidade do solo, com reflexos na produção do capim (PACIULLO et al., 2008).

Comportamento

Os SSP podem atenuar o estresse por meio do enriquecimento ambiental. Animais são seres sencientes complexos. Dados de pesquisa dão apoio à tese de que animais têm sentimentos e têm prazer em aprender (BERRIDGE; KRINGELBACH, 2008; WEMELSFELDER, 1984). Pastagens monoespecíficas possibilitam poucos estímulos e limitam a capacidade dos animais de expressarem o comportamento normal da espécie, o que pode prejudicar o bem-estar (MASON et al., 2007; WEMELSFELDER, 1984). Assim, por exemplo, ao roçarem seus corpos nos troncos das árvores presentes no SSP, os animais exibem um comportamento natural de defesa contra ectoparasitas.

O que é o estresse por calor?

Os ruminantes são animais homeotérmicos, ou seja, que mantêm a temperatura corporal relativamente constante, dentro de uma faixa considerada fisiológica, independentemente da temperatura do ambiente. A energia dos alimentos ingeridos é usada para a manutenção de funções vitais – dentre elas, a regulação da temperatura do corpo – e de produção. Para manter a temperatura corporal, é necessário haver equilíbrio entre a produção de calor gerado pela retirada de energia dos alimentos (metabolismo) e a perda desse calor para o ambiente. Nas condições naturais de criação, além do calor produzido pelo próprio corpo, o animal também recebe calor do ambiente e, então, quanto mais próximos forem os valores da temperatura do animal e do ambiente circundante, mais difícil será a regulação da temperatura do corpo do animal.

O resultado desse balanço entre o calor produzido, mais o calor recebido do ambiente, menos o calor perdido (dissipado) para o ambiente, constitui a carga de calor (Figura 1). Quando ocorre desequilíbrio, o animal consome mais energia para manter a temperatura corporal (homeotermia) e começa a sofrer desgastes (estresse), pois está fora dos limites que configuram a sua zona de conforto térmico, o que reflete negativamente na produção (HAFEZ, 1973; NAÃS, 1989) e na capacidade imunológica (RANDALL, 2010).



Figura 1. Carga de calor.

Fonte: NIELSEN-KELLERMAN. **Cattle specific heat stress measurements and models.** USA: Kestrel, [201?]. Disponível em: <[http:// https://kestrelinstruments.com/cattle-heat-stress](https://kestrelinstruments.com/cattle-heat-stress)>. Acesso em: 30 jun. 2018.

Mecanismos de transferência de calor

O animal dispõe de vários mecanismos para a perda do calor produzido pelo metabolismo, que podem ser tanto dependentes do gradiente de temperatura, isto é, da diferença entre a temperatura do seu corpo e a temperatura do meio circundante (Figura 2), como também dependentes da umidade relativa do ar, que determina, entre outros fatores, a taxa de evaporação da água (TAKAHASHI; BILLER; TAKAHASHI, 2009).

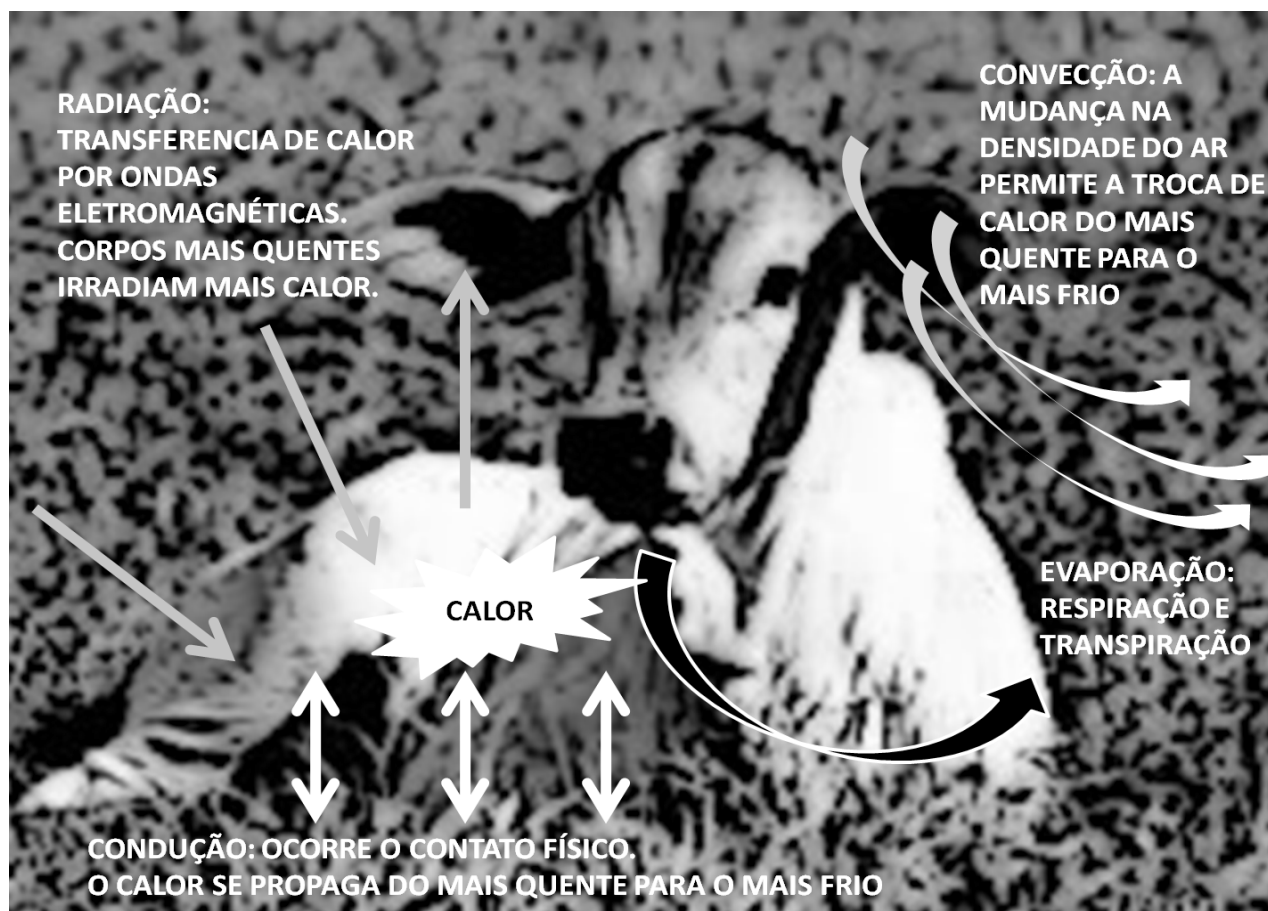


Figura 2. Trocas de calor dependentes do gradiente de temperatura: convecção, condução e radiação.

Fonte: Figura baseada emTakahashi; Biller; Takahashi, 2009.

Nos trópicos, à medida que aumenta a temperatura ambiente, a dissipação por condução, convecção e radiação reduz e a dependência da perda de calor por evaporação aumenta. A evaporação é a transferência de calor pela passagem das moléculas de água para a forma de vapor, e ocorre por meio da transpiração (que é a emissão de água pela superfície do corpo) e sudação (que é a secreção de suor pelas glândulas sudoríparas) do animal. A transpiração se dá, então, não só através da pele do animal, mas também pelas vias respiratórias e pela saliva. Nem todos os animais utilizam o suor como forma de perder calor corporal: coelhos, por exemplo, não têm glândulas sudoríparas (TAKAHASHI; BILLER; TAKAHASHI, 2009). Em bovídeos e caprinos, a sudação é responsável por 70% a 85 % da perda de calor por evaporação. Nos ovinos, a lã dificulta a perda de calor por sudação (HANSEN, 2004; MEDEIROS; VIEIRA, 1997). A troca de calor por sudação é facilitada pela presença de vento e é ideal entre 5 e 8 km/h, o que equivale a 1,4 a 2,2 m/s (MULLER, 1982).

A manutenção da temperatura corporal dentro da faixa adequada, em condições de estresse por calor, demanda energia (TAKAHASHI, BILLER; TAKAHASHI, 2009). Assim, o animal é desafiado duplamente, pois aumentam suas necessidades de energia para manter o equilíbrio da temperatura corporal e reduz o consumo e aproveitamento dos alimentos.

Alterações microclimáticas e seus efeitos nos animais homeotermos

Denomina-se de zona termoneutra ou zona de conforto térmico a faixa de temperatura ambiente ótima para a manutenção das funções fisiológicas (MULLER, 1982; TAKAHASHI; BILLER; TAKAHASHI, 2009). A Figura 3 ilustra o processo de termorregulação e a zona de conforto.

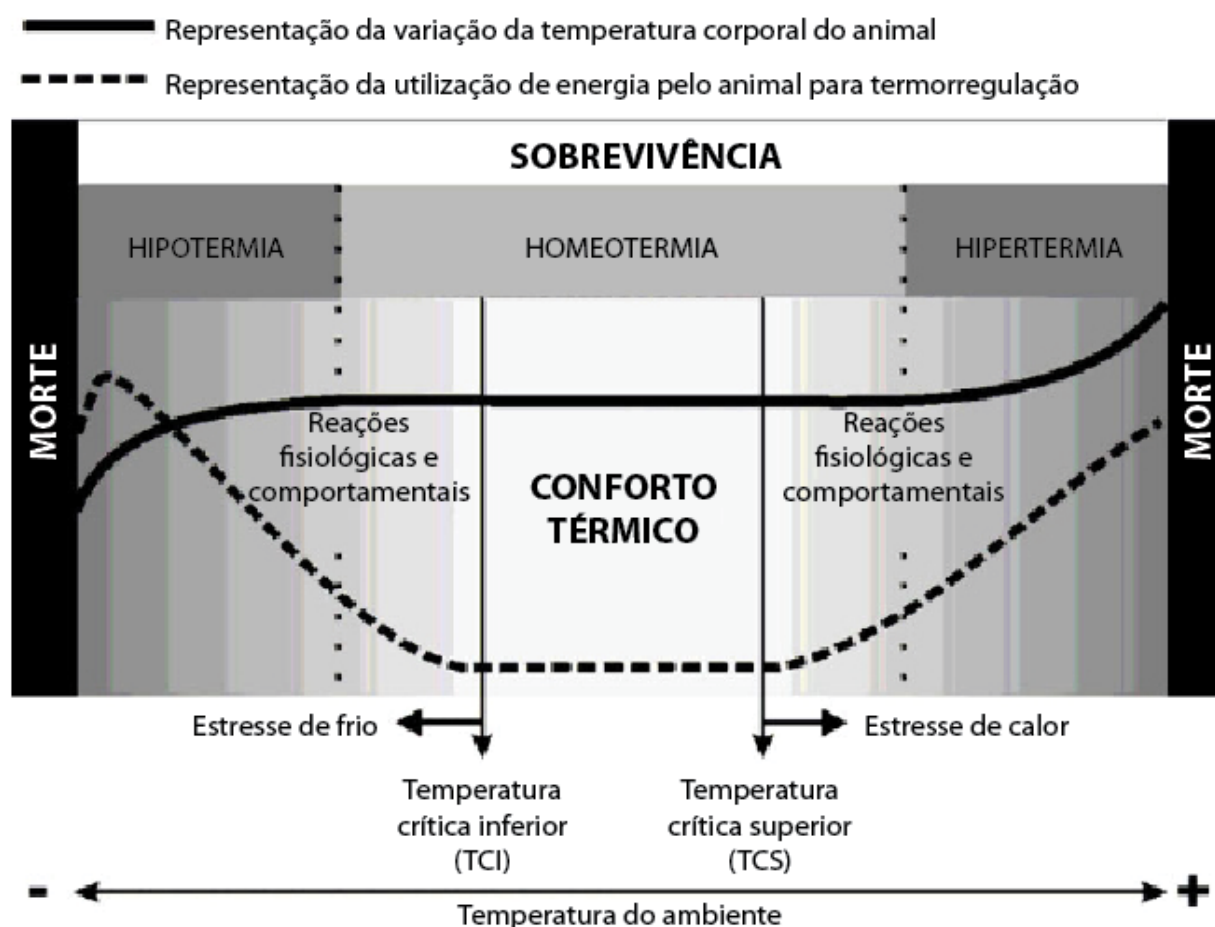


Figura 3. Termorregulação: representação esquemática da temperatura crítica inferior (TCI), temperatura crítica superior (TCS) e zona de conforto térmico.

Fonte: <<http://www.revistaleiteintegral.com.br/>>.

Os valores comuns de temperatura crítica inferior (TCI), temperatura crítica superior (TCS) e conforto térmico (CT), em °C, para algumas espécies de animais estão na Tabela 1.

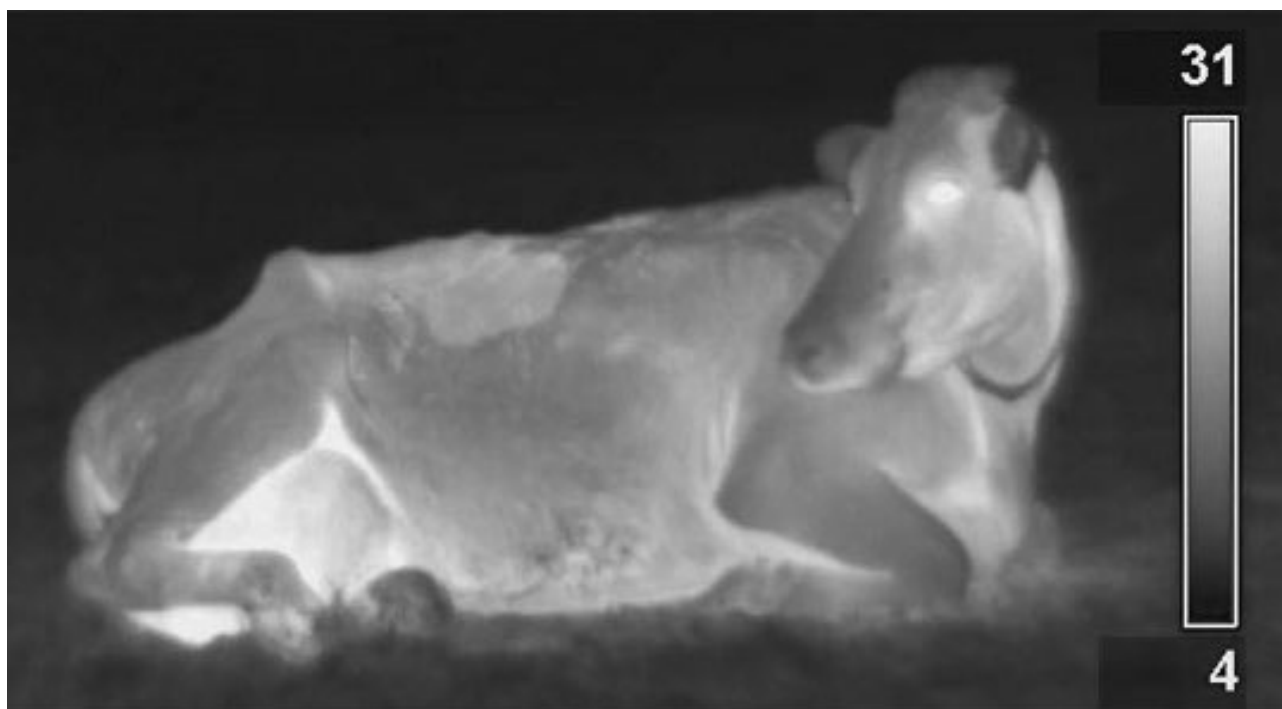
Tabela 1. Faixa de conforto térmico (CT), temperatura crítica inferior (TCI), temperatura crítica superior (TCS), em °C, para bovinos, ovinos e caprinos.

