

ISSN 0104-1347

Influência do microclima de um sistema agroflorestal na cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil)

Influence of the agroforest microclimate on the erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) crop

Ana Rita Rodrigues Vieira¹, Carlos Eduardo de Oliveira Suertegaray², Arno Bernardo Heldwein², Marcelo Maraschin⁴ e Aparecido Lima da Silva⁴

Resumo – O presente trabalho foi realizado no distrito de Campo do Meio, município de Gentil, região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, e teve por objetivo avaliar o crescimento e a produção de biomassa da erva-mate, sob as condições microclimáticas produzidas pelo sistema agroflorestal de erva-mate com araucária (SAF) em relação aos sistemas de monocultivo (PS). Em cada sistema de cultivo foi monitorada a radiação fotossinteticamente ativa, a temperatura do ar e a umidade relativa do ar, nos períodos de frutificação e maturação, a primeira na estação do verão e a segunda no inverno. Através das medidas de radiação solar, foram estabelecidos os níveis de luz recebidos pelas plantas de erva-mate sombreadas pela Floresta de Araucária, os quais originaram os tratamentos de luz: T1 (22%); T2 (39%); T3 (62%); T4 (78%); T5 (91%) e T6 (pleno sol). Avaliou-se as variáveis área foliar e fitomassa úmida. Os resultados demonstraram que as diferenças microclimáticas dos sistemas agroflorestais e dos monocultivos pode ser evidenciada pelos valores de temperaturas máximas e mínimas absolutas e pela amplitude de variação desses parâmetros. A radiação solar foi o parâmetro que exerceu maior influência na área foliar e produção de fitomassa da erva-mate. Os efeitos microclimáticos influenciaram o crescimento das plantas de erva-mate independente do estágio de desenvolvimento.

Palavras-chave: radiação solar; erva-mate; área foliar; fitomassa.

Abstract – The present study was carried out at Gentil city (Rio Grande do Sul State) and aimed at to evaluate the growth and biomass production of *Ilex paraguariensis* (erva-mate) upon distinct microclimatic conditions, i.e., agroforest system (*I. paraguariensis* culture plus *Araucaria angustifolia* - SAF) and monoculture system (*I. paraguariensis* culture solely - PS). For each culture system the photosynthetically active radiation, the temperature, and the relative humidity of air were monitored during the periods of fruit-set and ripening of erva-mate, over two seasons (winter and summer). By measuring the sun radiation, it was established the levels of light received by *I. paraguariensis* plants in the SAF, which led to the following treatments: T1: (22%); T2: (39%); T3: (62%); T4: (78%); T5: (91%) and T6: (100% full sunlight). The effect of the treatments was evaluated on leaf area and phytomass production. The results showed that the differences between SAF and PS microclimates were better evidenced by monitoring maximum and minimum absolute temperatures, as well as by the range of variation of these parameters. The solar radiation was the most important parameter for comparison of the changes of leaf area and *I. paraguariensis* biomass production. Furthermore, it was noticed that the microclimate conditions strongly influenced the growth of *I. paraguariensis* regardless the phenological stage assayed.

Key words: microclimate; *Ilex paraguariensis*; leaf area; phytomass.

¹Dr., Prof. Adj., Dept° de Fitotecnia, CCA/UFSC- Rodovia Admar Gonzaga, 1340. Itacorubi. Florianópolis. CX. P.476. CEP: 88040-900; e-mail: arvieira@mbx1.ufsc.br.

²Mestre em Agroecossistemas, eng. Florestal, técnico da EMATER-RS.

³Dr., Prof. Titular, Dept° de Fitotecnia, CCR/UFSC, Santa Maria-RS, bolsista do CNPq; heldwein@ccr.ufsc.br

⁴Dr. Prof. Adj.; Depto de Fitotecnia, CCA/UFSC.

Introdução

A área de ocorrência natural da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) se restringe a quatro países: Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina. No Brasil, sua área está dispersa principalmente nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e ainda uma parte do Mato Grosso do Sul e em São Paulo (EDWIN e REITZ, 1967).

