

CAPÍTULO 6

DESEMPENHO DE GADO LEITEIRO EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO PECUÁRIA-FLORESTA

*Alan Figueiredo de Oliveira; Ângela Maria Quintão Lana; Lúcio Carlos Gonçalves;
Matheus Anchieta Ramirez; Pamella Grossi de Sousa; Frederico Patrus Ananias de
Assis Pires; Rafael Araújo de Menezes; Guilherme Lobato Menezes*

RESUMO

A produção de leite no Brasil é realizada predominantemente em sistemas que utilizam pastagens como fonte de alimento volumoso. O manejo inadequado é o principal fator que acarreta a degradação das pastagens. A renovação dessas pastagens e a manutenção de suas produtividades podem ser realizadas pela implantação de sistemas de integração pecuária-floresta (IPF). A maior densidade de árvores na IPF aumenta o sombreamento e pode reduzir a produtividade e melhorar o valor nutritivo da pastagem. Essas alterações, juntamente com melhores condições ambientais, podem aumentar a produção individual, mas reduzir a produção por área. Geralmente os animais em IPF permanecem mais tempo em pastejo, apresentam maior procura por sombra, têm menor número de eventos agressivos e passam menos tempo perto da fonte de água. As alterações nas condições ambientais na IPF também podem modificar a infestação parasitária e o controle biológico de alguns vermes. Portanto, o conhecimento dessas alterações que ocorrem na IPF é fundamental para planejar os sistemas com o objetivo de maximizar o retorno financeiro e manter a capacidade produtiva ao longo dos anos.

INTRODUÇÃO

A produção de leite no Brasil é baseada predominantemente em rebanhos constituídos pelos cruzamentos de raças zebuínas, como a Gir e a Guzerá, com raças europeias, como a Holandês e a Jersey. A maioria desses rebanhos é criada em sistemas que utilizam pastagens como fonte de alimento volumoso para os animais. Segundo Dias Filho (2014), o manejo inadequado dessas pastagens, como o superpastejo, a falta de medidas para a conservação do solo e a escolha de espécies forrageiras inadequadas para a região são os principais fatores que acarretam a degradação das pastagens.

A renovação dessas pastagens degradadas e a manutenção de suas produtividades podem ser realizadas mediante a implantação de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). A recuperação das pastagens por meio desse sistema aumenta a produção de grãos, fato que pode amortizar os custos iniciais da implantação do pasto (Almeida *et al.*, 2013). Além dessa vantagem, Nicodemo *et al.* (2018) citaram outros benefícios da ILPF na produção animal, como melhoria dos índices reprodutivos, melhoria na produção individual, maior conforto térmico, menor infestação de parasitas e melhoria da qualidade do solo.

Nesses sistemas, a maior densidade de árvores pode aumentar o sombreamento, reduzir a produtividade do pasto e melhorar o valor nutritivo da pastagem (Paciullo *et al.*, 2011). Essas alterações, juntamente com melhores condições ambientais, podem gerar maiores produções de leite por vaca (Paciullo *et al.*, 2014; Améndola *et al.*, 2019). Entretanto, a menor produção forrageira reduz a capacidade de suporte do pasto e pode diminuir a produção total por área.

O ganho de peso individual dos animais não é influenciado pelo sistema porque geralmente se adequa à oferta de forragem aos animais. Todavia, devido à menor produção de forragem em sistemas com maior densidade arbórea, o ganho de peso por área pode ser reduzido (Lima *et al.*, 2018). Outro aspecto importante é o melhor conforto térmico, que altera o comportamento dos animais na IPF. Assim, objetivou-se com este capítulo discutir os principais aspectos relacionados com o desempenho da pecuária leiteira em sistemas de integração pecuária-floresta.

PRODUÇÃO DE LEITE EM SISTEMAS DE IPF

Os sistemas de IPF apresentam características diferentes dos sistemas tradicionais, as quais afetam a produção de leite. Nos sistemas tradicionais, a radiação solar plena que atinge o pasto tem efeito distinto no pasto e nos animais. Nos animais, a falta ou a inadequada oferta de área de sombra gera desconforto térmico e influencia negativamente o consumo de matéria seca, a produção de leite, a capacidade produtiva e o sistema imune. Por outro lado, a alta radiação solar que atinge o pasto, juntamente com a alta disponibilidade de água e de luz, proporciona alta produção de forragem e maior capacidade de suporte do pasto. Portanto, o equilíbrio entre o número de árvores e a porcentagem de sombreamento do pasto é o principal desafio nos sistemas de IPF. Esse desafio busca oferecer sombra e ambiente adequado aos animais, maximizar a produção individual e não reduzir, ou reduzir pouco, a produção do pasto e a de leite por área.

Ainsworth *et al.* (2012) avaliaram o efeito de algumas variáveis de sistemas produtivos de leite na Nicarágua, e a presença de até 66 árvores nativas por hectare não afetou ($p>0,05$) a produção de leite de vacas Zebus (Brahman e seus cruzamentos). Entretanto, a presença de sombra reduziu ($p<0,05$) a condição corporal das vacas. Segundo os autores, esse fenômeno pode ter ocorrido pela menor produtividade do pasto e pela necessidade de os animais se deslocarem mais e permanecerem por mais tempo pastando para colherem a mesma quantidade de forragem que os animais em pleno sol.

Paciullo *et al.* (2014) estudaram, por três anos, a produção de leite de vacas F1 Holandês x Zebu e a capacidade de suporte da IPF formada por pasto de *Urochloa decumbens*, *Stylosanthes* spp., *Pueraria phaseoloides* e *Calopogonium mucunoides* e um total de 70 árvores/ha de *Acacia mangium*, *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* e o pleno sol formado por *U. decumbens* e *Stylosanthes* spp. A capacidade de suporte dos pastos não variou ($p>0,05$) entre os sistemas, e a produção de leite das vacas foi maior ($p<0,05$) na IPF no primeiro ano (10,4 kg/vaca/dia) em comparação com as vacas no pleno sol (9,5 kg/vaca/dia) e não diferiu nos anos seguintes.

Essa similaridade entre os tratamentos demonstra que, quando planejados de forma adequada com menor densidade arbórea, os sistemas de IPF podem não prejudicar de modo acentuado a produção dos pastos e manter a produção animal nessas áreas. Em tais condições, o fornecimento de sombra pelas árvores gera melhor ambiência para os animais e pode aumentar a rentabilidade dos sistemas por melhorar a saúde e a reprodução dos animais e gerar nova fonte de renda proveniente da madeira.

Resultados semelhantes foram encontrados por Vizzotto *et al.* (2015), que obtiveram produção de 22,2 L/vaca/dia em vacas mantidas em pasto de capim-sudão (*Sorghum sudanense* L.) e *U. plantaginea* com acesso a aproximadamente 10 m² de sombra de eucalipto (*Eucalyptus coolabah*) com mais de cinco metros de altura e 21,2 L/vaca/dia em vacas no mesmo tipo de pasto, mas sem acesso à sombra, sem diferença ($p>0,05$) entre os tratamentos.