Animal	TCI	CT	TCS
Recém-nascido			
Bovino	10	18 a 21	26
Ovino	6	25 a 30	34
Adulto			
Bovino europeu	-10	-1 a 16	27
Bovino zebuíno	0	10 a 27	35
Ovino	-20	15 a 30	35
Caprino	-20	20 a 30	34

Fonte: Hafez (1973); Curtis (1981) adaptado por Azevêdo; Alves (2009).

A zona de conforto varia com fatores relativos ao animal, como idade, características físicas (pelagem, cor da pele, glândulas sudoríparas, pele solta etc.), estado gestacional, lactação, nível de produção e nível de alimentação, e com fatores relativos ao ambiente, como temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar, velocidade do vento (MULLER, 1982). A produção de calor pelo animal aumenta com o aumento da produtividade e afeta a zona de conforto. Assim, vacas em lactação com produção acima de 18,5 kg/dia podem produzir de 27,3% até 48,5% mais calor do que vacas não lactantes (vacas “secas”) (BERNABUCCI et al., 2010).

A alta produtividade está associada à sensibilidade mais alta ao calor: o aumento da produção de leite de 35 L/d para 45 L/d pode reduzir a temperatura do limiar de conforto em 5°C (BERNABUCCI et al., 2010). A termografia (Figura 4) ilustra a produção de calor por uma vaca lactante. Cores mais claras indicam regiões de mais produção de calor pelo animal.

**Figura 4.** Termografia de uma vaca lactante. Cores mais claras indicam temperatura mais elevada da pele.

Fonte: Payne, 2010.

A manutenção da homeotermia é prioridade para os animais (BAUMGARD; RHOADS, 2013; MARTELLO et al., 2004), para isso, eles reduzem as atividades que produzem calor, como a monta natural e a alimentação, e aumentam atividades que promovem a perda de calor, como a procura por água (Tabela 2).

Tabela 2. Alterações desencadeadas por estresse por calor.

Comportamento	Mecanismos de dissipação do calor	Alterações fisiológicas
Buscar sombra	Aumento da sudorese	Redução da atividade do rúmen
Buscar vento	Aumento dos movimentos respiratórios	Redução do aproveitamento dos alimentos
Permanecer em posição que facilite dissipação do calor	Aumento da frequência cardíaca	Aumento da circulação periférica e redução da irrigação dos órgãos internos
Aumentar o consumo de água	Redução do consumo de alimento	Alterações celulares e hormonais
Buscar áreas de banhado para imersão*	Aumento da dissipação de calor por condução	Redução na ingestão de alimentos e da eficiência reprodutiva

* Mais comum em búfalos, mas também pode ser visto em bovinos.

O estresse por calor tem um efeito sistêmico. Afeta as reações químicas, que têm sua dinâmica alterada pela temperatura; afeta as células, órgãos e sistemas (Figura 5). As estruturas celulares, a permeabilidade de membrana e a produção de proteína são afetadas pelo calor excessivo, que pode comprometer irreversivelmente a função celular, levando a célula à morte (AICH; POTTER ; GRIEBEL, 2009; SANIN; CABRERA; MORALES, 2016; PARK; HAN; KANG, 2005).

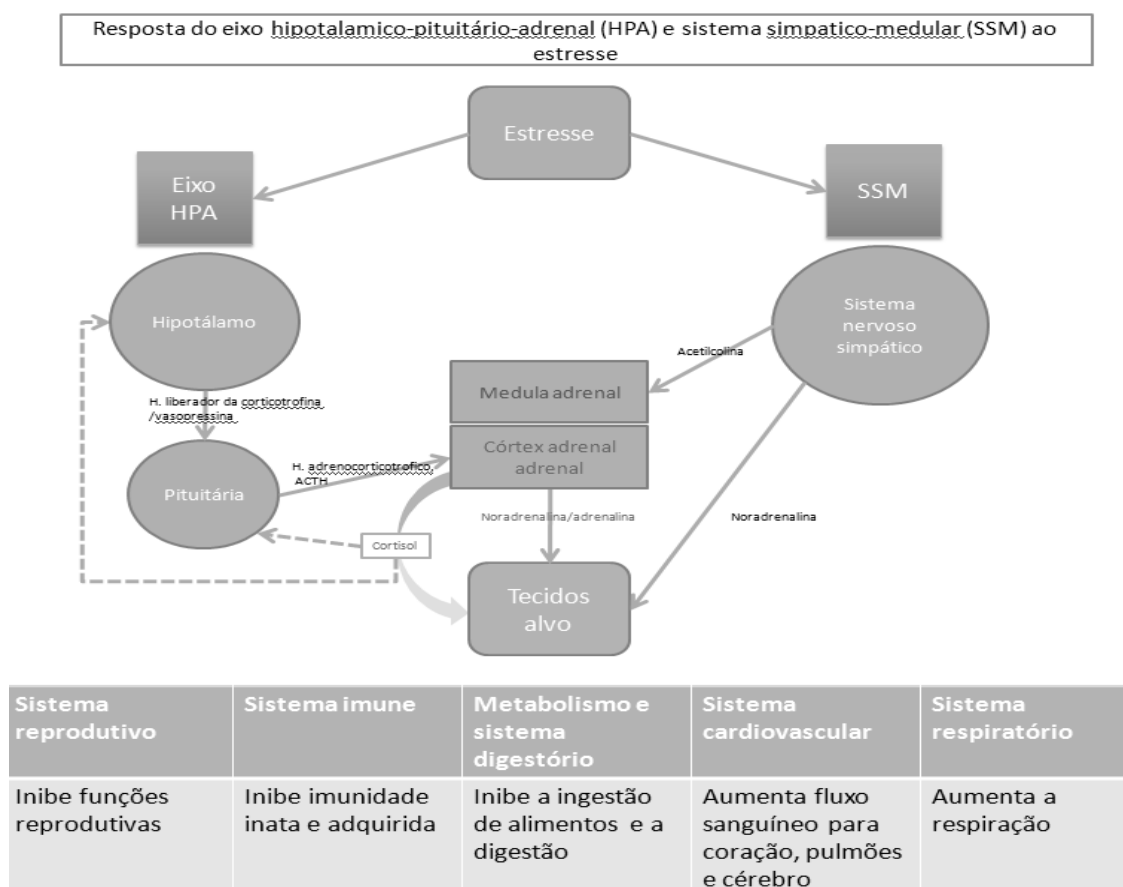


Figura 5. Efeito do estresse por calor sobre o animal.

Fonte: Adaptado de Burdick et al., 2011.

O estresse ativa o eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal e o eixo simpático-adrenal-medular e promove a liberação de sinais (hormônios e citocinas) que alteram a produção de outros hormônios e afetam a ativação e desativação de genes. A hipófise estimula a produção de glicocorticoides, dos quais o cortisol é o mais importante na maioria dos mamíferos. O cortisol é distribuído aos tecidos pela corrente sanguínea e modula a expressão genética depois de se ligar aos seus receptores nas células. Os efeitos variam conforme o tecido. A produção das catecolaminas adrenalina/noradrenalina pelo eixo simpático-adrenal-medular é responsável pelo aumento da pressão arterial, dos batimentos cardíacos e dos movimentos respiratórios (GLASER; KIECOLT-GLASER 2005; BURDICK et al., 2011). Mais de 100 genes cuja atividade é alterada pelo estresse por calor foram identificados (SONNA et al., 2002). As mudanças trazidas pelo calor impactam todos os sistemas e alteram as respostas produtivas (PARK; HAN; KANG, 2005; AICH; POTTER; GRIEBEL, 2009; BURDICK et al., 2011; BAUMGARD; RHOADS 2013).

Os sinais do estresse por calor nos bovinos estão sintetizados na Tabela 3.

Tabela 3. Sintomas do excesso de calor em bovinos.

Aumento de movimentos respiratórios (>60/minuto).
Procura por sombra.
Redução do consumo de alimento.
Agrupamento próximo do cocho de água.
Agitação.
Contrações do rúmen reduzidas ou paralisadas.
Boca aberta, ofegação.
Excesso de salivação.
Imobilidade, tendência a ficar deitado.
Colapso, convulsão, coma.
Morte.

Fonte: Adaptado de <<http://www.coolcows.com.au/cost-of-hot-cows/excessive-heat-load.htm>>.

A falha da manutenção da temperatura corporal dentro de certos limites pode levar à morte. Algumas medidas são recomendadas para auxiliar o animal a conviver com altas temperaturas, entre elas a provisão de sombra, a aspersão de água e o fornecimento de dieta rica em nutrientes (como concentrados ricos em gordura e silagem com alto teor de grãos) (AZEVEDO; ALVES, 2009; COLLIER; DAHL; VAN BAALÉ, 2006; WEST, 2003).

Consequências do estresse por calor – redução na produtividade

A produtividade não é afetada apenas pela redução da ingestão de alimento em animais sob estresse por calor. Vacas leiteiras em estresse térmico mostraram menor produção de leite quando comparadas a vacas que recebiam a mesma quantidade de alimento (Figura 6). A redução de consumo das vacas sob estresse explica apenas de 35% a 50% da redução da produção de leite. O restante pode ser atribuído a alterações no metabolismo dos nutrientes (BAUMGARD; RHOADS, 2013). Assim, uma vaca de leite sob estresse por calor tem a partição de nutrientes alterada e não consegue, por exemplo, mobilizar suas reservas lipídicas, ainda que o aporte de energia seja inadequado. A lipólise é reduzida no estresse por calor. A utilização de glicose como combustível parece ser priorizada e é direcionada principalmente para a manutenção da homeotermia. Além disso, a síntese de proteína pelas células é reduzida no estresse por calor, refletindo em menor disponibilidade de caseína para o leite e também de proteína nos músculos. O catabolismo muscular parece aumentar no estresse por calor (BAUMGARD; RHOADS, 2013).

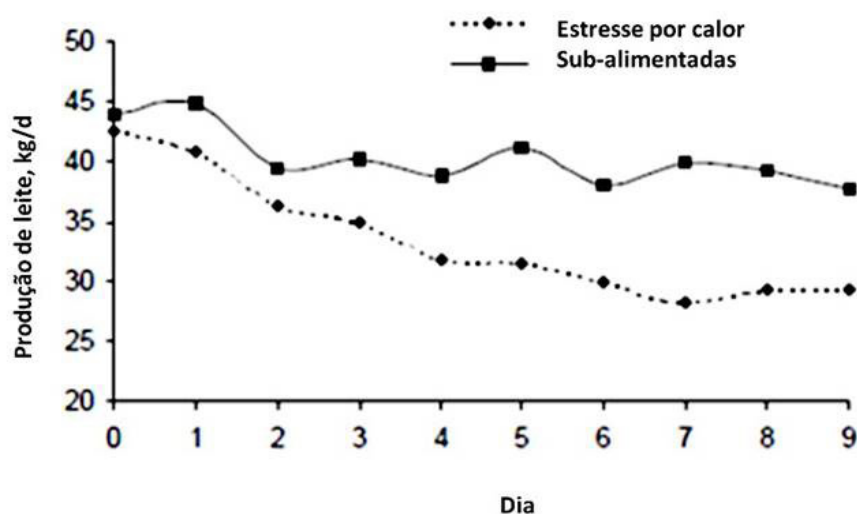


Figura 6. Efeito do estresse por calor e da alimentação emparelhada em condições termoneutras na produção de leite de vacas holandesas em lactação.

Fonte: Rhoads et al., 2009.

Estresse e reprodução

O estresse por calor influencia profundamente a reprodução de machos e de fêmeas, seja em bovinos, ovinos ou bubalinos (GARCIA, 2004; KAHWAGE et al., 2017; SILVA et al., 2017). As alterações incluem a redução da oxigenação dos tecidos e do aporte de nutrientes para placenta e embrião/feto, levada a efeito pelo aumento do fluxo de sangue para a superfície do corpo do animal, para facilitar as trocas de calor (BAUMGARD et al., 2015; HANSEN, 2004); as alterações hormonais desencadeadas pela ativação do eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal (WOLFENSON; ROTH; MEIDAN, 2000; BURDICK et al. 2011); as alterações na atividade de genes (PARK; HAN; KANG, 2005); as alterações no metabolismo de nutrientes (BAUMGARD; RHOADS, 2013); o aumento da resposta oxidativa nos tecidos (MEGAHED et al., 2008) e a morte celular (PARK; HAN; KANG, 2005).

Fêmeas

As alterações na fertilidade de fêmeas podem ser atribuídas a um conjunto complexo de alterações, demonstradas na Tabela 4:

Tabela 4. Alterações na reprodução de fêmeas bovinas submetidas a estresse por calor.

Processo fisiológico	Mecanismo afetado
Cio	Alteração nas manifestações do estro e na duração do cio.
Desenvolvimento folicular	Esteroidogênese folicular, redução no tamanho dos folículos dominantes e concentração de estradiol, efeitos retardados no desenvolvimento folicular, produção de hormônios e capacidade de desenvolvimento do ovócito.
Ovulação	Retardamento ou supressão da ovulação, da secreção pré-ovulatória de LH, redução na secreção de progesterona e na duração do corpo lúteo.
Integridade do ovócito	Alteração do citoesqueleto e do fuso meiótico, maturação nuclear e aumento de apoptose.
Desenvolvimento embrionário	Mortalidade embrionária precoce, redução na secreção de interferon Tau.
Gestação	Desenvolvimento vascular da placenta, fluxo sanguíneo fetal, desenvolvimento fetal.
Parto	Retardamento ou suspensão do parto.
Pós-parto	Alongamento do puerpério, atraso no retorno à ciclicidade e na ovulação pós-parto, balanço energético negativo, queda na condição corporal e concentração de hormônios no líquido folicular.

Fonte: Góngora, 2010; Garcia, 2013.

As fases iniciais de desenvolvimento do ovócito e do embrião são as mais prejudicadas pelo estresse por calor (Figura 7). O estresse calórico durante o crescimento do folículo pode afetar a competência do ovócito para fertilização e desenvolvimento (HANSEN, 2014), da mesma forma que os espermatozoides produzidos nessas condições podem prejudicar o desenvolvimento do embrião (HANSEN, 2009).

