

Produtividade de plantações de eucalipto manejadas nos sistemas de alto fuste e talhadia, em função de fatores edafoclimáticos

Productivity of eucalypt plantations managed under high forest and coppice systems, depending on edaphoclimatic factors

José Leonardo de Moraes Gonçalves¹, Clayton Alcarde Alvares², Maurel Behling³, Jacyr Mesquita Alves⁴, Gustavo Takinaga Pizzi⁵ e Aline Angeli⁶

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de fatores edafoclimáticos sobre a produtividade da primeira (R1) e da segunda rotação (R2) de cultivo do eucalipto, manejadas nos sistemas de alto fuste e talhadia, respectivamente. Foram usados os dados de 265 parcelas de inventário florestal de plantações clonais do híbrido *E. grandis x urophylla*, localizadas em seis municípios do nordeste da Bahia. Os dados de crescimento das plantações nas duas rotações de cultivo foram relacionados com os dados pluviométricos e edáficos. Utilizou-se o teste T pareado, a análise de conglomerados e a regressão multivariada para a análise estatística dos dados. As produtividades das brotações de eucalipto se relacionaram estreitamente ao regime de precipitação pluviométrica. Nos locais onde a precipitação pluviométrica foi maior em R2, a produtividade desta rotação foi maior que a da R1. Houve acentuado efeito da textura do solo. De modo geral, nas parcelas com solos mais arenosos, de menor capacidade de retenção de água disponível, a produtividade de R2 foi menor do que a de R1.

Palavras-chave: talhadia, eucalipto, brotação, produtividade, precipitação pluviométrica, tipo de solo.

Abstract

This study aimed to evaluate the influence of edaphic and climatic factors on productivity of the first (R1) and second (R2) rotation eucalypt plantations managed under high forest and coppice systems, respectively. The data from 265 forest inventory plots of clonal plantations of a *E. grandis x urophylla* hybrid located in six municipalities of northeastern Bahia were used. We used the paired t-test, cluster analysis and multivariate regression for statistical analysis. The productivity of eucalypt coppice was narrowly related to the precipitation regime. At sites where rainfall was higher in R2, the productivity of this rotation was greater than R1. There was a marked effect of soil texture on site quality. At plots with sandier soils with lower soil water holding capacity, productivity of R2 was lower than that of R1.

Keywords: coppice, eucalypt, sprout, yield, rainfall, soil type.

INTRODUÇÃO

Desde a introdução comercial do *Eucalyptus* no Brasil, por Edmundo Navarro de Andrade (ANDRADE, 1909), no início do século XX, a condução de rebrota (talhadia), para a produção de lenha, com ciclos de corte de 6 a 10 anos, foi o manejo predominantemente associado à eucaliptocultura. Partia-se da concepção de que as espécies de *Eucalyptus* se desenvolviam bem

em sítios marginais, sob baixo nível tecnológico (STAPE, 1997). No entanto, devido às inúmeras espécies/procedências de *Eucalyptus*, à diversidade de condições edafoclimáticas e aos diferentes níveis tecnológicos de implantação e de colheita adotados, a produtividade florestal obtida na segunda rotação (R2) era muito variável. Comumente, a produtividade da R2 era menor do que a da primeira rotação (R1) (SIMÕES, 1981). A baixa sobrevivência das cepas, decorrentes de

¹Professor Doutor. USP - Universidade de São Paulo / ESALQ - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" / Depto. Ciências Florestais. Av. Pádua Dias, 11, C.P. 09 - 13418-900. Piracicaba, SP. E-mail: jlmgonca@usp.br.

²IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais / FPC - Forest Productivity Cooperative. Av. Comendador Pedro Morganti, 3500 - 13415-000. Piracicaba, SP. E-mail: clayton@ipef.br; caalvares@yahoo.com.br.