Os resultados da literatura, principalmente a mais recente, acerca da produção de leite são muito escassos. Essa escassez pode ser atribuída a fatores que dificultam a realização de pesquisas com vacas em lactação, como a dificuldade de manejo dos animais e a falta de mão de obra nos centros de pesquisa, a necessidade de longo tempo de avaliação, a necessidade de grande número de animais por tratamento para algumas variáveis e o alto custo de implantação dos sistemas arborizados.

Moneeb *et al.* (2019) avaliaram a qualidade de um queijo tradicional do México (“Queijo Panela”) produzido com leite de vacas criadas em monocultivo de grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis*) e suplementadas com concentrado (60% de milho moído, 30% de farelo de soja e 10% de casca de soja) ou em IPF com grama-estrela e plantas jovens de *Leucena leucocephala* (36.000 plantas/ha) e suplementadas apenas com sorgo moído. Não houve diferença na composição geral do leite e do queijo feito com leite das vacas mantidas em pleno sol ou em IPF. O queijo feito com o leite das vacas mantidas em IPF teve menor conteúdo de ácido graxo hipercolesterolêmico, maior conteúdo de ômega-3, de ômega-6 e de ácidos graxos poli-insaturados e foi preferido pelos consumidores devido aos atributos de aparência, de textura e de sabor. Os autores concluíram que o queijo feito com o leite das vacas criadas em IPF foi melhor que o feito com o leite daquelas em pleno sol devido ao melhor perfil de ácidos graxos e à maior aceitabilidade dos consumidores. Com base nisso, foi concluído que a IPF intensiva pode ser mais sustentável para produtores em comparação ao sistema tradicional de monocultura.

Embora não tenha sido objetivo dos autores avaliar a produção total do sistema, a capacidade de suporte do pasto em pleno sol foi de 2,0 UA/ha e na IPF foi de 2,4 UA/ha, fato que provavelmente também aumentou a produção total da IPF, pois as vacas tinham produções semelhantes. Juntamente com a maior capacidade de suporte, a qualidade do pasto também foi melhor na IPF devido à inclusão da leucena. Esse melhor valor nutricional do pasto permitiu a utilização de alimento concentrado mais barato, o que permite produzir leite com menor custo. O grande desafio desse tipo de sistema com a inclusão de espécies arbóreas leguminosas é conseguir manter o equilíbrio entre a população de plantas de leguminosa e de gramínea. A árvore leguminosa, que é preferida pelos animais, se for mal manejada, pode ser superpastejada e não persistir no pasto. Por outro lado, se a leguminosa for subpastejada, pode crescer e sair do alcance dos animais e ser subutilizada. Portanto, embora experimentalmente os resultados sejam excelentes, a sua aplicação em sistemas de produção reais pode ser difícil.

Na mesma área e com o mesmo delineamento experimental, Bottini-Luzardo *et al.* (2016) encontraram produções semelhantes de leite (13,5 kg/vaca/dia na IPF e 14,5 kg/vaca/dia no pleno sol) nas vacas nos dois sistemas e maior nitrogênio ureico no leite das vacas em IPF (19,1 mg/dL nas vacas em IPF e 15,3 mg/dL naquelas em pleno sol). Os autores concluíram que a utilização de IPF com pasto de grama-estrela e leucena e suplementação com sorgo moído permite reduzir os custos de produção em relação aos sistemas tradicionais, que geralmente utilizam alimentos concentrados mais caros. Outro

ponto importante ressaltado pelos autores é a necessidade de estabelecer estratégias para reduzir a ineficiência do uso de nitrogênio no rúmen. Possíveis estratégias para mitigar esse problema é diminuir o número de plantas de leucena por hectare, limitar o acesso dos animais aos pastos com leucena, sincronizar a degradação ruminal de carboidratos e proteína e fornecer o alimento concentrado mais vezes ao dia em menores porções.

GANHOS DE PESO EM SISTEMAS DE IPF

De forma semelhante à produção de leite, o ganho de peso dos animais também pode ser alterado em sistemas de IPF. Nesses sistemas, a menor produção de pasto em locais muito sombreados reduz a capacidade de suporte do pasto e o ganho de peso animal por área. Entretanto, quando a oferta de forragem por animal é padronizada, os efeitos da maior qualidade do pasto e do melhor ambiente podem gerar maiores ganhos individuais. Portanto, quando se trabalha com categorias mais novas, o desafio também é achar o equilíbrio entre densidade de árvores, sombreamento do pasto e produção animal (Xavier *et al.*, 2014; Lima *et al.*, 2019).

Paciullo *et al.* (2011) avaliaram o desempenho de novilhas leiteiras de composição genética de $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ Holandês \times Zebu com oferta de forragem diária de 7% do peso vivo, em um sistema de IPF com 105 árvores por hectare com as espécies *Acacia mangium*, *A. Angustissima*, *Mimosa artemisiana* e *Eucalyptus grandis* e a espécie forrageira *U. decumbens* e em um sistema com monocultivo de *U. decumbens* durante três anos. O ganho de peso diário e o ganho de peso por área foram menores no período seco em relação ao período chuvoso devido à maior oferta e qualidade da forragem na estação chuvosa. Além disso, durante o período chuvoso do primeiro e do último ano do experimento, os ganhos individuais e por área foram maiores na IPF em comparação à monocultura.

Essa maior produção animal na IPF pode ser atribuída à melhor ambiência, ao maior teor de PB na forragem e à oferta semelhante de forragem entre os sistemas. A tolerância da *U. decumbens* a 29% de sombreamento na IPF demonstra a importância de planejar a densidade das árvores para não prejudicar o desempenho animal e garantir a sustentabilidade financeira desses sistemas.

Resultados semelhantes foram observados por Paciullo *et al.* (2009), que não encontraram diferença ($p > 0,05$) no ganho de peso diário de novilhas $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ e $\frac{7}{8}$ Holandês \times Zebu em um sistema de IPF com 30 m entre renques e pasto de *U. decumbens* e o seu monocultivo. Foram observados ganhos médios diários de 242 e 625 g por dia por

novilha nas épocas seca e chuvosa, respectivamente. Segundo os autores, os ganhos de peso acima de 600 g por dia observados no período chuvoso são suficientes para garantir um bom desenvolvimento dos animais. Porém, é necessário utilizar estratégias de suplementação nutricional durante o período seco para melhorar os índices produtivos desses sistemas e reduzir a idade ao primeiro parto e o ciclo produtivo da pecuária de leite.

Lima *et al.* (2018) avaliaram o desempenho de novilhas F1 (Holandês x Gir) com aproximadamente 200 kg de PV em um sistema de IPF com linhas quádruplas das árvores *Eucalyptus grandis*, *Acacia mangiu* e *Mimosa artemisiana* plantadas na direção norte-sul com três metros entre linhas, três metros entre árvores e 30 m entre renques e a forrageira *U. decumbens* e a pastagem da *U. decumbens* em pleno sol. A taxa de lotação e os ganhos de peso por área e diários foram 7,0, 13,0 e 11,0% maiores ($p < 0,05$) no pleno sol em relação ao sistema de IPF (Tabela 1).

Tabela 1. Taxa de lotação e ganhos de peso por área e diários de novilhas em IPF ou em pleno sol

Variável	Sistema	
	IPF	Pleno sol
Taxa de lotação (UA/ha)	1,4b	1,5a
Ganho de peso por área (kg PV/ha)	96,0 b	110,6a
Ganho médio diário (kg/dia)	474,5b	533,0a

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de PDIFF ($p < 0,05$). Fonte Adaptado de Lima *et al.* (2018).