De acordo com ANDRADE (1999), a região Sul do Brasil é responsável por cerca de 97% da produção nacional de erva-mate, sendo a maior parte da matéria prima proveniente dos ervais nativos, os quais têm sua maior ocorrência no Estado do Paraná. O Rio Grande do Sul, no início da década de 70, era o principal produtor com 50% da produção nacional, tendo reduzido sua participação para 25% do montante total em 1989. Porém, neste Estado é consumida ainda 50-60% da erva-mate comercializada no país (HEINRICHES e MALAVOLTA, 2001).

O sistema extrativista utilizado no início do ciclo da erva-mate, aliado aos bons preços pagos aos grãos como soja e milho, desencadeou uma instabilidade econômica para a cultura. A exploração deste recurso natural de forma desorganizada, sem técnicas adequadas e visão preservacionista, fez com que boa parte dos ervais nativos juntamente com seu habitat de florestas nativas fossem erradicados, dando lugar às explorações agrícolas. Isto reduziu a oferta de matéria prima para a indústria ervateira, provocando uma elevação dos preços. Os produtores motivados por esta alta implantaram reflorestamentos com erva-mate em monocultivos (LINHARES, 1969).

Na década de 90, todavia, constatou-se o retorno do plantio de erva-mate como uma forma de enriquecimento de florestas, através do cultivo consorciado com outras espécies florestais, ou até mesmo com culturas anuais, buscando a melhoria da qualidade da matéria prima e o maior rendimento econômico. Além disto, a diferenciação nos valores da matéria prima pagos aos produtores tem sido observada, consoante ao sistema de cultivo utilizado, isto é, a pleno sol ou em ambiente sombreado. Esta situação decorre da alegação de que a fitomassa oriunda de cultivos em ambientes sombreados apresenta "gosto mais suave" em relação à erva cultivada a pleno sol e, por isto, alcança maior preço no mercado. Em função deste contexto, as pequenas propriedades rurais, responsáveis por 90% da produção de erva-mate na Região Sul do Brasil, têm encontrado dificulda-

des para a venda do produto originário de plantios homogêneos (DA CROCE, 1996).

Os fatores que concorrem para a diferenciação no sabor da erva-mate têm sido objeto de especulações, sendo os fatores promotores dessas diferenças pouco conhecidos. Uma das dificuldades nessa determinação é a caracterização microclimática dos ambientes de sistemas agroflorestais onde a espécie é cultivada, devido a heterogeneidade da distribuição de radiação solar naqueles ambientes e, por consequência, da qualidade da luz disponível às plantas.

O macroclima das regiões produtoras no Sul do Brasil é caracterizado por precipitações médias anuais em torno de 1500mm, variando de 1100 a 2300mm (CARVALHO, 1994). O regime de chuvas é uniforme ou estacional na maior parte da área de ocorrência (Região Sul), sendo as chuvas concentradas no verão e as estações secas pouco pronunciadas ou ausentes no inverno. A temperatura média anual do ar nessas regiões situa-se entre 12 e 24°C, com maior ocorrência entre 15 a 18°C. A temperatura média do ar do mês mais frio nas regiões produtoras situa-se entre 8 e 19°C, sendo que nos locais mais frios pode ocorrer uma alta frequência de geadas. Além disto, no que concerne à radiação solar, a erva-mate adapta-se à sombra em qualquer idade, tolerando plena exposição à radiação solar e ao frio na fase adulta. Sua ocorrência foi observada em regiões frias, nas quais os valores de temperatura mínima absoluta do ar podem atingir até -12°C (CARVALHO, 1994). Portanto, os elementos climáticos podem atuar como fatores limitantes da produção da erva-mate. Dados de FERREIRA *et al.* (1994) mostram que o microclima pode alterar a data de ocorrência dos estádios de desenvolvimento da planta em algumas regiões do Sul do Brasil.

Em sistemas complexos como os sistemas agroflorestais os efeitos da luminosidade, temperatura e umidade do ar e do solo sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas de erva-mate mostram-se sobremaneira importantes, principalmente pela competição por luz que se estabelece naqueles ambientes. O crescimento de caules e folhas da erva-mate poderá ser severamente limitado sob condições de sombreamento excessivo por outras espécies (GLIESSMANN, 2000).

