

SOUZA, M. de S.; JARDIM, A. M. da R. F.; SIMÕES, V. J. L. P.; IZIDRO, J. L. P. S.; LEITE, M. L. de M. V.; Sistemas silvipastoris: meio ambiente, produção e qualidade de forragem e resposta animal. *Applied Research & Agrotechnology*, Guarapuava-PR, v.12, n.3, p.135-143, Set-Dez., 2019. DOI: 10.5935/PAeT.V12.N3.14

Revisão Bibliográfica

Resumo

Os modelos de exploração agrícola mais utilizados no Brasil têm causado sérios problemas ambientais, principalmente por conta da redução da biodiversidade. Diante disso, os sistemas agroflorestais surgem como uma alternativa bastante promissora, trazendo diversos benefícios para os componentes deste sistema. A presença de árvores aumenta a disponibilidade de nutrientes no solo em função da maior conservação da umidade do solo, favorecendo a atividade microbiana. Como também proporciona um ambiente mais estável sob suas copas. Em sistemas silvipastoris a produção das forrageiras é diretamente dependente da tolerância das espécies à sombra e do grau de sombreamento proporcionado pelas árvores, acarretando em alterações na morfofisiologia das plantas. Estudos comprovam que o sombreamento também tem proporcionado melhorias na qualidade da forragem, aumentando o teor de proteína bruta na dieta dos animais. Outra vantagem dos sistemas silvipastoris são as mudanças microclimáticas causadas pelo sombreamento, as quais são responsáveis por favorecer o desempenho dos animais em pastejo, proporcionando-lhes um ambiente de conforto térmico, o que irá refletir na resposta produtiva e comportamental dos mesmos.

Palavras-chave: microclima, sistema agroflorestal, sombreamento.

Silvipastoris systems: environment, production and quality of forage and animal answer

Abstract

The most widely used agricultural models in Brazil have caused serious environmental problems, mainly due to the reduction of biodiversity. In view of this, agroforestry systems appear as a very promising alternative, bringing several benefits to the components of this system. The presence of trees increases the availability of nutrients in the soil due to the greater conservation of soil moisture, favoring microbial activity. It also provides a more stable environment under your canopies. In silvopastoral systems the production of forages is directly dependent on the tolerance of the species to the shade and the degree of shading provided by the trees, leading to alterations in the morphophysiology of the plants. Studies have shown that shading has also provided improvements in forage quality, increasing the crude protein content in the animals' diet. Another advantage of silvopastoral systems is the microclimatic changes caused by shading, which are responsible for the grazing performance of the animals, providing them with an environment of thermal comfort, which will reflect their productive and behavioral response.

Keywords: microclimate, agroforestry system, shading.

Sistemas silvipastoriles: medio ambiente, producción y calidad de forraje y respuesta animal

Resumen

Los modelos agrícolas más utilizados en Brasil han causado serios problemas ambientales, principalmente debido a la reducción de la biodiversidad. Ante esto, los sistemas agroforestales aparecen como una alternativa muy prometedora, aportando varios beneficios a los componentes de este sistema. La

Received at: 20/12/2018

Accepted for publication at: 18/05/2019

1,2,3 - Eng. Agrônomo. Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Produção Vegetal. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Email: marcondes.sa33@gmail.com; alexandremrfj@gmail.com; laamoneng.agro@gmail.com

4 - Zootecnista. Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Produção Vegetal. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Email: lypsonsi.zootec@gmail.com

5 - Eng. Agrônomo. Dr professor. Unidade Acadêmica de Serra Talhada. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Email: nopalea21@yahoo.com.br

presencia de árboles aumenta la disponibilidad de nutrientes en el suelo debido a la mayor conservación de la humedad, favoreciendo la actividad microbiana. Como también proporciona un ambiente más estable debajo de sus copas. Para los sistemas silvopastoriles, la producción de forraje depende directamente de la tolerancia de las especies a la sombra y del grado de sombra que proporcionan los árboles, lo que resulta en cambios en la morfofisiología de las plantas. Los estudios muestran que el sombreado también ha proporcionado mejoras en la calidad del forraje, aumentando el contenido de proteína cruda en las dietas de los animales. Otra ventaja de los sistemas silvopastoriles son los cambios microclimáticos causados por el sombreado, que son responsables de favorecer el rendimiento de los animales en pastoreo, proporcionándoles un ambiente de conforto térmico, que reflejará en su respuesta productiva y comportamiento.

Palabras clave: microclima, sistema agroforestal, sombreado.