Segundo os autores, o maior ganho de peso diário no pleno sol não era esperado devido ao ajuste e à padronização da oferta de forragem entre os tratamentos. Entretanto, a densidade de forragem foi 29,9% maior no pleno sol (92,1 kg MS/cm/ha) em comparação à IPF (64,6 kg MS/cm/ha). Essa característica de maior densidade do pasto em pleno sol aumenta o volume e a massa do bocado dos animais. Portanto, os animais andam menos e precisam mudar menos vezes a estação de pastejo para ingerir a quantidade de forragem desejada. Assim, mesmo com a mesma oferta de forragem, a característica do pasto em sistemas de IPF pode mudar a dinâmica de pastejo e o desempenho animal.

Os autores concluíram que, em sistemas de IPF, a alta competição por luz entre as árvores e a pastagem reduzem a produção de forragem e o desempenho animal em relação ao pleno sol. No entanto, o melhor valor nutricional da forragem, o conforto

animal e a renda proveniente da madeira podem contribuir para a implementação da IPF, desde que não haja limitação extrema de luminosidade.

A utilização de leguminosas arbóreas pode ser uma estratégia para aumentar o valor nutricional e a produtividade das pastagens. Essa variação na pastagem pode ser atribuída ao fato de as leguminosas arbóreas em IPF poderem aumentar a fixação de nitrogênio atmosférico e a ciclagem de nutrientes mais profundos no solo.

Nesse contexto, Mello *et al.* (2014) avaliaram a produção do pasto e o desempenho de novilhas F1 (Holandês x Gir) em IPF de *U. decumbens* com *Gliricidia sepium* ou *Mimosa caesalpiniiifolia* em linhas duplas com 15 m entre renques, 1 m entre linhas e 0,5 m entre árvores (2.500 árvores/ha) e a *U. decumbens* em pleno sol. A produção total de forragem foi semelhante entre os sistemas devido à produção de forragem das leguminosas. A capacidade de suporte e o desempenho animal não variaram ($p>0,05$) entre os sistemas. O ganho médio diário máximo foi de 860 g/cabeça/dia e o ganho de peso por área máximo foi de 324,76 kg/ha/ano. Os resultados de ganho de peso demonstram a capacidade de alta produção animal em sistemas de IPF com leguminosas arbóreas. Segundo os autores, a produção de madeira, a melhoria da qualidade de solo, o aumento do estoque de carbono, a melhoria do ambiente para os animais e a manutenção da produção animal são os principais benefícios desses sistemas.

As pesquisas sobre o ganho de peso são mais numerosas que as relacionadas à produção de leite. Porém, ainda há a necessidade de estudar o desempenho de diferentes grupamentos genéticos na IPF. Além disso, outros aspectos, como os índices reprodutivos, a capacidade de resposta do sistema imune, a qualidade do leite, a ocorrência de mastite, a ocorrência de doenças no período de transição, a saúde do bezerro e a produção de leite na primeira lactação de novilhas em IPF, são importantes de serem investigados em futuros estudos.

COMPORTAMENTO INGESTIVO DOS ANIMAIS EM IPF

O comportamento ingestivo dos animais em IPF pode ser alterado devido às mudanças nas características agrônômicas do pasto. Essas características, como a menor oferta de forragem por área, a menor densidade do pasto, a maior proporção de colmos e a maior altura, podem prejudicar a dinâmica de pastejo. O pastejo nessas situações pode levar à menor captura de forragem por estação, que, junto às melhores condições ambientais, pode aumentar o tempo total em pastejo durante o dia.

Paciullo *et al.* (2009) encontraram consumo de matéria seca (CMS) semelhante em novilhas Holandês x Zebu em um sistema de IPF com 30 m entre renques e pasto de *U. decumbens* (2,25% PV) e o seu monocultivo (2,10% PV). Segundo os autores, essa igualdade não era esperada devido às melhores condições climáticas e à melhor qualidade da forragem em áreas de IPF. Tendência semelhante foi encontrada por Paciullo *et al.* (2014), que não encontraram diferença no CMS de vacas F1 Holandês x Zebu em IPF formada por pasto de *U. decumbens*, *Stylosanthes* spp., *Pueraria phaseoloides* e *Calopogonium mucunoides* e um total de 70 árvores/ha das espécies *Acacia mangium*, *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* ou em pleno sol formado por *U. decumbens* e *Stylosanthes* spp.

Sousa *et al.* (2015) avaliaram o consumo e o comportamento de ovelhas em um sistema de IPF com *U. brizantha* cv. Marandu e 160 árvores de bolsa-de-pastor (*Zeyheria tuberculosa*) e a *U. brizantha* cv. Marandu em pleno sol. Os consumos de matéria seca e de matéria orgânica foram maiores na IPF e o consumo total de água foi 10,2% maior no pleno sol (Tabela 2).

Tabela 2. Variáveis de comportamento e de consumo de ovelhas em IPF e em pleno sol

Variável	IPF	Pleno sol	P
Comportamento			
Pastejando (min/dia)	572	288	<0,001
Em repouso (min/dia)	188	373	0,008
Andando (min/dia)	30	89	<0,001
Bebendo (min/dia)	20	53	0,016
Consumo			
CMS (g MS/kg ^{0,75} PV/d)	88,2	79,9	<0,001
CMO (g MS/kg ^{0,75} PV/d)	86,4	78,6	<0,001
CA (mL/kg ^{0,75} PV/d)	430	474	<0,021

CMS: consumo de matéria seca, CMO: consumo de matéria orgânica, CA: consumo de água. Fonte: Adaptado de Sousa *et al.* (2015).

Além disso, no pleno sol os animais passaram menos tempo pastejando e mais tempo em repouso, em deslocamento e bebendo água. O maior tempo bebendo água, andando e em repouso são indicativos de comportamentos para mitigar os efeitos do estresse térmico no pleno sol. Entretanto, é importante ressaltar que, embora a temperatura média tenha sido 10,0% menor na IPF, a umidade foi 6,9% menor no pleno sol, o que gerou um índice de temperatura e umidade (ITU) apenas 2,1% menor na IPF.

O menor consumo de água na IPF é um indicador de maior conforto térmico e permite a economia de água na agropecuária. Além disso, segundo os autores, o maior consumo de pasto e o maior tempo pastejando são indicadores de que a IPF promove

maior conforto térmico. Entretanto, pastagens em IPF geralmente apresentam menores densidades de forragem e de perfilho, características que podem aumentar o número de bocados e o tempo em pastejo para que os animais atinjam o consumo desejado.

Pastagens cultivadas em sombreamento são mais altas (Paciullo *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2016) e por isso apresentam maior proporção de colmos para a sustentação da planta. Essa alteração na morfologia da planta pode modificar o comportamento ingestivo dos animais. Considerando-se que os ruminantes domésticos selecionam preferencialmente as folhas e os perfilhos novos, os animais que pastejam plantas muito altas e com maior proporção de colmo geralmente apresentam menor massa de bocado, menos tempo em uma mesma estação de pastejo, menor taxa de bocado por estação de pastejo e mais tempo pastejando em comparação aos animais em pastos com melhores características estruturais (Benvenuti *et al.*, 2009; Fonseca *et al.*, 2013; Mezzalira *et al.*, 2014). Essas alterações também podem ser uma das causas do maior tempo gasto pelos animais em pastejo em IPF.

