



Desenvolvimento inicial do eucalipto sob diferentes preparos de solo

Felipe Mendes Magalhães^{1*}, Raffael de Almeida Sangermano¹, Elton da Silva Leite¹, Ricardo Previdente Martins², Ana Paula Fonseca Kupper²

RESUMO: O preparo em solo coeso melhora as características físicas do solo e promove maior produtividade. O trabalho avaliou o desenvolvimento inicial do eucalipto sob diferentes preparos do solo: subsolagens 1,10 m; 0,90 m e 0,60 m de profundidade e plantio direto com dimensões de 0,30 x 0,30 x 0,30 m. O experimento foi instalado em delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com 4 repetições com 25 plantas, em Argissolo amarelo no município Esplanada-BA. Sendo analisado aos 1,3 anos de idade da cultura: altura (H), diâmetro a 1,3m de altura (DAP), volume individual (Vi), volume por hectare (Vha) e incremento médio anual (IMA). O experimento apresentou diferenças significativas, sendo que a subsolagem obteve altura (20,8%), DAP (14,8%), Vi (72,7%), Vha (68%) e IMA (68,1%) maior que o plantio direto (preparo por cova). Desse modo, a subsolagem se apresenta como o preparo do solo mais adequado para o desenvolvimento inicial do eucalipto, não sendo observadas diferenças entre as profundidades das subsolagens até a idade de 1,3 anos.

Palavras-chave: subsolagem, cova, volume de madeira

Initial development of eucalyptus under different soil preparations

ABSTRACT: Cohesive soil preparation improves the physical characteristics of the soil and promotes greater productivity. The work evaluated the initial development of eucalyptus under different soil preparations: subsoils 1.10 m; 0.90 m and 0.60 m deep and no-tillage with dimensions of 0.30 x 0.30 x 0.30 m. The experiment was carried out in a completely randomized design (DIC), with 4 replications with 25 plants, in a yellow Argisol in Esplanada-BA. Being analyzed at 1.3 years of age of the culture: height (H), diameter at 1.3m height (DAP), individual volume (VI), volume per hectare (Vha) and average annual increment (IMA). The experiment showed significant differences, and the subsoiling obtained height (20.8%), DAP (14.8%), VI (72.7%), Vha (68%) and IMA (68.1%) greater than no-tillage (pit preparation). Thus, subsoiling is presented as the most suitable soil preparation for the initial development of eucalyptus, with no differences between subsoiling depths until the age of 1.3 years.

Keywords: subsoiling, pit, wood volume.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de florestas plantadas e detém a maior produtividade de eucalipto, espécie mais cultivada. Este bom desenvolvimento é justificado pelas práticas de manejo, melhoramento genético e as condições edafoclimáticas (IBÁ, 2020; SOUSA, *et. al.*, 2010), condições de solo para propiciar o crescimento das raízes, o fornecimento de água e nutrientes e as trocas gasosas (CLEMENTE *et. al.*, 2005), sendo que as características do solo afetam na qualidade e quantidade de madeira produzida (GAVA *et. al.*, 2008).

Os efeitos de produtividade de madeira estão relacionados com o manejo do solo dependendo diretamente da etapa de implantação do povoamento florestal, influenciando diretamente pela qualidade do preparo do solo (GONÇALVES, *et. al.*, 2016). Considerando os métodos de preparos de solo, o cultivo mínimo, pela prática de subsolagem nas linhas de plantio em profundidades de 0,45 a 0,75 m ou mais rompem as camadas de solo impermeáveis

promovendo melhores condições físicas de solo para o desenvolvimento da cultura (DALBEM *et. al.*, 2008; GONÇALVES, 2002). Este método se consolidou devido às suas vantagens operacionais (funcionalidade) e econômicas (menor custo) (GAVA, 2002; SASAKI, GONÇALVES, 2005; RAPER, BERGTOLD, 2007; BLAZIER, DUNN, 2008).

