



DETERMINAÇÃO DO FILOCROMO EM MUDAS DE EUCALIPTO EM FUNÇÃO DO VOLUME DO TUBETE E DA DENSIDADE DE PLANTAS

Rogério Bamberg¹, Braulio Otmar Caron², Denise Schmidt², Velci Queiróz de Souza², Alexandre Behling¹

1. Mestrando em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Curitiba – PR. (rogeriobamberg@yahoo.com.br)
2. Professor Doutor da Universidade Federal de Santa Maria. Frederico Westphalen – RS.

Recebido em: 06/10/2012 – Aprovado em: 15/11/2012 – Publicado em: 30/11/2012

RESUMO

O número de folhas acumuladas em função da temperatura cardinal de uma espécie, dada pelo filocromo (FIL), tem sido apontado como uma excelente medida do crescimento vegetal. Desta maneira, o trabalho teve como objetivo estudar a influência da densidade de plantas na bandeja e do volume do tubete no FIL de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. Para tanto foi conduzido um experimento de produção de mudas em dois tamanhos de tubetes (pequeno e médio) e duas densidades de plantas na bandeja (alta com 100% de ocupação da bandeja e média com 50%) em que foi determinado a soma térmica e o número de folhas acumulada por planta. Os resultados indicaram que mudas de *E. grandis* quando cultivadas em tubete pequeno e médio sob densidade alta e pequeno em média possuem a mesma tendência de FIL. O FIL quando a produção de mudas de *E. grandis* é realizada em tubete médio sob densidade média é de 31,25 °C dia.folha⁻¹ e 76,92 °C dia.folha⁻¹ quando cultivadas em tubete médio e pequeno sob densidade alta e tubete pequeno sob densidade média.

PALAVRAS-CHAVE: Soma térmica, número de folhas, *Eucalyptus grandis*.

DETERMINATION OF PHYLLOCHRON IN SEEDLINGS OF EUCALYPTUS IN FUNCTION OF THE SIZE OF TUBE AND OF THE DENSITY OF PLANTS

ABSTRACT

The number of accumulated leaves in function of the cardinal temperature of a species, given by the phyllochron (FIL), it has been pointed as an excellent measure of the vegetable growth. Of this it sorts things out, work had as objective verifies the influence of the density of plants in the tray and of the size of the tube in FIL of seedlings of *Eucalyptus grandis* W. former Hill Maiden. For so much an experiment of production of seedlings was driven in two tube sizes (small and medium) and two densities of plants in the tray (high with 100% of occupation of the tray and average with 50%) in that it was certain the thermal sum and the number of leaves accumulated by plant. The results indicated that you change of *E. grandis* when cultivated on average in small and medium tube under high and small density

possess the same tendency of FIL. FIL when the production of seedlings of *E. grandis* is accomplished in medium tube under medium density is of 31,25 °C day leaf⁻¹ and 76,92 °C day leaf⁻¹ when cultivated in medium and small tube under high density and small tube under medium density.

KEYWORDS: *Adds thermal, number of leaves, Eucalyptus grandis.*

INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* ocupa no Brasil e no mundo uma posição de destaque, de modo que atualmente é a essência florestal mais cultivada. Isto se deve as peculiaridades como rápido crescimento, alta produtividade, qualidade da madeira e celulose, poder calorífico, rusticidade, forma do tronco e adaptação as condições adversas.

Segundo Associação Brasileira dos Produtores de Florestas Plantada - ABRAF (2011), as florestas plantadas de eucalipto estão distribuídas estrategicamente, em sua maioria, nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Bahia, Espírito Santo, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, sendo que juntos, já somam mais de 3,9 milhões de hectares.

A produção de mudas florestais, em quantidade e qualidade, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de povoamentos florestais (SCHUMACHER *et al.*, 2001). As mudas devem resistir às condições adversas, ser capazes de desenvolver e produzir árvores com crescimento satisfatório (PAIVA & GOMES, 1995; GONÇALVES *et al.*, 2004).

Devido essa etapa ser muito importante, existe cada vez mais, um interesse na simulação do crescimento e desenvolvimento de mudas, pois assim, tem-se a possibilidade de tomar decisões, a partir de uma “ferramenta”, entre optar por diferentes sistemas e métodos de cultivos.

Neste sentido, o Número de Folhas acumuladas (NF) em função das temperaturas cardinais de uma espécie, tem sido apontado como uma excelente medida do desenvolvimento vegetal conforme destaca HODGES (1991), e por isso, vem sendo recomendado e utilizado para tal objetivo. E essa função, pode ser dada pelo filocromo, que corresponde a um modelo linear entre a quantidade de folhas acumuladas e a temperatura do ar.

O NF está relacionado com o surgimento de vários estágios de desenvolvimento e com a expansão da área foliar, que por sua vez, influencia a interceptação da radiação solar, fotossíntese e acúmulo de biomassa (DELLAI *et al.*, 2005; STRECK *et al.*, 2005).