RACHWAL *et al.* (1998) e RACHWAL *et al.* (2000) concluíram que o fator luminosidade ou radiação fotossinteticamente ativa, aliado a época de poda, induziram variações nos teores dos compostos

químicos vinculados ao sabor. Todavia, os mesmos autores reportaram a não ocorrência de diferenças significativas nos teores de cálcio, magnésio, potássio e fósforo ($p < 0,05$) entre os níveis de luminosidade 77,5% e 19,0%. Os teores foliares de potássio foram inferiores enquanto o conteúdo de taninos mostrou-se mais elevado no sítio com maior luminosidade relativa (77,5%).

KASPARY (1985) verificou valores superiores de área folhar, altura do caule e produção de massa de matéria seca de plantas jovens sob condições de sombreamento, tendendo à redução com o aumento da intensidade luminosa de 20% para 60%. No entanto, o número de ramificações e a taxa fotossintética foram superiores no tratamento de plena luz.

Ao avaliar o efeito interativo do sombreamento e da disponibilidade hídrica, FERREIRA et al. (1994) observaram maior crescimento de mudas, evidenciado pela determinação de peso seco, altura, área folhar e vigor das plantas, com 60% a 80% de sombreamento em relação aos demais tratamentos. Foi também inferido pelos autores que teores de umidade do solo em torno de 60% podem ser limitantes ao crescimento das plantas, principalmente àquelas expostas a pleno sol em épocas de temperaturas mais elevadas. Este resultado sugere que a cultura não necessita de reposição integral de água para melhorar o seu desempenho, principalmente sob sombreamento.

Os diversos estudos têm considerado, portanto, que o microclima e, em especial a luminosidade, é um fator determinante das características de alteração de área folhar e fitomassa nos cultivos de erva-mate. Em face disso, neste trabalho objetivou-se caracterizar as diferenças de temperatura e umidade relativa do ar em dois ambientes de cultivo: sistema agroflorestal (SAF) e cultivo a pleno sol (PS), e avaliar o efeito dos níveis de luz do SAF e do PS sobre a área folhar e produção de biomassa de *Ilex paraguariensis*.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em dois sistemas de cultivo de erva-mate: a) erval plantado sob sombreamento de remanescente de Floresta Mista, com predominância de *Araucária angustifolia* (SAF) e b) monocultivo de erva-mate, sendo a cultura plantada em condições de pleno sol (PS). Os ervaais, situados na localidade de Campo do Meio, município de

Gentil-RS (latitude = 28° 26'S; longitude = 52° 02'W; altitude = 800m) eram constituídos por plantas com 5 anos de idade. Nestes ervaais, e para efeitos de amostragem nos cultivos a “pleno sol” e “sombreados” foram utilizadas áreas com 200 m² cada.

A implantação dos cultivos foi efetuada no ano de 1996, sendo as mudas produzidas e originadas de sementes de uma mesma planta matriz. O espaçamento utilizado no sistema de monocultivo (PS) foi de 3,0m entre linhas e de 1,5m na linha de plantio. O manejo nutricional do cultivo não utilizou adubação química, sendo adotada a cobertura verde em ambiente de cultivo a pleno sol e a regeneração natural na área de SAF.

A caracterização dos ambientes foi realizada através da determinação durante alguns dias dos seguintes parâmetros meteorológicos: radiação solar fotossinteticamente ativa, temperatura do ar e umidade do ar. Os dados de radiação solar fotossinteticamente ativa (RFA ou luz), medidos com o ceptômetro de barra Accupar, o qual possui uma barra de 80cm com 80 sensores, foram utilizados para definir os tratamentos de luz incidente sobre as plantas de erva-mate. Para tal, e considerando a ocorrência de variações nos níveis de intensidade luminosa recebida pelos vegetais ao longo do período experimental, medidas horárias (8 às 18 horas) deste parâmetro foram realizadas previamente, durante três dias e sob condições de radiação solar distintas, entre os meses de junho e novembro/2000, nos sistemas de cultivo PS (monocultivo) e SAF. A partir das medidas de radiação solar fotossinteticamente ativa, foram definidos os tratamentos de luz recebidos pelas plantas de erva-mate, conforme a relação:

$$N_{luz} = \frac{RFA_{SAF}}{RFA_{PS}} \quad (1)$$

em que N_{luz} é o nível de luz recebido pela erva-mate (%), RFA_{SAF} a RFA sobre a erva-mate abaixo da araucária e RFA_{PS} a RFA a pleno sol.