A subsolagem promove a desagregação das camadas de solo impermeáveis, como a compactação por máquinas e a coesão do solo, melhorando o atributo físico do solo. O setor da colheita florestal promove grande compactação do solo, o intenso tráfego das máquinas de grande porte dentro do povoamento no momento dos desbastes, corte raso e, principalmente, na extração da madeira (RODRIGUES *et. al.*, 2015; SAMPIETRO, 2011).

O incremento da compactação decorrente das operações de colheita florestal mecanizada é mais intenso na camada superficial do solo e em condição

Recebido em 23/09/2022; Aceito para publicação em 14/11/2022

¹ Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

² Bracell Bahia

*email: magalhaes_0@outlook.com

de maior umidade resultando na formação de solo adensados e mais resistentes à penetração principalmente nas linhas dos rodados (LOPES *et. al.*, 2015; SAMPIETRO *et. al.*, 2015).

A resistência à penetração de raízes no solo se agrava em solos de caráter coeso, contribuindo negativamente no desenvolvimento radicular, que consequentemente afeta a absorção de nutrientes, com mudanças na relação entre a quantidade de ar e o teor de água no solo, podendo limitar o desenvolvimento do povoamento (CINTRA *et. al.*, 2009).

Em busca da melhoria dos povoamentos florestais e remediação da compactação e/ou coesão do solo, objetivou-se avaliar o desenvolvimento das inicial do eucalipto sob os diferentes preparos do solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi implantado no município de Entre Rios, situado no Nordeste do estado da Bahia. A área foi povoada por *Eucalyptus urophylla* em março de 2019, área total de 22,78 hectares, no espaçamento 4,00 x 2,25 m, população de 1.111 mudas por hectare.

O clima, de acordo com a classificação de Koppen, é Am, conhecido como clima tropical de monção (Am), com precipitação média anual de 1200 mm (ver se é isto mesmo). A temperatura média anual é de 24,8°C, sendo a média máxima de 28,6°C e mínima de 22°C. O solo foi classificado como Argissolos Amarelo distrocoeso típico de textura arenosa/média (Embrapa, 2018).

O delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 3 repetições, sendo parcela útil composta por 25 plantas. Para a realização deste experimento foram empregados quatro tratamentos no preparo do solo: 1) subsolagem a 1,10m de profundidade, 2) subsolagem a 0,90 m de profundidade, 3) subsolagem a 0,60 m de profundidade e 4) plantio direto com cova de dimensões de 0,30 x 0,30 x 0,30 m. As operações de subsolagem foram realizadas na linha de plantio por um subsolador de haste única acoplado a um trator de esteiras da marca Caterpillar modelo D8. Neste experimento foram realizadas três adubações NPK com formulações diferentes, adubação de base com 300 kg/ha com formulação 08-30-12, de cobertura

aos 3 meses de idade com 250 kg/ha e formulação 09-00-30 e de manutenção aos 12 meses com 300 kg/ha e formulação 09-00-30.

O desenvolvimento inicial do povoamento foi avaliado em julho de 2020, com a idade de 1,3 anos, estimando a altura (H) e circunferência a 1,3m de altura (CAP). Além da altura, avaliou o diâmetro a 1,3m de altura (DAP), o volume individual (Vi), volume por hectare (Vha) e incremento médio anual (IMA). Para o cálculo do volume individual (Equação 1), volume por hectare (Equação 2) e IMA (Equação 3) foram utilizadas as seguintes equações:

$$Vi = (0,9679896173 * (1 - EXP(-92,893237894 * (EXP(-10,2512522123 + 1,8098480131 * LN(CAP) + 1,1250223627 * LN(H))))))^0,7836313134 * (EXP(-10,2512522123 + 1,8098480131 * LN(CAP) + 1,1250223627 * LN(H))) \text{ (Equação 1)}$$

em que: Vi: volume individual (m³); CAP: circunferência a 1,3m de altura; H: altura da árvore (m); EXP: exponencial; LN: logaritmo natural.

$$Vha = Vi * 1001 \text{ (Equação 2)}$$

em que: Vha: volume por hectare (m³); e Vi: volume individual (m³).

$$IMA = \frac{vha}{Idade \text{ do plantio (anos)}} \text{ (Equação 3)}$$

em que: IMA: incremento médio anual e Vha: volume por hectare (m³).