No entanto, o NF pode ser influenciado pela condição em que as mudas são cultivadas, como foi observado na *Schinus terebinthifolius* Raddi (JOSÉ *et al.*, 2005), *Jacaranda micranta* Cham. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex steud (MALAVASI & MALAVASI, 2003) em que o maior volume do tubete proporcionou um maior número de radículas aumentando, dessa maneira, a absorção de nutrientes e água influenciando no NF.

Sob temperaturas baixas, a fotossíntese é frequentemente limitada pela disponibilidade de fosfato no cloroplasto (SAGE & SHARKEY, 1987). Além disso, temperaturas acima da máxima ou abaixo da base de uma planta podem levar a parada do crescimento ou à morte. No sentido de verificar o efeito da temperatura do ar sobre o crescimento e desenvolvimento de uma determinada espécie, o filocromo tem sido um dos métodos mais utilizados (GILMORE & ROGERS, 1958; ARNOLD, 1960; JEFFERIES & MACKERRON, 1987).

Especificamente, o termo Filocromo (FIL), dado em °C dia folha⁻¹, corresponde ao intervalo de tempo para o aparecimento de folhas (KLEPPER *et al.*, 1982; XUE *et al.*, 2004; WILHELM & McMASTER, 1995; STRECK *et al.*, 2005), com o tempo expresso em soma térmica (ST) em °C dia. De este modo, no modelo do FIL pressupõe-se uma relação linear entre o número de folhas acumuladas (NF) e a temperatura do ar (XUE *et al.*, 2004).

A determinação do FIL vem sendo de interesse em estudos ecofisiológicos das culturas agrícolas e florestais (MARTINS & STRECK, 2007), o que pode ser constatado através dos diversos estudos conduzidos por: PAULA *et al.*, (2005) em *Solanum tuberosum* L., STRECK *et al.*, (2004) em *Lilium longiflorum* Thunb., e STRECK *et al.*, (2005) em *Carthamus tinctorius* L.. Para espécies florestais somente foi encontrado um registro, em que MARTINS (2007) determinou o FIL para *E. grandis* e *E. saligna*, correspondendo a 32 e 30,7 °C dia folha⁻¹, respectivamente.

Deste modo, pode haver um efeito, induzido através da aplicação de um tratamento, como por exemplo, o volume do tubete, na relação com NF e o acúmulo em temperatura, e esta resposta pode ser encontrada através da avaliação do filocromo. Diante disso, este trabalho tem como objetivo estudar a influência da densidade de plantas na bandeja e do volume do tubete, no filocromo de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no viveiro do Laboratório de Agroclimatologia da Universidade Federal de Santa Maria, no *Campus* do Centro de Educação Superior, no município de Frederico Westphalen (latitude: 27,3956° S, longitude: 53,4294° W e altitude: 490 m).

O clima da região tem como base dados do município de Iraí, que está a 30 km do local do estudo, e segundo a classificação de Köppen, é caracterizado como Cfa, ou seja, subtemperado subúmido (MALUF 2000), com temperatura média anual entre 16 e 18 °C (IDESE, 2011).

Sendo cultivadas mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em ambiente protegido com casa de vegetação do tipo Pampeana, utilizando cobertura de polietileno de baixa densidade (150 µm de espessura).

As mudas foram cultivadas em tubetes de tamanhos classificados em função do volume como médio (TM= 90 cm³) e pequeno (TP= 50 cm³), e em dois níveis de densidade de plantas na bandeja (DPB), alta (DA= 100% de ocupação da bandeja) e média (DM= 50% de ocupação da bandeja).

Desta maneira, no planejamento dos tratamentos, utilizou-se um bifatorial de 2x2: dois tamanhos de tubete e duas DPB em seis repetições, conduzidas em delineamento experimental de blocos completos casualizados. Em cada repetição foram contempladas quatro unidades experimentais (UE), distribuindo-se ao acaso cada combinação, sendo a UE composta por 72 e 48 plantas respectivamente para 100 e 50 % de DPB, onde as 16 centrais foram avaliadas (Figura 1).

A produção das mudas, dada a partir de sementes oriundas de povoamentos clonais da empresa KLABIN® de Telêmaco Borba – PR, foi realizada em 24 de agosto de 2008 diretamente nos tubetes preenchidos com substrato comercial (Tecnomax®) postos em bandejas plásticas ao nível do solo.

