

# Sistemas agrossilvipastoris para produção de leite

Ana Karina Dias Salman  
Carolina Della Giustina  
Gladys Beatriz Martínez  
Roberta Aparecida Carnevalli

## Introdução

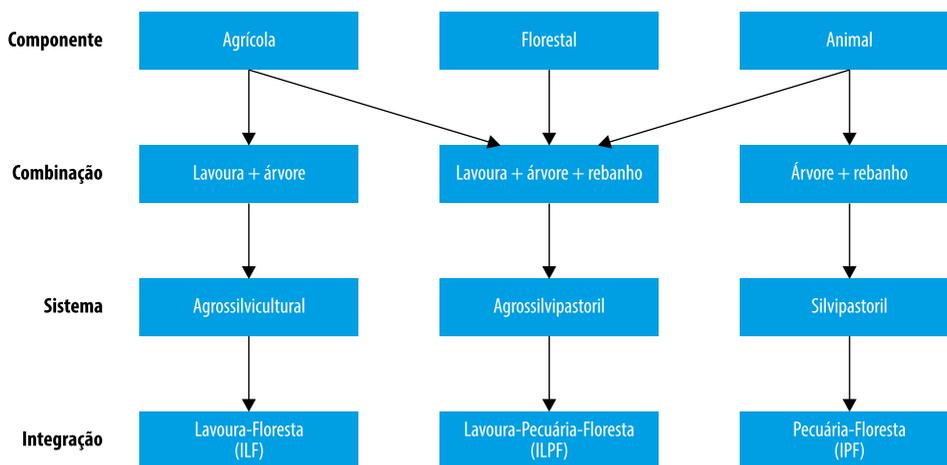
O objetivo deste capítulo é apresentar os sistemas agrossilvipastoris como alternativa para produção de leite na Região Amazônica. Inicialmente, serão abordados aspectos conceituais e os possíveis benefícios desses sistemas. A seguir, serão apresentadas as possibilidades de integração entre lavoura, pastagem e árvores, bem como os resultados de desempenho de rebanhos leiteiros mantidos nesses sistemas na Região Amazônica.

## Importância dos sistemas agrossilvipastoris

Um dos principais desafios a ser enfrentado pela humanidade é o de produzir alimentos, energia e produtos florestais em consonância com a disponibilidade de recursos naturais. Dessa forma, os sistemas de produção agropecuários devem levar em conta fatores ambientais, econômicos e sociais, tendo como objetivos aumentar a produção e a diversidade de produtos por área e, ao mesmo tempo, não impactar (ou impactar o mínimo possível) áreas de vegetação nativa e recuperar áreas degradadas (Balbino et al., 2011a). Diante disso, sistemas que integram culturas vegetais e animais em uma mesma área são alternativas para enfrentar esse problema.

Os sistemas agroflorestais (SAFs) são atividades de uso da terra em que as árvores interagem simultânea ou sequencialmente com os cultivos agrícolas e/ou animais, de modo a aumentar a produtividade total de plantas e animais, de forma sustentável, por unidade de área (Nair, 1989). A denominação de sistemas agrossilvipastoril, agrossilvicultural e silvipastoril depende de como os componentes

agrícola (lavoura), florestal (árvores) e animal (rebanho) se combinam. Todas essas combinações estão contempladas no conceito de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), que agrega tecnologias voltadas para sistemas integrados de produção (Balbino et al., 2011b; Nicodemo; Meloto, 2015). O conceito de ILPF representa uma integração mais abrangente e contempla quatro modalidades de sistemas integrados de produção agropecuária: 1) integração lavoura-pecuária (ILP); 2) integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF); 3) integração pecuária-floresta (IPF); e 4) integração lavoura-floresta (ILF). Na Figura 1, é possível entender melhor as denominações dos sistemas de integração de acordo com as possíveis combinações dos componentes (Garcia; Andrade, 2001).

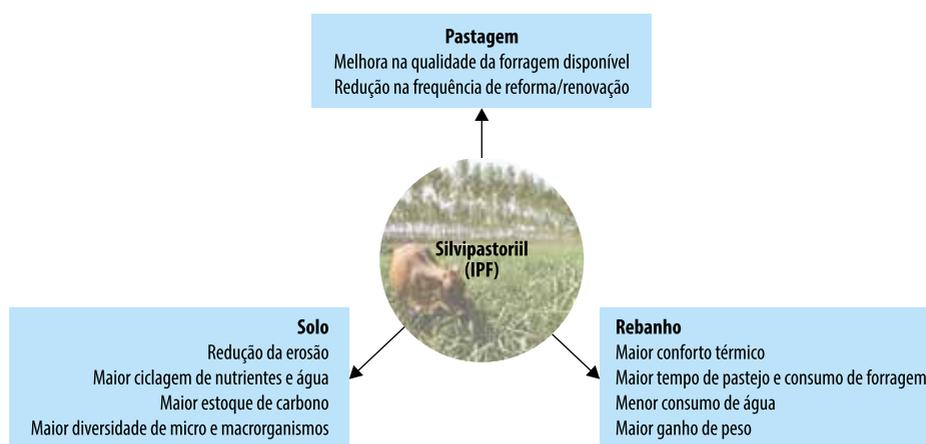


**Figura 1.** Denominações dos sistemas de integração de acordo com as possíveis combinações dos componentes agrícola, florestal e animal.

Fonte: Adaptado de Garcia e Andrade (2001).

O uso do sistema ILPF resulta em vários benefícios para o sistema solo-planta-animal (Figura 2), para a propriedade, para o produtor e para a sociedade. A melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo estão relacionadas tanto com a redução das perdas de solo por erosão hídrica e eólica, quanto com a melhora da reciclagem de nutrientes e da fixação de nitrogênio (quando há presença de espécies arbóreas leguminosas). Em consequência disso, há economia com adubação e aumento do estoque de carbono, além de melhora da ciclagem de água, da manutenção da diversidade de micro e mesorganismos e do perfil enzimático do solo (Balbino et al., 2012; Almeida et al., 2014). As gramíneas que formam as pastagens se

beneficiam da presença de árvores, pois aproveitam nutrientes que são extraídos por elas de camadas mais profundas do solo, nutrientes esses que o sistema radicular das forrageiras não consegue extrair por ser superficial quando comparado ao sistema das árvores (Castro et al., 1996; Sánchez et al., 2003). Para o componente pecuário, a presença das árvores na pastagem gera sombra natural, forma um microclima local pouco variável e favorece o conforto térmico, refletindo em maior produção por animal (Pires et al., 2000; Almeida, 2010; Morais et al., 2013). Esse conforto térmico é especialmente importante para rebanhos leiteiros mantidos na Região Amazônica, onde predominam temperaturas e umidade relativa do ar elevadas (Alvares et al., 2013). Essas condições levam ao estresse por calor e, conseqüentemente, reduzem o tempo de pastejo, o consumo e o desempenho dos animais.



**Figura 2.** Principais benefícios do sistema da integração pecuária-floresta (IPF) ou silvipastoreil para o sistema solo-planta-animal.