Os tratamentos foram submetidos à análise variância (ANOVA) (95% de probabilidade) e teste de Tukey (5% de significância) para comparação das médias, com auxílio do software SISVAR 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Altura

Após a análise estatística dos dados coletados neste experimento, os resultados da análise de variância evidenciaram diferenças significativas entre os tratamentos empregados (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância no desenvolvimento inicial do eucalipto, variáveis de altura, diâmetro e a altura de 1,3m e volume.

Altura					
FV	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tratamentos	3	8,571	2,857	9,08	0,005
Erro	12	3,776	0,315		
CV (%)	6,01				
Volume Individual					
FV	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tratamentos	3	1,98*10 ⁻⁴	6,6*10 ⁻⁵	7,047	0,005
Erro	12	1,13*10 ⁻⁴	9,0*10 ⁻⁷		
CV (%)	17,50				

Volume por ha					
FV	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tratamentos	3	245,047	81,682	7,047	0,005
Erro	12	139,094	11,591		
CV (%)	17,50				
Incremento Médio Anual - IMA					
FV	GL	SQ	QM	F	p-valor
Tratamentos	3	144,998	48,333	7,047	0,005
Erro	12	82,304	6,859		
CV (%)	17,50				

Em que: FV: fonte da variação; GL: grau de liberdade; SQ: soma de quadrados; QM: quadrado médio; F: teste Fisher-Snedecor; p-valor: probabilidade e CV: coeficiente de variação.

A altura das plantas diferiu significativamente entre os sistemas de preparo do solo, de modo que os tratamentos que envolveram a subsolagem (1,10; 0,90 e 0,60 m de profundidade) obtiveram os maiores valores, resultando em aumento médio de 20,8% comparado ao plantio direto (cova). Na Tabela 2, o mesmo efeito pode ser observado para o DAP, que obteve aumento médio de 14,8% com o preparo por subsolagem em relação ao coveamento.

Tabela 2. Efeito dos tratamentos de subsolagem e coveamento na altura, volume inicial, volume por hectare e incremento médio anual no povoamento.

Tratamentos	Parâmetros Avaliados			
	H (m)	Vi (m ³)	Vha (m ³)	IMA (m ³)
T1 - 1,10 m	9,64 A	0,018 A	20,100 A	15,450 A
T2 - 0,90 m	9,82 A	0,020 A	22,550 A	17,350 A
T3 - 0,60 m	9,80 A	0,020 A	22,300 A	17,125 A
T4 - Cova	8,07 B	0,011 B	12,875 B	9,900 B

Em que: H: altura, Vi: volume individual (m³), Vha: volume por hectare (m³) e IMA: incremento médio anual (m³).

Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey a 5% de significância.

O desenvolvimento do eucalipto em altura e DAP foi superior em todos os preparos do solo que envolveram a subsolagem no presente estudo, resultados próximos foram encontrados por Schumacher; Corrêa; Vogel (2002) ao estimar o crescimento do *Eucalyptus grandis hill ex. maiden*, em diferentes formas de preparo de solo aos 24 meses de idade. Os valores obtidos neste estudo, para altura (9,80 m) na subsolagem a 0,60 m de profundidade é maior, já o DAP (2,63 cm) é menor em comparação ao encontrado pelos autores (altura 7,25 m e DAP 7,10 cm) em subsolagem a 0,45 m de profundidade. Esta diferença de valores pode ser atribuídas as condições climáticas de cada local, sendo que as principais variáveis que afetam o desenvolvimento da cultura são a precipitação pluviométrica, temperatura do ar e radiação solar (HOOGENBOOM, 2000), e influência do fotoperíodo, da umidade do ar e do solo (PEREIRA *et al.*, 2002; MAVI, TUPPER, 2004), além do material genético selecionado.