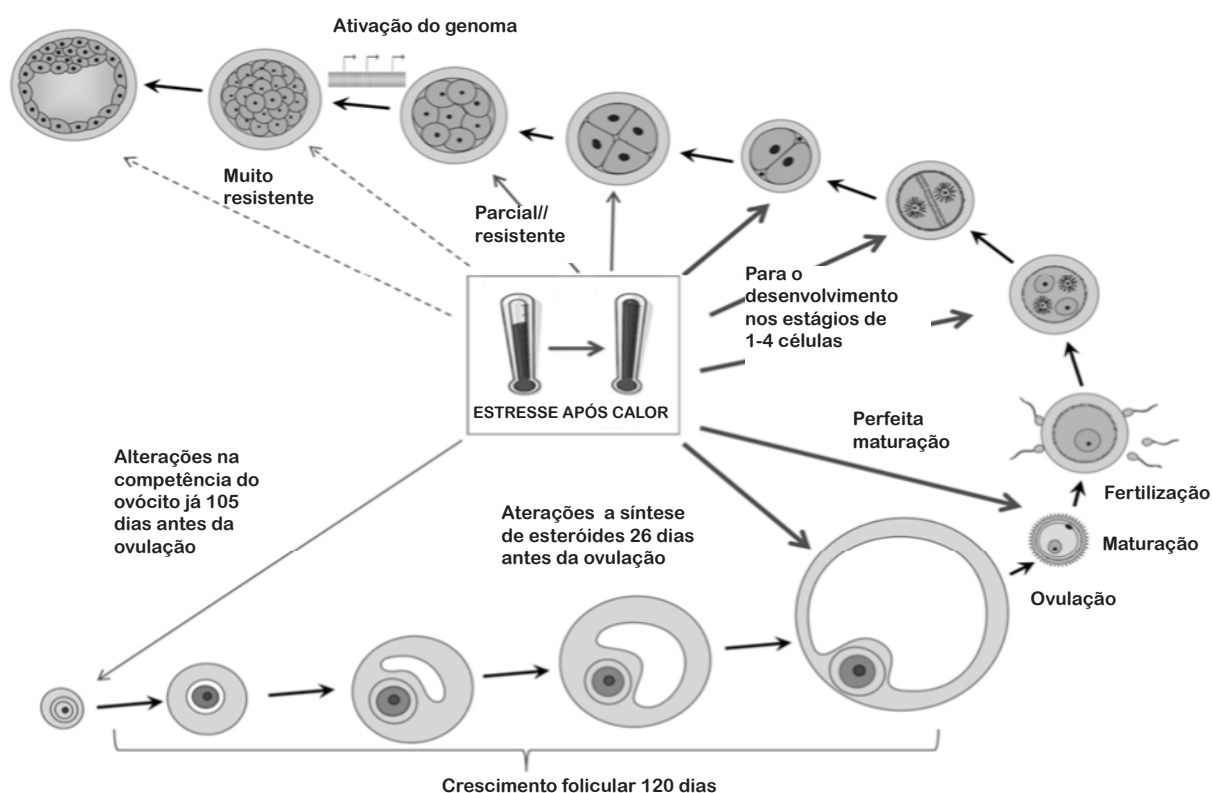


Figura 7. Efeitos do estresse por calor no desenvolvimento dos ovócitos e do embrião.

Fonte: Hansen, 2014.

Machos

As alterações observadas nos machos sob estresse por calor são mais intensas nas espermatogônias, espermatócitos e espermátides. Machos que frequentemente permanecem expostos à temperatura ambiente superior a 30°C estão mais propensos a desenvolver alterações comportamentais, gonadais e sistêmicas (ROMANELLO, 2017). Sob estresse por calor, observam-se: redução da produção de gametas; alteração da concentração de testosterona; redução da motilidade dos espermatozoides e aumento da proporção de espermatozoides morfologicamente anormais no ejaculado (GABALDI; WOLF, 2002; GARCIA, 2017; MORENO et al., 2012). A fecundação por espermatozoides produzidos nessas condições pode afetar negativamente o desenvolvimento do embrião, ainda que as fêmeas estejam em condições termoneutras. As alterações do sêmen podem demorar a aparecer, uma vez que a espermatogênese dura cerca de 60 dias no touro. As alterações podem aparecer no sêmen duas semanas depois do estresse por calor (GARCIA, 2004), e o sêmen pode voltar ao normal até oito semanas depois do final do estresse (HANSEN, 2009).

Resposta imunológica

O estresse por calor desestabiliza as respostas imunes inatas e adquiridas (RANDALL, 2010). Uma das maneiras pelas quais o estresse por calor prejudica a resposta imune é a redução da efetividade da barreira à entrada de organismos e substâncias estranhas, representada pelas mucosas. Assim,

a redução do fluxo sanguíneo para irrigar a mucosa dos intestinos, que é divergido para a superfície do corpo, produz hipoxia (redução da disponibilidade de oxigênio) e reduz a chegada de nutrientes para as células. Como consequência, há menor disponibilidade de ATP (trifosfato de adenosina) intracelular, o que provoca lesões nos enterócitos e compromete sua morfologia. Com isso, surgem espaços entre as células, que aumentam a permeabilidade do intestino e permitem a passagem de endotoxinas e de lipopolissacarídeos, entre outros (BAUMGARD et al., 2015).

O estresse produz uma gama de efeitos sobre a atividade dos leucócitos, tanto aqueles relacionados à resposta inata quanto aqueles ligados à resposta imune adquirida. O aumento da produção de cortisol influencia a passagem de leucócitos pela parede dos vasos sanguíneos, necessária para a resposta inflamatória (Figura 8). O cortisol modula também a produção de citocinas, que mediam a comunicação entre os leucócitos. Assim, interferem diretamente na capacidade dos leucócitos de combater parasitas, fungos, bactérias e vírus (GLASER; KIECOLT-GLASER, 2005; BURDICK et al. 2011).

A depressão da resposta imune aumenta a suscetibilidade à infecção, a duração da infecção, o tempo de cicatrização e reduz a resposta às vacinas (GLASER; KIECOLT-GLASER, 2005).

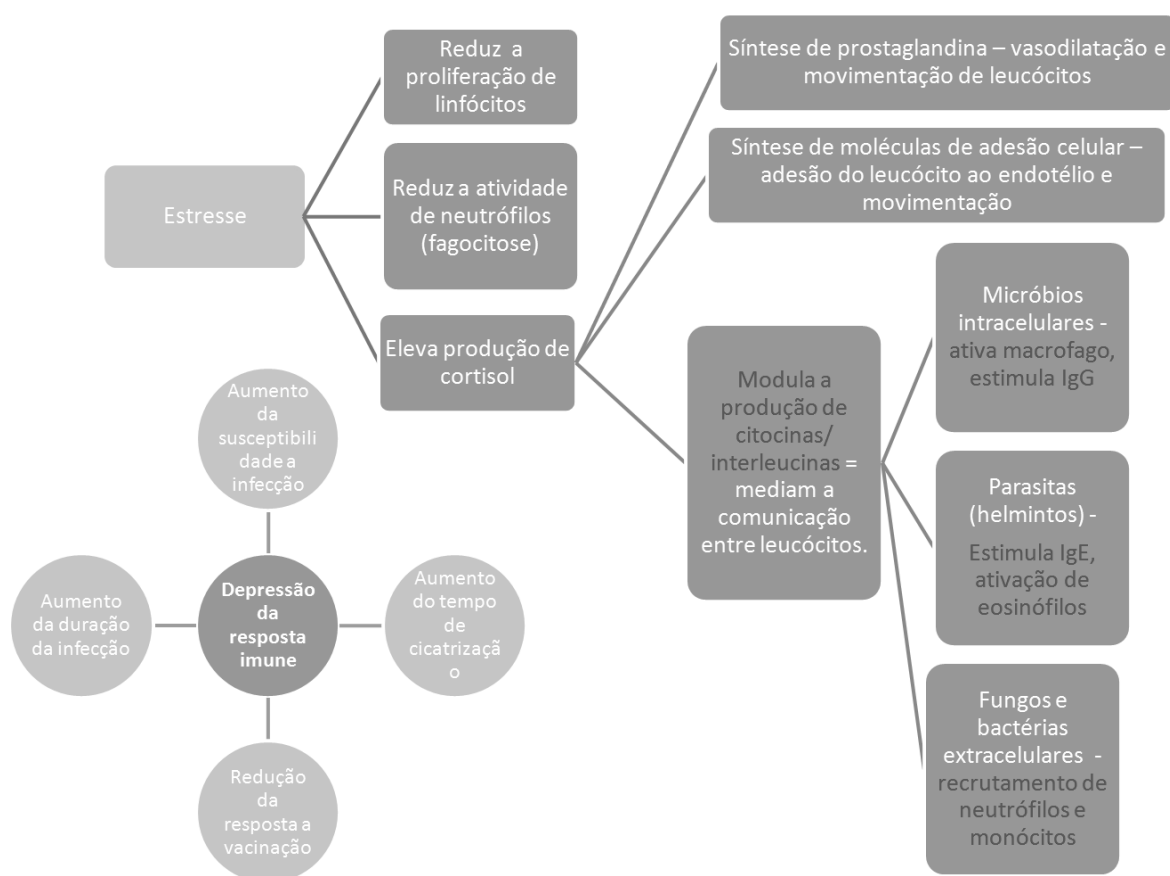


Figura 8. Alterações desencadeadas pelo estresse, em decorrência da ativação do eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal e do sistema nervoso simpático, que podem deprimir a resposta imunológica.

Fonte: Adaptado de Baumgard et al., 2015; Hulbert; Moisés, 2016; Salak-Johnson; McGlone, 2007; Burdick et al., 2011.

Como se avalia o estresse por calor?

As características do ambiente, do animal (fisiológicas e comportamentais) e os índices de conforto são utilizados para avaliar o nível de estresse. Dentre as características ambientais, podemos citar: temperatura do ar, umidade do ar e velocidade dos ventos; dentre as características fisiológicas: temperatura da pele, temperatura retal, frequência respiratória, frequência cardíaca, sudorese e secreção de hormônios relacionados ao estresse (cortisol, hormônios da tireóide). No comportamento, consideramos, por exemplo, tempo de pastejo, tempo de ócio e busca por água.

Os índices de conforto representam o impacto da combinação de fatores climáticos na resposta fisiológica do animal. Alguns índices estão propostos e são utilizados para qualificar e/ou caracterizar o ambiente térmico no qual vive o animal, são eles: Índice de Temperatura e Umidade (ITU), Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e Carga Térmica de Radiação (CTR) ou de indicadores de estresse fisiológicos – Índice de Conforto Térmico de Benezra (ICB) (Tabela 5).

Tabela 5. Índices de conforto ambiental.

Índice	Cálculo	Fonte
Índice de Temperatura e Umidade (ITU)	$ITU_{\text{bovinos}} = t - 0,55(1 - UR) \times (t - 58)$, onde t = temperatura de bulbo seco, °F; e UR = umidade relativa do ar, %	Kelly; Bond, 1971
Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU)	$ITGU = tg + (0,36 \times tpo) + 41,5$, onde tg = temperatura de globo negro, °C; e tpo = temperatura do ponto de orvalho, °C.	Buffington et al., 1981
Carga Térmica de Radiação (CTR)	$CTR = \sigma (TRM)^4$, onde σ = constante de Stefan-Boltzmann $5,67 \cdot 10^{-8} \cdot K^{-4}$; e TRM = temperatura radiante média, °K, onde vv = velocidade do vento, m/s; tg = temperatura de globo negro, °C; e t = temperatura de bulbo seco, °C.	Esmay, 1979
Índice de Conforto Térmico de Benezra (ICB)	$ICB = TR/38,33 + FR/23$, onde TR = temperatura retal (°C); e FR = frequência respiratória (mov/min).	Benezra, 1954

Conforto, desempenho e sanidade em SSP

Características ambientais em SSP

A presença das árvores na pastagem altera o microclima, estabilizando-o. De modo geral a temperatura do ar se reduz, assim como a velocidade dos ventos e a radiação solar, em comparação com os sistemas convencionais de produção a pasto (CONV.) (Tabela 6). O impacto das árvores no microclima varia com o arranjo espacial, a densidade de árvores, a idade das árvores, a arquitetura da copa das árvores, entre outros. A redução da movimentação do ar em SSP pode ser ocasionada por equívocos no arranjo espacial e no manejo de copa das árvores, e, quando isso ocorre, pode prejudicar a dissipação do calor e afetar negativamente o conforto animal.

Tabela 6. Características microclimáticas em SSP, em comparação com sistemas convencionais de produção a pasto (CONV.).

Fonte	Clima	Temperatura do ar (°C)	Umidade do ar (%)	Velocidade do vento (m/s)	Radiação
Porfírio-da-Silva, 1998	Subtropical	Sombra vs. SOL: SSP = 3,5 a 8,0 °C	SSP > CONV.	CONV.>SSP (Δ 26% -61%).	SSP<CONV. (razão mínima de sombra 1:4,6) *
Baliscei et al., 2012, 2013	Subtropical	SSP=CONV.	SSP=CONV.	CONV.>SSP (Δ 39% - 33%). Verão: 1,9 vs. 3,1 m/s; Inverno: 3,8 vs 5,7 m/s).	SSP<CONV. (Δ 15%- 8%)
Karvatte Junior, 2014	Tropical	Sombra vs. SOL: SSP = Δ 8,9 a 3,1 °C		Dentro dos limites recomendados, exceto setembro	
Bosi, 2014	Tropical	Tmax: SSP<CONV.		CONV.>SSP (primavera: Δ 32%)	SSP<CONV.
Sousa et al., 2015	Tropical	T max: SSP<CONV. (Δ 5,5°C)	SSP>CONV. (Δ 6,4%)		SSP<CONV. (Δ 44 %)
Karvatte Junior et al., 2016	Tropical	Sombra vs. SOL: SSP = Δ 5,1 a 3,0 °C	Sombra vs. SOL: SSP = Δ 4,3%- 2,8%	Dentro dos limites recomendados	
Deniz; Pilatti; Vieira, 2016	Subtropical	CONV. = SSP	CONV. = SSP	CONV. = SSP	CONV. = SSP

*Razão mínima de sombra = relação entre área sombreada e área não sombreada.

No estresse por calor, a ativação do sistema nervoso simpático promove a produção de adrenalina, que, no bovino, provoca aumento dos movimentos respiratórios, da temperatura corporal e da frequência cardíaca (BURDICK et al., 2011). A elevação da produção de cortisol (BURDICK et al., 2011), a redução da produção de hormônios da tireoide (BERNABUCCI et al., 2010; SILVA et al., 2014) e a liberação de opioides endógenos (GARCIA, 2013) também foram associados ao estresse por calor. Os estudos com animais em SSP mostraram redução, de modo geral, nos indicadores fisiológicos de estresse (Tabela 7), o que indica aumento do bem-estar dos animais.

Tabela 7. Indicadores de conforto animal em SSP comparados a sistemas convencionais de produção a pasto (CONV.).