Esses tratamentos foram caracterizados pelos níveis máximos de luz recebidos pelas plantas de erva-mate, a saber: T1-22%; T2-39%; T3-62%; T4-78%; T5- 91% e T6-pleno sol. Os níveis mínimos de luz não foram considerados devido à pequena variação observada entre todas as plantas do SAF (2-4%). Os tratamentos não apresentaram o mesmo número de plantas porque o Sistema Agroflorestal é um sistema em regeneração, onde o manejo aplicado não per-

mite uma uniformização da sombra da araucária sob a erva-mate, tendo sido neste caso analisada uma amostra de 20 árvores. O número mínimo de árvores por tratamento foi 2.

Foram efetuadas medidas de temperatura (T) e da umidade relativa do ar (UR) em todos os tratamentos, nos períodos de 26 a 31/12/00 e de 27/07 a 10/08/01, correspondendo aos estádios de desenvolvimento de frutificação e maturação dos frutos da erva-mate, épocas em que ocorrem os cortes da safrinha e safra, respectivamente. A escolha desses dois períodos objetivou determinar as variações de composição química da erva-mate durante esses estádios de desenvolvimento, uma vez que dados relativos a este contexto são escassos (FERREIRA *et al.*, 1994). Para tal, foram utilizados sensores de resistência elétrica de Platina (Pt-100), instalados na forma de pares psicrométricos não aspirados. Os sensores Pt-100 foram instalados no interior de mini-abrigos de PVC, de parede dupla e perfurada para a ventilação, e ligados a um aquisitor eletrônico de dados. No “dataloger” eram armazenados os valores médios de temperatura medidos de forma simultânea a cada 10 minutos nos dois ambientes de estudo (SAF e PS), sendo os miniabrigos com sensores Pt-100 seco e úmido colocados à meia altura das plantas de erva-mate, posição em que foram coletadas as amostras de folhas para mensuração da área folhar. Instalou-se seis psicômetros, sendo um para cada planta representante de cada nível de luz recebida.

No momento das medições dos níveis de intensidade luminosa foram coletadas 10 amostras de folhas/planta de erva-mate, em duas plantas por tratamento, em cada uma das condições ambientais em estudo. Com este material determinou-se a área

folhar utilizando-se o método do *scanner* proposto por FARIA *et al.* (1992), com o auxílio do Software Idrisi.

A avaliação da produção de fitomassa úmida foi realizada logo após sua coleta. A coleta foi feita em dois estádios de desenvolvimento (frutificação e maturação), períodos em que as plantas se encontravam próprias para as colheitas de safrinha e safra, conforme prática da maioria dos produtores de erva-mate da região. Os dados de microclima foram relacionados à área folhar da erva-mate via análises de regressão estimadas através do software Jump Discovery.

Resultados e Discussão

A diferença de temperatura média diária do ar variou apenas cerca de 0,5°C entre os sistemas de cultivo SAF e PS (Tabelas 1 e 2). No entanto, a variação da amplitude de temperaturas máximas e a variação da amplitude de temperaturas mínimas dos tratamentos SAF em relação ao tratamento PS, no inverno foi de 1,7 e 1,9°C, respectivamente (Tabela 1), e no verão, 2,0 e 0,3°C, respectivamente (Tabela 2). As diferenças extremas de temperatura máxima e temperatura mínima absolutas entre os tratamentos SAF e PS alcançou 3,3 e 0,5°C, respectivamente no inverno (Tabela 1) e 4,4 e 0,5°C, respectivamente, no verão (Tabela 2).

Com relação à umidade relativa do ar, a diferença máxima obtida entre os tratamentos SAF e PS foi de 1% no inverno e 26% no verão. Os dados coletados mostraram ainda que a amplitude de variação da umidade relativa do ar em condições de sol

Tabela 1. Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar e amplitude de variação térmica do ar nos diferentes níveis de luz, recebidos pelas plantas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), no período de 27/07 a 10/08/01. Gentil-RS, 2001.