Foto: Rafael Rocha

## Agricultura e manejo de pastagem em sistemas agrossilvipastoris

A sazonalidade na produção de forragens nos trópicos caracteriza-se pela maior produção de biomassa durante a época chuvosa e menor produção durante a época seca. Sendo assim, os pecuaristas necessitam estocar forragem produzida na época chuvosa, de modo a ter disponível alimento volumoso e de boa qualidade

para a alimentação dos animais na época de escassez de forragem. Em sistemas de produção de leite, o volumoso mais indicado para a alimentação dos animais é a silagem, e o milho e o sorgo são as principais culturas utilizadas no processo de ensilagem (Muller et al., 2015). Na produção de gado de corte, tem se tornado cada vez mais comum a prática da confecção de silagem (Restle et al., 1999). Isso tem acontecido, segundo Demarchi et al. (1995), principalmente em regiões com exploração pecuária mais tecnificada, em que a procura por melhores índices zootécnicos e rentabilidade econômica têm levado grande número de produtores que utilizam o confinamento a adotarem sistematicamente essa prática. Outro fator que tem contribuído para o aumento do uso da ensilagem é a ILP, pois é cada vez maior o número de agricultores que tem utilizado pastagem em sistema de rotação com culturas anuais. Alguns utilizam tal sistema com a finalidade de formar matéria orgânica no solo (plantio direto), e outros para aproveitar a área para produção de bovinos no período seco (pasto diferido). Além disso, tem crescido o número de pecuaristas que utilizam a agricultura como forma de reduzir o custo de recuperação ou renovação de pastagens.

Quando realizada dentro das técnicas e padrões recomendados, a ensilagem garante o fornecimento de alimento de boa qualidade aos animais durante toda a estação seca, uma vez que conserva os princípios nutritivos do material ensilado. Em consequência, os custos do sistema de produção de leite são minimizados pela manutenção dos índices produtivos e reprodutivos do rebanho (Dias et al., 2001). Apesar de o milho ter sido sempre a forrageira de maior utilização no processo de ensilagem, o sorgo tem se mostrado como boa opção em substituição ao milho, especialmente em regiões com irregularidade hídrica. Nessas regiões, o sorgo tem sido mais explorado por causa dos seguintes fatores: resistência a veranicos, maior produção por área e menor exigência quanto à fertilidade do solo, em relação ao milho.

O milho e o sorgo são culturas mais adaptadas ao processo de ensilagem, por sua facilidade de cultivo, altos rendimentos e, especialmente, pela qualidade da silagem produzida sem o uso de aditivos ou técnicas de emurchecimento (Demarchi et al., 1995). Concomitantemente à semeadura de forrageiras anuais, podem ser semeadas forrageiras perenes. Essa prática possibilita o alongamento do período de pastejo e ainda a formação de palhada para a semeadura direta da cultura granífera ou de lavoura para a produção de silagem na safra de verão seguinte (Kluthcouski; Yokoyama, 2003). As formas de introdução da forrageira na lavoura dependem da disponibilidade de maquinário de cada produtor rural. As sementes podem ser distribuídas em caixas específicas, em maquinários mais modernos ou adaptados; ou podem ser colocadas

em caixas separadas juntamente com o adubo de plantio, com a ressalva de que devem ser misturadas somente no dia em que serão aplicados; ou podem ser distribuídas a lanço antes do plantio; ou, em último caso, podem ser adicionadas à adubação de cobertura da cultura, entretanto esta última opção é a menos recomendada.

A principal vantagem do estabelecimento de pastagem com o componente agrícola é a diluição do custo de formação com o retorno da receita obtida com o cultivo. No processo de plantio de uma cultura agrícola, praticamente os tratos culturais exigidos são os mesmos que os de uma pastagem, com a vantagem da produção comercializável (Braz et al., 2012). O custo dessa implantação depende muito da condição em que se encontra a área na sua fase inicial. Áreas historicamente degradadas pelo uso indiscriminado da pastagem, ou por cultivos extrativistas, apresentam necessidade de correção da acidez, da fertilidade e das características físicas de solo muito mais intensa do que áreas que vêm sendo trabalhadas anualmente e melhoradas de forma gradual (Alvarenga et al., 2006), aumentando grandemente o custo. Em áreas de cultivos sucessivos e de solo equilibrado, o plantio da pastagem custa praticamente o valor da semente do capim a ser implantado e podem ser totalmente ou em parte cobertos pela cultura anual, o que fará com que o produtor dependa de pouco ou nada quando for utilizar tal sistema (Carvalho, 1993).

Em pequenas propriedades, há uma diversidade de plantas que podem ser utilizadas para consórcio ou intermediação da pastagem. A escolha depende da região da propriedade, do mercado para escoamento da produção e da aptidão do agricultor/pecuarista para o desenvolvimento da cultura (Balbinot Júnior et al., 2009). A aptidão do produtor é um fator bastante relevante, pois pecuaristas e agricultores familiares apresentam perfis muito diferentes e precisam ser considerados. Comumente é necessário que o pecuarista, por não ser familiarizado com as etapas do processo agrícola, busque agricultores por meio de parcerias ou arrendamentos, a fim de aumentar a eficiência do processo (Macedo, 2009; Braz et al., 2012). O pecuarista pode aproveitar os resíduos de culturas ou o pastejo das restevras de lavouras para alimentação dos animais; essas práticas são frequentemente utilizadas em várias regiões do Brasil. Considerando essa situação, o milho, o sorgo ou o milheto são culturas bastante comuns, sendo muito utilizados para silagem ou colheita do grão para uso na alimentação animal (Kluthcouski; Aidar, 2003; Braz et al., 2012). A preferência por essas culturas se dá em razão dos seguintes fatores: tradição do cultivo, grande número de cultivares comerciais adaptadas às diferentes regiões ecológicas do Brasil, excelente adaptação quando utilizadas em consórcio e facilidade de cultivo (Karam et al., 2009).

Já no caso de agricultores, a pastagem pode ser associada durante o cultivo ou na sequência da colheita de arroz, feijão, mandioca, ou quaisquer outras culturas regionais, além do milho, sorgo e milheto já citados. Dependendo da cultura em questão, a sequência de cultivos e o processo a ser seguido apresentarão particularidades a serem seguidas. O arroz, por exemplo, é muito cultivado em solos ácidos e em aberturas de novas áreas, por sua tolerância a essa condição (Fageria, 2000). O capim pode ser cultivado juntamente com o arroz, respeitando o ciclo das culturas (Kluthcouski; Aidar, 2003; Balbino et al., 2011b). Já o feijão ou o feijão-caupi, caso o objetivo seja a colheita de grãos, devem ser cultivados antes da semeadura do capim para evitar competição. Em suma, cada cultura deve ser estudada dentro das particularidades da região, as quais devem ser respeitadas para o sucesso do consórcio.

A escolha da espécie forrageira a ser implantada depende do objetivo de utilização dentro do sistema. Durante o planejamento, é importante considerar alguns parâmetros, tais como: necessidade de forragem e o potencial produtivo da área e região; categoria animal e taxa de lotação esperada; época da produção da forrageira; necessidade de irrigação; necessidade de conservação; necessidade de divisão; uso consorciado com culturas anuais, leguminosas ou arbóreas (Garcia et al., 2004).