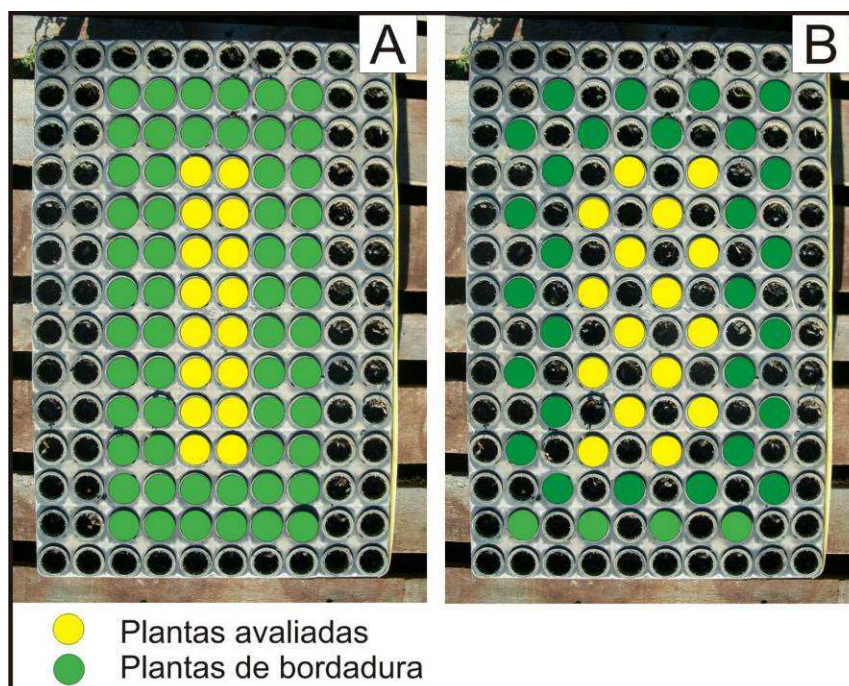


FIGURA 1 - Distribuição de mudas avaliadas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em diferentes densidade de plantas. (A) Densidade alta – 100% de ocupação da bandeja. (B) Densidade média – 50% de ocupação da bandeja.

Os valores de temperatura do ar foram obtidos junto a Estação Climatológica do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), situada a cerca de 150 m do local de estudo. Para determinar a temperatura dentro da estufa, utilizou-se um termohigrômetro digital (S1615, SQUITER) instalado em nível, em suporte próprio a 1,50 m do nível do solo, registrando os dados a cada 10 minutos durante o primeiro mês de condução do experimento. Desta maneira, a temperatura interna, foi estimada de acordo com a equação gerada:

$$T_e = 0,9741 \cdot T + 3,6577$$

Onde: T_e = temperatura interna da estufa, °C; T = temperatura junto a Estação Climatológica do INMET do 8º Distrito de Meteorologia (DISME – INMET), °C.

A soma térmica diária (STd) compreendeu o período entre 27 de outubro de 2008 (50 dias após a emergência) à 25 de janeiro de 2009 (140 dias após a emergência), sendo utilizada no cálculo do filocromo, representada graficamente pela Figura 2 e calculada através da seguinte expressão:

$$STd = (T_{med} - T_b) \text{ quando } T_b < T_{med} \leq T_{ot} \text{ e}$$

$$STd = (T_{ot} - T_b) \cdot (T_{max} - T_{med}) / (T_{max} - T_{ot}) \text{ quando } T_{ot} < T_{med} \leq T_{max}$$

Onde: STd = soma térmica diária, °C dia; T_{med} = temperatura média diária dentro da estufa, °C; T_b = temperatura base, °C; T_{ot} = temperatura ótima, °C; e T_{max} = temperatura máxima para o desenvolvimento. Utilizou-se $T_b = 10^\circ\text{C}$, $T_{ot} = 27^\circ\text{C}$ (MARTINS, 2007) e $T_{max} = 36^\circ\text{C}$ (ALMEIDA *et al.*, 2004) para o *E. grandis*. A soma

térmica acumulada (STa, °C dia) foi dada pelo somatório da STd.