³Embrapa Agrossilvipastoril - CPAMT. Rodovia dos Pioneiros - MT 222 - Km 2,5. Caixa Postal 343 - Cep: 78550-970, Sinop, MT. E-mail: maurel.behling@embrapa.br

⁴Copener - Bahia Specialty Cellulose. Rua Dr. José Tiago Correia, s/n, Alagoinhas Velha, 48030-480. Alagoinhas, BA. E-mail: Jacyr_Alves@bahiaspeccell.com

⁵Produtor Rural - Rua Francisco de Paula Ramos, 55 - 88.523-020, Lages, SC. E-mail: gtpizzi@yahoo.com.br.

⁶Senac Piracicaba - Rua Santa Cruz, 1148 - 13419-030 - Piracicaba, SP. E-mail: aline.angeli@gmail.com

características do genótipo e de danos físicos às cepas durante a colheita e baldeio da madeira, era a principal causa. A partir da década de 1990, empresas verticalizadas e comprometidas com o abastecimento fabril iniciaram um processo de erradicação das cepas e reforma de seus eucaliptais, introduzindo materiais genéticos melhorados, mais adaptados às condições ambientais locais e de maior capacidade produtiva. Outros motivos para o replantio das plantações foram a necessidade de adequação do alinhamento de plantio e da população de plantas por área (IPEF, 2009; GONÇALVES et al., 2014).

Na década de 80, a silvicultura do eucalipto teve intensa evolução tecnológica. O surgimento de novos materiais genéticos, métodos de preparo de solo, espaçamento de plantio, fertilização mineral e controle de plantas daninhas proporcionaram grandes ganhos de produtividade, implicando a necessidade de alocação de materiais genéticos específicos para cada área e cada nível tecnológico. Assim, até recentemente, o replantio (reforma) após o corte raso dos povoamentos foi o sistema de manejo florestal mais usado. A adoção do sistema de alto fuste foi plenamente justificada, pois dele decorreu um aumento crescente na produtividade: na década de 70, a produtividade média era $13 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, enquanto, hoje, supera os $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (GONÇALVES et al., 2013). Mais recentemente, em 2008, após a crise econômica mundial, a produção de madeira por meio da condução da brotação de eucalipto volta ao centro das discussões, haja vista que, para contenção de despesas, muitos empreendimentos florestais cessaram seus programas de implantação e reforma florestal, passando a adotar a talhadia como única forma de manejo. Em levantamento realizado em 2013 pelo Programa Temático de Silvicultura e Manejo (PTSM), programa cooperativo de P&D vinculado ao Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), foi verificado que 300 mil hectares (23%) das plantações de eucalipto das empresas associadas ao PTSM estavam sendo conduzidos no sistema de talhadia. Dados divulgados pela ABRAF (2013), relativos às suas empresas florestais associadas, mostraram considerável evolução da área com florestas de eucalipto manejadas sob o sistema de talhadia. Em 2008, aproximadamente 5% da área plantada com eucalipto foi manejada neste sistema e 91% foi reformada. Em 2009, como um dos reflexos diretos da crise econômica mundial, as plantações em talhadia corresponderam a 25% da área total plantada. Assim, o manejo

por talhadia passou a receber mais atenção entre os silvicultores e pesquisadores, constituindo-se, novamente, em uma boa opção de manejo florestal economicamente viável.