Para cada finalidade haverá uma série de opções que, ao serem cuidadosamente analisadas, podem aumentar a eficiência do sistema. A maioria dos capins do gênero *Panicum* apresenta-se como excelente opção para ruminantes domésticos, no entanto esses capins são muito estacionais, ou seja, apresentam alta produção no período das águas e praticamente não crescem durante o período seco sem irrigação (Carvalho et al., 2005). Os capins do gênero *Panicum*, em geral, atingem, no período das águas, produção média de 20 t ha<sup>-1</sup> a 45 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca (MS), e não apresentam boa qualidade quando diferidos ou conservados como feno ou silagem (Jank et al., 2008; Alves et al., 2014). Contudo, respondem bem à irrigação, desde que a temperatura noturna esteja acima de 15 °C (Teodoro et al., 2002). Apresentam dificuldade no consórcio com cultivos agrícolas subsequentes, por causa da alta tendência de formação de touceiras, o que prejudica a qualidade do plantio direto (Carvalho et al., 2005). Ações de manejo da pastagem são fundamentais para reduzir o diâmetro das touceiras, que tendem a dificultar o desempenho das semeadoras, e para assegurar a distribuição de massa aérea e radicular, garantindo a homogeneidade do plantio subsequente.

Cultivares de *Panicum* como Tamani, Massai, Aries e Aruana apresentam estrutura de touceiras menores e folhas mais finas e são bastante utilizadas para consórcio com

culturas anuais. Entretanto, todas as cultivares desse gênero são altamente exigentes em fertilidade de solo e demandam adubação nitrogenada para permanecerem competitivas e produtivas (Severino et al., 2006; Jank et al., 2008). Quando o plantio é realizado em consórcio com culturas anuais e a pastagem é mantida por longo período sob pastejo, as cultivares Mombaça e Zuri são excelentes opções. Todas as cultivares de *Panicum* devem ser mantidas sob lotação intermitente da pastagem, não havendo bons resultados de produção e persistência em médio e longo prazo quando manejadas sob lotação contínua, em razão de suas limitações e/ou dificuldades para serem manejadas (Carvalho et al., 2005).

Apesar de serem potencialmente menos produtivas que os capins do gênero *Panicum*, as braquiárias têm sido as plantas mais indicadas para integração com cultivos agrícolas, em virtude da grande flexibilidade de uso e manejo e da tolerância a uma série de limitações e/ou condições restritivas de utilização, diferentemente de um grande número de espécies forrageiras (Silva, 2004). Boa produtividade, maior resistência à seca e ao pisoteio tornam os capins do gênero *Brachiaria* opções mais apropriadas para pecuaristas (Balbino et al., 2011b). Se forem distribuídos ao longo do ano, mantêm-se verdes por mais tempo, apresentando bons resultados quando diferidos (sem utilização por um período de tempo), e mantêm um padrão ótimo de MS potencialmente digestível. Há relatos de sucesso com a fenação de algumas cultivares em situação específica, mas esse não tem sido o modo preferencial de conservação (Alves et al., 2014). O manejo pode ser de lotação contínua, alternada ou intermitente (Euclides et al., 2015), contudo a resposta às altas doses de nitrogênio não são muito interessantes (Barcelos et al., 2011). Quanto à exigência em fertilidade de solo, a cultivar pode variar de muito baixa (Decumbens) a média-alta (Xaraés) (Karam et al., 2009; Barcelos et al., 2011).

Os maiores problemas na utilização da *Brachiaria* spp. ocorrem com animais muito jovens (lactentes com menos de 30 dias de idade), em virtude de ocorrerem casos esporádicos de fotossensibilização hepatógena (Resende et al., 2008) e pelo fato de não atender à concentração de nutrientes, que é inadequada na maioria das cultivares. O manejo de controle inicial do crescimento do capim consorciado já é de conhecimento público, e o retorno ao cultivo agrícola é facilitado pela estrutura da pastagem após sua utilização pelos animais, com baixa ocorrência de entouceiramento. A presença de touceiras após a utilização da pastagem é mais recorrente nas cultivares mais produtivas, como Xaraés, Marandu e Piatã, caso não tenham sido manejadas corretamente durante o ciclo de pastejo (Kluthcousk et al., 2004). A resposta à irrigação no período seco é maior em locais onde a temperatura

noturna esteja ao redor de 12 °C–13 °C, porém é preciso analisar o potencial produtivo para que haja retorno no investimento da irrigação (Rodrigues, 2004).

A cultivar Ruziziensis tem sido muito utilizada quando o objetivo da forrageira é somente acúmulo de massa de forragem para realização de plantio direto e serviços ambientais. Sua vantagem para o agricultor é o fato de ser facilmente dessecada (Balbino et al., 2011b). No entanto, apesar de apresentar a vantagem de não formar touceiras independentemente do manejo utilizado, a cultivar Ruziziensis é altamente susceptível ao ataque de cigarrinhas, não sendo recomendada para áreas de alta ocorrência dessa praga (Valério; Koller, 1993).

## Tolerância das forrageiras ao sombreamento

Para manutenção do equilíbrio entre os componentes do sistema agrossilvipastoril (árvores, forrageiras e animais) e para que haja interações desses componentes com as características edafoclimáticas das diferentes regiões de plantio, torna-se necessário determinar o efeito e a interação de diferentes fatores, com destaque para a escolha das espécies gramíneas e sua resposta ao sombreamento. Segundo Wong (1991), a resposta das plantas forrageiras ao sombreamento demonstra sua capacidade de crescer à sombra em comparação ao crescimento a pleno sol e sob a influência de desfolhações regulares. No entanto, a tolerância das forrageiras à sombra deve ser caracterizada não só pela sobrevivência, mas também pela adaptação ao manejo e às condições edafoclimáticas da região, pela produção satisfatória de MS e pelo valor nutritivo adequado da forragem (Garcia; Andrade, 2001).

No Sul de Minas Gerais, a braquiária decumbens não apresenta alteração sob sombreamento de acácias e eucalipto de 7 anos de idade em sub-bosque de 30 m de largura. Comparando dois níveis de sombreamento – intenso (65%) e moderado (35%) –, observou-se que a densidade de perfilhos, o índice de área foliar e a massa de forragem foram maiores com sombreamento moderado. Os teores médios de fibra em detergente neutro (FDN) são maiores no capim a pleno sol do que sob sombreamento, enquanto os valores médios de proteína bruta (PB) e a digestibilidade in vitro da MS são maiores no capim sombreado. O sombreamento moderado aumenta os teores de PB, reduz os teores de FDN e incrementa a digestibilidade da forragem de gramíneas que crescem sob a copa das árvores (Paciullo et al., 2007).

Em outro estudo, Paciullo et al. (2011a) avaliaram os efeitos de árvores dispostas em renques sobre as características produtivas e nutricionais de *Urochloa decumbens*

sob sombreamento moderado, considerando as distâncias dos pontos de coleta das amostras de capim em relação ao renque das árvores (0,3 m, 6 m, 9 m, 12 m e 15 m). A braquiária decumbens coletada até 9 m de distância do renque apresenta redução na densidade de perfilhos, na massa de forragem e em sua respectiva taxa de acúmulo. Os teores de fibra não foram influenciados, mas o teor de proteína do capim aumenta à medida que se aproxima dos renques das árvores.