Introdução

O modelo agrícola mais utilizado no Brasil, inclusive na região Nordeste, segue o exemplo dos países mais desenvolvidos, ou seja, é o modelo de exploração onde os ecossistemas naturais são transformados em sistemas agrícolas, principalmente monoculturas; e isso implica em dizer que poucas espécies vegetais são exploradas no sistema produtivo; por sua vez, a adoção deste modelo tem trazido sérias consequências como, a redução da biodiversidade, aliada ao uso desenfreado de agroquímicos, mecanização e irrigação, provocando um desequilíbrio ecológico com grandes impactos prejudiciais ao meio ambiente (SIQUEIRA et al., 2006).

Uma alternativa que vem sendo bastante estudada por pesquisadores de diversas áreas da ciência é a adoção dos Sistemas Agroflorestais (SAFs), os quais consistem na inserção de espécies lenhosas no sistema produtivo, com o intuito de, principalmente, aumentar a biodiversidade do meio ambiente, bem como trazer para o produtor rural mais uma fonte de renda (RODRIGUES et al., 2007). Siqueira et al. (2006) conceituam os SAFs como “sistemas sustentáveis que combinam, simultânea ou sequencialmente, a produção de espécies agrícolas com plantações de árvores frutíferas ou florestais e, ou, animais, utilizando a mesma unidade de terra”.

É interessante também ressaltar que os SAFs são classificados de acordo com o tipo de configuração adotada. Quanto ao aspecto estrutural, os SAFs podem ser classificados como: sistemas silviagrícolas (árvores + cultivos agrícolas); sistemas silvipastoris (árvores + pecuária) e; sistemas agrossilvipastoris (árvores + cultivos agrícolas + pecuária).

Além dos benefícios econômicos e sociais, como a fixação do homem no campo, os SAFs também trazem diversos benefícios no que diz respeito aos

aspectos ecológicos, pois os mesmos proporcionam maior cobertura do solo, maior aporte de matéria orgânica, fixação biológica de nitrogênio atmosférico, redução de perdas de solo e nutrientes, controle da erosão e lixiviação, e aumento da biodiversidade (LIMA et al., 2011). Como também, a presença de árvores no sistema produtivo irá reduzir as flutuações de temperatura do ar, de umidade relativa do ar e de umidade do solo, trazendo benefícios às plantas e aos animais (PACIULLO et al., 2006).

Portanto, pretende-se com esta revisão, apresentar os principais benefícios dos sistemas agroflorestais para o solo e meio ambiente, bem como destacar a produção e o valor nutritivo de forragens em sistemas silvipastoris, e como se dá a resposta animal em ambiente sombreado.

Desenvolvimento

Benefícios dos SAFs para o solo e meio ambiente

Ao substituir uma floresta altamente diversificada em plantios agrícolas ou pastagens, com apenas uma espécie de gramínea, a tendência é que haja uma alteração considerável no ecossistema original, provocando mudanças nos atributos morfológicos, físicos, químicos e biológicos do solo. Assim, são esperados severos impactos sobre o meio edáfico, uma vez que há uma obstrução dos mecanismos naturais de reciclagem de nutrientes e de proteção do sistema, induzindo vários fatores de degradação (LUIZÃO et al., 2006). Neste contexto, os SAFs vêm sendo bastante estudados no Brasil, principalmente em termos de determinação de indicadores de caráter químico, físico e biológico do solo. Por isso, para avaliar os efeitos dos SAFs, é necessário determinar como esta prática interfere nos processos edáficos, bem como na disponibilidade de nutrientes (LIMA et al., 2011).

As árvores em SAFs são responsáveis por diminuir as perdas de nutrientes ocasionadas por processos de lixiviação e erosão, aumentando a disponibilização de nutrientes a partir da maior liberação na matéria orgânica do solo, além de atuarem na recuperação dos nutrientes que se encontram abaixo da zona radicular das espécies herbáceas, retornando-os à superfície (RIBASKI et al., 2001), uma vez que as raízes das arbóreas extraem os nutrientes do solo, conduzindo-os até as folhas; e com a abscisão foliar, esses nutrientes retornam ao solo através da decomposição da serapilheira.

Lima et al. (2011) perceberam que o SAF com 10 anos de adoção (SAF10) mostrou menor teor de alumínio trocável quando comparado com áreas de agricultura de corte e queima (ACQ), floresta nativa (FN) e sistema com base ecológica, em virtude dos valores mais altos de pH no SAF10. No manejo agroflorestal, o teor de P, no período seco, foi sete vezes superior que ACQ e FN, indicando a eficiência daquele sistema na ciclagem deste nutriente em relação a estes. Os maiores estoques de COT e NT foram observados também no período seco para o SAF10 e SAF6 (seis anos), em função do maior aporte de matéria orgânica e do favorecimento da ação dos microrganismos do solo. Pardon et al. (2017) verificaram concentrações substancialmente mais elevadas de carbono orgânico e nitrogênio, bem como de outros nutrientes (P, K, Mg e Na) nas proximidades das árvores, provavelmente resultantes da entrada de serapilheira e água enriquecida com nutrientes (K e Na). Os aumentos observados foram fortemente relacionados com a distância das árvores (PARDON et al., 2017).