Karki e Goodman (2010) verificaram que vacas secas adultas tiveram uma distribuição mais uniforme no pasto, permaneceram mais tempo pastejando e menos tempo em ócio em IPF com *Pinus taeda* e *Paspalum notatum* em comparação ao pleno sol com uma área de sombra concentrada. Segundo os autores, uma das explicações para a melhor distribuição e para o maior tempo em pastejo são as melhores condições ambientais e, principalmente, a menor carga térmica que atinge o pasto na IPF.

Os autores destacaram que as piores características do pasto na IPF podem causar o maior tempo em pastejo. Portanto, é necessário interpretar com cautela os dados de comportamento animal e avaliar esses dados conjuntamente com os dados de características do pasto e o desempenho animal. Ferreira *et al.* (2011) também observaram maior tempo diário em pastejo e menor ruminação e ócio em ovelhas Santa Inês sob a sombra de árvores de coco (*Coco nucifera*) em comparação aos animais em pleno sol.

Resultados semelhantes foram encontrados por Mello *et al.* (2017) em novilhas Girolando 3/4 e 7/8 com aproximadamente 350 kg de PV monitoradas das 8h30 às 16 horas em pastagens de *U. brizantha* cv. Piatã em pleno sol e com sombreamento moderado ou intenso. Nas horas mais quentes do dia, as novilhas procuraram pela sombra nos sistemas com sombreamento intenso e interromperam o pastejo no pleno sol. Além disso, as novilhas no pleno sol procuraram mais por água e tiveram menor período e frequência de pastejo em relação às novilhas em ambiente sombreado. Embora esses resultados indiquem um melhor conforto térmico e bem-estar animal durante o dia em

IPF, esses animais com essa faixa etária podem compensar o menor consumo e o menor tempo em pastejo no período noturno e terem desempenhos produtivos semelhantes. Portanto, além do comportamento dos animais, é necessário sempre considerar o desempenho produtivo e a categoria animal como critérios para planejar esses sistemas.

Vieira Júnior *et al.* (2019), no estado do Paraná, não encontraram diferenças marcantes no ITU entre o meio ou embaixo das árvores em um sistema de IPF formado por *Eucalyptus grandis* com 30 m entre renques e Tifton 85 (*Cynodon* spp.), em uma área com árvores de *Leucaena leucocephala* e em pleno sol. Essa igualdade no ITU pode ser atribuída ao aumento da umidade relativa nos ambientes arborizados. Além disso, os autores ressaltaram que a maior intensidade dos ventos no pleno sol pode melhorar a dissipação de calor. Por outro lado, a sombra das árvores reduz a radiação incidente nos animais e pode diminuir a temperatura corporal.

Os dados de comportamento demonstraram que os animais tiveram picos de pastejos no início e no final do dia e permaneceram em ruminação e em ócio nas horas mais quentes do dia. Além disso, mesmo com ITU abaixo do limite considerado crítico, os animais procuraram sombra e permaneceram mais tempo pastejando nos ambientes com árvores.

Souza *et al.* (2019) não encontraram diferença no ITU entre um sistema de IPF e o pleno sol. Entretanto, as novilhas $\frac{3}{4}$ Holandês x Gir criadas na IPF apresentaram menor temperatura interna, provavelmente pela proteção do sol oferecida pelas árvores. Os animais na IPF não apresentaram diferenças nos tempos pastejando, ruminando, em ócio ou bebendo água durante a noite. Porém, durante o dia, os animais na IPF pastejaram por mais tempo e beberam menos água, possivelmente por melhores condições ambientais. Portanto, o maior conforto térmico durante o dia pode gerar melhores resultados produtivos, desde que não haja drástica redução na produção de forragem.

CONFORTO TÉRMICO DOS ANIMAIS EM IPF

Uma das principais vantagens citadas na literatura para a produção animal são as melhores condições ambientais da IPF. As alterações no ambiente, como menor temperatura e menor radiação solar, geram melhor conforto para os animais. Entretanto, em sistemas com densidade arbórea muito alta, pode haver grande aumento na umidade relativa do ar e redução na circulação dos ventos, o que pode prejudicar o conforto animal. Portanto, é necessário utilizar densidades arbóreas intermediárias para maximizar as condições ambientais e promover conforto térmico para os animais.

Lopes *et al.* (2016) avaliaram variáveis climáticas dos sistemas e comportamentais de novilhas 3/4 e 7/8 Girolando em IPF formada com *U. brizantha* cv. Piatã com eucalipto espaçado de 15 ou 49 m entre renques ou em pleno sol. Os índices de conforto térmico foram melhores nos sistemas de IPF, como menor temperatura e ITU. Além disso, esse melhor ambiente na IPF mudou o comportamento dos animais, que permaneceram mais tempo na sombra e menos tempo andando e pastejando.

Schütz *et al.* (2010) estudaram o comportamento e a fisiologia de vacas leiteiras submetidas à oferta de 0, 2, 4 e 9,6 m² de sombra por vaca. Os autores observaram que as vacas passaram mais que o dobro do tempo na sombra e tiveram menos interações agressivas no tratamento com 9,6 m² em comparação ao tratamento com 2,4 m². O tempo perto das fontes de água e as taxas de respirações foram maiores nos tratamentos com pouca ou nenhuma sombra. Esses resultados, embora em condições diferentes da IPF, demonstram a importância de oferecer boa área de sombra para vacas em lactação como estratégia de mitigação dos efeitos negativos causados pelo estresse térmico provocado pelo calor.

Mesma tendência foi encontrada por Tucker *et al.* (2008) em vacas da raça Holandês em ambientes sem acesso à sombra ou com acesso a 8 m² de sombra por vaca com 25, 50 ou 99% de bloqueio à radiação solar. Os animais procuraram mais a sombra e tiveram menores temperaturas corporais no tratamento com maior bloqueio da radiação solar. Schütz *et al.* (2014) observaram, em seis fazendas na Nova Zelândia, que, quando houve ausência de sombra, 4% a mais do rebanho apresentaram escore de ofegação maior que dois e as vacas tiveram oito movimentos respiratórios a mais por minuto. Além disso, o fornecimento de 1 m² a mais de sombra aumentou em 3,1% a utilização da sombra e reduziu 0,3% o escore de ofegação. Esses resultados demonstram a importância de prover sombra como ferramenta de proteção das vacas de leite contra a radiação solar.

Van Laer *et al.* (2015), em região de clima temperado (Bélgica), observaram menores taxas de respiração e ofegação em vacas da raça Holandês com acesso a 10,5 m² de sombra em relação às vacas sem acesso. Vizzotto *et al.* (2015), em região de clima subtropical (sul do Brasil), também encontraram menores frequências respiratórias e cardíacas, menor temperatura retal e menor taxa de ofegação em vacas da raça Holandês e seu F1 com Jersey com acesso a mais de 10 m² de sombra por vaca em relação aos animais sem acesso à sombra. Além disso, esses animais sem acesso à sombra permaneceram mais tempo perto da fonte de água e tiveram mais competição e eventos agressivos por sombra; entretanto, sem diferenças ($p > 0,05$) no peso vivo, no escore de

condição corporal e na produção de leite das vacas entre os sistemas. Segundo esses autores, em regiões subtropicais o acesso à sombra minimiza o efeito negativo do estresse térmico no comportamento e nos aspectos fisiológicos de vacas leiteiras.