Na região norte de Minas Gerais, foram comparados diferentes arranjos espaciais de árvores de eucalipto plantadas em renques em pastagens formadas com capim-braquiária. Observou-se que, no plantio mais adensado (2 m x 2 m entre árvores e 9 m entre renques), os parâmetros mais afetados negativamente pelo sombreamento foram os seguintes: quantidade e qualidade de luz, relação folha:colmo, altura, produção de MS e índice de área foliar. Por sua vez, os parâmetros afetados positivamente foram o teor de proteína e de fibra da forragem (Rodrigues, 2012).

Ao avaliar o valor nutritivo da *Urochloa brizantha* 'Marandu' em diferentes locais dentro do pasto em sistema silvipastoril, Tosta et al. (2015) não observaram diferenças nas concentrações de fibra (média 73,3% de FDN). O mesmo fato foi observado por Oliveira et al. (2017) ao avaliarem as gramíneas *Urochloa brizantha* 'Marandu' e *Panicum maximum* 'Mombaça' em sistemas com 0,25% e 50% de sombreamento natural, nos quais foram relatadas médias de 62,7% e 63,9% de FDN para 'Marandu' e 'Mombaça', respectivamente.

Sistemas silvipastoris com espaçamentos mais amplos, onde haja entrada de luz suficiente para o desenvolvimento da pastagem e sombra suficiente para que o animal a alcance sem percorrer grandes distâncias, têm sido a maneira mais eficaz de obter sucesso nessa modalidade. Com redução de 20% somente na radiação fotossinteticamente ativa (RFA), pode-se obter uma pastagem com pequena redução do perímetro das touceiras (25%), acompanhado de um aumento significativo de touceiras pequenas (abaixo de 30 cm) e redução de touceiras grandes (acima de 60 cm). No sistema equilibrado, a taxa de aparecimento de perfilhos, que é afetada pelo sombreamento, não sofre alteração em relação ao pleno sol, da mesma forma que a mortalidade, que mantém índice de estabilidade semelhante. Assim sendo, a densidade populacional de perfilhos não foi afetada por essa disposição de árvores, e o estande se manteve semelhante a pleno sol (Crestani, 2015). Nenhuma das variáveis morfológicas foi afetada pelo sistema silvipastoril equilibrado. Isso também não ocorreu no sistema mais sombreado, onde foi verificado aumento principalmente na taxa de alongamento de colmos, resposta esperada nesse ambiente de restrição lumínica.

## Rebanhos leiteiros em sistemas agrossilvipastoris

O clima tropical na Amazônia se caracteriza por apresentar índices de temperatura e umidade (ITU) elevados na maior parte do ano (Garcia et al., 2011). Com o aumento da temperatura os animais diminuem o ritmo de produção de calor para que os limites de termorregulação não sejam atingidos. Porém, quando esses mecanismos são ativados, as funções menos importantes para o organismo são as primeiras a serem prejudicadas, como a produção, a reprodução e o bem-estar (Bertipaglia et al., 2005).

O estabelecimento de uma faixa de temperatura ideal para os animais, denominada de Zona de Conforto Térmico (ZCT), é delimitada pelas Temperaturas Crítica Superior (TCS) e Crítica Inferior (TCI), as quais são influenciadas diretamente pela velocidade do vento, umidade relativa e radiação solar, e variam de acordo com a região e a época do ano, bem como com a idade do animal, a raça, entre outros fatores (Ferro et al., 2010). Quando a temperatura ambiente se altera de tal modo a atingir o ponto crítico de desconforto, a umidade relativa do ar (UR) é um importante aliado para os mecanismos evaporativos de dissipação de calor, pois, em condições de temperatura e umidade elevadas, há inibição de evaporação pela pele e pelo trato respiratório, o que aumenta as condições estressantes para o animal. Baêta e Souza (1997) identificaram um limite de ZCT entre  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$  para bovinos europeus adultos, entre  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  para zebuínos adultos e entre  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$  para bovinos recém-nascidos.

A redução na produção de leite resultante do estresse térmico tende a neutralizar o avanço obtido com a melhoria genética dos animais para maior produção de leite. Esse progresso está estreitamente relacionado ao aumento da ingestão de alimentos e ao conseqüente incremento de calor metabólico, que requer mecanismos termorreguladores eficazes para manter a temperatura do corpo em uma zona termoneutral e a homeostase fisiológica. Assim, os animais tenderão a reduzir o consumo de alimentos, tentando minimizar a taxa metabólica e a produção de calor interno (Kadzere et al., 2002).

Os efeitos do estresse calórico em vacas de leite e, principalmente, nas de alto potencial são entraves que devem ser superados por meio de alternativas naturais, como a inserção de árvores integradas com pastagens. Os sistemas silvipastoris são muito eficazes, tanto pelo aumento da produção de biomassa (capim + árvores), quanto pela quebra dos efeitos da radiação solar e pelo conforto térmico que

proporciona. O uso desses sistemas tende a estabilizar os ITUs nos limites ideais para gado leiteiro, entre 60 e 64, nunca igual ou maior que 72 (Ferro et al., 2010).

A vantagem da proteção contra radiação solar é maximizada quando o ambiente é mais desafiador, como, por exemplo, em regiões de clima tropical. A exposição dos animais às altas temperaturas diurnas, acompanhada de alta radiação solar e, muitas vezes, elevada umidade do ar, torna o ambiente bastante desconfortável para eles. Comparando-se diferentes níveis de luminosidade em pastagem, observa-se variação no comportamento em pastejo de novilhas, que apresentam aumento do tempo de pastejo durante o dia na condição de maior sombreamento. Em condição de pleno sol, as novilhas aumentaram o tempo de ócio durante as horas mais quentes do dia, permanecendo ao redor do bebedouro em posição de desconforto (Mello et al., 2016). O uso de sombra diminui a incidência da radiação direta nos animais e favorece o conforto térmico, o controle homeotérmico e o comportamento em pastejo (Titto et al., 2011).

Vacas cruzadas com zebuínos são mais tolerantes às variações climáticas (Azevedo et al., 2005). O problema principal das raças leiteiras de origem europeia está na adaptação ao clima tropical, decorrente da alta capacidade produtiva, o que proporciona alterações fisiológicas e comportamentais provocadas pelo estresse pelo calor (Silva et al., 2002). A maior adaptação dos zebuínos às condições de temperatura elevada está na sua capacidade de dissipação de calor por meio da sudorese de forma mais efetiva, pois possuem maior número de glândulas sudoríparas ou maior volume de secreção, pelos mais curtos e maior superfície em relação à massa corporal, apresentando, assim, um mecanismo termorregulatório mais eficiente que os taurinos (Pereira et al., 2008).

Dessa forma, integrar árvores com a pastagem (sistema silvipastoril ou integração pecuária-floresta) é uma das alternativas para oferecer sombra ao rebanho leiteiro. Nesses sistemas, o sombreamento proporcionado pelas árvores diminui em 26% a carga de calor incidente sobre os animais (Silva et al., 2008). Entretanto, é importante salientar que um sistema silvipastoril bem planejado pode proporcionar um ambiente adequado para a produção de animais cruzados em todas as épocas do ano.

