



Avaliação do microclima de um sistema agroflorestal biodiverso em Jaguariúna-SP

Evaluation of the microclimate of an agroforestry system in Jaguariúna-SP

QUEIROGA, Joel Leandro de¹; RABELO, Laleska Cesila²; CASTRO, Verônica Andressa de³; MAIA, Aline de Holanda⁴; MORICONI, Waldemore⁵; RAMOS-FILHO, Luiz Octávio⁶

¹EMBRAPA, joel.queiroga@embrapa.br; ²UFSCAR, laleskacesila@estudante.ufscar.br; ³UNESP, veronica.andressa.c@gmail.com; ⁴EMBRAPA, aline.maia@embrapa.br; ⁵EMBRAPA, waldemore.moriconi@embrapa.br; ⁶EMBRAPA, luiz.ramos@embrapa.br

RESUMO EXPANDIDO TÉCNICO CIENTÍFICO

Eixo Temático: Manejo de Agroecossistemas

Resumo: Este estudo teve como objetivo avaliar e comparar as variáveis microclimáticas dentro e fora de um sistema agroflorestal (SAF) biodiverso do sítio agroecológico da Embrapa Meio Ambiente, em Jaguariúna-SP. Foram coletados dados de luminosidade, temperatura e umidade relativa do ar (UR) em cinco horários em diferentes dias ao longo dos três primeiros meses de 2022. As variáveis luminosidade e temperatura do ar dentro do SAF foram inferiores e apresentaram diferenças significativas quando comparadas com as registradas fora do SAF. Já a UR apresentou comportamento inverso, sendo superior quando comparada com fora do SAF. O microclima do SAF pode minimizar danos e estresses provocados por eventos extremos de temperaturas elevadas e/ou estiagens prolongadas, contribuir para uma maior resiliência e produtividade das plantas cultivadas e, desta forma, garantir geração de renda e sobretudo segurança e soberania alimentar para os agricultores que adotam esses sistemas de produção.

Palavras-chave: agrofloresta; luminosidade; temperatura do ar; umidade relativa do ar; variáveis microclimáticas.

Introdução

Os sistemas agroflorestais (SAF's) são sistemas que combinam intencionalmente os fatores, solo, árvores, culturas agrícolas e/ou animais, a fim de criar interações sinérgicas e sustentáveis. Os SAF's visam a conservação da biodiversidade, a proteção do solo e da água e a produção de alimentos, madeira e outros produtos, combinados com a promoção do desenvolvimento rural, econômico e social (Nair, 2017).

Conforme afirmado por Canuto et al. (2013), a singularidade dos sistemas agroflorestais reside na ausência de modelos padronizados, uma vez que o desenvolvimento das espécies é fortemente influenciado pelas condições ambientais e pelas diversas características regionais. Além disso, a concepção dos SAFs é igualmente influenciada pelas adaptações socioeconômicas, pelo manejo e um planejamento adequado ao contexto específico.

O processo dinâmico de continuidade das plantas ocorre de acordo com o processo de sucessão ecológica. Durante esse processo contínuo, ocorre a formação de



clareiras, proporcionando oportunidades para a colonização de espécies vegetais que diferem daquelas que encerraram seu ciclo de vida. No estágio inicial dessa sucessão, ocorre a colonização por espécies pioneiras, que exibem características de crescimento rápido e são exigentes em termos de alta intensidade de luminosidade. À medida que o processo de sucessão avança, ocorre o estabelecimento de plantas com características e funções distintas na área preparada pelas espécies antecessoras (Penereiro, 2007).

A distribuição espacial das culturas desempenha um papel crucial na maximização da eficiência do uso de recursos e na interação entre a agricultura, as condições ambientais e socioeconômicas. Ao considerar os parâmetros microclimáticos (temperatura, umidade relativa do ar e luminosidade) ao planejar a distribuição das culturas, é possível maximizar a eficiência do uso de recursos, reduzir a competição e promover a interação benéfica entre as espécies cultivadas propiciando ambientes saudáveis para o crescimento das plantas e a produtividade dos Sistema Agroflorestal (Torralba, 2018).

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o comportamento das variáveis microclimáticas luminosidade, temperatura do ar e umidade relativa do ar dentro e fora de um SAF agroecológico biodiverso, visando fornecer informações que possam subsidiar a seleção de espécies mais adaptadas e recomendações de manejo, bem como verificar o potencial de resiliência desses sistemas frente à ocorrência de eventos climáticos extremos.

Metodologia

Este experimento foi conduzido entre janeiro e março de 2022, no Sítio Agroecológico da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Meio Ambiente, situada no município de Jaguariúna, no estado de São Paulo, com latitude de 22°43'28" S, longitude 47°56'08" W e altitude média de 646 metros. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cwa mesotérmico, com verões quentes, estação seca entre maio e setembro e período chuvoso entre outubro e abril, sendo a temperatura média anual de 19,9 °C e precipitação pluviométrica média anual de 1.314 mm.