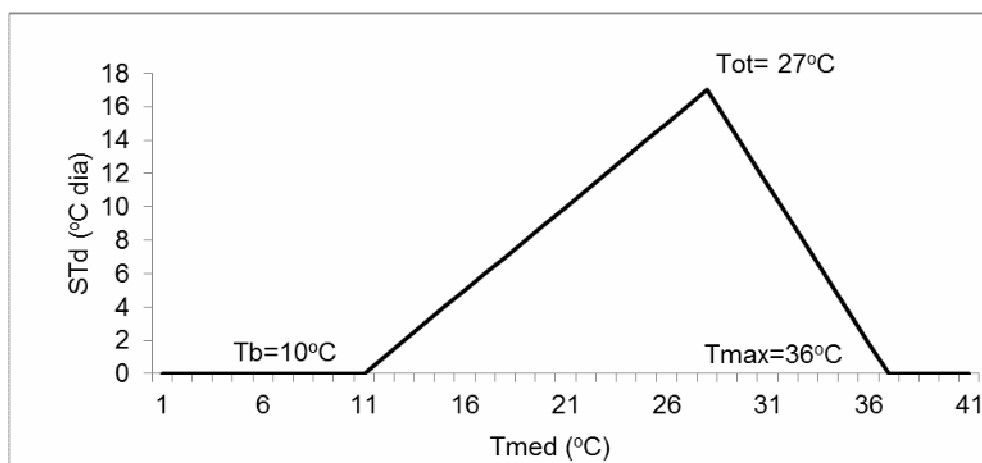


FIGURA 2 – Representação gráfica do método de cálculo da soma térmica usado no modelo do filocromo para estimar o aparecimento de folhas em mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. Onde: STd = soma térmica diária, °C dia; Tmed = temperatura média diária dentro da estufa, °C; Tb = temperatura base, °C; Tot = temperatura ótima, °C; e Tmax = temperatura máxima para o desenvolvimento.

O filocromo foi calculado pelo inverso do coeficiente angular da regressão linear entre NF e a soma térmica diária acumulada (STda) (KLEPPER *et al.*, 1982; XUE *et al.*, 2004; STRECK *et al.*, 2005), utilizando-se a seguinte expressão:

$$FIL = 1/a$$

Onde: FIL = filocromo, °C dia folha⁻¹; a = coeficiente angular da regressão linear entre número de folhas acumuladas (NF) e soma térmica diária acumulada (STda) a partir da data de emergência, calculado pela seguinte expressão (FRANK & BAUER, 1995):

$$NF = a * STda + b.$$

A análise de covariância (ANACOVA) foi aplicada para verificar a necessidade do uso de funções independentes de FIL nos diferentes tratamentos estudados, determinando assim, se existem diferenças entre os mesmos.

Primeiramente, testou-se a diferença de inclinação (paralelismo). Não existindo evidência de tal, testou-se a hipótese da não diferença de níveis (coincidência). Se a diferença não for significativa para inclinação, uma regressão única pode ser ajustada, tendo em vista que o FIL é uma função inversa do coeficiente angular, definido pela inclinação da reta.

Aplicou-se a ANACOVA entre todos os tratamentos e posteriormente entre combinações de tratamentos. Para tanto, foi utilizado o método de Snedecor conforme FRESSE (1964) sendo a inclinação e nível das retas verificadas através do valor F para 1% de erro.

O NF foi submetido à análise estatística, através do software SAS Learning

Edition 8.0 (2002), em que se determinou a análise de variância, observando-se diferença significativa, o mesmo foi estudado através do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura média diária dentro da estufa, no período do presente estudo, foi de 25,4 °C, com variação entre 19,5 e 30,5 °C (Figura 4), ou seja, condições favoráveis ao desenvolvimento das mudas, visto que o período de avaliação compreende as estações de primavera e verão. Além disso, os valores de temperaturas observadas encontram-se dentro da faixa mínima para que ocorra crescimento da espécie, que é de 10°C para a temperatura base (Tb) (MARTINS, 2007), 36°C para a máxima (Tmax) (ALMEIDA *et al.*, 2004) e 27°C para a ótima (Tot) (MARTINS, 2007).

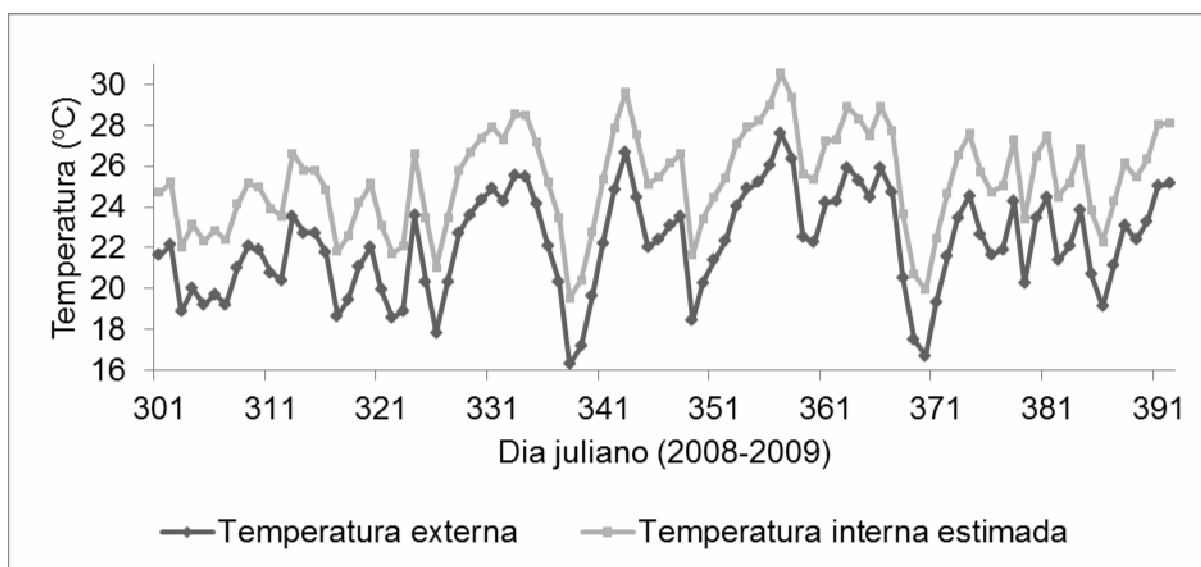


FIGURA 3 – Temperatura média diária na parte externa da estufa e temperatura média diária estimada do interior da estufa em função dos dias Julianos. Frederico Westphalen – RS. 27/10/2008 a 25/01/2009.