Esse planejamento vai desde a escolha correta das forrageiras e das espécies arbóreas que irão compor o sistema até a densidade e sua distribuição na área. Leme et al. (2005) verificaram em seu experimento que o tempo que os animais despendiam ao sol e à sombra ao deitarem-se em busca de descanso era igual, independentemente da época do ano, possivelmente pela dispersão das árvores no piquete experimental.

Portanto, infere-se que o sistema silvipastoril tem a capacidade de amenizar as intempéries ambientais no entorno das copas das árvores, uma vez que os autores verificaram que, no turno da tarde, no período de verão, houve redução de 6,5 °C na temperatura do globo negro sob a copa das árvores, em comparação com a temperatura em área exposta ao sol. As árvores de maior altura e de copa globosa/densa foram as que conferiram maior redução da irradiação solar.

Além disso, os animais conseguem identificar locais sombreados que oferecem maior proteção contra a radiação solar, a fim de amenizar o estresse pelo calor ao qual se encontram (Schütz et al., 2009). Por isso, a distribuição de árvores com diferentes densidades de copa pode induzir os animais a buscarem mais a sombra de uma determinada espécie arbórea e preterir a sombra de outras árvores com copa menos densa.

Nas condições climáticas do Centro-Oeste do Brasil, novilhas leiteiras que tinham maior oferta de sombra passaram a maior parte do seu tempo nas áreas de influência das árvores, seja na atividade de ócio, seja nas atividades de ruminação ou pastejo. No sistema com sombreamento localizado às margens do piquete, as novilhas procuraram mais a sombra nas horas mais quentes do dia para ruminação e ócio, enquanto aquelas sem oferta de sombra simplesmente permaneciam em ócio ao redor dos bebedouros com reduzida atividade de pastejo nesses horários (Mello et al., 2016). Na região da Amazônia Ocidental, também foram observados benefícios do uso de espécies arbóreas nas pastagens para propiciar melhor ambiente a animais com linhagem europeia (Townsend et al., 2002).

O desempenho de novilhas não foi alterado pela presença ou ausência de árvores na região serrana de Minas Gerais, entretanto Paciullo e Castro (2006) complementam que a adição na renda vem da produção da madeira que foi cultivada em conjunto. No Centro-Oeste brasileiro, transição com bioma Amazônia, o desempenho de novilhas leiteiras foi avaliado e foi possível verificar que o sistema silvipastoril com espaçamento adequado manteve o mesmo nível de produção da forragem e o mesmo desempenho animal que em pleno sol. O sistema intensamente sombreado proporcionou queda considerável na produção vegetal, o que reduziu o desempenho dos animais. Entretanto, nessa condição os animais apresentaram melhores características de conforto térmico do que no sistema a pleno sol, propiciando um comportamento semelhante ao do sistema com sombreamento marginal, ambos superiores ao sistema a pleno sol em termos de bem-estar animal (Lopes et al., 2016).

Em Presidente Médici, Rondônia, a temperatura de globo negro em pastagem de *Brachiaria brizantha* 'Marandu' sombreada por seringal adulto (*Hevea brasiliensis*) é, em média, 4,3 °C menor do que em área de pastagem parcialmente sombreada (10% de cobertura) por árvores nativas ou a pleno sol (Townsend et al., 2000). Dados coletados em Porto Velho, Rondônia, mostram médias semelhantes de temperatura e umidade relativa do ar, registradas por termo-higrômetros, bem como de ITU, entre pastagens de capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* 'Xaraés'), a pleno sol e sombreada por renques de eucalipto (65% de sombreamento). De acordo com a classificação de Armstrong (1994), as médias de ITU durante o dia (das 6h às 16h) e à noite (das 16h às 6h), de 82,3 e 75,7, respectivamente, indicam estresse moderado e ameno nos animais em ambas as pastagens (a pleno sol ou sombreada). Porém, na pastagem sombreada, novilhas  $\frac{3}{4}$  Girolando ( $25 \pm 6,8$  meses e  $268 \pm 83$  kg de peso vivo inicial) têm menor temperatura interna diurna (Tabela 1), maior tempo de pastejo diurno (Tabela 2), maior ganho de peso diário ( $0,982$  kg x  $0,721$  kg por animal) (Oliveira et al., 2016) e gastam menos tempo bebendo água ( $3,12$  x  $5,87$  minutos) (Souza et al., 2017) do que as novilhas em pastagem a pleno sol. Essas informações revelam que o monitoramento do microclima das pastagens com termo-higrômetros para subsequente cálculo de ITU não tem eficácia suficiente para predizer o impacto do estresse por calor sobre a capacidade de termorregulação e sobre o comportamento em pastejo de novilhas Girolando.

**Tabela 1.** Médias da temperatura interna (TI) de novilhas Girolando, observadas nos períodos diurno e noturno, em pastagem de capim-xaraés a pleno sol ou sombreada por renques de eucalipto (65% de sombreamento).

Parâmetro	Diurno		Noturno		Erro padrão
	Pleno sol	Sombreada	Pleno sol	Sombreada	
TI (°C)	39,51A	39,41B	39,39	39,35	0,1110

Médias dentro do período do dia (diurno ou noturno) seguidas de letras diferentes na linha se diferenciam pelo teste Tukey ( $<0,05$ ).

**Tabela 2.** Valores médios de tempo (minutos) em pastejo, ruminação e ócio de novilhas Girolando, em pastagem de capim-xaraés a pleno sol ou sombreada por renques de eucalipto (65% de sombreamento).

Atividade	Diurno		Noturno		Erro padrão
	Pleno sol	Sombreada	Pleno sol	Sombreada	
Pastejo	436,88B	581,35A	228,00	238,06	0,0169
Ruminação	237,00	301,16	648,50	670,16	0,4131
Ócio	490,62	497,50	446,87	485,64	0,6754

Médias dentro do período do dia (diurno ou noturno) seguidas de letras diferentes na linha se diferenciam pelo teste Tukey ( $<0,05$ ).

No caso de rebanhos de búfalos (*Bubalus bubalis*), mesmo sendo considerados mais rústicos e de adaptação fácil aos ambientes mais inóspitos, a radiação solar direta é considerada a principal causa de estresse, e o desafio é identificar a melhor forma de dissipação desse calor. Os búfalos são particularmente intolerantes à radiação solar direta. Durante os períodos mais quentes do dia, os animais tendem a procurar poças de água ou lama para se refrescar e, usualmente, pastejam apenas nas horas de temperatura mais amena (Ablas et al., 2007). Particularmente, para búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental, com valores de ITU variando entre 75,0 e 81,0 no período mais chuvoso e entre 75,8 e 82,0 no menos chuvoso (Garcia et al., 2011), utiliza-se algum tipo de proteção contra o calor (sombra ou água para imersão) nas horas mais quentes do dia, quando o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) é superior a 85.