O experimento foi realizado dentro (D) de um SAF agroecológico biodiverso implantado em dezembro de 2018 e em uma área a pleno sol, adjacente e fora (F) desse SAF que apresentava cobertura vegetal predominantemente constituída por capim braquiária (*Urochloa decumbens* Stapf.). O SAF apresenta o desenho de linhas de árvores e bananeiras com espaçamento de 5 m entre linhas, e essas linhas são constituídas por espécies arbóreas de produção econômica, frutíferas principalmente, e nativas para produção de biomassa a partir de podas. O espaçamento entre as árvores na linha é de 4m e intercaladas entre as árvores têm-se bananeiras na distância de 2 m de cada árvore.



Foram realizadas avaliações das variáveis microclimáticas: luminosidade, temperatura do ar e umidade relativa do ar (UR), com leituras em cinco diferentes horários: 8h30, 10h30, 12h30, 14h30 e 16h30. As cinco leituras foram, sempre que possível, realizadas no mesmo dia e com a mesma frequência entre as datas de avaliações, mas como “a vida é real e de viés” (VELOSO, 1984), nem todas as leituras e avaliações seguiram esta premissa. Considerando a maior diversidade de espécies existentes dentro do SAF quando comparada com a área fora do SAF, as avaliações foram realizadas em oito pontos de leituras dentro do SAF e em dois fora. As avaliações foram realizadas com o uso do medidor multifunção da Instrutemp modelo ITMP-600, capaz de medir intensidade de luz (0 a 2000 Lux), temperatura (0°C a 60°) e UR (20 a 80%).

A porcentagem dos casos em que os valores das três variáveis microclimáticas obtidas fora do SAF foram maiores que as obtidas dentro do SAF ($F > D$) foram analisadas com uso do teste Binomial unilateral à direita com nível de significância de 0,05%. As médias das variáveis analisadas, considerando todas as datas de avaliação, foram comparadas em cada horário de leitura usando o teste t para dados pareados. Os testes Binomial e t foram realizados utilizando o FREQ e TTEST Procedures, respectivamente, do software estatístico SAS/STAT® do Statistical Analysis System (SAS® Ins. Inc., 2011).

Resultados e Discussão

Para a variável luminosidade, a porcentagem de casos [$F > D$] foi maior que [$F < D$] em todos os horários de leituras (Figura 1A, teste Binomial, $p < 0.0297$), confirmando que esta variável apresentou menores valores dentro do SAF quando comparado com os valores de fora do SAF.

As médias de luminosidade do SAF em todos os horários avaliados apresentaram diferença significativa e foram inferiores quando comparadas com as médias de luminosidade fora do SAF (Figura 1B). As médias de todos os valores de luminosidade dentro e fora do SAF foram 16123,6 lux e 25825,4 lux, respectivamente, diferença que correspondeu a uma luminosidade dentro do SAF 37,6% inferior à registrada fora do SAF. A luminosidade deve ser uma variável considerada tanto na seleção de espécies a serem cultivadas no SAF como também na tomada de decisão de realizar operações de manejo de podas de espécies sombreadoras existentes nestes sistemas.

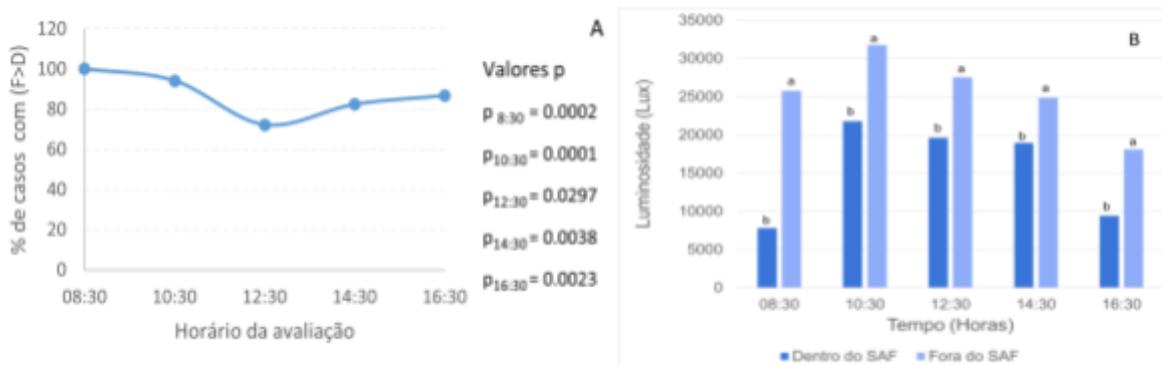


Figura 1. Porcentagem de vezes que a luminosidade fora do SAF foi maior que a luminosidade dentro do SAF ao longo do dia. Para cada horário é apresentado o valor p (nível de significância nominal) do teste Binomial para avaliar a predominância da ocorrência de maior luminosidade fora do SAF (F>D) considerando as diferentes datas de avaliação (A) e comparação entre as médias de luminosidade ao longo do dia. Letras diferentes no topo das barras indicam diferença significativa entre as médias (teste *t* para dados pareados ao nível de significância de 0,05 (B).