Atualmente, a grande maioria das plantações conduzida no sistema de talhadia é manejada em ciclos curtos de cultivo (6-8 anos) e estão estabelecidas em regiões onde há deficiências hídricas e nutricionais com diferentes graus de severidade. A ampla variedade de espécies e híbridos de *Eucalyptus* com distintas capacidades de adaptação climática e edáfica, associada à facilidade de propagação por sementes e/ou clonagem, possibilita a adaptação das plantações na maioria das regiões tropicais e subtropicais do Brasil. O incremento médio anual varia entre 40 e $45 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de madeira com casca, com amplitude entre 25 e $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, dependendo do material genético e do nível de estresse ambiental (GONÇALVES et al., 2014). Aumentar a eficiência do uso dos recursos naturais por meio da alocação sítio-específica dos genótipos às diferentes condições edafoclimáticas e do uso adequado de práticas silviculturais é um desafio fundamental, no sentido de manter ou aumentar a produtividade da R2.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de fatores edafoclimáticos sobre a produtividade da primeira e da segunda rotação de cultivo de plantações clonais do híbrido *Eucalyptus grandis x urophylla*, manejadas nos sistemas de alto fuste e talhadia, respectivamente.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada no litoral norte do estado da Bahia (Figura 1). Abrange os municípios de Alagoinhas, Aramari, Entre Rios, Esplanada, Inhambupe e Mata de São João, numa região de aproximadamente 1 grau quadrado, entre as coordenadas geográficas $37^{\circ}40'W$ – $38^{\circ}40'W$ e $11^{\circ}30'S$ a $12^{\circ}30'S$. O clima da região tem forte influência litorânea. Embora na área de estudo a variação da temperatura média anual seja constante, entre 25 e $26^{\circ}C$ (ALVARES et al., 2013a), ocorrem três tipos climáticos segundo a classificação de Köppen, com o aumento da aridez no sentido litoral-interior: clima tropical úmido (Af), tropical monçônico (Am) e tropical com estação seca de verão (As) (ALVARES et al., 2013b). As precipitações médias anuais variam entre 800 e 1700 mm ano^{-1} , do interior para o litoral, e a variabilidade interanual atinge os 30% (CEI, 1991). A precipitação pluviométrica média anual, no mu-

nicípio de Inhambupe, é de 1045 mm, enquanto no de Mata de São João, 1760 mm.

O relevo regional varia entre ondulado e forte ondulado, próximo ao litoral, tornando-se suave ondulado e plano, no sentido do interior. Os solos da região de estudo foram formados, principalmente, de arenitos, com intercalações de folhelhos e conglomerados. São materiais de origem sedimentar, pertencentes à Formação Barreiras (MARTIN et al., 1980). Predominam, nessa região dos tabuleiros costeiros, os Argissolos Amarelos de textura arenosa/média e média/argilosa. Ocorrem, ainda, os Latossolos Amarelos e, em menor quantidade, os Neossolos Quartzarênicos. Os solos desta formação são predominantemente distróficos, com baixos teores de fósforo disponível, bases trocáveis e matéria orgânica. As suas propriedades físicas são diversas, em função

do material de origem (EMBRAPA, 2000). As características físicas mais comuns desses solos são a alta coesão e densidade, consequência da mineralogia caulinítica, com ciclos acentuados de umedecimento e secagem do solo.

Foram usados dados de produtividade, de precipitação pluviométrica da primeira e da segunda rotações de cultivo e do tipo de solo oriundos de 265 parcelas de inventário florestal contínuo, instaladas em plantações clonais de híbridos de *Eucalyptus grandis x urophylla* (Tabela 1). Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos em dez estações meteorológicas, localizadas nos municípios de Água Fria, Borba Gato, Matinha, Salgado, Aramari, Jandaíra, Farge, Quatis, Altamira e Sauípe. Os dados dos solos provieram de levantamentos pedológicos semidetalhados das plantações (KREIJC, 1998).