Fonte	Animal	Temperatura retal / temperatura da pele	Hormônios relacionados ao estresse	Frequência respiratória	Frequência cardíaca
Garcia et al., 2010	Búfalos	SSP<CONV.			SSP<CONV.
Silva et al., 2011	Búfalas	SSP<CONV.		SSP<CONV.	SSP<CONV.
Garcia et al., 2011	Búfalas	SSP=CONV.		SSP=CONV.	SSP<CONV.
Silva et al., 2014	Búfalas		SSP<CONV. (cortisol, T3 e T4)		
Lemes et al., 2015	Novilhas bovinas de corte	SSP<CONV.		SSP<CONV.	SSP=CONV.
Deniz; Pilatti; Vieira, 2016	Novilhas bovinas de leite	CONV. = 29,0 °C > SSP = 27,5 °C (13h)		CONV. = 71 mov/min; SSP = 44 mov/min. (as 13 h)	
Van Cleef, 2017	Ovinos	Verão: SSP<CONV.		Verão: SSP<CONV.	Verão: SSP<CONV.

Os índices de conforto se apresentam, de modo geral, mais satisfatórios nos SSP, quando comparados a sistemas convencionais de pastagens (CONV.) (Tabela 8). Em algumas situações (MORAES JUNIOR et al., 2010; SILVA et al., 2011), a presença das árvores não foi suficiente para levar os animais a uma situação de conforto térmico, apesar de ter amenizado o estresse. Contudo, no caso de bubalinos, quando comparados a sistemas de produção nos quais os animais tinham livre acesso à água para banho, os sistemas sombreados foram igualmente eficientes para manutenção do conforto térmico dos animais (MORAES JUNIOR, 2008). Esse fator se torna de grande relevância por dois motivos: i) para desmistificar a ideia de que bubalinos só podem ser criados em locais de áreas alagadiças e de banhados; ii) para a proteção dos recursos hídricos presentes nas propriedades rurais, cada vez mais escassos e caros.

É necessário ressaltar que esses índices procuram representar o impacto dos fatores climáticos na resposta fisiológica do animal e foram desenvolvidos sob condições de ambiente controlado. Por isso, muitas vezes, os valores e sua interpretação não correspondem à realidade observada no campo, em especial para clima tropical. Por exemplo, não é raro encontrar registros de valores que seriam caracterizados como de “alerta” sem, contudo, refletirem tal condição fisiológica no animal.

Tabela 8. Índices de conforto avaliados em SSP comparados a sistemas convencionais de produção a pasto (CONV.).

Fonte	Índice de Temperatura e Umidade (ITU)	Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU)	Carga Térmica de Radiação (CTR)	Índice de Conforto Térmico de Benezra (ICB)
Moraes Júnior et al., 2010				SSP (18% a 21% sombra)* e CONV. com valores indicando desconforto (2,46 a 3,31 vs. 2,42 – 3,45)
Silva et al., 2011		SSP e CONV. indicando desconforto (ITGU > 74)		
Garcia et al., 2011				Em 71,4% das observações, os animais em SSP apresentaram índices de conforto próximos ao ideal.
Oliveira, 2013	SSP < CONV (74,8-75,4 vs 76,4)	SSP < CONV (77,0-78,6 vs. 80,4)	SSP < CONV (inverno e verão: 13% e 16%, respectivamente)	
Silva et al., 2014		SSP < CONV. (84,7 vs 89,1)		
Sousa et al., 2015	SSP < CONV. (88,7 vs. 90,6)	SSP < CONV. (74,0 vs. 79,2)		

*Percentual de área de pastagem sombreada.

O estresse por calor reduz o tempo de pastejo e provoca também alteração do horário de pastejo. Uma vaca em lactação necessita de 10 horas de pastejo diário para consumir o necessário para produzir 12 litros de leite por dia. Em condições de conforto térmico, 85% do tempo de pastejo ocorrem durante o dia. Quando a temperatura ambiente ultrapassa 27°C, o padrão de pastejo se altera e o pastejo noturno pode representar 60% do tempo total de alimentação (FERREIRA, 2005 apud FASSIO et al., 2009). Em condições climáticas desfavoráveis, o animal pode não ser capaz de consumir todo o alimento de que necessita. O aumento do tempo de pastejo em SSP, comparados a sistemas convencionais de pastagens sem árvores, tem sido observado de maneira generalizada nos experimentos (Tabela 9).

Tabela 9. Tempo de pastejo e procura por água em SSP comparados a sistemas de pastagens convencionais (CONV.). SSPi = SSP com alta densidade de árvores. SSPm = SSP com densidade moderada de árvores.

Fonte	Animal	Tempo de pastejo	Procura por água
Titto et al., 2011	Touros	SSP>CONV. (Δ 21%)	SSP<CONV.
Barba, 2011	Vacas de leite	SSP>CONV. (Δ 6 %)	
Ferreira et al., 2011	Ovelhas	SSP>CONV. (Δ 9%)	
Barbosa et al., 2011	Novilhos	SSP=CONV.	
Silva et al., 2013	Novilhas	SSP>CONV. (Δ 22%)	
Sousa et al., 2015	Ovinos	SSP>CONV. (Δ 50%)	SSP<CONV. (consumo de água: Δ 10%)
Van Cleef, 2017	Cordeiros	Verão: SSPi<CONV. = SSPm (Δ 15 %); Inverno: CONV.>SSP (Δ 17-21%)	SSP<CONV.
Oliveira et al., 2017b	Novilhas de corte	SSP>CONV (verão) (Δ 33%)	
Souza et al., 2017	Novilhas leiteiras	SSP>CONV. (Δ 10%)	SSP=CONV.

O estresse por calor aumenta o consumo de água para reposição das perdas de água por sudação, respiração e resfriamento corporal. As necessidades de água em animais sob estresse térmico podem ser de 1,2 a 2 vezes maiores do que em condições de neutralidade térmica (termoneutras). Animais em pastagens com árvores, com maior conforto térmico, tendem a consumir menor quantidade diária de água (Tabela 9).

O estresse por calor também pode reduzir o ganho de peso. Dessa forma, o aumento do conforto térmico observado nos SSP pode melhorar o ganho de peso. Entretanto, com bastante frequência, não se nota um resultado superior em relação ao ganho de peso nos sistemas convencionais de pastagem (Tabela 10). As razões podem ser várias, por exemplo: a disponibilidade de capim é insuficiente para proporcionar elevados ganhos de peso ou elevadas taxas de lotação, o potencial de ganho de peso dos animais não é elevado, os animais não estão sofrendo estresse por calor, no caso de clima subtropical.

Tabela 10. Produção de carne em SSP e em sistemas convencionais de pastagens (CONV.). ILP = integração lavoura-pecuária.

Fonte	Animal	Massa de forragem, kg MS/ha	Tx lotação, UA/ha	GMD, kg/dia	Ganho, kg/ha
Paciullo et al., 2009; Malaquias Júnior, 2005	Novilhas	SSP= CONV.	CONV.=SSP	SSP = CONV.	CONV.=SSP
Malaquias Júnior, 2005	Novilhos		SSP=CONV. intensivo>CONV. extensivo (Δ 32%)		SSP= CONV.
Moraes Júnior, 2008	Bezerros bubalinos			SSP=CONV.	
Paciullo et al., 2011	Novilhas	SSP = CONV.	SSP = CONV.	SSP>CONV (Δ 13-18%)	SSP>CONV. (Δ 14-18%)
Coelho, 2011	Bezerras	SSP (357 árvores/ha)< iLP=SSP(227 árvores/ha); Δ 24%. Porcentagem da área sombreada: 43% (357 árvores/ha) vs. 27% (227 árvores/ha)	iLP=SSP	iLP=SSP	iLP=SSP
Porfírio-da-Silva, 2012	Bovinos	SSP<iLP (Δ 12%)	SSP=iLP	SSP=iLP	SSP=iLP
Mello et al., 2014	Novilho/as		SSP = CONV.	SSP = CONV.	SSP= CONV.
Porto et al., 2015	Bovinos	SSP<iLP (Δ 57%)	SSP<iLP (Δ 13%)	SSP<iLP (Δ 37%)	SSP<iLP (Δ 48%)
Lemes et al., 2016	Novilhas			SSP>CONV. (Δ 8%)	
Fernandes, 2016	Novilhas H x Z	SSP<CONV. (Δ 30%)	SSP<CONV. (Δ 10%)	SSP = CONV.	SSP<CONV. (Δ 12%)
Santos, 2016	Novilhas Nelore	SSP<CONV (Δ 26%)	SSP<CONV (Δ 44%)	SSP = CONV	SSP<CONV (Δ 40%)
Oliveira et al., 2017b	Novilhos	SSP = CONV	SSP = CONV	SSP = CONV	SSP = CONV
Santana, 2017	Bovinos	iLP=SSP (448 arv./ha); iLP>SSP 198 arv./ha; SSP 198 arv./ha = SSP 448 arv./ha	iLP=SSP	iLP = SSP	

Resultados favoráveis, como aquele observado por Paciullo et al. (2011), podem ser atribuídos ao alto valor nutricional do capim. O aporte de proteína no capim sombreado permitiu que as novilhas consumissem 65 g de proteína bruta a mais que novilhas em sistemas convencionais de pastagem, com reflexos positivos no desempenho. Por outro lado, os resultados negativos relatados na literatura (PORFÍRIO-DA-SILVA, 2012; PORTO et al., 2015; FERNANDES, 2016; SANTOS, 2016) podem ser atribuídos à redução da produção de capim pelo sombreamento excessivo das pastagens (Figura 9).

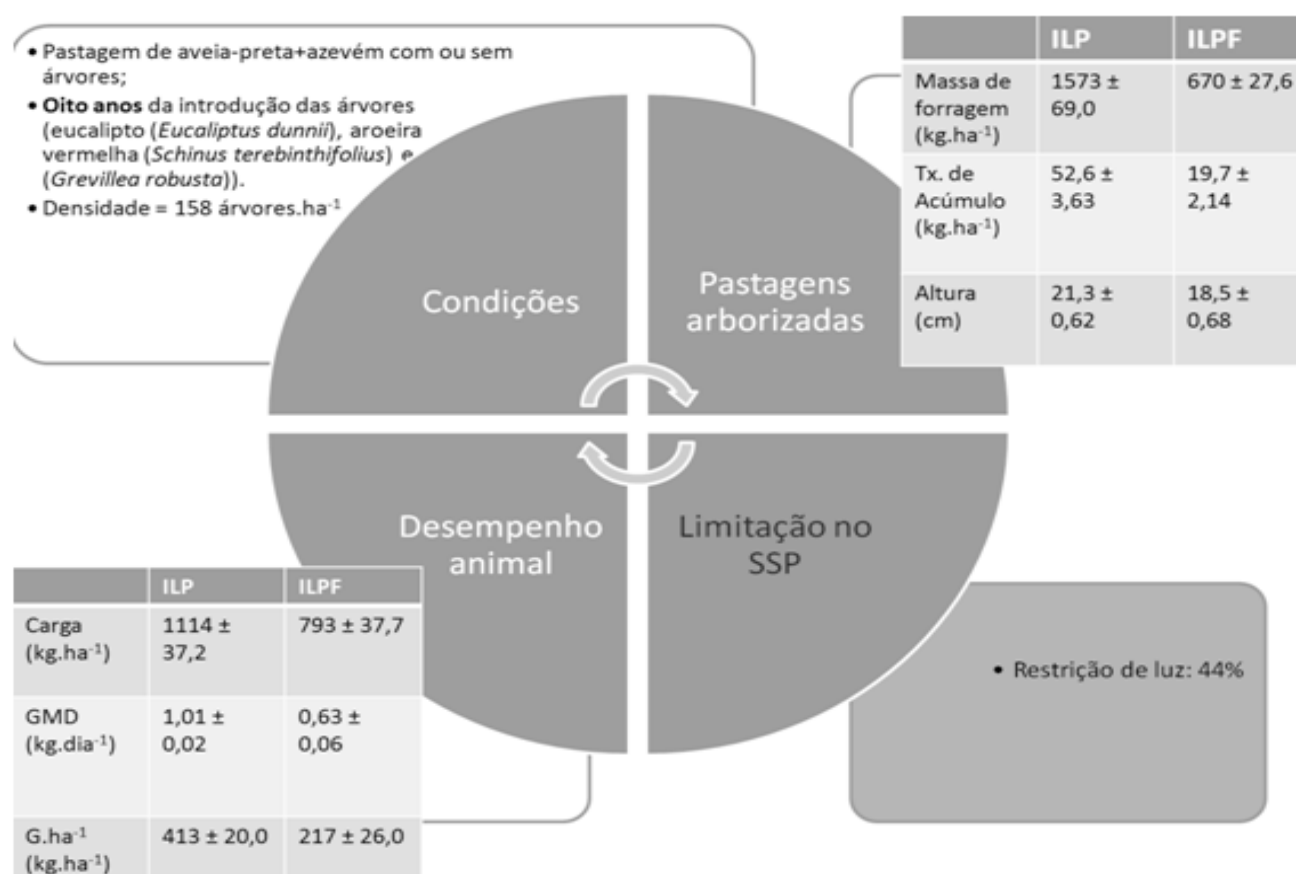


Figura 9. Redução da massa de forragem e do ganho de peso relacionada ao excesso da interceptação de luz pelas árvores. Restrição de luz: redução da radiação fotossinteticamente ativa disponível.

Fonte: Adaptado de Porto et al. (2015).

Assim, do ponto de vista de desempenho animal, o principal problema encontrado nos SSP é o manejo da competição por luz. Consideramos que as forrageiras toleram até 35% de redução de luz. Sombra em excesso provoca redução da taxa de fotossíntese, redução do perfilhamento, redução da produção de matéria seca e redução do crescimento radicular, deixando a forrageira mais suscetível aos estresses que requerem mais interferência do sistema radicular, tais como a remoção severa da área foliar e o déficit hídrico. Embora possam ser observadas situações de redução da produção de forragem em SSP, comparados a sistemas convencionais de pastagens (Tabela 11), quando o manejo da competição é bem-sucedido, as produções de capim são semelhantes. Existem estratégias para o controle do nível de sombreamento do pasto, e o bom planejamento do sistema é um aspecto importante. Em geral, são propostas densidades de árvores entre 150 e 300 plantas/ha, especialmente quando o objetivo principal é produzir madeira com qualidade para serraria (de alto valor agregado). Para o plantio com mais densidade de plantas por hectare, deve-se atentar para a necessidade de desbaste periódico e oportuno de árvores, o que, além de aumentar a incidência de luz para o pasto, possibilita a obtenção de receitas intermediárias, com a comercialização da madeira.

Tabela 11. Produção de forragem em SSP: alguns exemplos da literatura. CONV.= pastagens convencionais; ILP = integração lavoura-pecuária. SSPi = SSP com alta densidade de árvores. SSPm= SSP com densidade moderada de árvores.

Fonte	MS , kg MS/ha	Composição química	Consumo	Outros
Paciullo et al., 2009	SSP=CONV.	SSP=CONV.	SSP=CONV.	
Paciullo et al., 2011	SSP=CONV.	PB: SSP>CONV. (chuvas)		Tx de lotação, UA/ha: SSP=CONV.
Porfírio-da-Silva, 2012	SSP<ILP (Δ 12%)			
Silva et al., 2013		PB: SSP>CONV. (Δ 14%); DIVMS:SSP>CONV. (Δ 9%)		
Mello et al., 2014	MSV: SSP=CONV.			Tx acúmulo, gMS/d: SSP=CONV.
Porto et al., 2015	SSP<ILP (Δ 57%)			Tx acúmulo, gMS/d: SSP<ILP (Δ 62%)
Sousa et al., 2015	SSP>CONV. (Δ 7% (MS) e 10% (MSV))	SSP = CONV.	SSP>CONV. (Δ 9%)	
Van Cleef, 2017	MSV, MS: SSPi< CONV. = SSP MOD			
Oliveira et al., 2017b	SSP=CONV.	PB: SSP>CONV. (Δ 25%)		Tx de lotação, UA/ha: SSP=CONV.