Variável	Níveis de luz recebidos					
	22%	39%	62%	78%	91%	Pleno sol
Amplitude das temperaturas máximas (°C)	10,0	10,4	12,2	12,0	11,1	11,7
Amplitude das temperaturas mínimas (°C)	12,0	12,6	12,9	12,9	12,6	13,9
Amplitude de umidade relativa do ar (%)	20,1	14,5	16,3	18,6	20,4	14,0
Temperatura máxima absoluta (°C)	26,3	23,2	22,7	25,7	23,2	26,0
Temperatura mínima absoluta (°C)	-1,3	-1,2	-1,3	-1,1	-1,2	-1,6
Temperatura média (°C)	14,2	14,0	14,0	14,1	14,0	14,2
Umidade relativa média (%)	95,9	96,2	95,7	94,8	95,7	95,9

Tabela 2. Médias diárias de temperatura e umidade relativa do ar e amplitude de variação térmica nos diferentes níveis de luz, recebidos pelas plantas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), no período de 26 a 30/12/02, no município de Gentil-RS.

Variável	níveis de luz recebidos					
	22%	39%	62%	78%	91%	pleno sol
Amplitude das temperaturas máximas (°C)	9,7	10,2	19,0	10,5	10,2	11,7
Amplitude das temperaturas mínimas (°C)	5,5	5,5	5,9	5,7	5,7	5,8
Amplitude de umidade (%)	14,5	14,7	15,5	13,9	14,7	13,9
Temperatura máxima absoluta (°C)	28,4	28,7	30,9	29,0	28,7	32,8
Temperatura mínima absoluta (°C)	21,8	21,8	22,0	22,0	21,8	22,3
Temperatura média (°C)	21,3	21,3	21,5	21,2	21,3	22,7
Umidade relativa média (%)	91,9	96,2	90,6	91,1	90,8	70,2

(PS) não é tão acentuada quanto nas condições de sombreamento do SAF (14% e 20%, respectivamente).

Nota-se, portanto, que os dados de amplitude de variação da temperatura e umidade relativa do ar, bem como os valores absolutos de temperatura máxima e mínima do ar mostraram variações, especialmente em períodos nos quais os dados médios de temperatura do ar não mostraram diferenças entre os tratamentos (0,5°C). Tal fato sugere que os valores extremos de temperatura e umidade do ar são mais adequados para caracterizar as diferenças entre os microclimas existentes no SAF em comparação ao sistema de monocultivo (PS) e, por consequência, as alterações de área folhar e fitomassa existentes entre as plantas submetidas aos diferentes tratamentos dentro do SAF e a pleno sol. Estes dados evidenciam a importância dos valores limitantes de temperatura muito elevada para a erva-mate, que conforme FERREIRA et al. (1994) tornam-se especialmente importantes quando as temperaturas máximas do ar muito elevadas ocorrem sob condições de deficiência hídrica no solo e ou sob condições de alta demanda evaporativa. Com relação a temperatura baixa, CARVALHO (1994) afirma que a erva-mate pode ser produzida em regiões em que a temperatura mínima do ar atinge valores de até -12°C, fato não observado nas condições experimentais do presente trabalho. Além disso, como planta C₃, a erva-mate apresenta atividade metabólica sob condições de temperaturas do ar próximas a 0°C, condição esta muito comum nos dias frios do inverno em regiões de ocorrência natural da cultura onde as estações do ano são bem definidas, como na região do presente estudo.

A luminosidade mostrou forte influência sobre a área folhar (AF) da cultura. As regressões apresentaram coeficiente de determinação (r²) elevado nas

duas épocas (Tabela 3). O valor máximo de área folhar foi observado no tratamento de 62% de luz (Figura 1), sofrendo decréscimos tanto em níveis mais altos de luz (78% e 91%), quanto em níveis inferiores de luminosidade (22% e 39%). Ainda assim, os valores de área folhar obtidos nos tratamentos 22%, 39% 78% e 91% de luz foram maiores do que no tratamento PS. Estes resultados são concordantes com MORAES et al. (2000) e FERREIRA et al. (1994), os quais verificaram que níveis de luz entre 20-60% mostraram um maior crescimento e desenvolvimento mais rápido de mudas de erva-mate. RACHWAL et al. (1998) mostraram que houve decréscimo de área folhar da erva-mate quando a quantidade de luz incidente atingiu valores máximos de 78 a 100%. Além disso, a relação observada entre a variação de área folhar e a radiação solar não mostrou-se linear, o que está em concordância com LARCHER (1995).