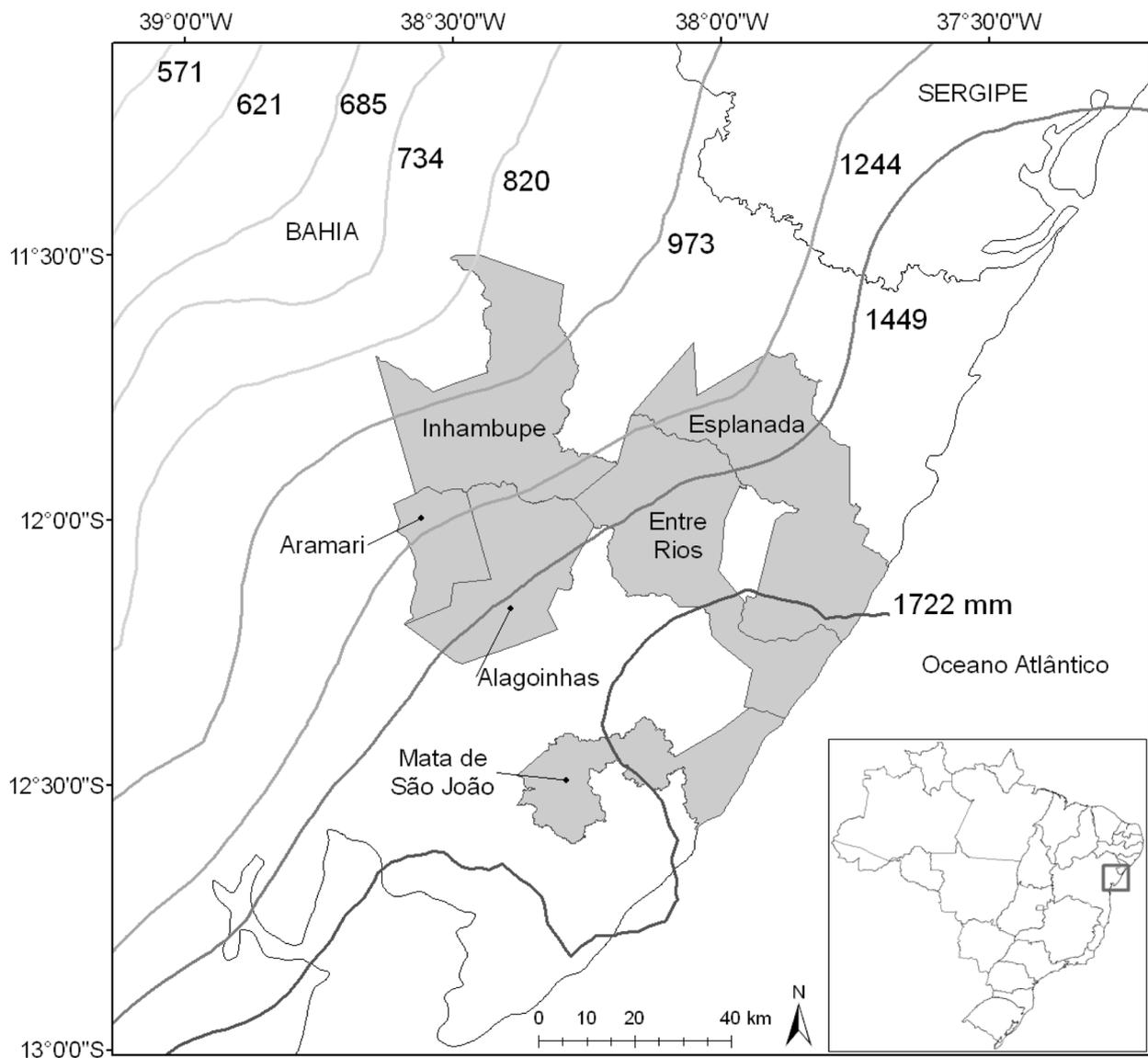


Figura 1. Localizações dos municípios onde foram conduzidos os estudos e distribuição da precipitação pluviométrica média anual no litoral norte do estado da Bahia.

Figure 1. Locations of the studied municipalities and distribution of the mean annual rainfall in the north coast of the Bahia state.

Tabela 1. Município, nome do projeto, quantidade de parcelas de inventário avaliadas, idade média da primeira (R1) e da segunda (R2) rotação de cultivo e quantidades de nutrientes aplicados nas duas rotações.

Table 1. Municipality, farm name, number of measured inventory plots, median age of first (R1) and second (R2) rotation and amounts of nutrients applied in two rotations.