Resultado semelhante ao apresentado neste experimento, foi encontrado por Morales (2014) que observou maior crescimento em diâmetro e altura das plantas de *E. saligna* em sistema de preparo submetido à subsolagem a 0,5 m de profundidade sob

diferentes idades em Neossolo Regolítico. A variável altura (9,80 m) na subsolagem a 0,60 m foi maior e DAP (2,63 cm) menor neste estudo comparado ao de Morales (2014), com altura de 3,71 m e DAP de 4,11 cm aos 12 meses de idade, vale salientar que os experimentos foram conduzidos em locais distintos, Esplanada – BA e São Gabriel – RS, os quais diferem em tipo solo (argissolo e neossolo) além do clima e espécie, podendo estes serem os fatores determinantes no desenvolvimento do povoamento.

Os trabalhos desenvolvidos por alguns autores corroboram com os resultados obtidos neste estudo são Finger *et al.* (1996), constatando que o crescimento das plantas em solo subsolado foi superior em mais de 50% para o DAP e o crescimento em altura das árvores em solo subsolado foi superior a 35%, alcançando 62% na idade de 24 meses em solo Podzólico Bruno acinzentado no município de Santa Maria - RS.

Divergindo dos resultados encontrados neste estudo Bernardi (2010) ao observar o desenvolvimento em altura de plantas de *Eucalyptus bethamii Maiden et Cambage* aos 12 meses em latossolo na cidade de Gurapuava – PR. Notou-se que as plantas não apresentaram diferença estatística entre os métodos de preparo de solo (coveamento 5,62 m e subsolagem 5,69 m), ainda assim estes valores são inferiores ao encontrado neste experimento, altura 9,80 m. O experimento foi conduzido em solo coeso de maior densidade, deste modo, os efeitos dos preparos do solo são mais perceptíveis refletindo diretamente no resultado final, diferente de Bernardi (2010), no qual a latossolo favoreceu o desenvolvimento do eucalipto nos dois tratamentos.

A subsolagem é o preparo de solo mais utilizado na silvicultura por atuar em profundidades maiores que 0,50 m de profundidade realizando a descompactação das camadas compactadas e promovendo efeitos benéficos como melhora a infiltração da água e menor exposição do solo (SASAKI, BENTIVENHA; GONÇALVES, 2002), contribuindo para o desenvolvimento da cultura (DEDECEK *et al.*, 2007). Gonçalves, Stape (2002) concluem que o efeito do preparo do solo pode ser facilmente apresentado quando se utilizam materiais genéticos de alta produtividade, capazes de responder rapidamente às melhorias edáficas a eles propiciadas.

Volume individual, volume por hectare e IMA

A análise de variância verificou diferenças entre os tratamentos no povoamento de eucalipto, para as variáveis: volume inicial, volume por hectare e incremento médio anual (Tabela 1).

Os coeficientes de variação foram constatados e se mantiveram abaixo de 20%, de acordo com Gomes (1990) estes valores são considerados médios e satisfatórios ao desenvolver pesquisas em condições de campo.

As subsolagens obtiveram volume individual (72,7%), volume por hectare (68%) e no incremento médio anual (68,1%) maior que o plantio direto (preparo por cova), resultando melhores resultados para os métodos de subsolagem (Tabela 2).

O maior desenvolvimento inicial promove a redução dos tratos culturais devido ao rápido fechamento do dossel e estabelecimento da cultura, além de obter maiores volumes acumulados de madeira em menores períodos (GONÇALVES, 2002).

O desenvolvimento do eucalipto foi maior para os preparos do solo pela subsolagem nas três profundidades, resultado semelhante foi encontrado nos estudos de França (2017), ao estimar o volume de *E. saligna* aos 11 meses com a subsolagem (em linha) e coveamento mecânico em Argissolo Vermelho-Amarelo no município de Arroio dos Ratos, RS. Entretanto, os valores e taxas de volume de madeira encontrado no preparo de subsolagem 0,6 m de profundidade (volume 21,65 m³ ha⁻¹, taxa 68% superior em relação a cova) neste estudo foram superiores ao de França (2017) (volume 3,35 m³ ha⁻¹, taxa 30,1%), evidenciando que os fatores como espécie e clima proporcionaram maiores diferenças nos volumes de madeira entre os experimentos diante dos preparos de solo.