Em ambientes protegidos, um dos principais elementos meteorológicos que influencia diretamente nas atividades vitais das plantas é a temperatura e seu controle é considerado de grande importância (PURQUERIO & GOTO, 2005). Desta maneira, a adequada abertura e fechamento das cortinas é um importante fator e deve ser considerado, pois a temperatura é essencial para o desenvolvimento das mudas, e o manejo da estufa deve tentar coincidir dentro do intervalo das cardinais já citadas para esta espécie.

A soma térmica apresentou relação linear (Figura 5), fato que pode explicar o contínuo aumento do número de folhas acumuladas (NF) nos diferentes tratamentos, o que também foi observado por SINCLAIR *et al.* (2004); STRECK *et al.* (2004); STRECK *et al.* (2005); MARTINS *et al.* (2007), pois o fator ecológico que rege o NF é a temperatura.

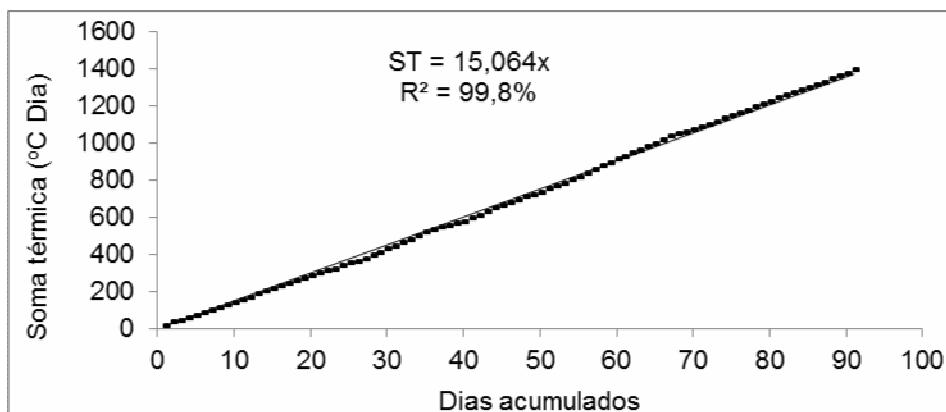


FIGURA 4 - Relação entre a soma térmica acumulada (°C dia) e o número de dias acumulados.

No entanto, existem outros fatores que podem influenciar o NF, como pode ser observado na Figura 6, onde para uma mesma soma térmica, há diferença para a combinação tamanho do tubete *versus* densidade de plantas.

Porém, nem todos os tratamentos tiveram diferentes relações significativas de acúmulos de folhas com a soma térmica, o que pode ser verificado através da análise de covariância (ANACOVA). A diferença em tal relação, que pode ser expressa pela inclinação da reta, foi diferente apenas para o tratamento TMDM em comparação aos demais (Tabela 1).

O FIL é uma função do inverso do coeficiente angular ($1/a$), assim a combinação dos tratamentos TMDA*TPDA*TPDM, possuem a mesma tendência de FIL, visto que a ANACOVA revelou não existir diferença significativa em inclinação (que corresponde ao coeficiente angular - "a") entre estes tratamentos. Dessa maneira, um único FIL pode ser calculado, tendo em vista a igualdade deste parâmetro para estas combinações.

No entanto, quando TMDA*TPDA*TPDM são comparados com o TMDM a ANACOVA revelou diferenças na inclinação, e este fato está relacionado ao maior NF neste tratamento (TMDM), onde foi significativamente maior conforme o teste de Tukey (Tabela 2).