Dentre as muitas vantagens dos sistemas silvipastoris (SSP), uma delas está relacionada ao sequestro de carbono, o qual vem sendo bastante discutido para fins de redução do efeito estufa e do aquecimento global, pois além de haver fixação do carbono nas forrageiras herbáceas (e.g., gramíneas e leguminosas), a madeira e as raízes das árvores são também importantes drenos de carbono (CARDINAEL et al., 2017; FELICIANO et al., 2018); sendo assim, a agrossilvicultura contribui para atenuar as emissões de gases de efeito estufa (PACIULLO et al., 2006; KIM et al., 2016). Em relação à fixação de carbono, é possível que os sistemas agrossilvipastoris demonstrem maior eficiência em comparação com as pastagens exclusivas e com os monocultivos agrícolas e florestais, em razão de serem formados por múltiplos componentes e de

se beneficiarem das interações entre estes; apesar de as pastagens exclusivas serem consideradas importantes sumidouros de carbono, uma parte considerável do estoque deste elemento encontra-se no solo, fato este que tem subestimado o potencial de fixação do carbono atmosférico neste ecossistema (BERNARDINO; GARCIA, 2009).

No que diz respeito à qualidade física do solo Pezarico et al. (2013) perceberam que os atributos físicos que mais tiveram representatividade no aumento da qualidade do meio edáfico foram a porosidade total e a microporosidade, apresentando valores semelhantes aos da mata nativa; enquanto que o tratamento lavoura (i.e., monocultivo de soja) mostrou tendências de degradação ambiental, indicando que a diversidade de espécies dos SAFs foi extremamente relevante na melhoria da qualidade do solo em relação as monoculturas.

Além dos diversos benefícios sobre o solo, ocasionados pelo componente arbóreo em agroflorestas, é imprescindível destacar a importância desse sistema para o meio ambiente, uma vez que o microclima é modificado pela presença das árvores, as quais interceptam grande parte da radiação solar, tornando a temperatura do ar mais baixa (reduzindo sua variação ao longo do dia), aumentando a umidade relativa do ar, diminuindo a taxa de evapotranspiração e conservando a umidade do solo, tornando o ambiente mais estável, trazendo benefícios às plantas e aos animais constituintes desse sistema. O resultado são condições edáficas mais favoráveis para o aumento da atividade microbiana, a qual é responsável pelo aumento da taxa de mineralização dos nutrientes (RIBASKI et al., 2001; BERNARDINO; GARCIA, 2009). Este processo de mineralização é ainda mais acelerado com a inclusão de espécies leguminosas, sejam elas lenhosas ou herbáceas, uma vez que as espécies leguminosas produzem material com baixa relação carbono:nitrogênio (C:N) a partir da fixação biológica de nitrogênio (FBN), o que significa mais rápida decomposição e conseqüentemente, maior taxa de mineralização de N (SILVA et al., 2009).

No tocante a utilização de leguminosas, Silva et al. (2013) observaram que as espécies sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*) foram as principais responsáveis pelo aumento nos teores de N total da serapilheira e pela redução de sua relação C:N em pastagem de *Brachiaria decumbens*; os teores de N total encontrados na serapilheira de sabiá e gliricídia foram 12.3 e 11.4 g kg⁻¹, respectivamente; houve

redução de 50% na relação C:N da serapilheira para os tratamentos com a presença das leguminosas em comparação com a gramínea exclusiva. No trabalho de Xavier et al. (2011), a presença de leguminosas arbóreas e de eucalipto em pastagem de *Urochloa decumbens*, aumentou a deposição de serapilheira (5038 e 3944 kg ha⁻¹ ano⁻¹ para sistema silvipastoril e monocultivo de braquiária, respectivamente), bem como o retorno de N (228 e 107 kg ha⁻¹ ano⁻¹, para sistema silvipastoril e braquiária solteira, respectivamente), evidenciando a importância dos sistemas silvipastoris em conjunto com leguminosas na recuperação de pastagens degradadas e, no ciclo biogeoquímico dos nutrientes no ecossistema.

Produção de forragem em sistemas silvipastoris

O desenvolvimento de plantas herbáceas sob a copa das árvores em sistemas silvipastoris (SSP) pode responder de diferentes maneiras (SANTOS et al., 2018). Forrageiras herbáceas podem ter seu crescimento favorecido ou prejudicado quando consorciadas com espécies arbóreas, e isso vai depender de alguns fatores como, por exemplo, a competição entre as plantas pelos recursos naturais como água, luz e nutrientes, a tolerância das espécies ao sombreamento e o grau de sombreamento proporcionado pelas árvores (RIBASKI et al., 2001; PACIULLO et al., 2006). Diante disso, uma das formas de se obter benefícios na consorciação com árvores é a utilização de plantas forrageiras que apresentem tolerância ao sombreamento, as quais devem mostrar um bom desenvolvimento sob condições de baixa luminosidade, mantendo bom valor nutritivo e produção satisfatória (BERNARDINO; GARCIA, 2009).