Ademais, é importante ressaltar que, embora não tenha ocorrido diferença produtiva, os animais com acesso à sombra podem ter vantagens produtivas como melhor atividade do sistema imune, melhores índices reprodutivos e menor taxa de ocorrência de enfermidades, como mastite e retenção de placenta. Esses indicadores de saúde são geralmente difíceis de serem medidos em experimentos porque demandam grande número de animais nos tratamentos, fato que torna esses experimentos caros. Entretanto, a literatura já tem evidências sólidas de que o fornecimento de sombra e a amenização do estresse térmico geram efeitos benéficos aos animais e podem trazer maior lucratividade aos sistemas.

Vacas criadas em condições tropicais geralmente procuram sombra nos momentos mais quentes e com maior carga térmica durante o dia. Leme *et al.* (2005) observaram que vacas mestiças Girolando preferiram ficar no sol durante o inverno, porém permaneceram mais na sombra no verão e preferiram as sombras das árvores com copas maiores e mais globosas em relação às árvores com copas menores. Essa observação demonstra que vacas buscam proteção do sol em situações quentes e com alta radiação solar.

Souza *et al.* (2017) avaliaram o comportamento, as variáveis ambientais e as variáveis fisiológicas de novilhas Holandês x Zebu com aproximadamente 330,0 kg de peso vivo em sistema sem sombra ou em sistemas de IPF com *Eucalyptus camaldulensis* com dois metros entre plantas, três metros entre linhas e 49 m entre renques em linhas duplas (385 árvores/ha) ou triplas (720 árvores/ha). Embora a temperatura tenha sido muito superior no sistema sem sombra, a umidade do ar também foi maior nos sistemas sombreados, principalmente naquele com maior adensamento de árvores. O aumento da umidade fez com que o ITU fosse próximo entre os sistemas (84 no sistema sem sombra, 81 no sistema com linhas duplas e 82 no sistema com linhas triplas), embora com diferença estatística entre os sistemas. Outro ponto que pode reduzir os benefícios ambientais da IPF é a menor velocidade do vento nesse sistema. Nesse estudo, a velocidade do vento no pleno sol foi 33,34% maior em relação à IPF com linhas duplas e 66,67% maior em relação à IPF com linhas triplas.

A combinação entre menor temperatura, porém com maior umidade do ar e menor velocidade dos ventos nos ambientes de IPF, faz com que os benefícios na ambiência não

sejam extremamente diferentes. Entretanto, a menor carga térmica sobre os animais na IPF é um importante fator que reduz o estresse nos animais. Nesse trabalho, os animais passaram mais tempo pastejando nos sistemas sombreados. Além disso, as novilhas tiveram menores taxas respiratórias e temperaturas da pele nos ambientes sombreados em relação ao pleno sol. Essas observações indicam que, embora o ITU possa ser semelhante entre os sistemas, a menor radiação solar pode causar melhor conforto e desempenho dos animais, principalmente nos ambientes com densidades intermediárias de árvores.

Silva *et al.* (2011) avaliaram variáveis fisiológicas em búfalas Murrah submetidas a um sistema em pleno sol com a pastagem de *U. humidicola* e a outro com sombra da árvore *Racosperma mangium* e pastagem de *U. humidicola*, em Belém-PA. A temperatura retal, a temperatura da superfície corporal e as frequências respiratória e cardíaca foram maiores no período da tarde e no sistema sem sombra, principalmente no período chuvoso. Os autores concluíram que o sistema de IPF foi eficiente em promover melhores condições de conforto térmico para os animais e que a temperatura ambiente é o fator de maior impacto sobre o bem-estar das búfalas Murrah.

Comportamento semelhante foi encontrado por Garcia *et al.* (2011), em búfalas, em um sistema de IPF com pastagem formada por grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis*) e árvores de mogno-africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) e nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.), e por Joset *et al.* (2018), em búfalas, em IPF com pastagem de *U. humidicola* e árvores de jambo-vermelho (*Syzygium malaccense*) e coité (*Crescentia cujete*). A IPF tem papel importante no desenvolvimento da bubalinocultura na região amazônica por gerar menos impactos negativos no ambiente e melhorar a ambiência para os animais (Castro *et al.*, 2008).

Garcia (2013) descreveu os efeitos do estresse térmico em búfalas. Segundo o autor, devido a esses animais conterem epiderme escura, o oferecimento de sombra pode prevenir a radiação direta sobre os animais e facilitar sua termorregulação. Nesse contexto, os sistemas de IPF podem melhorar os índices bioclimatológicos e o conforto animal. Esses fatores podem melhorar o desenvolvimento folicular, aumentar as taxas de concepção após inseminação artificial em tempo fixo, melhorar o desenvolvimento fetal e facilitar os partos.

Silva *et al.* (2014) encontraram menores níveis de cortisol no sangue de búfalas criadas em IPF com a árvore *Racosperma mangium* em comparação às criadas em pleno sol. Os níveis de tri-iodotiroxina e tiroxina foram negativamente correlacionados com a temperatura ambiente e o ITU e positivamente com umidade ambiente. De acordo com

os autores, as menores concentrações de tri-iodotiroxina e tiroxina nos animais nas épocas mais quentes pode ser um mecanismo adaptativo para reduzir o metabolismo e a produção de calor.

A maior parte da literatura nacional e internacional atribui a melhoria da ambiência em IPF como um dos principais benefícios desse sistema. Porém, é necessário estabelecer uma visão holística do sistema produtivo e considerar todos os fatores que interferem no seu resultado técnico e econômico. Embora a melhoria do bem-estar animal seja uma demanda cada vez mais crescente da sociedade e tenha impacto direto na produção animal, é necessário sempre minimizar os impactos negativos na produção animal causada pela menor produção do pasto. Os profissionais das ciências agrárias precisam considerar que o sistema produtivo se insere em uma propriedade rural. Essa propriedade rural precisa maximizar os resultados produtivos e econômicos para que o produtor continue na atividade e possa continuar realizando uma produção agropecuária mais sustentável.

INFESTAÇÃO PARASITÁRIA DOS ANIMAIS EM IPF

As condições edafoclimáticas das regiões brasileiras geram um ambiente favorável para o crescimento das pastagens e da produção animal em boa parte do ano. Porém, essas condições climáticas também são favoráveis ao desenvolvimento parasitário e à infecção dos animais criados em pastagens. A infecção por vermes gastrointestinais pode reduzir a taxa de ganho de peso, atrasar o desenvolvimento animal, aumentar a necessidade de manejos, aumentar as despesas com compra de medicamentos e provocar perdas econômicas.