O preparo do solo pela subsolagem também foi maior para os estudos de Gatto et al. (2003), ao encontrarem para a subsolagem 0,6 m de profundidade IMA de 42,2 m³ e taxa de 113,1% superior a do coveamento em Latossolo Vermelho distrófico para *E. grandis* aos 38 meses de idade na cidade de Santa Bárbara – MG.. Neste estudo, o IMA e taxa foram menores (16,6 m³ e 68%) justificado, especialmente, pelo solo coeso, maior densidade do solo, próximo a valores de densidade restritiva, o que poderia limitar o crescimento de plantas (REICHERT et al., 2009), além do solo apresentar menor percentual de argila e de ter classe de solo e clones de eucaliptos distintos.

Analisando o efeito dos preparos do solo nota-se que o valor do IMA é maior na operação de subsolagem, o mesmo pode ser observado por Hakamada et al. (2013) ao avaliar o efeito de preparo de solo na produtividade de *Eucalyptus* em neossolo e latossolo aos 72 meses de idade nos municípios de Brotas e Mogi Guaçu (SP). Contudo, os valores do

IMA (16,6 m³) e taxa (68% maior que o coveamento) encontrados neste estudo são respectivamente menores e maiores que os obtidos por Hakamada et al. (2013) (IMA de 51 m³ e 40 m³, taxa de 16% e 17% maior que o coveamento). Apesar da taxa ter sido maior o IMA foi menor no presente estudo, podendo ser justificado pelo solo coeso com elevados valores de densidade do solo, como consequência da expressiva redução da porosidade total, dificultando a emergência de plântulas, que por consequência afeta a produtividade das culturas (Souza et al., 2008), assim como a diferença entre os clones empregados e a idade do povoamento.

Diferindo dos resultados encontrados neste estudo, ao avaliar o desenvolvimento inicial de clones de *Eucalyptus* em Alambari – SP, submetido a diferentes preparos de solo (cova e subsolagem a 0,6m de profundidade) em Latossolo de textura média, Freitas (2018) não constatou diferença significativa entre os tratamentos aos 12 meses de idade. No entanto, o valor do IMA (16,6 m³) encontrado neste experimento foi superior para ambos os tratamentos realizados por Freitas (2018) (IMA de 13,90 m³ e 13,43 m³ para cova e subsolagem respectivamente). Estes valores podem ser atribuídos às características dos solos, de modo que a subsolagem surtiu mais efeito no argissolo descompactando as camadas adensadas e favorecendo a penetração das raízes, comparado ao latossolo de textura média, por ser profundo, poroso e bem drenado, além de teores elevados de areia, friáveis e de fácil preparo, não sofreu influência da subsolagem, favorecendo assim o desenvolvimento da cultura nos dois preparos (SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. 2021; LOPES et al., 2011).

Além do eucalipto, a subsolagem se apresenta como o preparo do solo mais adequado para outras espécies: como a *Acacia decurrens*, *Cedrela fissilis*, *Hymenaea courbaril*, *Mezilaurus itauba*, *Peltogyne angustiflora*, (SILVA et al., 2015; DEDECEK et al., 2007). Evidenciando que a subsolagem apresenta benefícios para diversas espécies em relação ao coveamento, como as propriedades físicas, advinda da ruptura das camadas adensadas ou compactadas do solo que permite expansão do sistema radicular para maiores profundidades, trocas gasosas, diminuição da densidade e aumento na infiltração da água até camadas mais profundas (GATTO et al., 2003).

CONCLUSÕES

O preparo de solo constituído pela subsolagem na linha de plantio promoveu maior altura, DAP, volume inicial, volume por hectare e incremento médio anual em comparação ao método de coveamento nas condições deste estudo. Entretanto, não foram observadas diferenças entre as profundidades de subsolagens no desenvolvimento do eucalipto aos 1,3 anos de idade, necessitando o acompanhamento de

todo o ciclo de produção para conferir diferenças entre a profundidade de operação.

REFERÊNCIAS

BERNARDI, C. A. **Avaliação de diferentes sistemas de preparo do solo no desenvolvimento inicial de Eucalyptus benthamii Maiden at Cambage na região de Guarapuava, PR.** 2010. 46f. Tese (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati-PR.