Com relação à fitomassa úmida (Figura 2) observaram-se variações entre os tratamentos, especialmente em função dos níveis de luz. A maior produção de fitomassa foi obtida sob condições de cultivo a pleno sol (PS), seguido do tratamento 91% de luz. Esses dados confirmam a teoria de INOUE (1976) de que as espécies umbrófilas, embora possam suportar um grau de sombra elevado, geralmente alcançam maiores valores de fitomassa quando expostas à luz total, quando ocorre, uma relativa adaptação.

LARCHER (1986) explica que características como tamanho e número de folhas, bem como anatomia e morfologia da folha, seguida da estrutura celular e subcelular, da atividade metabólica e do estágio de desenvolvimento da planta são determinantes nas trocas de CO₂. KASPARY (1985) estudando os efeitos de níveis de sombreamento sobre o desenvolvimento de plantas jovens (1 ano) de erva-mate, cons-

Tabela 3 - Equações de regressão e coeficientes de determinação (r^2) referentes a influência da luminosidade sobre a área folhar das plantas (AF) de erva-mate nas épocas de colheita de inverno e verão.

Época	Equação de Regressão	r^2
Inverno*	$AF = 47,34 + 17,65 (\% \text{luz}) - 0,15 (\% \text{luz}^2)$	0,98
Verão**	$AF = -141,97 + 27,06 (\% \text{luz}) - 0,24 (\% \text{luz}^2)$	0,88

* Colheita da safrinha; ** Colheita da safra.

tatou um maior número de folhas naquelas submetidas a níveis máximos de luz. De forma similar, PINTRO (1986) correlacionou positivamente o incremento do número de folhas com a disponibilidade de água no solo.

Como a presença da araucária pode propiciar níveis distintos de luz no ambiente de produção da erva-mate e esta condição pode gerar alterações na disponibilidade de água no solo para a planta, acredita-se que a interação dos fatores luz e água no solo pode ter contribuído para a variação do número de folhas/planta, e consequentemente, sua produção. Os maiores valores de produção de fitomassa observados não corresponderam aos tratamentos que apresentaram os valores máximos de área folhar (no caso, tratamento 62% de luz).

Os valores de fitomassa úmida de erva-mate obtidos foram próximos àqueles obtidos por RACHWAL *et al.* (1998), em cultivos com 3 anos e 4 meses de idade, sob remanescente de floresta nativa, no município de São Mateus do Sul-PR. Nesse local a produção de erva-mate foi seis vezes maior no sítio com 77% de luminosidade em relação aos demais

tratamentos de luz, sendo a menor produção obtida no sítio com 19%. Esses resultados coincidem com aqueles obtidos por PEZZOPANE e ORTOLANI (2001) que demonstraram a importância de se conhecer a atenuação de luz para o crescimento e desenvolvimento do café. Os autores reportam que o sombreamento produzido por coqueiros anões propiciou um melhor crescimento e desenvolvimento da cultura do café, visto que esta cultura tem maior produtividade e qualidade sob sombreamento parcial.

Conclusões

A diferença de microclima dos Sistemas Agroflorestais e dos Monocultivos pode ser evidenciada pelos valores de temperaturas máximas e mínimas absolutas e pela amplitude de variação desses parâmetros.

A radiação solar foi o parâmetro microclimático de maior efeito sobre a área folhar e produção de fitomassa, enquanto o microclima influenciou o crescimento das plantas de erva-mate, independente do estágio de desenvolvimento.

Referências bibliográficas

ANDRADE, F.M. **Diagnóstico da cadeia produtiva da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St.Hil.)**. São Mateus do Sul-PR: Consultoria.1999. 92 p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies Florestais Brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira** Colombo-PR: EMBRAPA/CNPQ, 1994.

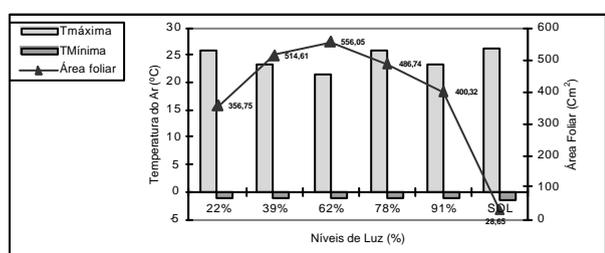


Figura 1. Relação entre área folhar e temperatura do ar observada para os tratamentos de níveis de luz recebidos pelas plantas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), no período de 27/07 a 10/08/01, no município de Gentil-RS.