O ambiente na IPF com maior umidade e menor radiação solar pode favorecer a multiplicação parasitária e gerar alta taxa de infestação em ruminantes quando comparado a pastagens tradicionais. Entretanto, a IPF pode proporcionar melhor ambiente e reduzir o estresse dos animais, além de fornecer forragem de melhor qualidade. Essas melhorias no ambiente e na pastagem podem melhorar o sistema imune dos animais e ajudar a controlar a infestação parasitária. Além disso, a biodiversidade na IPF permite o desenvolvimento de predadores naturais dos helmintos, como fungos (*Monacrosporium* sp.) (Araujo *et al.*, 2006) e besouros (*Coleoptera scarabaeoidea*) (Campiglia, 2002), que ajudam a manter a infestação parasitária sob controle.

Mendonça *et al.* (2014) não encontraram diferença ($p>0,05$) no ganho de peso e na contagem de ovos por grama de fezes (OPG) em novilhas F1 (Holandês x Gir) com

oito a 24 meses de idade, em IPF com pasto de *U. brizantha* e 156 árvores/ha de sucupira-branca, ou no pasto de *U. brizantha* em pleno sol, de agosto de 2008 a fevereiro de 2009. As condições climáticas, o aumento da matéria orgânica no solo, a maior ciclagem de nutrientes pelas raízes das plantas e o aumento da umidade do solo criam um ambiente favorável para o crescimento de inimigos naturais dos helmintos (Sylvain e Wall, 2011). Entretanto, a baixa população de árvores pode ter permitido boa radiação solar da pastagem e redução da infestação parasitária. Além disso, a avaliação apenas de agosto a fevereiro pode não ter sido capaz de avaliar alterações na eliminação de ovos.

Resultados diferentes foram encontrados por Oliveira *et al.* (2017A), em que a contagem de OPG foi significativamente maior ($p < 0,05$) em animais Canchim (5/8 Charolês x 3/8 Zebu) criados em um sistema de IPF formado por *U. decumbens* e 600 árvores/ha em comparação ao pleno sol. Após a realização de coprocultura, os gêneros *Haemonchus*, *Cooperia*, *Oesophagostomum* e *Trichostrongylus* foram encontrados nos dois sistemas, e as taxas de infestação de *Haemonchus* e *Cooperia* foram maiores na IPF. Embora a infecção parasitária tenha sido maior na IPF, o ganho de peso individual e a capacidade de suporte do pasto foram similares entre os sistemas.

Segundo os autores, a densidade das árvores na IPF gerou condições edafoclimáticas favoráveis (menor radiação solar, menor velocidade dos ventos e maiores temperatura e umidade do solo) ao desenvolvimento das larvas dos helmintos. Essas condições edafoclimáticas podem explicar a maior infecção parasitária nos animais em IPF. Entretanto, não houve diferença no desempenho dos animais, mesmo com maior infecção na IPF. Essa igualdade no desempenho pode ser atribuída ao melhor valor nutricional da forragem (Paciullo *et al.*, 2014) e ao menor estresse térmico na IPF, que podem melhorar a resposta imune dos animais (Bernabucci *et al.*, 2010) e reduzir os efeitos negativos da parasitose (Civitello *et al.*, 2015).

Na mesma área experimental e com os mesmos animais, Oliveira *et al.* (2017B) não encontraram diferença ($p > 0,05$) na contagem de teleóginas (*Rhipicephalus microplus*) e de larvas de berne (*Dermatobia hominis*). O número de pupa e de adultos de mosca-dos-chifres (*Haematobia irritans*) foi semelhante nas fezes dos animais nos dois sistemas. Todavia, o número de parasitas da mosca-dos-chifres foi maior nas fezes e a infestação foi menor ($p = 0,01$) nos animais criados na IPF em comparação aos no pleno sol (Tabela 3), fato que pode indicar o controle parcial da mosca do chifre por inimigos naturais na IPF.

Tabela 3. Contagem de mosca-dos-chifres (insetos/10 bolos fecais) e parasitas da mosca-dos-chifres em IPF e em pleno sol

Sistemas	Mosca-dos-chifres		Parasitas da mosca-dos-chifres		
	Pupa	Adulto	<i>Aphaereta</i> sp.	<i>Spalangis</i> sp.	Total de parasitas
IPF	9,83a	3,67a	15,61a	4,92a	20,53a
Pleno sol	10,86a	3,53a	4,67b	0,75b	5,42b

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si ($p < 0,05$). Fonte: Adaptado de Oliveira *et al.* (2017B).

Giraldo *et al.* (2011) atribuíram a menor infestação por mosca-dos-chifres em animais criados em IPF à presença de predadores das larvas nas fezes. Nesse sentido, Soca *et al.* (2002) observaram maior degradação do bolo fecal na IPF em relação ao pleno sol associada ao número de besouros coprófagos. Esses besouros podem destruir o bolo fecal e aumentar a exposição dos ovos e das larvas a outros parasitas, aumentar a dessecação do bolo fecal e reduzir a infestação de mosca-dos-chifres (Van Dijk *et al.*, 2009; Alonso *et al.*, 2019).