BLAZIER, M.A.; DUNN, M. Stock type, subsoiling, and density impact productivity and land value of a droughty site. **Southern Journal of Applied Forestry**, v.32, n.4, p.154-162, 2008.

CINTRA, F. L. D.; RESENDE, R. S.; LEAL, M. L. S.; PORTELA, J. C. Efeito de volumes de água de irrigação no regime hídrico de solo coeso dos Tabuleiros e na produção de coqueiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 33, p. 1041-1051, 2009.

CLEMENTE, E. P. et al. Soil compaction around Eucalyptus grandis roots: a micromorphological study. **Australian Journal of Soil Research**. v. 43, n. 2, 139-146, Mar. 2005.

DALBEM, M.; DAL'COL, J.; SARCINELLI, T. S.; CARMO, A. P. do. Fomento legal: cultivando o eucalipto. **Aracruz: Pauta 6**, 2008. 50 p.

DEDECEK, R. A.; CURCIO, G. R.; RACHWAL, M. F. G.; SIMON, A. A.; Efeitos de sistemas de preparo do solo na erosão e na produtividade da acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 205-215, 2007.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5ª edição. Revista e ampliada. Brasília – DF. 2018.

FINGER, C.A.G., SCHUMACHER, M.V., SCHNEIDER, P.R., HOPPE, J.M. Influência da camada de impedimento no solo sobre o crescimento de *Eucalyptus grandis* (Hill) ex Maiden. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v.6, n.1, p.137-145, 1996.

FRANÇA, Jéssica Silveira et al. **Preparos do solo para eucalipto em segunda rotação: propriedades físicas e químicas e crescimento inicial.** 2017. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

FREITAS, A. G. **Desenvolvimento inicial de um clone de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden x Eucalyptus urophylla S. T. Blake sob diferentes sistemas de preparo do solo.** Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Uso de Recursos Renováveis) – Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.

GATTO, A.; NAIRAM, F. B.; NOVAIS, R. F.; COSTA, L. V.; NEVES, J. C. L. Efeito do método de preparo do

solo, em área de reforma, nas suas características, na composição mineral e na produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.27, n.5, p.635-646, 2003.

GAVA, J. L. Cultivo mínimo de solos com textura arenosa em áreas planas e suave-ondulada. In: GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais.** Piracicaba: IPEF, 2002. p.221-244.

GAVA, J. L. et al. Soil attributes and Wood quality for pulp production in plantations of *Eucalyptus grandis* clone. **Scientia Agrícola**. v. 65, n. 3, p. 306-313, maio/jun. 2008.

GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 12.ed. São Paulo: Nobel, 1990.

GONÇALVES, J.L.M. Conservação do solo. In: GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais.** Piracicaba: IPEF, 2002. cap.2, p.47-129.

GONÇALVES, J.L.M. Manejo de resíduos vegetais e preparo do solo. In: STAPE, J. L.; GONÇALVES, J.L.M. (eds). **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais.** Piracicaba: IPEF, 2002. 498p.

GONÇALVES, S. B. et al. Efeito Da Profundidade De Trabalho Na Qualidade Da Operação De Subsolação Para Implantação Florestal. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.40, n.1, p.29-37, 2016.

HAKAMADA, R.E., LEMOS, C.; SILVA, R.M.; WANDERLEY, C. Efeito do preparo do solo na produtividade de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em neossolo quartzarênico e latossolo. **Revista do Instituto Florestal**, v. 25 n. 2 p. 139-149 dez. 2013.

HOOGENBOOM, G. Contribution of agrometeorology to the simulation of crop production and its application. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 103, p. 137-157, 2000.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES- IBÁ. **Relatório Anual IBÁ 2020.** Ano base 2019. São Paulo. 2019.

Lopes, E. S., Oliveira, D., Rodrigues, C. K., & Drinko, C. H. (2015). Compactação de um solo submetido ao tráfego do Harvester e do Forwarder na colheita de madeira. **Floresta e Ambiente**, 22(2), 223-230.