A adoção de técnicas adequadas para o manejo da pastagem contribui de forma decisiva para o sucesso da produção animal em SSP. As técnicas envolvidas no manejo da pastagem devem proporcionar alta produção de forragem de bom valor nutritivo e adequado desempenho dos animais, priorizando sempre a persistência do pasto. Além disso, deve-se buscar a eficiência econômica do sistema, com o mínimo de impacto ambiental negativo. A escolha de espécies forrageiras mais propícias para os ambientes sombreados, como algumas cultivares do gênero *Brachiaria*, e o uso de critérios corretos para o manejo do pastejo são fatores determinantes da produtividade em ambientes silvipastoris.

Os estudos sobre critérios para orientação da frequência e da intensidade de pastejo em SSP são recentes e escassos. Sob lotação rotacionada, o controle do pastejo tem priorizado variações no resíduo pós-pastejo e no intervalo entre pastejos. Para qualquer que seja o critério adotado, é sempre importante lembrar que pastos sombreados frequentemente apresentam teores mais baixos de carboidratos de reserva na base da planta e índices mais baixos de área foliar e meristemas apicais mais suscetíveis à remoção pelo pastejo, tendo em vista a altura das plantas. Por isso, pastejos severos e frequentes devem ser evitados, pois podem comprometer a persistência do pasto. Sob esse ponto de vista, dois estudos recentes sugeriram alturas mais adequadas para o manejo do pastejo em SSP.

O primeiro trabalho, realizado com *Brachiaria decumbens*, comparou três alturas pré-pastejo (30, 40 e 50 cm), em relvados submetidos à lotação rotacionada, em SSP com sombreamento médio de 43%, em relação às condições de sol pleno (MACHADO, 2016). No segundo ensaio, realizado em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, também foram testadas três alturas pré-pastejo (25, 35 e 45 cm), em sistemas com sombreamento médio de 35%. Para ambos os trabalhos, os

resultados obtidos seguiram padrões semelhantes de respostas em relação às alturas impostas às forrageiras. Enquanto as menores alturas (30 e 25 cm, para *B. decumbens* e *B. brizantha*, respectivamente) proporcionaram forragem de alto valor nutricional, mas com comprometimento da produção e redução dos carboidratos de reserva – o que poderia ameaçar a persistência da pastagem –, as maiores medidas resultaram em valores nutritivos mais baixos e em prejuízos para a estrutura do pasto. As alturas intermediárias (40 e 35 cm, respectivamente, para *B. decumbens* e *B. brizantha*) foram sugeridas como as mais adequadas para interrupção do período de rebrota (momento de entrada dos animais no piquete), pois foram as que proporcionaram mais equilíbrio entre produtividade e qualidade da forragem, sem comprometimento para a persistência da pastagem (MACHADO, 2016; RIBEIRO, 2016). Embora a meta de resíduo pós-pastejo não tenha sido objeto de avaliação nos estudos citados, um manejo orientado para redução de 40% da altura em pré-pastejo tem sido recomendado por Amaral et al. (2013), com vistas à maximização do consumo de forragem de animais em regime de pastejo.

Forrageiras cultivadas à sombra, em SSP, normalmente apresentam teores de proteína bruta mais altos do que aquelas mantidas a pleno sol (SOUSA et al., 2010; SILVA et al., 2013; SANTOS, 2016; PACIULLO et al., 2017; LOPES et al., 2017). Sousa et al. (2010) relatam um mecanismo de atraso no desenvolvimento ontogenético em plantas sombreadas. Com isso, as plantas tendem a ser mais jovens fisiologicamente, mantendo os níveis metabólicos mais altos. Dale; Causton (1992) relacionam o elevado teor de N em plantas sombreadas com a teoria da diluição, em função do aumento do teor protéico na planta, ou seja, com o sombreamento, ocorre redução na produção de forragem e a quantidade de N absorvido pode exceder ao requerimento metabólico, aumentando o teor de N, sem que haja aumento na produção de forragem. Outro mecanismo pode estar relacionado à conservação mais alta da umidade do solo e, conseqüentemente, ao aumento da mineralização e da decomposição da matéria orgânica sob sombreamento, o que amplia a disponibilidade de N para a forrageira (WILSON, 1996).

Não há uma tendência clara dos efeitos do sombreamento sobre os teores de fibra e sobre a digestibilidade da forrageira em SSP. Na literatura, é possível encontrar resultados que mostram aumento, diminuição ou mesmo ausência de resposta. Alguns estudos relataram tendência de teores mais baixos de fibra, decorrente da menor quantidade de fotoassimilados em condições de sombra, associada ao alto teor de proteína. Essa associação de efeitos tem potencial para melhorar a digestibilidade da matéria seca. Contudo, as variações positivas esperadas no valor nutritivo de forrageiras sombreadas dependem da espécie, do nível de sombreamento, da fertilidade inicial do solo, da estação do ano, entre outros.

Vale ressaltar que produção de forragem e desempenho animal semelhantes entre SSP e pastagens convencionais são consideradas boas respostas, tendo em vista o aporte de produtos florestais e os serviços ecossistêmicos decorrentes do uso do SSP, como interceptação de água e controle de erosão (RAO; NAIR; ONG, 1997).

SSP e produção de leite

Foram encontrados poucos trabalhos relacionando a produção de leite aos SSP (Tabela 12).

Tabela 12. Produção de leite em SSP comparada a sistemas convencionais de pastagem (CONV.).

Autores	Animal	Resposta
Aguiar, 1999	Vacas de leite	SSP=CONV. Condições ambientais e fisiológicas (frequência respiratória, temperatura corporal) semelhantes.
Moraes Junior, 2008	Búfalas	SSP=CONV.
Barba, 2011	Vacas de leite	SSP=CONV. (Δ 7%; $P>0,05$)
Silva et al., 2012	Vacas leiteiras	SSP>CONV. (Δ ordenhas manha/tarde: 50%)
Paciullo et al., 2014	Vacas leiteiras	SSP>CONV. (1º ano); SSP = CONV. (2º e 3º anos)

A presença de árvores em pastagens pode ter influência positiva, neutra ou negativa no desempenho animal. O balanço das interações entre os componentes do sistema irá definir o nível de produtividade animal. As melhorias das condições de conforto térmico e o teor protéico mais elevado da forragem se correlacionam positivamente com o desempenho por animal, mas a queda na produção de forragem pode interferir negativamente no ganho por área. Em condições de clima temperado, alguns trabalhos não detectaram diferenças no desempenho animal em SSP comparados ao monocultivo (TEKLEHAIMANOT; JONES; SINCLAIR, 2002; NEEL; BELESKY, 2017). Dada a grande sensibilidade de bovinos leiteiros ao estresse por calor, em regiões de temperaturas mais quentes são esperadas melhorias na produção de leite de vacas em SSP, contudo, as respostas são variadas. Nesse caso, a ausência de resposta pode ser devida à baixa capacidade de produção dos animais, período de observação inadequado ou insuficiente ou às condições ambientais favoráveis (especialmente em clima subtropical).

Um estudo conduzido com vacas mestiças durante três anos demonstrou maior produção de leite no SSP, constituído de *B. decumbens* e leguminosas arbóreas e herbáceas, do que no monocultivo de *B. decumbens*, somente durante o primeiro ano. Nos dois anos subsequentes, não foram verificadas diferenças na produção de leite, que variaram entre 10,5 e 12,4 kg/vaca/dia, sem suplementação concentrada (PACIULLO et al., 2014).

Estudos feitos em regiões tropicais têm mostrado resultados positivos na produção de leite em SSP. É comum, em países como Colômbia, Costa Rica e México, a utilização de árvores forrageiras em SSP, de modo que, além do conforto proporcionado aos animais, o aporte de nutrientes tem um grande impacto na produção individual, na qualidade do leite e na produção por área (Tabela 13). Os sistemas propostos são considerados intensivos e preconizam altas densidades de plantas por hectare, em especial da espécie *Leucaena leucocephala*. Murgueitio et al. (2011) apresentam resultados que demonstram o potencial dos SSP intensivos, tais como capacidade de suporte de 4 UA/ha, produção de leite de mais de 10.000 L/ha/ano e potencial de persistência do sistema de mais de 20 anos. Esse tipo de sistema ainda carece de informações em condições brasileiras, em que a menor intensidade de chuva e os solos menos férteis podem influenciar as respostas.

Tabela 13. Alguns resultados de produção de leite em SSP nos trópicos comparados a sistemas convencionais de pastagem (CONV.). SSPi = SSP intensivos, com alta densidade de forrageiras lenhosas.

Fonte/local	Animal	Leite, kg/cab	Leite, kg/ha	Composição do leite	Outros
Davison et al., 1988/Austrália	Vacas de leite múltiparas	Sombra>sol (Δ 10%)		Sombra>sol (sólidos totais não lipídicos, produção e % de lactose)	Sombra<Sol (contagem de células somáticas)
Cajas-Girón (2002)/Colombia citado por Hernandez, 2013	Vacas leiteiras		CONV.<SSP com lenhosas forrageiras (Δ 50%)		
Rivera Herrera et al., 2012/Colombia	Vacas	CONV.<SSPi (Δ 14%)	CONV.<SSPi (Δ 32% - 79%)	CONV.<SSPi (gordura, 21%); CONV.<SSPi (kg/cab/dia, sólidos totais não lipídicos, proteína, sólidos totais)	Taxa de lotação: CONV.<SSPi (3,34UA/há vs. 0,8 UA/ha)
Hernández, 2013/Colômbia	Vacas de duplo propósito	CONV. = SSP com lenhosas forrageiras	CONV.<SSP (Δ 23%)	CONV.= SSP (sólidos totais não lipídicos, proteína e gordura)	CONV.<SSP (Δ 20%; proteína bruta no capim; 14% Δ Taxa de lotação); CONV.=SSP, produção de MS capim.

SSP e a reprodução

Foram encontrados poucos trabalhos (Tabela 14) em que se avaliou a resposta reprodutiva em SSP comparados a sistemas convencionais de pastagens (CONV.).

Tabela 14. Variáveis reprodutivas avaliadas em SSP comparadas a sistemas convencionais de pastagem (CONV.). T3 = triiodotironina e T4 = tetraiodotironina (hormônios da tireoide).

Fonte	Animal	Ciclo estral	Hormônios	Gestação
Garcia et al., 2007	Búfalas leiteiras			SSP=CONV
Matos, 2008	Búfalas leiteiras	Diferenças no número e no diâmetro de folículos pequenos e médios entre sistemas sem sombra e SSP		SSP=CONV.
Garcia et al., 2010	Búfalas leiteiras	SSP>CONV. (folículos médios de maior diâmetro; taxa de gestação)		SSP=CONV.
Silva et al., 2014	Búfalas leiteiras		SSP>CONV. (T3,T4) SSP<CONV. (cortisol)	
Lemes et al., 2016	Novilhas bovinas de corte	SSP = CONV. (diâmetro do 1º e 2º maior folículo; idade a 1ª ovulação)		

Uma das dificuldades em trabalhar com taxas de gestação, por exemplo, é a necessidade de utilizar um grande número de animais. Wu; Satter (2000) estimaram serem necessárias pelo menos 250 vacas por tratamento para se detectar uma diferença de 10% no desempenho reprodutivo com grau de confiança de 95%. No trabalho de Giraldo (2014), onde foram encontradas vantagens em variáveis reprodutivas e ganho de peso de bezerros no SSP comparado a pastagens convencionais (Tabela 15), utilizaram-se apenas 20 fêmeas por tratamento.

Tabela 15. Variáveis reprodutivas e ganho de peso avaliados em SSP comparado a sistema convencional de pastagem (CONV.).

Fonte/local	Animal	Ciclo estral	Gestação	Outros
Giraldo, 2014/ Colômbia (sombreamento =22%-30% área)	Vacas de corte	SSP=CONV., tempo de retorno ao estro (50,63 vs. 72,74 dias; P = 0,08)	SSP>CONV., dias abertos (73,4 vs. 92,9 dias,); avaliação de gestação entre dias 90 e 119: 16/20 vs. 11/20	SSP=CONV. , recuperação e GP vacas; SSP>CONV., GP dos bezerros, Δ 8,7%). SSP=CONV., disponibilidade e qualidade da forragem

SSP e a sanidade animal

Que diferenças entre SSP e sistemas convencionais podem ter impacto na saúde animal? Com relação aos parasitas, as alterações no microclima – como baixa radiação solar, alta umidade do solo e baixa velocidade dos ventos – favorecem a sobrevivência de ovos e de larvas, pois reduzem a

desidratação das formas de vida livre dos parasitas (FURLONG, 2005). Além disso, o comportamento dos animais pode influenciar a infestação (HAWLEY; ALTIZER, 2011). Carrapatos na fase de vida livre têm capacidade limitada de mobilidade e de sobrevivência, e dependem do comportamento do hospedeiro para infestação (GARINE-WICHATITSKY et al., 1999). A procura por sombra, tanto por parte do parasita como por parte do hospedeiro, pode aumentar as possibilidades de infestação nos SSP (CORSON; TEEL; GRANT, 2004). Assim, essas seriam características dos sistemas favoráveis a maior presença de parasitas externos (berne, mosca-do-chifre, carrapatos) e internos (helmintos). Por outro lado, a capacidade desses sistemas de prover forrageiras de melhor valor nutricional e de contribuir para a manutenção da produtividade da pastagem pode auxiliar na manutenção da resposta imune, já que esta tem elevado custo energético (MARTINEZ; MERINO, 2011). Além disso, a riqueza de organismos, como aranhas, vespas, pássaros, entre outros, é fundamental para o controle de pragas e doenças (SAMISH; REHACEK, 1999; GRØNVOLD et al., 1996; GIRALDO; URIBE, 2007; CIVITELLO et al., 2015). Campiglia (2002) registrou maior diversidade de espécies de besouros coprófagos em SSP, destacando mais possibilidade de controle de moscas e mais velocidade na eliminação de placas fecais, o que possibilita, ainda, o retorno mais rápido do pastejo nesses locais.

Existe um interesse crescente nos impactos de SSP na saúde animal, especialmente em endo e ectoparasitas. A Tabela 16 apresenta trabalhos recentes publicados no Brasil.

Tabela 16. Parasitoses em SSP comparadas a sistemas convencionais de pastagem (CONV.).