A tolerância ao sombreamento pode variar sensivelmente entre espécies. Com base nisso, Andrade et al. (2003) avaliaram o desempenho de seis gramíneas forrageiras (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *B. brizantha* cv. MG-4, *B. decumbens* cv. Basilisk, *Panicum maximum* cv. Mombaça, *Melinis minutiflora* e *Hyparrhenia rufa*), consorciadas ou não com a leguminosa *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e com *Eucalyptus* sp., em um SSP. Os melhores resultados de produção de forragem sob condições sombreadas foram obtidos pelas gramíneas *B. brizantha* cv. Marandu, *B. decumbens* e *P. maximum* cv. Mombaça, com mais notoriedade esta última quando consorciada com a leguminosa. Lacerda et al. (2009) recomendaram o uso de capim-andropógon (*Andropogon gayanus*) em associação com as espécies arbóreas pau-d'arco (*Tabebuia serratifolia*) e jatobá (*Hymenaea courbaril*), uma vez que, as variações

para o teor de matéria seca não foram significativas, comparando-se com as áreas abertas.

Em relação a intensidade ou grau de sombreamento, níveis de sombra superiores a 50% têm reduzido, de forma considerável, a produção de forragem em gramíneas consideradas medianamente tolerantes ao sombreamento (PACIULLO et al., 2006). Ao avaliarem a produtividade do capim-braquiária (*Urochloa decumbens*) sob pastejo em SSP, Bosi et al. (2014) perceberam que a produtividade de forragem mostrou redução com intensidade de sombra superior a 39%, apenas nos dois primeiros ciclos, e que nos ciclos subsequentes, essa variável não foi influenciada pelo sombreamento, e sim pelas baixas temperaturas do ar e pelo déficit hídrico. Resultados obtidos por Paciullo et al. (2011) mostraram menores valores nas populações de perfilhos, matéria seca de forragem verde e acúmulo de forragem para *Urochloa decumbens* em sistema agrossilvipastoril com níveis de sombreamento entre 35 e 40%, a uma distância de 6 m do renque das árvores, atestando que gramíneas forrageiras tropicais são medianamente tolerantes ao sombreamento tendo em vista que a maioria dessas são plantas com metabolismo C4. Resultados como esses indicam que o sombreamento moderado, a partir da disposição adequada das espécies arbóreas, seria muito relevante para a sustentabilidade das pastagens (SANTOS et al., 2016).

É evidente que sob a copa das árvores, a luz que chega para as forrageiras herbáceas é reduzida por causa da interceptação da radiação solar, e isto acaba influenciando de maneira distinta os aspectos morfológicos que determinam sua produtividade, no entanto, isso vai depender do grau de sombreamento a que as pastagens estão submetidas, bem como da espécie em questão (SANTOS et al., 2018). Plantas submetidas a luminosidade reduzida tendem a apresentar alterações morfológicas com o intuito de aumentar sua capacidade de captação de luz evitando o sombreamento (BALDASSINI et al., 2018), podendo-se elencar o aumento da relação parte aérea:raiz, alongamento de caules, pecíolos e entrenós, redução da ramificação e perfilhamento, redução no número de folhas, aumento da área foliar específica, como também, alterações na relação folha:caule e no ângulo de inclinação das folhas (BERNARDINO; GARCIA, 2009).

Paciullo et al. (2008) avaliaram, em diferentes estações do ano, as características morfológicas e estruturais de *B. decumbens* cultivada em três níveis de sombreamento: área de pastagem exclusiva, área próxima ao bosque e área com bosque de *Eucalyptus grandis* consorciado com leguminosas arbóreas (0,

18 e 50% de sombreamento, respectivamente). Esses autores observaram que o sombreamento aumentou as taxas de alongamento de folhas e colmos e o comprimento final das lâminas foliares, todavia não afetou a taxa de aparecimento de folhas e o número de folhas vivas por perfilho. No inverno, as reduções observadas para as variáveis morfogenéticas e estruturais do dossel, bem como das taxas de produção de forragem, independeram do sombreamento.

Bosi et al. (2014) avaliando as características biométricas de *U. decumbens* em SSP, verificaram que o índice de área foliar (IAF) diminuiu, no segundo e terceiro ciclo, com graus de sombreamento superiores a 40%. Já com níveis acima de 53%, até o quarto ciclo, houve incremento na altura das plantas; esse mesmo comportamento foi observado com a área foliar específica, com sombra acima de 66%, nos três primeiros ciclos. Gobbi et al. (2011) constataram que os níveis de sombra artificial (0, 50 e 70%) aumentaram de forma linear a área foliar específica das espécies *B. decumbens* e amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*). Para a braquiária, ocorreu o comportamento inverso na espessura da folha com o aumento dos níveis de sombra. Em contrapartida, a espessura das folhas do amendoim-forrageiro não foi afetada pelo sombreamento.