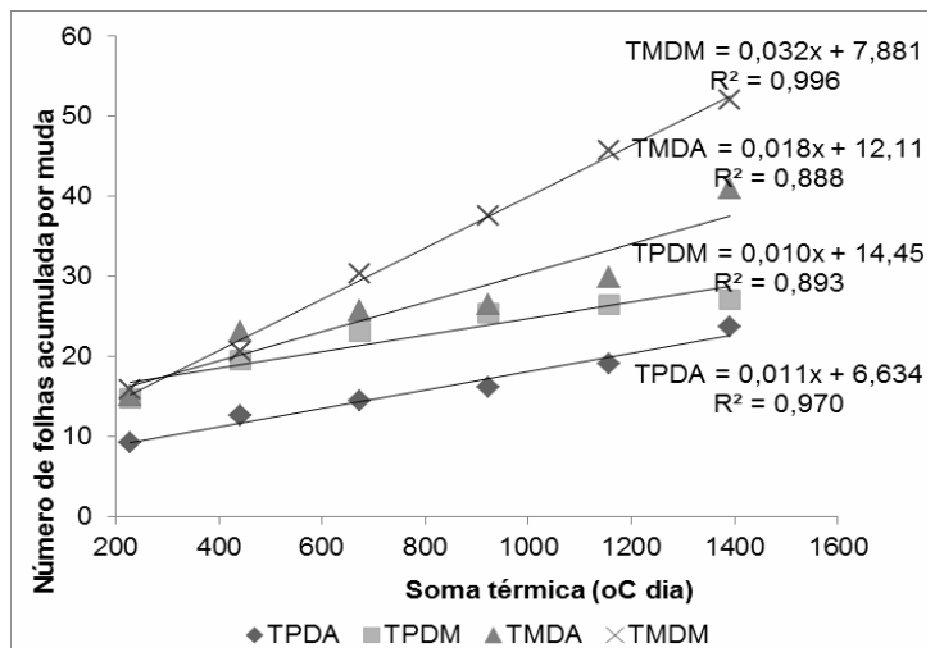


FIGURA 5 - Relação entre o número de folhas acumuladas (NF) e a soma térmica acumulada (ST; °C dia). Onde: TPDA: tubete pequeno em arranjo de densidade alta; TPDM: tubete pequeno em arranjo de densidade média; TMDA: tubete médio em arranjo de densidade alta; TMDM: tubete médio em arranjo de densidade média.

Em mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi (JOSÉ *et al.*, 2005), de *Jacaranda micranta* Cham. e *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex steud (MALAVASI & MALAVASI, 2003) o maior volume do tubete propiciou um maior número de radículas aumentando, dessa maneira, a absorção de nutrientes e água, aumentando o número de folhas. A restrição do sistema radicular, possivelmente imposta pelos tubetes de tamanho pequeno, limita o crescimento e o desenvolvimento de várias espécies (REIS, *et al.*, 1989; TOWNEND & DICKINSON, 1995).

Outro fator de influência no número de folhas acumuladas é a densidade de mudas por bandeja, pois segundo CARNEIRO (1995) o número de plantas em uma determinada área, expressa o grau de competição por espaço de crescimento e condiciona sua capacidade de assimilar luz.

Como houve diferenças de inclinação apenas entre os tratamentos TMDA*TPDA*TPDM x TMDM, o filocromo corresponde a 76,92 °C dia folha⁻¹ e 31,25 °C dia folha⁻¹, respectivamente (Figura 7).

Os resultados de FIL, obtidos neste trabalho, poderão auxiliar no manejo de mudas em viveiros, como por exemplo, a indicação (dada pelo modelo de FIL) do uso de tubete médio em densidade média na bandeja em períodos de menor disponibilidade de altas temperaturas, visto que para emitir uma folha, é necessário menos acúmulo de temperatura em relação aos outros tratamentos, o que irá permitir maior crescimento e desenvolvimento das mudas.

TABELA 1 - Análise de covariância (ANACOVA) entre as retas de filocromo de mudas de *Eucalyptus grandis* submetidas a diferentes tamanhos de tubetes e densidades de plantas na bandeja, no município de Frederico Westphalen – RS.

Fator de Variação	GL	QM	Igualdade do Parâmetro
Para todo o grupo			
TPDM*TPDA*TMDM*TMDA	16	3,7564	
Inclinação	3	97,0877**	Não
Nível	3	334,5746**	Não
Para TMDA versus TPDM			
TMDA*TPDM	8	6,5688	
Inclinação	1	31,3628 ^{ns}	Sim
Nível	1	51,3698 ^{ns}	Sim
Para TPDA versus TMDA			
TPDA*TMDA	8	5,5458	
Inclinação	1	22,5978 ^{ns}	Sim
Nível	1	361,6078**	Não
Para TPDA versus TPDM			
TPDA*TPDM	8	1,9996	
Inclinação	1	0,71661 ^{ns}	Sim
Nível	1	140,3920**	Não
Para TMDA versus TMDM			
TMDA*TMDM	8	5,5132	
Inclinação	1	91,8197**	Não
Nível	1	140,2861 ^{ns}	Sim
Para TPDM versus TMDM			
TPDM*TMDM	8	1,9671	
Inclinação	1	230,5088**	Não
Nível	1	361,4378**	Não

Onde: **=significante em nível de 1% de probabilidade de confiança; ns=não significativo em nível de 1% de probabilidade de confiança; GL=Grau de liberdade; QM= quadrado médio; TPDA: tubete pequeno em arranjo de densidade alta; TPDM: tubete pequeno em arranjo de densidade média; TMDA: tubete médio em arranjo de densidade alta; TMDM: tubete médio em arranjo de densidade média.