Lopes, E. S., Sampietro, J. A., Lombardi, K. C., & Dias, A. N. (2011). Avaliação da umidade na compactação do solo submetido ao tráfego de máquinas de colheita florestal. **Revista Árvore**, 35(3), 659-667.

MAVI, H. S.; TUPPER, G. J. Agrometeorology: principles and application of climate studies in agriculture. **New York: Food Products Press**, 2004. 364 p.

MORALES, C. A. S. **Preparos e atributos físicos de solos para plantio de eucalipto.** 2014. 183 p. Tese (Doutorado

- em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Agrometeorologia: fundamentose aplicações práticas. Guaíba: **Agropecuária**, 2002. 478 p.
- RAPER, R.L.; BERGTOLD, J.S. In-row subsoiling: a review and suggestions for reducing cost of this conservation tillage operation. **Applied Engineering in Agriculture**, v.23, n.4, p.463-471, 2007.
- REICHERT, J. M. et al. Reference bulk density and critical degree-of compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils. **Soil & Tillage Research**, v.102, n. 2, p.242- 254, 2009.
- RICHART, A. et al. Compactação do solo: causas e efeitos. Semina: **Ciências Agrárias**, Londrina – PR, vol. 26, núm. 3 p.321-343, 2005.
- RITCHIE, G. A.; LANDIS, T. D.; DUMROESE, R. K.; HAASE, D. L. Assessing plant quality. In: **The container tree nursery manual**, v. 7, Seedling Processing, Storage, and Outplanting. Whashington, DC: Agric. Handbk. p. 19 - 81. 2010.
- RODRIGUES, C. K. Compactação do solo causada por dois sistemas de colheita de madeira em florestas de *Eucalyptus grandis*. 2013. 83 f.
- RODRIGUES, C. K., LOPES, E. S., MÜLLER, M. M. L., & GENUÍ, A. M. (2015). Variabilidade espacial da compactação de um solo submetido ao tráfego de harvester e forwarder. **Revista Scientia Forestalis**, 43(106), 387-394.
- SANTAROSA, E.; JÚNIOR, J. F. P. J.; GOULART, I. C. G. dos R. **Cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. EMBRAPA. Brasília-DF.2014. 1ª edição. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/121607/1/Apostila-Serie-TT-Eucalipto.pdf>> Acesso em 17 de janeiro 2022.
- SAMPIETRO, J. A.; LOPES, E. S. Compactação de um Cambissolo e Neossolo submetidos a diferentes intensidades de tráfego de Feller Buncher e Skidder. **Scientia Forestalis**, v.39, n.90, p.265-272, 2011.
- SAMPIETRO, J. A., LOPES, E. S., & REICHERT, J. M. (2015). Compactação causada pelo tráfego de feller buncher e skidder em um neossolo regolítico sob distintas umidades. **Revista Ciência Florestal**, 25(1), 239-248.
- SASAKI, C.M.; GONÇALVES, J.L.M. Desempenho operacional de um subsolador em função da estrutura, do teor de argila e de água em três Latossolos. **Scientia Forestalis**, n.69, p.115- 124, 2005.
- SCHUMACHER, M. V.; CORRÊA, R. S.; VOGEL, H.L.M. Crescimento do *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, em diferentes formas de preparo de solo. Comissão Técnica Silvicultura e Manejo, 2002.
- SILVA et al. Crescimento inicial de espécies florestais em solo sob diferentes preparos. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Natal. 2015.
- SOUZA, L.S.; SOUZA, L.D.; PAIVA, A.Q.; RODRIGUES, C.V.; RIBEIRO, L.S. Distribuição do sistema radicular de citros em uma topossequência de solos de Tabuleiros Costeiros do Estado da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.503-513, 2008.
- SOUSA, E.P.; SOARES, N. S.; SILVA, M. L.; VALVERDE, S. R. Desempenho do setor florestal para a economia brasileira: uma abordagem da matriz insumo-produto. **Revista Árvore**, v.34, n.6, p. 1129-1138. 2010.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Bioma Cerrado. Latossolos. Embrapa Cerrados**. 2021 Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-cerrado/solo/tipos-de-solo/latossolos>>. Acessado em: 14 de julho de 2022.