Valor nutritivo da forragem em sistemas silvipastoris

A baixa fertilidade dos solos constitui-se como um dos principais fatores que limitam tanto a produtividade como a sustentabilidade de pastagens em regiões de clima tropical (VENDRAMINI; DUBEUX; SILVEIRA, 2014). No entanto, a sombra geralmente favorece o aumento da disponibilidade de nitrogênio no solo, estimulando o crescimento das plantas e, conseqüentemente, ocasionando aumentos na concentração de nitrogênio nas gramíneas forrageiras (LIMA et al., 2011) melhorando sua qualidade nutricional (GEREMIA et al., 2018).

Em pastagens de *B. decumbens* e *Arachis pintoi*, sob diferentes níveis de sombreamento (0, 50 e 70%), os teores de proteína bruta aumentaram, em ambas as espécies, com os níveis crescentes de sombra. Para a braquiária, no segundo corte, as plantas mostraram redução linear nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Em relação aos macronutrientes (Ca, Mg, P e K), houve aumento por ocasião dos níveis crescentes de sombra. Apesar dos teores de FDN e FDA terem aumentado no amendoim-forrageiro, nos dois cortes realizados, os coeficientes de digestibilidade

de ambas as espécies não sofreram influência da sombra (GOBBI et al., 2010). Nas épocas chuvosas de dois anos consecutivos (2003 e 2004), pastagens de *B. decumbens* sob SSP apresentaram os maiores teores médios de FDN a pleno sol em comparação com as plantas sombreadas. Enquanto que os valores médios de proteína bruta e a digestibilidade in vitro da matéria seca foram maiores em ambiente sombreado (PACIULLO et al., 2007).

A consorciação entre leguminosas e gramíneas é considerada uma ótima opção para ser utilizada em SSP. Tendo em vista que o nível ótimo de luz para as espécies C3 (leguminosas) é menor em relação ao das espécies C4 (gramíneas), a consorciação entre as mesmas merece destaque. Neste sentido, uma redução na agressividade da gramínea sobre a leguminosa deve ocorrer trazendo uma estabilidade ao crescimento de ambas as forrageiras (BERNARDINO; GARCIA, 2009). Esta tecnologia, além de proporcionar incremento na produção de forragem e de apresentar grande potencial a partir da fixação biológica de nitrogênio, confere a pastagem melhor qualidade, aumentando seu valor nutritivo, e conseqüentemente fornecendo proteína na dieta dos animais, destacando-se como alternativa para melhoria do rendimento forrageiro de espécies não leguminosas no sistema consorciado (SADEGHPOUR et al., 2013).

Castro et al. (2009) estudaram os efeitos de três porcentagens de sombreamento (0, 29 e 45%), utilizando as leguminosas arbóreas *Acacia angustissima*, *A. mangium*, *A. auriculiformis*, *Albizia lebbek* e *Gliricidia sepium*, sobre as características agrônômicas, e o valor nutritivo do pasto de *B. decumbens*, durante as estações do inverno, primavera e verão. Os autores constataram aumento no teor de proteína bruta com o sombreamento (primavera), entretanto, no inverno e no verão, essa variável não sofreu influência dos tratamentos. A quantidade de proteína bruta por área apresentou os maiores valores sob condições de sombra mais intensa (primavera e verão), levando-se em conta o produto da massa de forragem e o teor de proteína bruta. Os autores ainda explicaram que os teores de FDN e a digestibilidade in vitro da matéria seca não apresentaram tendência consistente com os diferentes níveis de sombra, por conta da forte interação deste tratamento com a estação do ano. O efeito do sombreamento sobre a digestibilidade in vitro da matéria seca varia com a espécie, o nível de sombreamento e as condições climáticas, principalmente temperatura e umidade (PACIULLO et al., 2006).