TABELA 2- Análise de Variância e teste de médias para o número de folhas acumuladas de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden submetidas a diferentes tamanho de tubetes e densidades de plantas no município de Frederico Westphalen – RS.

Análise de variância			
Fator de Variação	GI	QM	
Tratamentos (TMDM*TMDA*TPDM*TPDA)	3	2189,9266*	
Teste de médias			
Tratamento	Média		
TMDM	39 a		
TMDA	34 ab		
TPDM	29 bc		
TPDA	23 c		

* = significativo a 5% de probabilidade. Os valores assinalados com a mesma letra dentro de cada coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

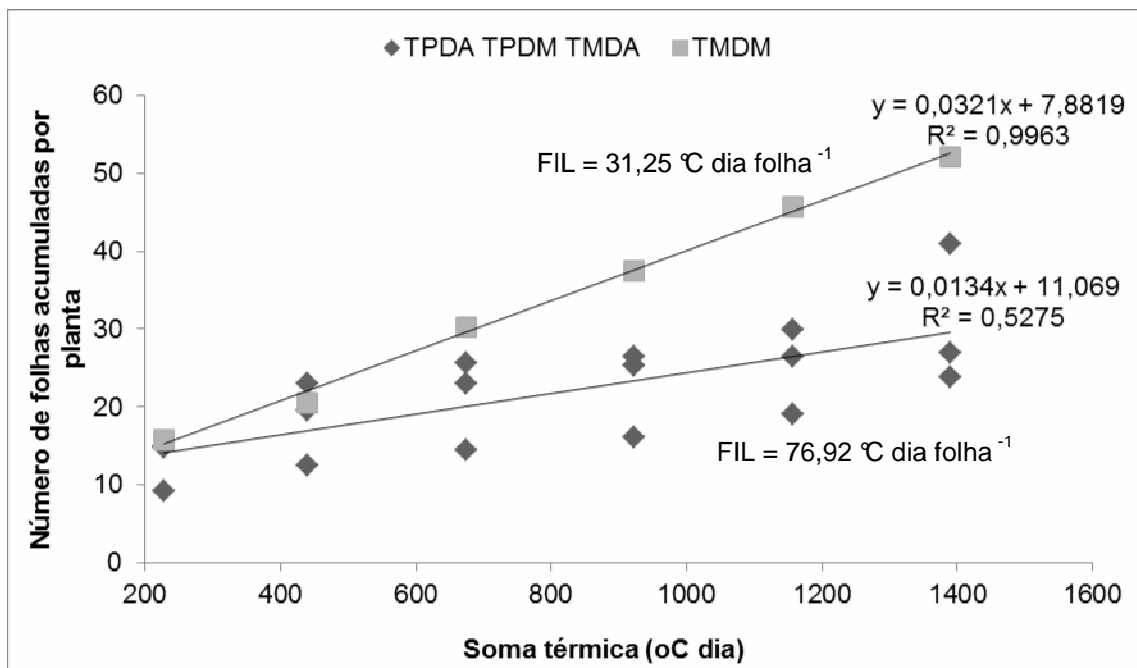


FIGURA 6 – Relação entre o número de folhas acumuladas (NF) e a soma térmica acumulada (ST; °C dia). Onde FIL: filocromo (°C dia folha⁻¹); TPDA: tubete pequeno em arranjo de densidade alta; TPDM: tubete pequeno em arranjo de densidade média; TMDA: tubete médio em arranjo de densidade alta; TMDM: tubete médio em arranjo de densidade média.

Em outros períodos, os tratamentos TPDA e TPDM são indicados, pois a maior densidade de mudas e o uso de tubetes menores possibilitam o melhor aproveitamento da área do viveiro, geram menores custos com substrato, facilitam o manejo e transporte das mudas.

Outro método a ser considerado é o uso de bancadas, pois em períodos de baixa temperatura, pode vir a acelerar o aparecimento de folhas e, conseqüentemente, o maior crescimento das mudas. Segundo FURLAN & FOLEGATTI (2002) ocorre a variação positiva na temperatura vertical dentro da estufa, sendo assim, essa técnica, pode favorecer a soma térmica, diminuindo o tempo do cultivo, além de que, as bancadas auxiliam nos tratamentos culturais.

CONCLUSÃO

O tamanho de tubetes e a densidade de mudas influenciam no número de folhas acumuladas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e conseqüentemente no filocromo.

O filocromo, quando a produção de mudas de *E. grandis* é realizada em tubete médio e densidade de mudas média (50% de ocupação da bandeja) é inferior que em tubete pequeno e densidade de mudas alta (100% de ocupação da bandeja), tubete pequeno em densidade média e tubete médio em densidade alta.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. C.; LANDSBERG, J. J.; SANDS, P. J. Parameterisation of 3-PG model for fast-growing *Eucalyptus grandis* plantations. **Forest Ecology and Management**, v.193, p.179-195, 2004.