Autor	Duração	Helmintos	Larva infectante L3	Carrapato	Berne	Mosca-do-chifre	Ganho de peso
Silva et al., 2011*	09-11/2011; 03-07/2012;	SSP=CONV.		SSP=CONV.		SSP=CONV.	
Mendonça et al. 2014	6 meses 08/08-02/09	SSP = CONV.					SSP = CONV.
Faria 2014	10 meses 12/2013-09/2014		SSP>CONV. (fezes/solo/forragem)				
Oliveira et al., 2015	24 meses 08/13-07/15	SSP=CONV.	SSP=CONV.	SSP=CONV.	SSP=CONV.	SSP<CONV.	SSP=CONV.

*Dados estendidos: 09-11/2011; 03-07/2012; 12/2011-02/2012.

Como relatado anteriormente, as condições microclimáticas são mais favoráveis ao desenvolvimento dos estágios de vida livre dos parasitas. Faria (2014) encontrou maior quantidade de larvas infectantes no solo, na pastagem e nas fezes durante a maior parte do ano. Já Silva et al. (2011) e de Oliveira et al. (2017b), embora tenham observado prevalência de helmintos em SSP durante parte do período de avaliação, relatam que os valores se igualaram no período total de avaliação. Esses resultados indicam a necessidade de mais atenção às categorias (bezerros) e às espécies (ovinos, caprinos) mais suscetíveis a verminoses criadas em SSP. Ainda existe carência de estudos que correlacionem a restrição de radiação solar e a dinâmica de endo e ectoparasitas em SSP, uma vez que práticas de manejo das copas (desramas e desbastes) podem modificar substancialmente a intensidade de sombreamento que atinge o dossel da pastagem com impacto sobre os estágios de vida livre dos parasitas.

A grande diversidade de insetos predadores de parasitas encontrada em SSP (Figura 10) deve ter contribuído para a redução da incidência das parasitoses. No caso específico da mosca-dos-chifres, a presença de predadores (OLIVEIRA et al., 2017a) foi decisiva para o seu controle. Os dados de Oliveira et al. (2017a;b) foram gerados em SSP com sete espécies florestais nativas, onde a maior complexidade do sistema pode ter proporcionado mais recursos para esses predadores.

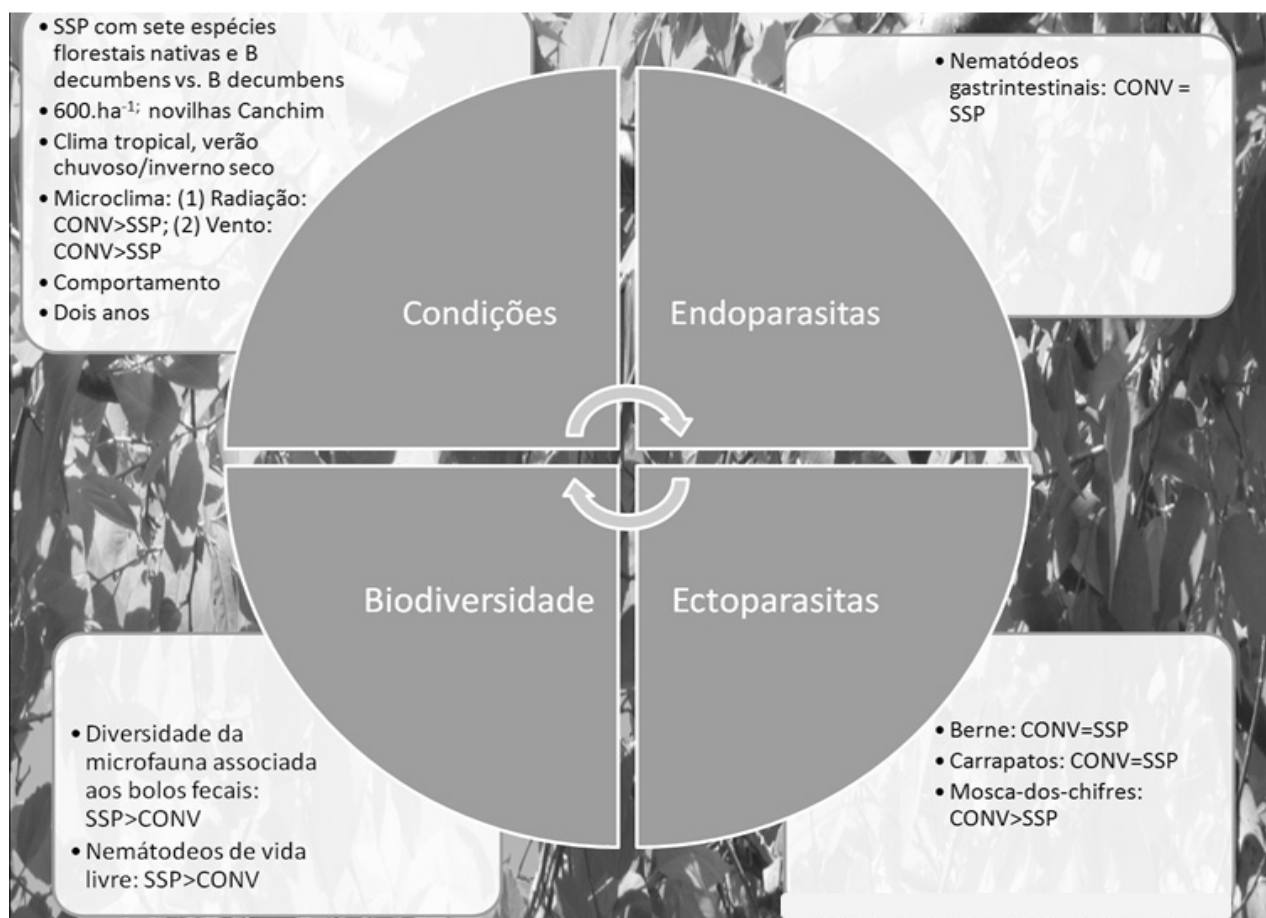


Figura 10. Endo e ectoparasitas em SSP com sete espécies florestais nativas.

Outros estudos na América Latina também apontam para vantagens em SSP principalmente em relação ao controle de parasitas por seus predadores. Giraldo et al. (2011) observaram aumento na quantidade de besouros; aumento da remoção de solo, de bolos fecais e de sementes; redução no número de moscas adultas e suas larvas em SSP, quando comparados a sistemas convencionais de pastagens.

Comentários finais

Quando discutimos os efeitos do estresse por calor, dada a gama de aspectos afetados nos animais domésticos, esperamos resultados espetaculares com a introdução planejada de árvores na pastagem. As árvores trazem múltiplos benefícios, podem aumentar a eficiência de uso do solo e, assim, aumentar o aporte dos serviços ecossistêmicos de provisão (como madeira, energia, alimentos), bem como dos serviços ecossistêmicos (controle de erosão, estabilização do clima,

recuperação da biodiversidade, entre outros). No quesito estabilização do microclima, ao prover sombra e pelo processo de evapotranspiração, as árvores têm um papel relevante para estabelecer condições de maior conforto animal, o que ficou evidente nos resultados de pesquisa. Surpreende, no entanto, que os resultados no desempenho sejam menos espetaculares.

De modo geral, o desempenho em termos de ganho de peso foi comparável ao obtido em pastagens convencionais monoespecíficas (Tabela 10). Nota-se que o maior problema nos sistemas de produção arborizados se refere ao manejo da forrageira herbácea. A maior parte das gramíneas e leguminosas herbáceas forrageiras utilizadas nas pastagens foi selecionada para condições de pleno sol e seu desempenho é deprimido quando a interceptação de luz supera de 35% a 40% da radiação solar incidente.

O manejo das pastagens em SSP ainda é um desafio. O controle da incidência de luz depende do desenho do sistema (incluindo a escolha das árvores e das forrageiras herbáceas) e do manejo das árvores (desramas e desbastes). Porém, alterações no manejo do capim sombreado também podem ser necessárias, dependendo do grau de estresse a que as gramíneas são submetidas, se não for oportuno por razões de logística ou de mercado intervir com práticas silviculturais.

Como explicar, então, a ausência de efeitos positivos no desempenho em situações em que a produção média de forragem é semelhante àquela observada em pastagens convencionais e as condições ambientais são consideradas inóspitas? Exemplos são observados em Paciullo et al. (2009), Mello et al. (2014), Oliveira et al. (2017b), Coelho (2011), Santana (2017). Podemos questionar se os indicadores de conforto são capazes de identificar claramente os animais sob estresse por calor nas nossas condições, com animais zebuínos e seus mestiços, e níveis de produção medianos. É possível que o monitoramento das taxas respiratória e cardíaca, bem como da temperatura corporal, forneçam as indicações mais confiáveis de adaptação ou de estresse por calor dos animais nos nossos sistemas de produção em pasto.

A produção de leite, nos poucos trabalhos existentes, mostrou potencial para responder positivamente aos ambientes sombreados: Silva et al. (2012) e Paciullo et al. (2014) relatam efeitos positivos e significativos na produção de leite, enquanto Barba (2011), em estudo de curta duração, teve resultados positivos, mas não significativos. Os dados relativos à reprodução são ainda esparsos, principalmente quando se consideram as diferenças entre espécies e categorias animais, para apontarem um resultado consolidado. Os dados relativos à sanidade animal se concentram nos efeitos sobre os parasitas, e não chegaram a abordar os aspectos mais diretamente relacionados a melhorias na resposta imune. A introdução de animais jovens em SSP, como bezerros desmamados, ou de espécies mais sensíveis a helmintoses, como ovinos, exige um acompanhamento mais cuidadoso e eventual adaptação do manejo parasitológico, para fazer frente ao ambiente mais favorável à sobrevivência das fases de vida livre dos parasitas.

Pode-se concluir, portanto, que a introdução de árvores nas pastagens ameniza as condições ambientais para diversas espécies de animais, pois reduz a temperatura do ar e a radiação incidente, e permite a ventilação adequada. Os índices de conforto utilizados corroboram essa afirmativa. Caso o manejo dos componentes do sistema seja adequado, a produção de forragem, a taxa de lotação e a taxa de ganho de peso individual e por unidade de área podem pelo menos se manter semelhantes àquelas observadas em pastagens convencionais monoespecíficas. Contudo, são necessários mais estudos, de maior duração, nos quais o estresse pelo calor esteja devidamente caracterizado no animal em condições de pastagem convencional e em SSP, de modo a permitir que se verifiquem mais claramente os efeitos comparativos decorrentes da presença das árvores na redução do estresse, no desempenho e na saúde dos animais.

Bibliografia

- AGUIAR, I. S. Dde. **Respostas termorreguladoras, armazenamento de calor corporal e produção de leite de vacas holandesas mantidas ao sol e com acesso a sombra natural**. 1999. 76 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, SP, : Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”/ Faculdade de Ciências Agrônômicas/ Camopus de Botucatu, 1999. 76p. Tese Doutorado
- AICH, P.; POTTER, A. A.; GRIEBEL, P. J. Modern approaches to understanding stress and disease susceptibility: a review with special emphasis on respiratory disease. **International Journal of General Medicine**, v.2, p.19-32, 2009.
- AMARAL, M. F.; MEZZALIRA, J. C.; BREMM, C.; TRINDADE, J. K.; GIBB, M. J.; SUN, R. W. M.; CARVALHO, P. C. F. Sward structure management for a maximum short-term intake rate in annual ryegrass. **Grass and Forage Science**, v.68, p.271-277, 2013.
- ANDRADE, C. M. S. de; SALMAN, A. K.; OLIVEIRA, T. K. de (Ed.). **Guia Arbopasto: manual de identificação e seleção de espécies arbóreas para sistemas silvipastoris**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 345 p.
- AZEVEDO, D. M. M. R.; ALVES, A. A. **Bioclimatologia aplicada à produção de bovinos leiteiros nos trópicos**. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 2009. 83 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 188).
- BALISCEI, M. A.; BARBOSA, O. R.; SOUZA, W. de; COSTA, M. A. T.; KRUTZMANN, A.; QUEIROZ, E. de O. Microclimate without shade and silvopastoral system during summer and winter. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v.35, n.1, p.49-56, 2013.
- BALISCEI, M. A.; SOUZA, W. de; BARBOSA, O. R.; CECATO, U.; KRUTZMANN, A.; QUEIROZ, E. de O. Behavior of beef cattle and the microclimate with and without shade. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v.34, n.4, p.409-415, 2012.
- BARBA, D. de. **Comportamento de vacas leiteiras em sistema silvipastoril e em pleno sol em uma pequena propriedade leiteira do sudoeste do Paraná**. 2011. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, PR, 2011.
- BARBOSA, O. R.; BALISCEI, M. A.; SOUZA, W. de; CECATO, U.; KRUTZMAN, A.; QUEIROZ, E. de O. Comportamento de bovinos de corte em sistema silvipastoril com eucalipto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 48., 2011, Belém, PA. **Anais... desenvolvimento produção animal responsabilidade frente novos desafios** Belém, PA: SBZ, 2011. p.1-3.
- BAUMGARD, L. H.; KEATING, A.; ROSS, J. W.; RHOADS, R. P. Effects of heat stress on the immune system, metabolism and nutrient partitioning: implications on reproductive success. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, São Paulo, v.39, n.1, p.173-183, 2015.
- BAUMGARD, L. H.; RHOADS, R. P. Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. **Annual Review of Animal Biosciences**, Palo Alto, v.1, n.1, p.311-337, 2013.
- BENEZRA, M. V. A new index measuring the adaptability of cattle to tropical conditions. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.13, p.1015, 1954.
- BERNABUCCI, U.; LACETERA, N.; BAUMGARD, L. H.; RHOADS, R. P.; RONCHI, B.; NARDONE, A. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. **Animal**, Cambridge, v.4, n.7, p.1167-1183, 2010.
- BERRIDGE, K. C.; KRINGELBACH, M. L. Affective neuroscience of pleasure: reward in humans and animals. **Psychopharmacology**, Heidelberg, v.199, n.3, p.457-480, 2008.
- BOSI, C. **Interações em sistema silvipastoril: microclima, produção de forragem e parametrização de modelo para estimativa da produtividade de pastagens de Brachiaria**. 2014. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, (2014).
- BROOM, D. M.; GALINDO, F. A.; MURGUEITIO, E. Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings of the Royal Society B. Biological Sciences*, Londres, v.280, n.1771, 2013.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black-Globe-Humidity Index (BGHI) as comfort equations for dairy cows. *Transactions of the ASAE, Michigan*, v.24, n.3, p.711-14, 1981.

BURDICK, N. C.; RANDEL, R. D.; CARROLL, J. A.; WELSH JUNIOR, T. H. Interactions between temperament, stress, and immune function in cattle. **International Journal of Zoology**, Cairo, p.1-9, 2011.

CAJAS-GIRÓN Y. S. **Impacts of tree diversity on the productivity of silvopastoral systems in seasonally dry areas of colombia**. 2002. 214 f. Thesis (Doctor)PhD thesis, University of Wales, Bangor,. UK., 214 p., 2002.

CAMPIGLIA, M. A. **influência de sistemas silvipastoris sobre a dinâmica populacional de besouros coprófagos**. 2002. 127 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2002.