Mais resultados sobre a infestação em IPF são necessários para definir como o ambiente interfere na parasitose dos animais, sempre tendo o desempenho animal como meta. Além disso, é preciso definir a necessidade de medidas alternativas de controle e de modificação do calendário sanitário dos animais criados em IPF. Outro ponto que carece de mais informações é quanto à infestação de diferentes categorias e grupamentos genéticos em IPF.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pecuária leiteira em IPF sofre influência direta das interações entre pasto, árvore e animal. A menor radiação solar que atinge o pasto na IPF melhora a ambiência para os animais. Porém, em sistemas com alta densidade arbórea, a menor produção do pasto pode reduzir consideravelmente a produção de leite por área. As alterações no microclima local também podem alterar o comportamento animal e a infestação parasitária. Portanto, é fundamental o conhecimento dessas alterações para se planejar o sistema antes de sua implantação e maximizar os efeitos positivos na produção total do sistema, no bem-estar animal, na preservação ambiental e na lucratividade do empreendimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ainsworth, J. A.; Moe, S. R.; Skarpe, C. 2012. Pasture shade and farm management effects on cow productivity in the tropics. *Agriculture, ecosystems & environment*, v. 155, p. 105-110, doi: 10.1016/j.agee.2012.04.005.
- Almeida, R. G.; Andrade, C. M. S.; Paciullo, D. S.; Fernandes, P. C.; Cavalcante, A. C. R.; Barbosa, R. A.; Valle, C. B. 2013. Brazilian agroforestry systems for cattle and sheep. *Tropical Grasslands*, v. 1, p. 175-183.
- Alonso, C. B. G.; Zurita, G. A.; Bellocq, M. I. 2019. Livestock areas with canopy cover sustain dung beetle diversity in the humid subtropical Chaco forest. *Insect Conservation and Diversity*, v. 12, n. 4, p. 296-308, doi: 10.1111/icad.12340.
- Améndola, L.; Solorio, F. J.; Ku-Vera, J. C.; Améndola-Massioti, R. D.; Zarza, H.; Mancera, K. F.; Galindo, F. 2019. A pilot study on the foraging behaviour of heifers in intensive silvopastoral and monoculture systems in the tropics. *Animal*, v. 13, n. 3, p. 606-616, doi: 10.1017/S1751731118001532.
- Araujo, J. V.; Assis, R. C. L.; Campos, A. K.; Mota, M. A. 2006. Efeito antagônico de fungos predadores dos gêneros *Monacrosporium*, *Arthrobotrys* e *Duddingtonia* sobre larvas infectantes de *Cooperia* sp. e *Oesophagostomum* sp. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v. 58, n. 3, p. 373-380, doi: 10.1590/S0102-09352006000300014.
- Benvenuti, M. A.; Gordon, I. J.; Poppi, D. P.; Crowther, R.; Spinks, W.; Moreno, F. C. 2009. The horizontal barrier effect of stems on the foraging behaviour of cattle grazing five tropical grasses. *Livestock Science*, v. 126, n. 1-3, p. 229-238, doi: 10.1016/j.livsci.2009.07.006.
- Bernabucci, U.; Lacetera, N.; Baumgard, L. H.; Rhoads, R. P.; Ronchi, B.; Nardone, A. 2010. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal*, v. 4, n. 7, p. 1167-1183, doi: 10.1017/S175173111000090X.
- Bottini-Luzardo, M. B.; Aguilar-Pérez, C. F.; Centurión-Castro, F. G.; Solorio-Sánchez, F. J.; Ku-Vera, J. C. 2016. Milk yield and blood urea nitrogen in crossbred cows grazing *Leucaena leucocephala* in a silvopastoral system in the Mexican tropics. *Tropical Grasslands*, v. 4, n. 3, p. 159-167, doi: 10.17138/TGFT(4)159-167.
- Campiglia, M. A. 2002. Influência de sistemas silvipastoris sobre a dinâmica populacional de besouros coprófagos. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Castro, A. C.; Júnior, L.; Brito, J.; Santos, N. D. F. A. D.; Monteiro, E. M. M.; Aviz, M. A. B. D.; Garcia, A. R. 2008. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. *Ciência Rural*, v. 38, n. 8, p. 2395-2402.
- Dias Filho, M. B. 2014. Diagnóstico das pastagens no Brasil. Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E).
- Ferreira, R. A.; Estrada, L. H. C.; Thiébaud, J. T. L.; Granados, L. B. C.; Souza Júnior, V. R. D. 2011. Avaliação do comportamento de ovinos Santa Inês em sistema silvipastoril no norte fluminense. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 2, p. 399-403.
- Fonseca, L.; Carvalho, P.C.F.; Mezzalana, J.C.; Galli, J.R.; Gregorini, P. 2013. Effect of sward surface height and level of herbage depletion on bitefeatures of cattle grazing *Sorghum bicolor* swards. *Journal of Animal Science*, v. 91, n. 9, p. 4357-4365, doi: 10.2527/jas.2012-5602.
- Garcia, A. R. 2013. Conforto térmico na reprodução de bubalinos criados em condições tropicais. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v. 37, n. 2, p. 121-130.
- Garcia, A. R.; Matos, L. B.; Júnior, L.; Brito, J.; Nahúm, B. D. S.; Araújo, C. V. D.; Santos, A. X. 2011. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 10, p. 1409-1414.
- Giraldo, C.; Escobar, F.; Chara, J. D.; Calle, Z. 2011. 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, n. 2, p. 115-122, doi: 10.1111/j.1752-4598.2010.00112.x.

- Joset, W. C. L.; Silva, J. A. R. D.; Godinho, L. A.; Barbosa, A. V. C.; Martorano, L. G.; Júnior, L.; Brito, J. 2018. Thermoregulatory responses of female buffaloes reared under direct sunlight and shaded areas in the dry season on Marajó Island, Brazil. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 40, doi: 10.4025/actascianimsci.v40i1.37641.
- Karki, U.; Goodman, M. S. 2010. Cattle distribution and behavior in southern-pine silvopasture versus open-pasture. *Agroforestry systems*, v. 78, n. 2, p. 159-168, doi: 10.1007/s10457-009-9250-x.
- Leme, T. M. S. P.; Pires, M. D. F. Á.; Verneque, R. D. S.; Alvim, M. J.; Aroeira, L. J. M. 2005. 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.
- Lima, M. A.; Paciullo, D. S.; Morenz, M. J.; Gomide, C. A.; Rodrigues, R. A.; Chizzotti, F. H. 2018. Productivity and nutritive value of *Brachiaria decumbens* and performance of dairy heifers in a long-term silvopastoral system. *Grass and forage science*, v. 74, n. 1, p. 160-170, DOI: 10.1111/gfs.12395.
- Lima, M. A.; Paciullo, D. S. C.; Silva, F. F.; Morenz, M. J. F.; Gomide, A. A. M.; Rodrigues, R. A. R.; Bretas, I. L.; Chizzotti, F. H. M. 2019. Evaluation of a long-established silvopastoral *Brachiaria decumbens* system: plant characteristics and feeding value for cattle. *Crop & Pasture Science*, v. 70, p. 814-825, doi:10.1071/CP19027.
- Lopes, L. B.; Eckstein, C.; Pina, D. S.; Carnevalli, R. A. 2016. The influence of trees on the thermal environment and behaviour of grazing heifers in Brazilian Midwest. *Tropical animal health and production*, v. 48, n. 4, p. 755-761, doi: 0.1007/s11250-016-1021-x.
- Mello, A. C.; Costa, S. B.; Dubeux Júnior, J. C.; Santos, M. V.; Apolinário, V. X.; Tenório Filho, F.; Meireles, M. S.; Pereira, C. G. 2014. Pasture characteristics and animal performance in a silvopastoral system with *Brachiaria decumbens*, *Gliricidia sepium* and *Mimosa caesalpinifolia*. *Tropical Grasslands*, v. 2, n. 1, p. 85-87.
- Mello, A. C. T. D.; Carnevalli, R. A.; Shiratsuchi, L. S.; Lopes, L. B.; Xavier, D. B. 2017. Improved grazing activity of dairy heifers in shaded tropical grasslands. *Ciência Rural*, v. 47, n. 2, doi: 10.1590/0103-8478cr20160316.
- Mendonça, R. M. A.; Leite, R. C.; Lana, A. M. Q.; Costa, J. O.; Toth, G. 2014. Parasitic helminth infection in young cattle raised on silvopasture and open-pasture in Southeastern Brazil. *Agroforestry systems*, v. 88, n. 1, p. 53-62, doi: 10.1007/s10457-013-9655-4.
- Mezzalana, J. C.; Carvalho, P. C. D. F.; Fonseca, L.; Bremm, C.; Cangiano, C.; Gonda, H. L.; Laca, E. A. 2014. Behavioural mechanisms of intake rate by heifers grazing swards of contrasting structures. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 153, p. 1-9, doi: 10.1016/j.applanim.2013.12.014.
- Moneeb, A. H.; Aguilar-Pérez, C. F.; Ayala-Burgos, A. J.; Solorio-Sánchez, F. J.; Ku-Vera, J. C. 2019. Effect of grazing cows in an intensive silvopastoral system with *Leucaena leucocephala* on Panela cheese properties: yield, composition, fatty acid profile and sensory acceptability. *Animal Science Journal*, v. 90, n. 9, p. 1303-1312, doi: 10.1111/asj.13207.
- Nicodemo, M. L. F.; Garcia, A. R.; Porfírio-Da-Silva, V.; Paciullo, D. S. C. 2018. Desempenho, saúde e conforto animal em sistemas silvipastoris no Brasil. Embrapa Pecuária Sudeste, ISSN. 1980-6841, São Carlos, SP.
- Oliveira, M. C. D. S.; Nicodemo, M. L. F.; Gusmão, M. R.; Pezzopane, J. R. M.; Bilhassi, T. B.; Santana, C. H. Gonçalves, T. C.; Rabelo, M. D.; Giglioti, R. 2017B. Differential *Haematobia irritans* infestation levels in beef cattle raised in silvopastoral and conventional pasture systems. *Veterinary parasitology*, v. 246, p. 96-99, doi: 10.1016/j.vetpar.2017.08.020.
- Oliveira, M. D. S.; Nicodemo, M. L. F.; Pezzopane, J. R. M.; Gusmão, M. R.; Chagas, A. D. S.; Giglioti, R.; Bilhassi, T. B.; Santana, C. H.; Gonçalves, T. C.; Rabelo, M. D.; Néo, T. A. 2017A. Gastrointestinal nematode infection in beef cattle raised in silvopastoral and conventional systems in São Paulo state, Brazil. *Agroforestry Systems*, v. 91, n. 3, p. 495-507, doi: 10.1007/s10457-016-9950-y.
- Paciullo, D. S. C.; Castro, C. R. T.; Gomide, C. A. G.; Maurício, R. M.; Pires, M. D. F. Á.; Müller, M. D.; Xavier, D. F. 2011. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. *Livestock Science*, v. 141, n. 2, p. 166-172, doi:10.1016/j.livsci.2011.05.012.