Paciullo et al. (2011) avaliando as respostas produtivas e nutricionais de *U. decumbens* em sistema agrossilvipastoril, tendo como tratamento a distância entre a pastagem e as árvores, verificaram que não houve diferença significativa nos teores de FDN com a distância das árvores, todavia, os valores para FDA e lignina apresentaram diferenças, porém sem um padrão de resposta definido. Já os teores de proteína bruta foram reduzidos quadraticamente com a distância das árvores, apresentando valor máximo no sub-bosque (9.8%) e mínimo a 13.5 m de distância (6.5%). Os mesmos autores ainda concluíram que a área entre 7 e 10 m de distância do renque foi a que proporcionou melhores resultados do sombreamento sobre a pastagem. Em trabalho realizado por Sousa et al. (2007), apesar do sombreamento causado pela espécie *Zeyheria tuberculosa* ter diminuído a produção de matéria seca de *B. brizantha*, foi observado um aumento do teor de proteína bruta na forragem, enquanto que não houve diferença significativa para a produção de proteína bruta por área e para a concentração de FDN. Os teores de FDA sob sombra foram superiores quando comparados ao tratamento a pleno sol, o que provavelmente resultou em menor digestibilidade in vitro da matéria seca, porém, segundo os autores, sem afetar a degradabilidade efetiva. Os mesmos autores ainda explicaram que isso pode estar relacionado ao estiolamento das plantas sombreadas.

Comportamento e produção animal em pastagens sombreadas

As alterações de microclima proporcionadas pelas árvores em SSP apresentam-se como uma de suas maiores vantagens, favorecendo o desempenho animal em ambiente sombreado. A associação de árvores em pastagens, além de reduzir a radiação solar direta sobre a pastagem, diminui a temperatura do ar, através da evaporação foliar. Além do mais, reduz a sensação térmica dos animais que estão sob a copa em função da adequada circulação de ar (PACIULLO et al., 2006).

Os animais, como os bovinos, por exemplo, possuem uma zona térmica considerada ótima para seu desempenho, conhecida como zona de conforto. Quando os processos de termorregulação dos animais homeotérmicos são insuficientes para manter a temperatura corporal adequada, o calor proveniente do metabolismo, juntamente com o calor do ambiente, torna-se superior ao calor que é dissipado, acarretando em um desequilíbrio térmico no animal. Assim sendo, o organismo naturalmente tende a reagir a

esse processo através da sudorese e do aumento na frequência respiratória, com o intuito de dissipar o calor excedente, consequentemente, uma das variáveis mais negativamente afetadas pelas condições do ambiente é o ganho de peso (BARNABÉ et al., 2015).

Compreender a relação existente entre planta e animal, bem como os fatores que podem ajudar na busca e apreensão do alimento por parte do animal é extremamente relevante, pois, em ambiente com alta complexidade, os animais emitem sinais de como melhorar seu manejo alimentar, destacando-se o tempo de ócio, pastejo, ruminação, taxa e massa de bocado, sendo este o primeiro sinal a ser influenciado pelas mudanças na oferta alimentar (COSTA et al., 2015).

Ferreira et al. (2011) desenvolveram um estudo utilizando 20 ovelhas da raça Santa Inês para avaliar o comportamento desses animais em piquete a pleno sol e em piquete de pastagem consorciada com coqueiro (*Cocos nucifera*). Os autores perceberam que os animais expostos ao sol gastaram menor tempo diário em pastejo, e aumentaram a atividade de ruminação e ócio, sendo que, os animais que estavam submetidos ao sombreamento mantiveram essas atividades de forma mais constante ao longo do dia, sendo mais beneficiados em virtude do menor estresse calórico.

Em estudo realizado por Paciullo et al. (2009), avaliou-se o desempenho de novilhas provenientes do cruzamento entre as raças Holandês e Zebu, em SSP e pastagem de *U. decumbens* em monocultivo. O sombreamento moderado no sistema silvipastoril não causou variações significativas no consumo de matéria seca e no desempenho das novilhas, quando comparado aos valores observados na pastagem da gramínea solteira a céu aberto. Mas o consumo de forragem e o ganho de peso foram maiores no período chuvoso em relação ao período seco. Por outro lado, Garcia et al. (2011) constataram que as variáveis frequência cardíaca e temperatura retal reduziram, de forma significativa, com o sombreamento, fazendo com que os parâmetros fisiológicos de búfalas leiteiras permanecessem mais próximos da normalidade, melhorando o índice de conforto animal. Em 71.4% das observações, os animais submetidos ao sombreamento tiveram índices de conforto mais próximos do ideal.

Portanto, o SSP pode ser considerado um método alternativo e eficiente na criação de animais leiteiros, tendo em vista o fornecimento de conforto térmico através do componente arbóreo; durante os períodos com temperatura do ar mais elevada, os animais, naturalmente, tendem a procurar ambientes

mais protegidos da radiação solar, evidenciando assim, a necessidade de se prover o sombreamento com o intuito de favorecer tanto o bem estar animal, e conseqüentemente sua capacidade produtiva (PACIULLO et al., 2006).

Conclusões

Uma alternativa muito promissora para o problema da degradação de pastagens é o uso de sistemas agrossilvipastoris, com destaque para pastagens de gramíneas em associação com leguminosas forrageiras, sejam estas herbáceas ou arbóreas.