ARNOLD, C. Y. Maximum-minimum temperatures as a basis for computing heat units. **American Society for Horticultural Science**, Boston, v. 76, p. 682-692, 1960.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. Anuário Estatístico da ABRAF: ano base 2010, Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF11/ABRAF11-BR.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2011.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, 1995. 451 p.

DELLAI, J. et al. Filocrono em diferentes densidades de plantas de batata. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1269-1274, 2005.

FRANK, A. B.; BAUER, A. Phyllochron differences in wheat, barley and forage grasses. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 1, p. 19-23, 1995.

FRESSE, F. **Linear Regression Methods for Forest Research**. USA: US. Department of Agriculture Forest Service, 1964. 148 p.

FURLAN, R. A.; FOLEGATTI, M. V. Distribuição vertical e horizontal de temperaturas do ar em ambientes protegidos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 93-100, 2002.

GILMORE, E. C. Jr.; ROGERS, J. S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 50, n. 10, p. 611-615, 1958.

GONÇALVES, E. O. *et al.* Avaliação qualitativa de mudas destinadas à arborização urbana no estado de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 479-486, 2004.

HODGES, T.F. **Predicting crop phenology**. Boca Raton: CRC, 1991. 233 p.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO SÓCIO-ECONÔMICO - IDESE. **Atlas Sócio-Econômico do Rio Grande do Sul**, 2011. Disponível em <<http://www.scp.rs.gov.br/uploads/Temperatura1.pdf>> Acesso em 15 de maio de 2011.

JEFFERIES, R. A.; MACKERRON, D. K. L. Thermal time as a non-destructive method of estimating tuber initiation in potatoes. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 108, p. 249-252, 1987.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA S. L.; Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas pela

mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 187-196, 2005.

KLEPPER, B.; RICKMAN, R. W.; PETERSON, C. M. Quantitative characterization of vegetative development in small cereal grains. **Agronomy Journal**, Madison, v. 74, p. 789-792, 1982.

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M.; Efeito do tubete no crescimento inicial de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Marechal Cândido Rondon, v. 5, n. 2, 2003.

MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.

MARTINS, F. B. Desenvolvimento e estresse hídrico em mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) e *Eucalyptus saligna* (Smith). 2007. 57 f. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

MARTINS, F. B.; SILVA J. C.; STRECK, N. A. Estimativa da temperatura-base para emissão de folhas e do filocrono em duas espécies de eucalipto na fase de muda. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 373-381, 2007.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1995. 56 p.

PAULA, F.L.M. *et al.* Soma térmica de algumas fases do ciclo de desenvolvimento da batata (*Solanum tuberosum* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1034-1042, 2005.

PURQUERIO, L. F. V.; GOTO, R. Dose de nitrogênio em cobertura via fertirrigação e espaçamento entre plantas sobre a cultura da rúcula, em campo e ambiente protegido. In: CONGRESSO IBÉRICO DE CIÊNCIAS HORTÍCOLAS, 5, e CONGRESSO IBEROAMERICANO DE CIÊNCIAS HORTÍCOLAS, 4, 2005, Porto. **Anais ...** Porto: Actas Portuguesas de Horticultura, 2005. p. 336-341.

REIS, G. G. *et al.* Crescimento de *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis* e *E. cloeziana* sob diferentes níveis de restrição radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 1-18, 1989.

SAGE, R. F.; SHARKEY, T. D. The effect of temperature on the occurrence of O₂ and CO₂ insensitive photosynthesis in field grown plants. **Plant Physiology**, Nevada, n. 3, v. 84, p. 658-664, 1987.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS LEARNING EDITION. **Getting started with the SAS Learning Edition Cary**. SAS Institute Inc., 2002. 200 p.

SCHUMACHER V. M. *et al.* Influência do vermicomposto na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 121-130, 2001.

SINCLAIR, T. R. *et al.* Sugarcane leaf area development under field conditions in

Florida, USA. **Field Crops Research**, USA, v. 88, n. 1, p. 171-178, 2004.

STRECK, N. A. *et al.* Estimating the phyllochron in lily (*Lilium longiflorum* Thunb.). **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n.2, p. 355-358, 2004.

STRECK, N. A. *et al.* Estimating leaf appearance rate and phyllochron in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n.6, p. 1448-1450, 2005.

TOWNEND, J.; DICKINSON, A. L. A comparison of rooting environments in containers of different sizes. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 175, p.139-146, 1995.

WILHELM, W. W.; McMASTER, G. S. Importance of the phyllochron in studying development and growth in grasses. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 1, p. 1-3, 1995.

XUE, Q., WEISS, A.; BAENZIGER, P.S. Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modelling**, v. 175, p. 261-270, 2004.