- Paciullo, D. S. C.; Lopes, F. C. F.; Junior, J. D. M.; Viana Filho, A.; Rodriguez, N. M.; Morenz, M. J. F.; Aroeira, L. J. M. 2009. 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.
- 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. 2014. Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass-legume pastures shaded by tropical trees. *Animal*, v. 8, n. 8, p. 1264-1271, doi:10.1017/S1751731114000767.
- Santos, D. C.; Júnior, R. G.; Vilela, L.; Pulrolnik, K.; Bufon, V. B.; França, A. F. S. 2016. Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 233, p. 16-24, doi: 10.1016/j.agee.2016.08.026.
- Silva, J. A. R. D.; Araújo, A. A. D.; Júnior, L.; Brito, J.; Santos, N. D. F. A. D.; Garcia, A. R.; Nahúm, B. D. S. 2011. Conforto térmico de búfalas em sistema silvipastoril na Amazônia Oriental. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 10, p. 1364-1371.
- Silva, J. A. R. D.; Araújo, A. A. D.; Lourenço Júnior, J. B.; Santos, N. D. F. A. D.; Viana, R. B.; Garcia, A. R.; Rondina, D.; Grise, M. M. 2014. 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.
- Schütz, K. E.; Cox, N. R.; Tucker, C. B. 2014. A field study of the behavioural and physiological effects of varying amounts of shade for lactating cows at pasture. *Journal of Dairy Science*, 97, 3599-3605, doi: 10.3168/jds.2013-7649.
- Schütz, K. E.; Rogers, A. R.; Poulouin, Y. A.; Cox, N. R.; Tucker, C. B. 2010. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. *Journal of dairy science*, v. 93, n. 1, p. 125-133, doi: 10.3168/jds.2009-2416.
- Soca, M.; Simón, L.; Sánchez, S.; Gómez, E., 2002. Dinámica parasitológica em bostas de bovinos bajo condiciones silvopastoriles. *Agroforesteria em las Américas*, v. 9, n. 33-34, p. 38.
- Sousa, L. F.; Maurício, R. M.; Paciullo, D. S. C.; Silveira, S. R.; Ribeiro, R. S.; Calsavara, L. H.; Moreira, G. R. 2015. Forage intake, feeding behavior and bio-climatological indices of pasture grass, under the influence of trees, in a silvopastoral system. *Tropical Grasslands*, v. 3, p. 129-141, doi: 10.17138/TGFT(3)129-141.
- Souza, E. C. D.; Salman, A. K. D.; Cruz, P. G. D.; Veit, H. M.; Carvalho, G. A. D.; Silva, F. R. F. D.; Schmitt, E. 2019. Thermal comfort and grazing behavior of Girolando heifers in integrated crop-livestock (ICL) and crop-livestock-forest (ICLF) systems. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 41, doi: 10.4025/actascianimsci.v41i1.46483.
- Souza, L. A. S.; Matarazzo, S. V.; Carnevalli, R. A.; Toledo, L. M. 2017. Physiological and behavioral responses of dairy heifers in an integrated-crop-livestock-forestry system. *African Journal of Agricultural Research*, v. 12, n. 15, p. 1278-85, doi: 10.5897/AJAR2016.11918.
- Sylvain, Z. A.; Wall, D. H. 2011. Linking soil biodiversity and vegetation: implications for a changing planet. *American journal of botany*, v. 98, n. 3, p. 517-527, doi: 10.3732/ajb.1000305.
- Tucker, C. B.; Rogers, A. R.; Schütz, K. E. 2008. Effect of solar radiation on dairy cattle behaviour, use of shade and body temperature in a pasture-based system. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 109, n. 2-4, p. 141-154, doi: 10.1016/j.applanim.2007.03.015.
- Van Dijk, J.; De Louw, M. D. E.; Kalis, L. P. A.; Morgan, E. R. 2009. Ultraviolet light increases mortality of nematode larvae and can explain patterns of larval availability at pasture. *International journal for parasitology*, v. 39, n. 10, p. 1151-1156, doi:10.1016/j.ijpara.2009.03.004.
- Van Laer, E.; Moons, C. P. H.; Ampe, B.; Sonck, B.; Vandaele, L.; Campeneere, S.; Tuytens, F. A. M. 2015. Effect of summer conditions and shade on behavioural indicators of thermal discomfort in Holstein dairy and Belgian Blue beef cattle on pasture. *Animal*, v. 9, n. 9, p. 1536-1546, doi: 10.1017/S1751731115000804.
- Vieira Júnior, N. A.; Silva, M. A. D. A.; Caramori, P. H.; Nitsche, P. R.; Corrêa, K. A. B.; Alves, D. S. 2019. Temperature, thermal comfort, and animal ingestion behavior in a silvopastoral system. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 40, n. 1, p. 403-416, doi: 10.5433/1679-0359.2019v40n1p403.

Vizzotto, E. F.; Fischer, V.; Neto, A. T.; Abreu, A. S.; Stumpf, M. T.; Werncke, D., Schmidt, F. A.; Mc Manus, C. M. 2015. Access to shade changes behavioral and physiological attributes of dairy cows during the hot season in the subtropics. *Animal*, v. 9, n. 9, p. 1559-1566, doi: 10.1017/S1751731115000877.

Xavier, D. F.; Ledo, F. J. S.; Paciullo, D. S. C.; Urquiaga, S.; Alves, B. J. R.; Boddey, R. M. 2014. Nitrogen cycling in a Brachiaria-based silvopastoral system in the Atlantic forest region of Minas Gerais, Brazil. *Nutrient Cycling Agroecosyst*, v. 99, p. 45–62, doi: 10.1007/s10705-014-9617-x.