Considerando os horários de leituras avaliados, o comportamento dos valores de luminosidade, tanto dentro como fora do SAF, demonstraram que houve um aumento no período da manhã e que a partir das 10:30 esses valores decrescem gradativamente no período da tarde até às 16:30, porém ainda foram superiores quando comparados com os valores do primeiro horário de leitura (8:30) no início da manhã (Figura 1B). As médias dos valores

Já para a variável temperatura do ar, houve predominância de casos em que [F>D], exceto às 16h30 (Figura 2A, teste Binomial, $p = 0.2193$). As médias de temperaturas dentro e fora do SAF no início da manhã (8:30) e no final da tarde (16:30) não apresentaram diferenças significativas. Nos outros três horários de leituras as médias de temperaturas apresentaram diferenças significativas. Este comportamento da temperatura pode ser atribuído à redução da luminosidade que consequentemente reduz a radiação solar no interior do SAF nos horários do início da manhã e final da tarde. Em todas os horários evidenciou-se uma tendência de temperaturas mais baixas dentro do SAF (Figura 2B). A média de todos valores máximos de todos os horários fora do SAF foi de 39,4°C, enquanto dentro foi de 36,2°C. Esta diferença de temperatura pode conferir às plantas do SAF temperaturas mais amenas e reduzir o estresse destas quando submetidas a eventos extremos de elevadas temperaturas.

Com relação à UR, o comportamento foi inverso ao das demais variáveis microclimáticas: houve maior frequência de casos, entre as datas de avaliação, em que [F < D]. Apenas nos dois últimos horários de avaliação (14h30 e 16h30) não houve evidência de predominância de casos de F < D (Figura 3A, teste Binomial, $p > 0,2334$).

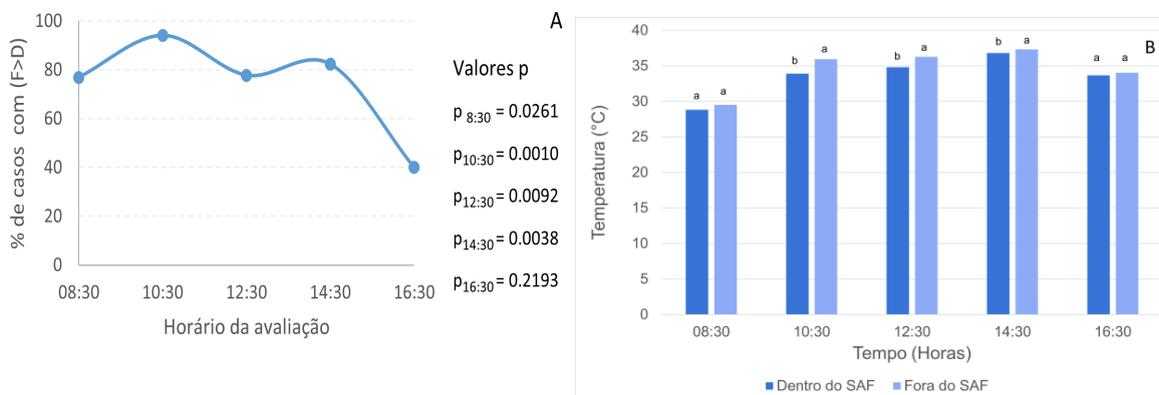


Figura 2. Porcentagem de vezes que a temperatura de fora do SAF foi maior do que a temperatura dentro do SAF ao longo do dia. Para cada horário é apresentado o valor p (nível de significância nominal) do teste Binomial para avaliar a predominância da ocorrência de maior temperatura fora do SAF ($F > D$) considerando as diferentes datas de avaliação (A) e comparação entre as médias de temperatura ao longo do dia. Letras diferentes no topo das barras indicam diferença significativa entre as médias (teste t para dados pareados ao nível de significância de 0,05 (B).

As médias de UR dentro do SAF foram maiores e apresentaram diferenças significativas quando comparadas com as médias de fora do SAF nos três primeiros horários de leituras (8:30 às 12:30), nos últimos dois horários (14:30 às 16:30), as médias de UR não apresentaram diferenças (Figura 3B).