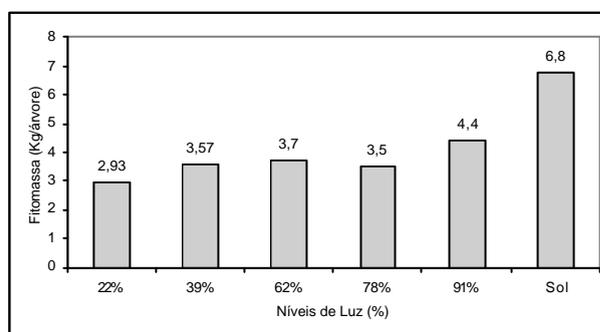


Figura 2. Variação da fitomassa úmida (Kg) de acordo com os níveis de luz recebidos pelas plantas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), em 15 de agosto de 2001, no município de Gentil-RS.

640 p.

DA CROCE, D.M. **Cadeia Produtiva da erva-mate em Santa Catarina**. Chapecó: EPAGRI/CPMP, 1996. 35 p. (Boletim de Pesquisa).

EDWIN, G; REITZ, R. **Aqüifoliáceas**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1967. 47 p. (Boletim).

FARIA, C.R.S.M. et al. Measurement of leaf area with a hand-scanner linked to a microcomputer. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Brasília, v. 4, n. 1, p. 17-20, 1992.

FERREIRA, A.G.; ALMEIDA, J.S.; CUNHA, G.G. Fisiocologia de *Ilex paraguariensis* St. Hil. com ênfase na embriologia experimental. In: REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 1., 1994, Porto Alegre. **Anais...**, Porto Alegre: FAPERGS, 1994. p.161.

GLIESSMANN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: EDURGS/ UFRGS, 2000. 653 p.

HEINRICH, R.; MALAVOLTA, E. Composição mineral do produto comercial da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 5, p. 781-785, 2001.

INOUE, M.T.T. A Autoecologia do gênero Cedrela: Efeitos na fisiologia do crescimento no estágio juvenil em função da intensidade lumínica. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 58-61, 1976.

KASPARY, R. **Efeitos de diferentes graus de sombreamento sobre o desenvolvimento de plantas jovens de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Porto Alegre: UFRGS, 1985, 54 p. Dissertação (Mestrado em Botânica)- Curso de Pós-Graduação em Botânica. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. 4. ed. São Paulo: EPU, 1986. 319 p.

LARCHER, W. **Physiological Plant Ecology**. 3. ed. Berlin: Springer V., Berlin, 1995. 506 p.

LINHARES, T. **História Econômica do Mate. Coleção Documentos Brasileiros**. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora, 1969. 522 p.

MORAES, S.P.N. et al. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 35-45, 2000.

PEZZOPANE, P.B.G.; ORTOLANI, A.A. Radiação solar global em cultivo consorciado Café-Coqueiro anão verde. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 12º., 2001, Fortaleza –MG. **Anais...**, vol. II, Fortaleza: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia / FUNCEME, 2001. 938 p. 795-796.

PINTRO, J.C. **Efeitos dos diferentes níveis de disponibilidade hídrica no solo sobre o desenvolvimento e trocas de CO₂ de plantas jovens de erva-mate**. Porto Alegre: UFRGS, 1986. 68 p. Dissertação (Mestrado em Botânica)- Curso de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1986.

RACHWAL, M.F.G. et al. Influência da luminosidade sobre a produtividade da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) aos quatro anos e quatro meses de idade sobre Latossolo Vermelho-amarelo Distrófico em São Mateus do Sul, PR: In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 1.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2., 1998, Curitiba. **Resumos...**, Curitiba, 1998. p. 445.

RACHWAL, M.F.G. et al. Influência da luminosidade sobre os teores de macronutrientes e tanino em folhas de Erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) In: II CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 2.; REUNIÃO TÉCNICA DO CONE SUL SOBRE A CULTURA DA ERVA-MATE, 2, 2000, Encantado. **Resumos...**, Encantado, 2000. p. 225.