Em outro estudo realizado na Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA (clima Afi), dois sistemas silvipastoris foram comparados em dois períodos: de abril a setembro de 2007 (Período 1) e de outubro de 2007 a março de 2008 (Período 2). O estudo considerou índices de conforto ambiental e alterações nos parâmetros fisiológicos de bezerros bubalinos. Foram avaliados 11 bezerros no Sistema Silvipastoril 1 (SSP1), que apresentava sombreamento útil nas pastagens de 18% a 21%, e 8 bezerros no Sistema Silvipastoril 2 (SSP2), em que as árvores ainda não forneciam sombreamento nas pastagens, mas havia um lago para banho. Apesar de ter sido observado ITU elevado nos dois períodos, os bezerros bubalinos não apresentaram características que pudessem identificar estresse (Tabela 3), o que demonstra a elevada adaptabilidade dos bubalinos às condições climáticas amazônicas e/ou a necessidade de outra interpretação da escala de ITU para bubalinos criados na Amazônia Oriental. A frequência respiratória foi mais elevada nos períodos de ITU mais elevado e a temperatura retal esteve dentro dos padrões normais para esses animais. (Moraes Júnior et al., 2010).

O fornecimento de sombra pelos sistemas silvipastoris é tão eficiente quanto o acesso à água para banho para a manutenção da homeotermia e da temperatura de pele. A diferença básica, a favor do uso do sombreamento, é que os animais abrigados à sombra usufruem do efeito de quebra de luminosidade, oferecida pela copa das árvores, além de não acumularem tanta energia térmica nem necessitarem despender excessiva energia para efetuar perda de calor corpóreo. Diferentemente disso, os animais com acesso à água precisam mobilizar parte de sua atividade metabólica para a perda de calor inconvenientemente acumulado, pois permanecem em áreas não sombreadas. Esse fato pode ter impacto positivo no desempenho dos animais mantidos em sistemas silvipastoris, com sombra suficiente para sua proteção, pois,

**Tabela 3.** Índice de temperatura e umidade (ITU) médio, temperatura retal (TR), frequência respiratória (FR) e índice de conforto animal de Benezra (ICB) em bezerras bubalinas avaliadas em dois sistemas silvipastoris (SSP), durante dois períodos do ano, em Belém, PA, 2007/2008.<sup>(1)</sup>

Horário	Período 1							Período 2						
	SSP1				SSP2			SSP1				SSP2		
	ITU	TR	FR	ICB	TR	FR	ICB	ITU	TR	FR	ICB	TR	FR	ICB
06:00	74,2	38,5	33,3	2,46	38,5	34,8	2,42	73,5	38,3	32,2	2,51	38,4	35,5	2,54
12:00	82,2	38,9	50,5	3,22	38,9	53,9	3,15	81,1	38,6	49,1	3,31	38,7	56,5	3,45
18:00	80,4	39,3	46,6	3,05	39,3	41,7	2,99	77,9	39,0	45,2	2,83	39,0	44,4	2,96

<sup>(1)</sup>ITU =  $ts + 0,55(1 - UR)(ts - 58)$ , em que  $ts$  é a temperatura do termômetro de bulbo seco (graus Fahrenheit) e UR é a umidade relativa do ar (%); ICB =  $TR/38,33 + FR/23$ , em que TR é a temperatura retal, em graus Celsius (°C), e FR é a frequência respiratória, mensurada em movimentos por minuto. Período 1 = abril/2007 a setembro/2007; Período 2 = outubro/2007 a março/2008.

SSP1: sistema silvipastoril 1, com sombreamento útil, de 18% a 21% nas pastagens.

SSP2: sistema silvipastoril 2, sem sombreamento útil nas pastagens, com lago para banho.

Fonte: Moraes Júnior et al. (2010).

nesses sistemas, a partição de energia dos animais pode ser direcionada para seu crescimento em vez da termólise (Moraes Junior et al., 2010).

Resultados de pesquisa sobre o efeito do estresse térmico sobre rebanhos leiteiros mestiços, principalmente Girolando em clima tropical úmido, ainda são escassos. É possível que indicadores de estresse, como o ITU, que são comumente utilizados para predizer o conforto térmico em rebanhos leiteiros de raças europeias em clima temperado, não sejam muito adequados para animais mais rústicos como búfalos ou bovinos mestiços com raças zebuínas. Em regiões mais quentes do País, resultados diferenciais de desempenho animal são esperados, sendo amplificados quando esses animais estão em produção.

## Considerações finais

Os sistemas agrossilvipastoris constituem uma alternativa para a produção de leite na Região Amazônica, principalmente quando se consideram as condições climáticas extremas que desafiam a produção animal. Para a obtenção do equilíbrio entre condições climáticas adversas e a produtividade nessas regiões, os produtores devem se valer, em seus sistemas de produção, de tecnologias que contribuam para amenizar tais efeitos. Entretanto, ainda existem poucos dados na literatura acerca do valor nutricional de forrageiras e do manejo de pastagens sombreadas, bem como de coeficientes técnicos de produção de leite de rebanhos Girolando em pastagens sombreadas.

## Referências

- ABLAS, D. S.; TITTO, E. A. L.; PEREIRA, A. M. F.; TITTO, C. G.; LEME, T. M. C. Comportamento de bubalinos a pasto frente a disponibilidade de sombra e água para imersão. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 2, p. 167-175, abr./jun. 2007.
- ALMEIDA, R. G. de; RANGEL, J. H. de A.; CAVALCANTE, A. C. R.; ALVES, F. V. Sistemas silvipastoris: produção animal com benefícios ambientais. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 9., 2014, Ilhéus. **Produção animal**: novas diretrizes; trabalhos apresentados. Ilhéus: SNPA, 2014. 3 f. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114901/1/aac-Sistemas.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2016.
- ALMEIDA, R. Sistemas agrossilvipastoris: benefícios técnicos, econômicos, ambientais e sociais. In: ENCONTRO SOBRE ZOOTECNIA DE MATO GROSSO DO SUL, 7., 2010, Campo Grande, MS. **Anais eletrônicos...** Campo Grande, MS: Ed. da UFMS, 2010. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Roberto\\_Almeida2/publication/263376989\\_SISTEMAS\\_AGROSSILVIPASTORIS\\_BENEFICIOS\\_TCNICOS\\_ECONMICOS\\_AMBIENTAIS\\_E\\_SOCIAIS/links/00b7d53ab044065a38000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Roberto_Almeida2/publication/263376989_SISTEMAS_AGROSSILVIPASTORIS_BENEFICIOS_TCNICOS_ECONMICOS_AMBIENTAIS_E_SOCIAIS/links/00b7d53ab044065a38000000.pdf)>. Acesso em: 28 abr. 2016.
- ALVARENGA, R. C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F. J.; CRUZ, J. C.; GONTIJO NETO, M. M. **A cultura do milho na Integração Lavoura-Pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 12 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 80).
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ALVES, F. G. S.; FELIX, B. A.; PEIXOTO, M. S. M.; SANTOS, P. M. dos; COSTA, R. B. da; SALES, R. de O. Considerações sobre manejo de pastagens na região semiárida do Brasil: uma revisão. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 8, n. 4, p. 259-283, 2014.
- ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 2044-2050, July 1994. DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(94)77149-6.
- AZEVEDO, M.; PIRES, M. F. A.; SATURNINO, H. M.; LANA, A. M. Q.; SAMPAIO, I. B. M.; MONTEIRO, J. B. N.; MORATO, L. E. Estimativa de níveis críticos superiores do índice de temperatura e umidade para vacas leiteiras 1/2, 3/4, 7/8 holandês-zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2000-2008, 2005.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. **Ambiência em edificações rurais**: conforto animal. Viçosa: Ed. da UFV, 1997. 246 p.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. (Ed.). **Marco referencial**: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2011a. 130 p. Edição bilingue: português e inglês.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; OLIVEIRA, P.; KLUTHCOUSKI, J.; GALERANI, P. R.; VILELA, L. Agricultura sustentável por meio da Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF). **Informações Agronômicas IPNI**, n. 138, p. 1-18, jul. 2012.
- BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFIRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A. de; MARTINEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. i-xii, out. 2011b. Prefácio. DOI: 10.1590/S0100-204X2011001000001.