CIVITELLO, D. J.; COHEN, J.; FATIMA, H.; HALSTEAD, N. T.; LIRIANO, J.; TAEGAN, A. M.; ORTEGA, C. N.; SAUER, E. L.; SEHGAL, T.; YOUNG, S.; ROHR, J. R. Biodiversity inhibits parasites: broad evidence for the dilution effect. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.112, n.28, p.8667–8671, 2015.

COELHO, F. S. **Comportamento de pastejo e ganho de peso de bezerras nelore em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta**. Diamantina: Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2011.

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.

CORSON, M. S.; TEEL, P. D.; GRANT, W. E. Microclimate influence in a physiological model of cattle-fever tick (*Boophilus* spp.) population dynamics. **Ecological Modelling**, v.180, p.487-514, 2004.

CURTIS, S. E. **Environment management in animal agriculture**. Illinois: Animal Environment Services, 1981. 430p.

DALE, M. P.; CAUSTON, D. R. The ecophysiology of *Veronica chamaedrys*, *V. montana* and *V. officinalis*. Effects of shading on nutrient allocations – a field experiment. **Journal of Ecology**, v.80, p.517 –526, 1992.

DAVISON, T. M.; SILVER, B. A.; LISLE, A. T.; ORR, W. N. The influence of shade on milk production oh holstein friesland cows in a tropicl upland environment. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.28, n.2, p.149-154, 1988.

DENIZ, M.; PILATTI, J. A.; VIEIRA, F. M. C. Sistema silvipastoril e termorregulação de novilhas leiteiras durante o inverno em clima subtropical. In: CONFERÊNCIA E MOSTRA CIENTÍFICA INTERNACIONAL EM BEM-ESTAR ANIMAL, 1., 2016, Itapiranga, SC. **Anais...** Itapiranga, SC: Faculdades de Itapiranga, 2016.

DEVKOTA, N. R.; KEMP, P. D.; HODGSON, J.; VALENTINE, I.; JAYA, I. K. D. Relationship between tree canopy height and the production of pasture species in a silvopastoral system based on alder trees. **Agroforestry Systems**, n.76, p.363-364, 2009.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S.; URQUIAGA, S.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F. M.; FRANCO, A. A. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim *Survenola* crescido em consórcio. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p.352-356, 2007.

DIAS FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 36 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 402).

DIAS FILHO, M. B.; FERREIRA, J. N. Barreiras para a adoção de sistemas silvipastoris. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 6., 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: NEFOR: UFLA, 2007. p.347-365.

ESMAY, M. L. **Principes of animal environment**. Porto Oeste: Avi Publishing, 1979.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). 2012. **FRA 2015 terms and definitions**. Forest Resources Assessment Working Paper 180. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations., 2012. Forest Resources Assessment Working Paper 180. Disponível em:< <http://www.fao.org/docrep/017/ap862e/ap862e00.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2018.FAO, 2010

FARIA, E. F. **Efeito do sistema de integração pecuária-floresta na recuperação de larvas infectantes de nematóides tricostrongilídeos de ovinos**. 2014. 44 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2014.

FASSIO, P. de O.; MARIANO, A. C.; FONSECA, D. S. da; SOUZA, C. de A.; FARIA, D. J. G. **Sistema silvipastoris e ambiência animal**. In: Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG, 2.; Jornada Científica, 2., 2009, Bambuí. **Anais...** Bambuí: IFMG, 2009. Disponível em:< https://www.bambui.ifmg.edu.br/jornada_cientifica/sct/trabalhos/Recursos%20Naturais/126-PT-1.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2017.

FERNANDES, P. B. **Sistema silvipastoril com *Brachiaria decumbens* em pecuária de leite**. 2016. 61 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016.

- FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005.
- FERREIRA, R. A.; ESTRADA, L. H. C.; THIEBAUT, J. T. L.; GRANADOS, L. B. C.; SOUZA, V. R. de. Avaliação do comportamento de ovinos Santa Inês em sistema silvipastoril no norte fluminense. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.2, p.399-403, 2011.
- FERREIRA, R. A.; ESTRADA, L. H. C.; THIEBAUT, J. T. L.; GRANADOS, L. B. C.; SOUZA, V. R. de. Avaliação do comportamento de ovinos Santa Inês em sistema silvipastoril no norte fluminense. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.2, p.399-403, 2011.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **FRA 2015 terms and definitions**. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nations, 2012. Forest Resources Assessment Working Paper 180. Disponível em: < <http://www.fao.org/docrep/017/ap862e/ap862e00.pdf> >. Acesso em: 01 ago. 2018.
- FURLONG, J. (Ed.). **Carrapato: problemas e soluções**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005. 65 p.
- GABALDI, S. H.; WOLF, A. A importância da termorregulação testicular na qualidade do sêmen em touros. **Ciências Agrárias e da Saúde**, v.2, n.2, p.66-70, 2002.
- GAMA, T. da C. M.; ZAGO, V. C. P.; NICODEMO, M. L. F.; LAURA, V. A.; VOLPE, E.; MORAIS, M. da G. Composição bromatológica, digestibilidade "in vitro" e produção de biomassa de leguminosas forrageiras lenhosas cultivadas em solo arenoso. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.3, p.560-572, 2009.
- GARCIA, A. R. Conforto térmico de bubalinos criados em condições tropicais. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.37, p.121-130, 2013.
- GARCIA, A. R. Degeneração testicular: um problema superado ou ainda um dilema? **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.41, p.33-39, 2017.
- GARCIA, A. R. **Efeitos do estresse térmico testicular e do uso da somatotropina recombinante bovina nas características seminais, integridade de membranas, função mitocondrial e estrutura da cromatina de espermatozoides de touros Simental (*Bos taurus taurus*)**. 2004. 258 f. Tese (Doutorado em Reprodução Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2004.
- GARCIA, A. R.; MATOS, L. B.; LOURENÇO JUNIOR, J. de B.; NAHUM, B. de S.; ARAUJO, C. V. de; SANTOS, A. X. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1409-1414, 2011.
- GARCIA, A. R.; MATOS, L. B.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; NAHUM, B. de S.; COSTA, N. A. Increased reproductive efficiency of dairy buffaloes due to silvopastoral system adoption in the eastern amazon. **Revista Veterinária**, v.21, n.1, p.914-915, 2010.
- GARCIA, A. R.; MATOS, L. B.; NAHUM, B. de S.; LOURENÇO JUNIOR, J. de B.; GONÇALVES, K. da S.; MYIASAKI, M. Y. A. Importância de sistemas silvipastoris no conforto térmico de búfalas submetidas a protocolos de inseminação artificial em tempo fixo. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 59., 2007, Belém, PA. **Resumos...** Belém, PA: SBPC, 2007.
- GARINE-WICHATITSKY, M.; DE MEEUS, T.; GUÉGAN, J. F.; RENAUD, F. Spatial and temporal distributions of parasites: can wild and domestic ungulates avoid African tick larvae? **Parasitology**, v.119, p.455-466, 1999.
- GARRETT, H.; KERLEY, M.; LADYMAN, K.; WALTER, W. D.; GODSEY, L. D.; VAN SAMBEEK, J. W.; BRAUER, H. E. Hardwood silvopasture management in North America **Agroforestry Systems**, v.61, n.1-3, p.21-33, 2004.
- GIRALDO, J. F. O. **Efecto de la cobertura arbórea sobre la ganancia de peso y el desempeño reproductivo de vacas brahman en trópico bajo**. 2014. 157 f. Tesis (Magister em Ciencias Animales) - Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, 2014.
- GIRALDO, C.; ESCOBAR, F.; CHARA, J. D.; CALLE, Z. The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. **Insect Conservation and Diversity**, v.4, p.115-122, 2011.
- GIRALDO, C.; URIBE, F. **Manejo integrado de garrapatas en sistemas sostenibles de producción ganadera..** Roma: Red Electrónica de Garrapatas y Enfermedades Transmitidas por Garrapatas para América latina y El Caribe, 2007. p.1-12.
- GLASER, R.; KIECOLT-GLASER, J. K. Stress-induced immune dysfunction: implications for health. **Nature Reviews Immunology**, v.5, n.3, p.243-251, 2005.
- GÓNGORA, A.; HERNÁNDEZ, A. La reproducción de la vaca se afecta por las altas temperaturas ambientales. **Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.**, v.13, n. 2, p. 141-151, 2010.2010

- GRØNVOLD J.; HENRIKSEN S. A.; LARSEN, M.; NANSEN, P.; WOLSTRUP, J. Aspects of biological control with special reference to arthropods, protozoans and helminths of domesticated animals. **Veterinary Parasitology**, v.64, p.47-64, 1996.
- GUERREIRO, M. F.; NICODEMO, M. L. F.; PORFIRIO-DA-SILVA, V. Vulnerability of ten eucalyptus varieties to predation by cattle in a silvopastoral system. **Agroforestry System**, v.89, n.4, p.743-749, 2015.
- HAFEZ, E. S. E. **Adaptacion de los animales domésticos**. Barcelona: Labor, 1973. 563 p.
- HANSEN, P. J. Effects of heat stress on mammalian reproduction. **Philosophical Transactions of Royal Society B**, v.364, p.3341-3350, 2009.
- HANSEN, P. J. Impact of heat stress on female fertility. In: APPLIED REPRODUCTIVE STRATEGIES IN BEEF CATTLE SYMPOSIUM, 2014, Stillwater, Oklahoma. **Proceedings...** Stillwater, Oklahoma: Beef Reproduction Task Force, 2014. p.187-194.
- HANSEN, P. J. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. **Animal Reproduction Science**, v.82-83, p.349-360, 2004.
- HARVEY, C. A.; GONZÁLEZ VILLALOBOS, J. A. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. **Biodiversity and Conservation**, v.16, n.8, p.2257-2292, 2007.
- HAWLEY, D. M.; ALTIZER, S. M. Disease ecology meets ecological immunology: understanding the links between organismal immunity and infection dynamics in natural populations. **Functional Ecology**, v.25, p.48-60, 2011.
- HERNANDEZ, W. A. B. **Sistemas silvopastoriles para mejorar la producción de leche y disminuir el estrés calórico en la región Caribe colombiana**. 2013. 93 f. Tesis (Magister em Ciências Animales) - Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, 2013.
- HULBERT, L. E.; MOISÁ, S. J. Stress, immunity, and the management of calves. **Journal of Dairy Science**, v.99, p.3199-3216, 2016.
- KAHWAGE, P. R.; ESTEVES, S. N.; JACINTO, M. A. C.; BARIONI JUNIOR, W.; PEZZOPANE, J. R. M.; PANTOJA, M. H. de A.; BOSI, C.; MIGUEL, M. C. V.; MAHLMEISTER, K.; GARCIA, A. R. High systemic and testicular thermolytic efficiency during heat tolerance test reflects better semen quality in rams of tropical breeds. **International Journal of Biometeorology**, v.61, p.1819-1829, 2017.
- KARVATTE JUNIOR, N. **Microclima em sistemas de integração e características quanti-qualitativas da sombra de espécies arbóreas nativas e cultivadas, no Cerrado**. 2014. 81 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, PR, 2014.
- KARVATTE JUNIOR, N.; ALVES, F. V.; KLOSOWSKI, E. S.; ALMEIDA, R. G. de; TSUTSUMI, C. Y.; OLIVEIRA, C. C. **Microclima e índices de conforto térmico em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no município de Campo Grande, Mato Grosso do Sul**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 40 p. (Embrapa Gado de Corte. Documentos, 225).
- KELLY, C. F.; BOND, T. E. **Bioclimatic factors and their measurement**. Washington: National Academy of Sciences, 1971. 7 p.
- KELLY C. F.; BOND, T. E.; ITTNER, N. R. Thermal design of livestock shades. **Agr. Eng.**, Vv.31, p. 601-606, 1950.
- LEMES, A. P.; GIMENES, L. U.; ESTEVES, S. N.; PEDROSO, A. de F.; PEZZOPANE, J. R. M.; MARCONDES, C. R.; GUILARDI, J. H.; MOURA, A. B. B.; PANTOJA, M. H. A.; GARCIA, A. R. Performance, thermal confort and ovarian physiology of canchim (*Bos indicus* vs *Bos taurus*) heifers grazing pastures with and without natural shade: preliminary results. **Animal Reproduction**, v.13, n.3, p.542, 2016.
- LEMES, A. P.; GIMENES, L. U.; PEZZOPANE, J. R. M.; BOSI, C.; ESTEVES, S. N.; PEDROSO, A. de F.; OLIVEIRA, P. P. A.; MARCONDES, C. R.; BERNDT, A.; MAHLMEISTER, K.; BERNARDI, A. C. de C.; ALVES, T. C.; GARCIA, A. R. Thermal comfort of composite beef heifers (*Bos taurus* vs *Bos indicus*) raised in livestock-forest systems in Southeastern Brazil. In: WORLD CONGRESS ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK-FOREST SYSTEMS; INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 3., 2015, Brasília, DF. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa, 2015.
- LOPES, C. M.; PACIULLO, D. S. C.; ARAÚJO, S. A. C.; GOMIDE, C. A. M.; MORENZ, M. J. F.; VILELA, S. D. J. Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, p.225-233, 2017.
- MACHADO, V. D. **Estratégias de manejo do pastejo do capim-braquiária em sistema silvipastoril**. 2016. 75 f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, (2016).