O sombreamento possui alta capacidade de incrementar a disponibilidade de nitrogênio para as

forrageiras que crescem sob a copa do componente arbóreo, auxiliando na melhoria da produção e qualidade da forragem, atuando também na redução da temperatura ambiente, favorecendo um microclima mais agradável, e conseqüentemente melhorando o bem estar animal na pastagem. Todavia, o êxito de um SSP depende diretamente de alguns fatores que devem ser observados, como por exemplo, o uso de forrageiras tolerantes ao sombreamento moderado. É importante ressaltar que a utilização de leguminosas herbáceas pode melhorar o valor nutritivo da forragem a partir da fixação biológica de nitrogênio, principalmente nos períodos de escassez hídrica.

Referências

- ANDRADE, C. M. S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O. G.; SOUZA, A. L. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão e eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1845-1850, 2003.
- BALDASSINI, P.; DESPÓSITO, C.; PIÑEIRO, G.; PARUELO, J. M. Silvopastoral systems of the Chaco forests: Effects of trees on grass growth. **Journal of Arid Environments**, v. 156, p. 87-95, 2018.
- BARNABÉ, J. M. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L.P.; GUISELINI, C.; JACOB, A. L. Conforto térmico e desempenho de bezerras Girolando alojadas em abrigos individuais com diferentes coberturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.5, p. 481-488, 2015.
- BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. Sistemas Silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 77-88, 2009.
- BOSI, C.; PEZZOPANE, J. R. M.; SENTELHAS, P. C.; SANTOS, P. M.; NICODEMO, M. L. F. Produtividade e características biométricas do capim-braquiária em sistema silvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 6, p. 449-456, 2014.
- CARDINAEL, R.; CHEVALLIER, T.; CAMBOU, A.; BÉRAL, C.; BARTHÈS, B. G.; DUPRAZ, C.; DURAND, C.; KOUAKOUA, E.; CHENU, C. Increased soil organic carbon stocks under agroforestry: A survey of six different sites in France. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 236, p. 243-255, 2017.
- CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; MÜLLER, M. D.; NASCIMENTO JÚNIOR, E. R. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 19-26, 2009.
- COSTA, J. V.; OLIVEIRA, M. E.; MOURA, R. M. A. S.; COSTA JÚNIOR, M. J. N.; RODRIGUES, M. M. Comportamento em pastejo e ingestivo de caprinos em sistema silvipastoril. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 4, p. 865-872, 2015.
- FELICIANO, D.; LEDO, A.; HILLIER, J.; NAYAK, D. R. Which agroforestry options give the greatest soil and above ground carbon benefits in different world regions? **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 254, p. 117-129, 2018.
- FERREIRA, R. A.; ESTRADA, L. H. C.; THIÉBAUT, J. T. L.; GRANADOS, L. B. C.; SOUZA JÚNIOR, V. R. Avaliação do comportamento de ovinos Santa Inês em sistema silvipastoril no norte fluminense. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 2, p. 399-403, 2011.
- GARCIA, A. R.; MATOS, L. B.; LOURENÇO JÚNIOR, J. B.; NAHÚM, B. S.; ARAÚJO, C. V.; 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.
- GEREMIA, E. V.; CRESTANI, S.; MASCHERONI, J. D. C.; CARNEVALLI, R. A.; MOURÃO, G. B.; SILVA, S. C. Sward structure and herbage intake of *Brachiaria brizantha* cv. Piatã in a crop-livestock-forestry integration area. **Livestock Science**, v. 212, p. 83-92, 2018.

- GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; ROCHA, G. C. Valor nutritivo do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, n. 227, p. 379-390, 2010.
- GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M. C.; GARCEZ NETO, A. F.; ROCHA, G. C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1436-1444, 2011.
- KIM, D. G.; KIRSCHBAUM, M. U. F.; BEEDY, T. L. Carbon sequestration and net emissions of CH₄ and N₂O under agroforestry: Synthesizing available data and suggestions for future studies. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.226, p.65-78, 2016.
- LACERDA, M. S. B.; ALVES, A. A.; OLIVEIRA, M. E.; ROGÉRIO, M. C. P.; CARVALHO, T. B.; VERAS, V. S. Composição bromatológica e produtividade do capim-andropógon em diferentes idades de rebrota em sistema silvipastoril. **Acta Scientiarum - Animal Sciences**, v. 31, n. 2, p. 123-129, 2009.
- LIMA, S. S.; LEITE, L. F. C.; OLIVEIRA, F. C.; COSTA, D. B. Atributos químicos e estoques de carbono e nitrogênio em argissolo vermelho-amarelo sob sistemas agroflorestais e agricultura de corte e queima no norte do Piauí. **Revista Árvore**, v. 35, n. 1, p. 51-60, 2011.
- LUIZÃO, F. J.; TAPIA-CORAL, S.; GALLARDO-ORDINOLA, J.; SILVA, G. C.; LUIZÃO, R. C. C.; TRUJILLO-CABRERA, L.; WANDELLI, E.; FERNANDES, E. C. M. **Ciclos biogeoquímicos em agroflorestas da Amazônia**. In: GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. A. (Ed.). *Sistemas Agroflorestais: bases para o desenvolvimento sustentável*. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p.87-100.
- PACIULLO, D. S. C.; AROEIRA, L. J. M.; PIRES, M. F. A. **Sistemas silvipastoris para a produção de leite**. In: PEDREIRA, C. G. S.; MOURA, J. C.; SILVA, S. C.; FARIA, V. P. (Ed.). *As pastagens e o meio ambiente*. Piracicaba: Fealq, 2006. p.327-352.
- PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 917-923, 2008.
- 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.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MÜLLER, M. D.; PIRES, M. F. A.; 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 n. 10, p. 1176-1183, 2011.
- PACIULLO, D. S. C.; LOPES, F. C. F.; MALAQUIAS JUNIOR, J. D.; VIANA FILHO, A.; RODRIGUEZ, N. M.; MORENZ, M. J. F.; AROEIRA, L. J. M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1528-1535, 2009.
- PARDON, P.; REUBENS, B.; REHEUL, D.; MERTENS, J.; DE FRENNE, P.; COUSSEMENT, T.; JANSSENS, P.; VERHEYEN, K. Trees increase soil organic carbon and nutrient availability in temperate agroforestry systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 247, p. 98-111, 2017.
- PEZARICO, C. R.; VITORINO, A. C. T.; MERCANTE, F. M.; DANIEL, O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. **Revista de Ciências Agrárias - Amazon Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 56, n. 1, p. 40-47, 2013.
- RIBASKI, J.; MONTOYA, L. J.; RODIGHERI, H. R. Sistemas agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos. **Informe agropecuário**. v.22, n.212, p.61-67, 2001.
- RODRIGUES, E. R.; CULLEN JUNIOR, L.; BELTRAME, T. P.; MOSCOGLIATO, A. V.; SILVA, I. C. Avaliação econômica de sistemas agroflorestais implantados para recuperação de reserva legal no pontal do Paranapanema, São Paulo. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 941-948, 2007.
- SADEGHPOUR, A.; JAHANZAD, E.; ESMAEILI, A.; HOSSEINI, M. B.; HASHEMI, M. Forage yield, quality and economic benefit of intercropped barley and annual medic in semi-arid conditions: Additive series. **Field Crops Research**, v.148, p.43-48, 2013.

SANTOS, D. C.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VILELA, L.; PULROLNIK, K.; BUFON, V. B.; FRANÇA, A. F. S. 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, 2016.

SANTOS, D. C.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; VILELA, L.; MACIEL, G. A.; FRANÇA, A. F. S. Implementation of silvopastoral systems in Brazil with Eucalyptus urograndis and Brachiaria brizantha: Productivity of forage and an exploratory test of the animal response. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 266, p. 174–180, 2018.

SILVA, A. B.; LIRA JUNIOR, M. A.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; FIGUEIREDO, M. V. B.; VICENTIN, R. P. Estoque de serapilheira e fertilidade do solo em pastagem degradada de *Brachiaria decumbens* após implantação de leguminosas arbustivas e arbóreas forrageiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, n.2, p.502-511, 2013.

SILVA, P. C. G.; FOLONI, J. S. S.; FABRIS, L. B.; TIRITAN, C. S. Fitomassa e relação C/N em consórcios de sorgo e milho com espécies de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.11, p.1504-1512, 2009.

SIQUEIRA, E. R.; BOLFE, E. L.; BOLFE, A. P. F.; TRINDADE NETO, I. Q.; TAVARES, E. D. **Estado da arte dos sistemas agroflorestais no Nordeste do Brasil**. In: GAMA-RODRIGUES, A. C.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, E. F.; FREITAS, M. S. M.; VIANA, A. P.; JASMIN, J. M.; MARCIANO, C. R.; CARNEIRO, J. G. A. (Ed.). *Sistemas agroflorestais: bases para o desenvolvimento sustentável*. Campos dos Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2006. p.53-64.

SOUSA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C.; SALIBA, E. O. S.; MOREIRA, G. R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 4, p. 1029–1037, 2007.

VENDRAMINI, J. M. B.; DUBEUX, J. C. B.; SILVEIRA, M. L. Nutrient cycling in tropical pasture ecosystems. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 308–315, 2014.

XAVIER, D. F.; LÉDO, F. J. S.; PACIULLO, D. S. C.; PIRES, M. F. A.; BODDEY, R. M. Dinâmica da serapilheira em pastagens de braquiária em sistema silvipastoril e monocultura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.10, p.1214-1219, 2011.