- BALBINOT JÚNIOR, A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1925-1933, 2009.
- BARCELOS, A. F.; LIMA, J. A. de; PEREIRA, J. P.; GUIMARÃES, P. T. G.; EVANGELISTA, A. R.; GONÇALVES, C. C. de M. **Adubação de capins do gênero *Brachiaria***. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. 84 p.
- BERTIPAGLIA, E. C. A.; SILVA, R. G.; MAIA A. S. C. Fertility and hair coat characteristics of Holstein cows in a tropical environment. **Animal Reproduction**, v. 2, n. 3, p. 187-194, 2005.
- BRAZ, F. P.; MION, T. D.; GAMEIRO, A. H. Análise socioeconômica comparativa de sistemas de integração lavoura-pecuária em propriedades rurais nas regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste do Brasil. **Informações Econômicas**, v. 42, n. 2, p. 69-82, 2012.
- CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; SILVA, R. R.; SILVA, R. R. Integração agricultura-pecuária: um enfoque sobre cobertura vegetal permanente. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 6, n. 8, p. 1-19, 2005.
- CARVALHO, M. M. **Recuperação de pastagens degradadas**. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1993. 51 p. (EMBRAPA-CNPGL. Documentos, 55).
- CASTRO, C. R. T.; GARCIA, H.; COUTO, L. Sistemas silvipastoris no Brasil: potencialidades e entraves. **Revista Árvore**, v. 20, n. 4, p. 575-582, 1996.
- CRESTANI, S.; DA SILVA, S. C. Uso do critério de interceptação de luz para o manejo do pastejo em área de pastagens de sistemas integrados com componente arbóreo. In: SILVA, S. C. da; PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C. (Ed.). In: **Simpósio sobre manejo de pastagens: sistemas de produção, intensificação e sustentabilidade da produção animal**. Piracicaba: Fealq, p. 83-112, 2015.
- DEMARCHI, J. J. A. A.; BOIN, C.; BRAUN, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para a produção de silagens de alta qualidade. **Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 111-136, 1995.
- DIAS, A. M. A.; BATISTA, A. M. V.; FERREIRA, M. A.; LIRA, M. A.; SAMPAIO, I. B. M. Efeito do estágio vegetativo do sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.) Moench) sobre a composição química da silagem, consumo, produção e teor de gordura do leite para vacas em lactação, em comparação à silagem de milho (*Zea mays* (L.)) **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 65, p. 2086-2092, 2001.
- EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A.; NANTES, N. N. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. **Ceres**, v. 61, n. 7, 2015.
- FAGERIA, N. K. Resposta de arroz de terras altas à correção de acidez em solo de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 11, p. 2303-2307, 2000.
- FERRO, F. R. A.; CAVALCANTI NETO, C. C.; TOLEDO FILHO, M. R.; FERRI, S. T. S.; MONTALDO, Y. C. Efeito do estresse calórico no desempenho reprodutivo de vacas leiteiras. **Revista Verde**, v. 5, n. 5, p. 1-25, 2010.
- GARCIA, A. R.; MATOS, L. B.; LOURENÇO JÚNIOR, J. de B.; NAHÚM, B. de S.; ARAÚJO, C. V. de; SANTOS, A. X. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1409-1414, 2011.
- GARCIA, R.; ANDRADE, C. M. S. Sistemas silvipastoris na Região Sudeste. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. da C. (Ed.). **Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília, DF: Fao, 2001. p. 173-187.
- GARCIA, R.; ROCHA, F. C.; BERNARDINO, F. S.; GOBBI, K. F. Forrageiras utilizadas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A. A. da; AGNES, E. L. (Ed.). **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa: UFV: DFP: DFT, 2004. p. 331-351.

- JANK, L.; RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B. do; RESENDE, M. D. V. de; CHIARI, L.; CANÇADO, L. J.; SIMIONI, C. Melhoramento genético de *Panicum maximum*. In: RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B. do; JANK, L. (Ed.). **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2008. p. 55-87.
- KADZERE, C. T.; MURPHY, M. R.; SILANIKOVE, N.; MALTZ, E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, v. 77, n. 59-91, Oct. 2002. DOI: 10.1016/S0301-6226(01)00330-X.
- KARAM, D.; SILVA, J. A. A.; MAGALHAES, P. C.; OLIVEIRA, M. F. de; MOURAO, S. de C. **Manejo das forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* consorciadas com o milho em sistemas de Integração Lavoura-Pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 7 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 130).
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; STONE, L. F.; COBUCCI, T. Integração lavoura-pecuária e o manejo de plantas daninhas. **Informações Agronômicas**, n. 106, p. 1-20, jun. 2004.
- KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 183-223.
- KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 129-142.
- LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. F. A.; VERNEQUE, R. S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças holandês x zebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.
- LOPES, L. B.; ECKSTEIN, C.; PINA, D. S.; CARNEVALLI, R. A. The influence of trees on the thermal environment and behavior of grazing heifers in Brazilian Midwest. **Tropical Animal Health Production**, v. 48, n. 4, p. 755-761, 2016. DOI: 10.1007/s11250-016-1021.
- MACEDO, M. C. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 133-146, 2009. Suplemento especial.
- MELLO, A. C. T.; CARNEVALLI, R. A.; SHIRATSUCHI, L. S.; PEDREIRA, B. C.; LOPES, L. B. XAVIER, D. B. Improved grazing activity of dairy heifers in shaded tropical grasslands. **Ciência Rural**, v. 47, n. 2, Dec. 2016.
- MORAES JÚNIOR, R. J.; GARCIA, A. R.; SANTOS, N. F. A.; NAHÚM, B. S.; LOURENÇO JUNIOR, J. B.; ARAÚJO, C. V.; COSTA, N. A. Conforto ambiental de bezerros bubalinos (*Bubalus bubalis* Linnaeus, 1758) em sistemas silvipastoril na Amazônia Oriental. **Acta Amazônica**, v. 40, n. 4, p. 629-640, 2010.
- MORAIS, H.; CARBONIERI, J.; REIS, H. A. N. Microclima e produção de forrageira em sistema silvipastoril no norte do Paraná. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ARBORIZAÇÃO DE PASTAGENS EM REGIOES SUBTROPICAIS, 1., 2013, Colombo. **Anais...** Colombo: Embrapa Florestas, 2014. p. 103-110. (Embrapa Florestas. Documentos, 268).
- MULLER, M. D.; MARTINS, C. E.; BRIGHENTI, A. M.; MORENZ, M. J. F.; ROCHA, W. S. D. da; SOUZA SOBRINHO, F. de; CALSAVARA, L. H. F.; ANDRADE, P. J. M.; MACHADO, A. F. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta como alternativa para produção pecuária leiteira sustentável em áreas declivosas. In: MARTINS, P. do C.; PICCININI, G. A.; KRUG, E. E. B.; MARTINS, C. E.; LOPES, F. C. F. **Sustentabilidade ambiental, social e econômica da cadeia produtiva do leite: desafios e perspectivas**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 343-386.