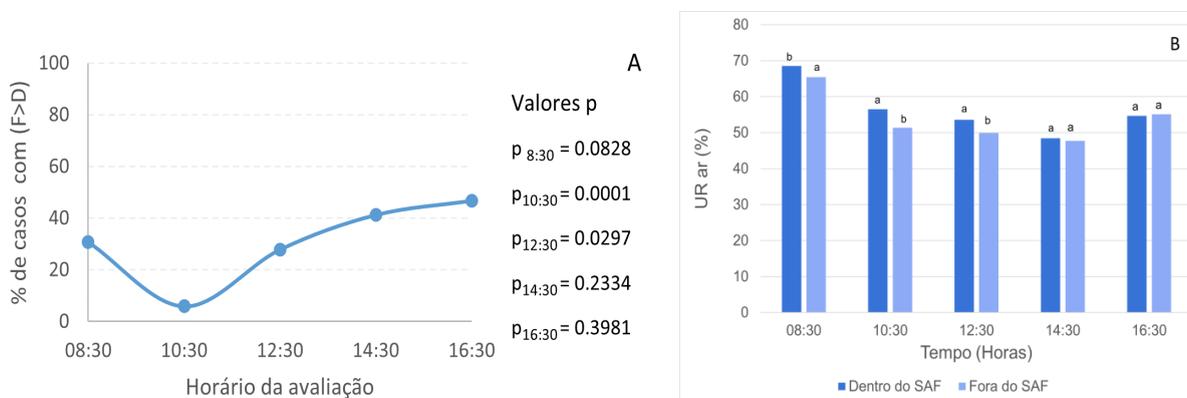


Figura 3. Porcentagem de vezes que a UR de fora do SAF foi maior do que a UR dentro do SAF ao longo do dia. Para cada horário é apresentado o valor p (nível de significância nominal) do teste Binomial para avaliar a predominância da ocorrência de maior luminosidade fora do SAF ($F > D$) considerando as diferentes datas de avaliação (A) e comparação entre as médias de UR ao longo do dia. Letras diferentes no topo das barras indicam diferença significativa entre as médias (teste t para dados pareados ao nível de significância de 0,05 (B).

Observa-se uma tendência tanto dentro como fora do SAF de redução da UR ao longo do período da manhã e início da tarde, só voltando a aumentar novamente às 16h30. Os valores mais elevados de UR dentro do SAF são atribuídos a relação direta existente entre as variáveis de luminosidade e temperatura que influenciam inversamente a variável UR, ou seja, na medida que a luminosidade, a radiação solar e a temperatura do ar são menores no SAF, a UR tende a reduzir menos do



que fora do SAF. As médias de UR de todos os valores registrados dentro do SAF foram de 55,7% e fora do SAF de 53,3%, uma diferença de 2,4% de UR no microclima do interior do SAF, o que poderá reduzir o estresse hídrico das plantas cultivadas nestes sistemas em períodos de estiagem.

Conclusões

As variáveis microclimáticas luminosidade e temperatura do ar registradas no interior do sistema agroflorestal foram inferiores quando comparadas com as registradas fora do SAF. Já a umidade relativa do ar foi maior no interior do SAF do que fora dele. As variações destas três variáveis, considerando os cinco horários de leitura realizados, apresentaram a mesma tendência dentro e fora do SAF.

O microclima do SAF pode minimizar danos e estresses provocados por eventos extremos de temperaturas elevadas e/ou estiagens prolongadas, contribuir para uma maior resiliência e produtividade das plantas cultivadas e, desta forma, garantir geração de renda e sobretudo segurança e soberania alimentar para os agricultores que adotam esses sistemas de produção.

Referências bibliográficas

CANUTO, João C.; ÁVILA, Patrícia. C.; CAMARGO, Ricardo. C. R. **Assentamentos Rurais Sustentáveis**: o processo de construção participativa do conhecimento agroecológico e o monitoramento de unidades de referência no Assentamento Sepé Tiaraju-SP. Série Documentos, v. 93, 2013.

NAIR, P.K. R. An Introduction to Agroforestry. 2nd ed. Cham: **Springer**, 2017. ISBN: 978-3-319-69371-2.

PENEIREIRO, Fabiana M. Agroflorestas sucessionais: princípios para implantação e manejo. (Texto elaborado para contribuir com um capítulo no Manual Agroflorestal da Mata Atlântica – no prelo). Revisão: **Mutirão Agroflorestal**. novembro/2007. 14p.

SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT® 9.3 User's Guide. Cary: SAS Institute Inc., 2011.

TORRALBA, Mario. **Agroforestry Systems**: Achieving Sustainable Solutions for Agriculture. Sustainability, v. 10, n. 10, p. 3588, 2018. DOI: 10.3390/su10103588.

VELOSO, Caetano. **O quereres**. [Música]. Intérprete: Caetano Veloso. Compositor: Caetano Veloso. Álbum: Velô. Gravadora: PolyGram, 1984.