- MAHLMEISTER, K.; LEMES, A. P.; AZENHA, M. V.; ESTEVES, S. N.; PEZZOPANE, J. R. M.; OLIVEIRA, P. P. A. Desempenho de bovinos Canchim em sistemas integrados de produção pecuária. In: Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável, 7.; Congresso Internacional de Agropecuária Sustentável, 4., 2015, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2015. p.790-793. (2015).
- MALAQUIAS JÚNIOR, J. D. **Sistema silvipastoril e monocultivo de Braquiária para recria de novilhas mestiças: disponibilidade e consumo de forragem, ganho de peso e validação do CNCPS**. 2005. 88 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2005.
- MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JUNIOR, H.; SILVA, S. da L. e; TITTO, E. A. L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.181-191, 2004.
- MARTINEZ, J.; MERINO, S. Host-parasite interactions under extreme climatic conditions. **Current Zoology**, v.57, n.3, p.390-405, 2011.
- MASON, G.; CLUBB, R.; LATHAM, N.; VICKERY, S. Why and how should we use environmental enrichment to tackle stereotypic behaviour? **Applied Animal Behaviour Science**, v.102, n.3-4, p.163-188, 2007.
- MATOS, L. B. **Conforto térmico e eficiência da inseminação artificial em tempo fixo em búfalas leiteiras mantidas em sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental**. 2008. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2008.
- MEDEIROS, L. F. D.; VIEIRA, D. H. **Bioclimatologia Animal**. Rio de Janeiro, 1997. 126p. Disponível em: < <https://wp.ufpel.edu.br/bioclimatologiaanimal/files/2011/03/Apostila-de-Bioclimatologia-Animal.pdf> >. Acesso em: 17 nov.2017
- MEGAHED, G. A.; ANWAR, M. M.; WASFY, S. I.; HAMMADEH, M. E. Influence of heat stress on the cortisol and oxidant-antioxidants balance during oestrous phase in buffalo-cows (*Bubalus bubalis*): thermo-protective role of antioxidant treatment. **Reproduction in Domestic Animals**, v.43, n.6, p.672-677, 2008.
- MELLO, A. C. L. de; COSTA, S. B. M.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; SANTOS, M. V. F. dos; APOLINARIO, V. X. O.; TENONRIO FILHO, F.; MEIRELES, M. S.; PEREIRA, C. G. Pasture characteristics and animal performance in a silvopastoral system with *Brachiaria decumbens*, *Gliricidia sepium* and *Mimosa caesalpinifolia*. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, v.2, p.85-87, 2014.
- MENDONÇA, R. M. A.de; LEITE, R. C.; LANA, A. M. Q.; COSTA, J. O.; TOTH, G. Parasitic helminth infection in Young cattle raised on silvopasture and open-pasture in Southern Brazil. **Agroforestry System**, v.88, p.53-62, 2014.
- MORAES JUNIOR, R. J. **Efeito de sistemas silvipastoris no conforto térmico e nos índices zootécnicos de bezerros bubalinos criados na Amazônia Oriental**. 2008. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2008.
- MORAES JUNIOR, R. J.; GARCIA, A. R.; SANTOS, N. de F. A. dos; NAHUM, B. de S.; LOURENÇO JUNIOR, J. de B.; ARAÚJO, C. V. de; COSTA, N. A. da. Conforto ambiental de bezerros bubalinos (*Bubalus bubalis* Linnaeus, 1758) em sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental. **Acta amazonica**, v.40, n.4, p.629-640, 2010.
- MORENO, R. D.; CABRE, R. L.; BUÑAY, J.; URZUA, N.; MARIN, X. B. **Molecular basis of heat stress damage in mammalian testis**. In: NEMOTO, Y.; INABA, N. (Ed.). *Testis: anatomy, physiology and pathology*. Hauppauge, New York: Nova Science Publishers, 2012. p.127-156.
- MULLER, P. B. *Bio-climatologia aplicada aos animais domésticos*. 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 1982. 158 p.
- MURGUEITIO, E.; CALLE, Z.; URIBE, F.; CALLE, A.; SOLORIO, B. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. **Forestry Ecology Management**, v.261, n.10, p.1654-1663, 2011.
- NAÃS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, 1989. 183 p.
- NAIR, P. K. R. Classification of agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v.3, n.2, p.97-128, 1985.
- NARANJO, L. G. Sistemas agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad. In: Conferencia Electronica de la FAO sobre Agroforesteria para la Produccion Animal en America Latina, 2001-2002. Roma: FAO, 2003. p.13-29.
- NEEL J. P. S.; BELESKY, D. P. Hbage production, nutritive value and animal productivity within hardwood silvopasture, open and mixed pasture systems in Appalachia, United States. **Grass and Forage Science**, v.72, p.137-153, 2017.
- OLIVEIRA, C. C. De. **Desempenho e comportamento ingestivo diurno de novilhas nelore em sistemas integrados de produção no cerrado brasileiro**. 2013. 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG, 2013.

OLIVEIRA, M. C. de S.; NICODEMO, M. L. F.; GUSMAO, M. R.; CHAGAS, A. C. de S.; PEZZOPANE, J. R. M.; OLIVEIRA-SIQUEIRA, T. C. G. de; OLIVEIRA, H. N. de. **Relatório técnico final de projeto de pesquisa: Estudo comparativo da infecção por parasitas gastrintestinais e da infestação por ectoparasitas em bovinos criados em sistema silvipastoril e convencional no estado de São Paulo**. Processo FAPESP: 2012/05858-0. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2015. 52 p.

OLIVEIRA, M. C. de S.; NICODEMO, M. L. F.; GUSMAO, M. R.; PEZZOPANE, J. R. M.; BILHASSI, T. B.; SANTANA, C. H.; GONÇALVES, T. C.; RABELO, M. D.; GIGLIOTI, R. Differential Haematobia irritans infestation levels in beef cattle raised in silvopastoral and conventional pasture systems. **Veterinary Parasitology**, v.246, p.96-99, 2017a.

OLIVEIRA, M. C. de S.; NICODEMO, M. L. F.; PEZZOPANE, J. R. M.; GUSMAO, M. R.; CHAGAS, A. C. de S.; GIGLIOTI, R.; BILHASSI, T. B.; SANTANA, C. H.; GONÇALVES, T. C.; RABELO, M. D.; NÉO, T. A. Gastrointestinal nematode infection in beef cattle raised in silvopastoral and conventional systems in São Paulo state, Brazil. **Agroforestry Systems**, v.91, p.495-507, 2017b.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento do pasto de capim-braquiária influenciado pelo nível de sombreamento e pela a estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.7, p.317-323, 2008.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B. de; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.4, p.573-579, 2007.

PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T. de; GOMIDE, C. A. de M.; MAURÍCIO, R. M.; PIRES, M. de F. A.; MULLER, M. D.; XAVIER, D. F. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v.141, n.2-3, p.166-172, 2011.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; MAURÍCIO, R. M.; FERNANDES, P. B.; MORENZ, M. J. F. Morphogenesis, biomass and nutritive value of Panicum maximum under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and Forage Science**, v.72, p.590-600, 2017.

PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F.; MALAQUIAS JUNIOR, J. D.; VIANA FILHO, A.; RODRIGUEZ, N. M.; MORENZ, M. J. F.; AROEIRA, L. J. M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, p.1528-1535, 2009.

PACIULLO, D. S. C.; PIRES, M. F. A.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; MAURÍCIO, R. M.; GOMIDE, C. A. M.; SILVEIRA, S. R. Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass-legume pastures shaded by tropical trees. *Animal*, v.8, p.1264-1271, 2014.

PARK, H. G.; HAN, S. I.; OH, S. Y.; KANG, H. S. Cellular responses to mild heat stress. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v.62, n.1, p.10-23, 2005.

PAYNE, M. **CDQAP ruminations: heat stress in dairy cows**. 2010. Disponível em: <<http://cdrf.org/2013/09/12/heat-stress-in-dairy-cows>>.

PHILLIPS, C. J.C. **Cattle behaviour and welfare**. 2 ed. London: Blackwell Science, 2002.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Modificações microclimáticas em sistema silvipastoril com Grevillea robusta A. Cunn. ex. R. Br. na região noroeste do Paraná**. 1998. 152 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1998.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Produtividade em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no subtropical brasileiro**. 2012. 110 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2012.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de; MOLETTA, J. L.; PONTES, L. da S.; OLIVEIRA, E. B de; PELISSARI, A.; CARVALHO, P. C. de F. Danos causados por bovinos em diferentes espécies arbóreas recomendadas para sistemas silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.32, p.67-76, 2012.

PORTO, C. G. de M.; CARPINELLI, S.; JESUS, R. de A. de; BARBOSA, A. S.; COPLA, J. F.; MOLLETTA, J. L.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; PONTES, L. da S. Desempenho de novilhas de corte Purunã em sistemas integrados de produção agropecuária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 25., 2015, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 2015. p.1-3.

PRIMAVESI, O.; ARZABE, C.; PEDREIRA, M. dos S. **Mudanças climáticas: visão tropical integrada das causas, dos impactos e de possíveis soluções para ambientes rurais ou urbanos**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 70).

RANDALL, M. The Physiology of stress: cortisol and the Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis. **DUJS**, p.22-24, 2010. Disponível em: <https://issuu.com/dartmouth_science/docs/dujs_10f>. Acesso em: 29 nov. 2017.

RAO, M. R.; NAIR, P. K. R.; ONG, C. K. Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. **Agroforestry Systems**, v.38, p.3-50, 1997.

RHOADS, M. L.; RHOADS, R. P.; VANBAALE, M. J.; COLLIER, R. J.; SANDERS, S. R.; WEBER, W. J.; CROOKER, B. A.; 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.

RIBEIRO, E.T. Manejo do pastejo de capim-marandu em sistema silvipastoril na Zona da Mata de Minas Gerais. 2016. 63 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

RIVERA HERRERA, J. E. C. A. C.; NARANJO, J. F.; TAFUR, O.; ARENAS, F.; URIBE, F.; CHARÁ, J.; MURGUEITIO, E. **Calidad y cantidad de leche bovina producida bajo sistemas silvopastoriles intensivos (sspi) en Colombia**. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE SISTEMAS SILVOPASTORILES INTENSIVOS, 4., 2012, Morelia y Valle de Apatzingán Michoacán. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/279449075_Calidad_y_cantidad_de_leche_bovina_producida_bajo_sistemas_silvopastoriles_intensivos_SSPi_en_Colombia>. Acesso em: 29 nov. 2017.

ROMANELLO, N. **Avaliação da qualidade do sêmen de touros Canchim (Bos taurus x Bos indicus) sob diferentes condições climáticas e tratamento hormonal**. 2017. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Pará, Belém, PA, 2017.

SALAK-JOHNSON, J. L.; MCGLONE, J. J. Making sense of apparently conflicting data: stress and immunity in swine and cattle. **Journal of Animal Science**, v.85 (E. Suppl.), p.E81-E88, 2007.

SAMISH, M.; REHACEK, J. Pathogens and predators of ticks and their potential in biological control. **Annual Review of Entomology**, v.44, p.159-182, 1999.

SANIN, Y. L.; CABRERA, A. M. Z.; MORALES, A. M. T. Adaptive responses to thermal stress in mammals. **Revista de Medicina Veterinária**, n.31, p.121-135, 2016.

SANTANA, E. A. R. de. **Capim-marandu e comportamento de bovinos nelore capim-marandu e comportamento de bovinos nelore**. 2017. 108 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

SANTOS, D. C. **Características do capim-piatã e desempenho de bovinos em sistemas silvipastoris no Cerrado brasileiro**. 2016. 81 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

SILVA, G. S.; BORGES, W. L. B.; PAZIANI, S. F.; FREITAS, R. S.; ROMERA, D. M.; STRADA, W. L.; BRITO, N. S. Comparison of parasitological behavior between cattle of integrated crop-livestock-forest and traditional systems. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEM, 2., 2012, Porto Alegre, RS. **Proceedings...** Porto Alegre, RS: UFRGS, 2012. p.1-4.

SILVA, J. A. R. da; ARAUJO, A. A. de; LOURENÇO JUNIOR, J. de B.; SANTOS, N. de F. A. dos; GARCIA, A. R.; NAHUM, B. de S. Conforto térmico de búfalas em sistema silvipastoril na Amazônia Oriental. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1364 -1371, 2011.

SILVA, J. A. R. da; ARAUJO, A. A. de; LOURENÇO JUNIOR, J. de B.; SANTOS, N. de F. A. dos; VIANA, R. B.; GARCIA, A. R.; RONDINA, D.; GRISE, M. M. Hormonal changes in female buffaloes under shading in tropical climate of Eastern Amazon, Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.43, n.1, p.44-48, 2014.

SILVA, L. L. G. G.; RESENDE, A. S.; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, M. S.; COLOMBARI, A. A.; TORRES, A. Q. A.; MATTA, P. M.; CAMPELLO, E. F. C.; FRANCO, A. A. Comportamento ingestivo diurno de novilhas mestiças em sistema silvipastoril em uma região tropical. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.21, n.1, p.15-22, 2013.

SILVA, L. K. X.; SOUSA, J. S.; SILVA, A. O. A.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; FATURI, C.; MARTORANO, L. G.; FRANCO, I. M.; PANTOJA, M. H. A.; BARROS, D. V.; GARCIA, A. R. Testicular thermoregulation, scrotal surface temperature patterns and semen quality of water buffalo bulls reared in a tropical climate. **Andrologia**, v.49, p.e12836, 2017.

SILVA, T. P. D. e; OLIVEIRA, R. G. de; SOUSA JÚNIOR, S. C.; SANTOS, K. R. de. Efeito da exposição à radiação solar sobre parâmetros fisiológicos e estimativa do declínio na produção de leite de vacas mestiças (Holandês X Gir) no sul do estado do Piauí. **Comunicata Scientiae**, v.3, n.4, p.299 –305, 2012.

SONNA, L. A.; FUJITA, J.; GAFFIN, S. L.; CRAIG, M. Molecular biology of thermoregulation invited review: effects of heat and cold stress on mammalian gene expression. **Journal of Applied Physiology**, v.92, n.50, p.1725-1742, 2002.

SOUSA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; MOREIRA, G. R.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; RIBEIRO, L. G. P. Nutritional evaluation of “Braquiaraão” grass in association with “Aroeira” trees in a silvopastoral system. **Agroforestry Systems**, v.79, p.179-189, 2010.

- SOUSA, L. F.; MAURICIO, R. M.; PACIULLO, D. S. C.; SILVEIRA, S. R.; RIBEIRO, R. S.; CALSAVARA, L. H.; MOREIRA, G. R. Forage intake, feeding behavior and bio-climatological indices of pasture grass, under the influence of trees, in a silvopastoral system. **Tropical Grasslands Forrajes Tropicales**, v.3, p.129-141, 2015.
- SOUZA, L. A. S.; MATARAZZO, S. V.; CARNEVALLI, R. A.; TOLEDO, L. M. de. Physiological and behavioral responses of dairy heifers in an integrated-crop-livestock-forestry system. **African Journal of Agricultural Research**, v.12, n.15, p.1278-1285, 2017.
- TAKAHASHI, L. S.; BILLER, J. D.; TAKAHASHI, K. M. **Bioclimatologia zootécnica**. Jaboticabal: [s.n.], 2009. 91 p.
- TEKLEHAIMANOT, Z.; JONES, M.; SINCLAIR, F. L. Tree and livestock productivity in relation to tree planting configuration in silvopastoral system in North Wales, UK. **Agroforestry Systems**, v.56, p.47-55, 2002.
- TITTO, C. G.; TITTO, E. A. L.; TITTO, R. M.; MOURAO, G. B. Heat tolerance and the effects of shade on the behavior of Simmental bulls on pasture. **Animal Science Journal**, v.82, n.4, p.591-600, 2011.
- VAN CLEEF, F. de O. S. **Produção e bem-estar de ovinos em sistema silvipastoril**. 2017. 56 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2017.
- WEMELSFELDER, F. Animal boredom: is a scientific study of the subjective experiences of animals possible? **Advances in Animal Welfare Science**, v.85, p.115-154, 1984.
- WEST, J. W. Effects of heat-stress on production in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v.86, n.6, p.2131-2144, 2003.
- WILSON, J. R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.47, p.1075-1093, 1996.
- WOLFENSON, D.; ROTH, Z.; MEIDAN, R. Impaired reproduction in heat-stressed cattle: basic and applied aspects. **Animal Reproduction Science**, v. 60-61, p.535-547, 2000.
- WU, Z.; SATTER, L. D. Milk production and reproductive performance of dairy cows fed two concentrations of phosphorus for two years. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.5, p.1052-1063, 2000.
- ZULUAGA, A. F.; GIRALDO, C.; CHARA, J. D. **Servicios ambientales que proveen los Sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad**. Bogotá, Colombia: GEF; BANCO MUNDIAL; FEDEGAN; CIPAV; FONDO ACCION; TNC, 2011.



Pecuária Sudeste

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

GOVERNO
FEDERAL

CGPE: 14695