- NAIR, P. K. R. (Ed.). **Agroforestry systems in the tropics**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1989. 664 p.
- NICODEMO, M. L. F.; MELOTTO, A. M. 10 anos de pesquisa em Sistemas Agroflorestais em Mato Grosso do Sul. In: ALVES, F. V.; LAURA, V. A.; ALMEIDA, R. G. de (Ed.). **Sistemas agroflorestais: a agropecuária sustentável**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p.1-27
- OLIVEIRA, L. F. M.; SALMAN, A. K. D.; CRUZ, P. G.; SOUZA, E. C. Ganho de peso a pasto de novilhas mestiças em sistemas de integração Lavoura-Pecuária (ILP) e Floresta (ILPF). In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À PESQUISA DA EMBRAPA RONDÔNIA, 7.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 2., 2016, Porto Velho. **Anais...** Porto velho: Embrapa Rondônia, 2016.
- OLIVEIRA, L. B. T.; SANTOS, A. C. dos; ANDRÉ, T. B.; SANTOS, J. G. D. dos; OLIVEIRA, H. M. R. Influence of a Silvopastoral System on Anatomical Aspects and Dry Matter Quality of Mombasa and Marandu Grasses. **Journal of Agriculture and Ecology Research International**, v. 13, n. 3, p. 1-11, 2017. DOI: 10.9734/JAERI/2017/31624.
- PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; 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. **Sistema silvipastoril e pastagem exclusiva de braquiária para recria de novilhas leiteiras**: massa de forragem, qualidade do pasto, consumo e ganho de peso. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2006. 21 p. (Embrapa Gado de Leite. Boletim de Pesquisa, 20).
- PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T. de; FERNANDES, P. B.; MÜLLER, M. D.; PIRES, M. de F. Á.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1176-1183, out. 2011a.
- PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T.; GOMIDE, C. A. M.; MAURÍCIO, R. M.; PIRES, M. F. A.; MÜLLER, M. D.; XAVIER, D. F. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v. 141, n. 2-3, p. 166-172, 2011b.
- PEREIRA, J. C.; CUNHA, D. de N. F. V.; CECON, P. R.; FARIA, E. S. Desempenho, temperatura retal e frequência respiratória de novilhas leiteiras de três grupos genéticos recebendo dietas com diferentes níveis de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 328-334, 2008.
- PIRES, M. F. A.; TEODORO, R. L.; CAMPOS, A. T. Efeito do estresse térmico sobre a produção de bovinos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 2., 2000, Teresina. **Anais...** Teresina: Sociedade Brasileira de Produção Animal, 2000. p. 87-105.
- RESENDE, R. M. S.; VALLE, C. B. do; JANK, L. (Ed.). **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2008. 293 p.
- RESTLE, J.; BRONDANI, I. L.; BERNARDES, R. A. C. O novilho super-precoce. In: RESTLE, J. (Ed.). **Confinamento, pastagens e suplementação para produção de bovinos de corte**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1999. p. 191-214.
- RODRIGUES, C.O.D. **Relações luminosas e desempenho do capim braquiária em sistema silvipastoril**. 2012. 46 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, MG.

- RODRIGUES, D. C. **Produção de forragem de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. e modelagem de respostas produtivas em função de variáveis climáticas**. 2004. 94 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- SÁNCHEZ, S.; HERNÁNDEZ, M.; SIMÓN, L. Efecto del sistema silvopastoril en la fertilidad edáfica em unidades lecheras de la empresa Nazareno. **Pastos y Forrajes**, v. 26, n. 2, p. 131-136, 2003.
- SCHÜTZ, K. E.; ROGERS, A. R.; COX, N. R.; TURCKER, C. B. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: shade use, behavior, and body temperature. **Review Applied Animal Behavior Science**, v. 116, p. 28-34, 2009. DOI: 10.1016/j.applanim.2008.07.005.
- SEVERINO, F. J.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. Implicações sobre as espécies forrageiras. **Planta daninha**, v. 24, n. 1, p. 45-52, 2006.
- SILVA, I. J. O.; PANDORFI, H.; ACARARO JUNIOR, I.; PIEDADE, S. M. S.; MOURA, D. J. Efeitos da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 2036-2042, 2002.
- SILVA, S. C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Simfor, 2004. p. 345-385.
- SOUZA, E. C. de; SALMAN, A. K.; CRUZ, P. G. da; CARVALHO, G. A. de; FARIA, F. R.; CASTILHO, L. da S. O.; SCHMITT, E.; VEIT, H. M. Water intake by girolando heifers in integrated crop, livestock (ICLS) and forestry (ICLFS) systems. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 54., 2017, Foz do Iguaçu, PR. **Proceedings...** Foz do Iguaçu, PR: SBZ, 2017. p. 1227.
- TEODORO, R. E. F.; AQUINO, T. P.; CHAGAS, L. A. C.; MENDONÇA, F. C. Irrigação na produção do capim *Panicum maximum* cv. Tanzânia. **Bioscience Journal**, v. 18, n. 1, p. 13-21, 2002.
- TITTO, C. G.; TITTO, E. A. L.; TITTO, R. M.; MOURÃO, G. B. Heat tolerance and the effects of shade on the behavior of Simmental bulls on pasture. **Animal Science Journal**, v. 82, p. 591-600, 2011.
- TOSTA, X. M.; RODRIGUES, R. C.; SANCHÊS, S. S. C.; ARAÚJO, J. S. da; LIMA JÚNIOR, A. S.; COSTA, C. S.; SANTOS, F. N.; JESUS, A. P. R. da; SILVA, I. R.; COSTA, F. O.; SHIGAKI, F.; MENDES, S. S. Nutritive value and in situ rumen degradability of Marandu palisade grass at different locations within the pasture in a silvopastoral system with different babassu palm densities. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 3, n. 3, p. 187-193, 2015. DOI: 10.17138/TGFT(3)187-193.
- TOWNSEND C. R.; MAGALHÃES, J. A.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G.; SILVA NETTO, F. G. **Condições térmicas ambientais sob diferentes sistemas silvipastoris em Presidente Médici - Rondônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2000. 4 p. (Embrapa Rondônia. Comunicado técnico, 188).
- TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; COSTA, N. L.; PEREIRA, R. G. A.; SILVA NETTO, F. G. Condições térmicas ambientais sob diferentes sistemas silvipastoris na Amazônia ocidental. **Pasturas Tropicales**, v. 25, n. 3, p. 42-44, 2002.
- VALERIO, J. R.; KOLLER, W. W. Proposição para manejo integrado das cigarrinhas-das-pastagens. **Pasturas Tropicales**, v. 15, n. 3, p. 10-16, 1993.
- WONG, C. C. Shade tolerance of tropical forages. In: SHELTON, H.M.; STÜR, W. W. (Ed.). **Forages for plantation crops**. Canberra: ACIAR, 1991. p.64-69. (ACIAR Proceedings, 32).