Município	Projeto	Quantidade de parcela	Idade		Adubação na R1			Adubação na R2		
			R1	R2	N	P	K	N	P	K
		ud	ano		kg ha ⁻¹					
Alagoínhas	Farje	38	6,3	5,0	17	74	22	31	43	62
	Girassol	18	6,0	5,4	19	57	19	26	13	53
	São Sebastião III	7	6,3	5,3	26	75	21	26	13	53
Aramari	Brejada	6	7,1	4,7	24	73	20	26	13	53
Entre Rios	Alcobaca	32	6,9	5,0	24	73	20	26	13	53
	Boa Vista I	25	6,2	5,8	35	73	35	26	13	53
	Cachoeira I	7	6,4	4,6	26	87	28	31	44	67
	Cachoeira II	3	6,5	4,4	34	67	27	31	44	67
	Copener V	7	7,0	4,3	18	62	35	31	44	67
	Copener VI	4	6,2	5,9	60	101	50	23	13	50
	Fundão	15	6,2	5,3	0	98	0	32	43	63
	Santa Rosa	9	6,5	5,1	0	71	0	32	43	63
	Saudade	15	6,5	4,6	6	140	11	31	44	67
	Sauípe	16	6,4	4,5	21	66	21	24	13	53
Esplanada	Subaúmirim	16	6,8	5,3	38	76	38	32	43	63
Inhambupe	Jatobá A	15	7,1	5,3	8	77	8	26	13	53
	Jatobá B	12	6,7	5,7	9	85	9	26	13	53
Mata de São João	Taimbé III	20	6,0	5,4	16	114	27	31	16	62

As áreas foram conduzidas no sistema de cultivo mínimo do solo. Foi realizada subsoagem das linhas de plantio, com profundidades que variaram entre 90 e 110 cm. Aplicou-se em média 600 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, na segunda rotação de cultivo. As quantidades de fertilizantes e de corretivos foram calculadas de forma a suprir as exigências nutricionais das plantas de eucalipto, segundo a produtividade esperada para cada região.

Utilizou-se o teste T pareado, a análise de conglomerados e a regressão multivariada para a análise estatística dos dados. O teste T foi empregado aos dados pareados de produtividade entre a primeira e a segunda rotações de cada município estudado.

Os dados de produtividade e de precipitação pluviométrica das duas rotações de cultivo foram submetidos à análise multivariada de conglomerados, utilizando o método da distância Euclidiana e de agregação tipo ward (mínima variância). O mesmo conjunto de dados foi submetido à análise de regressão multivariada, pelo método *backward*. O incremento médio anual da segunda rotação de cultivo (IMA_{R2}) foi considerado como variável dependente e, as variáveis incremento médio anual da primeira rotação de cultivo (IMA_{R1}) e precipitação pluviométrica da primeira (PP_{R1}) e da segunda (PP_{R2}) rotações de cultivo, como variáveis independentes. A precisão do modelo ajustado foi avaliada por meio do coeficiente de determinação (R²) e do índice de desempenho de modelos (ALVARES et al., 2013a).

Os seis locais estudados no nordeste da Bahia, Alagoínhas, Aramari, Entre Rios, Esplanada, Inhambupe e Mata de São João, abrangeram ampla variação de condições climáticas e edáficas, conseqüentemente, ampla variação de produtividade florestal. A precipitação pluviométrica média variou entre 1100 e 1600 mm ano⁻¹, na primeira rotação de cultivo (R1), e entre 774 e 1780 mm ano⁻¹, na segunda rotação de cultivo (R2). Ou seja, houve maior variação de precipitação pluviométrica (PP) em R2, com amplitude de 1006 mm ano⁻¹, e, em R1, amplitude de 500 mm ano⁻¹. Foram encontradas cinco classes de solos, com textura variando de arenosa à argilosa (Tabela 2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve grande variação de produtividade entre R1 e R2 (Figura 2). O fator que mais influenciou as diferenças de produtividade entre rotações de cultivo foi a PP. Em Inhambupe, onde a PP foi de 1100 mm ano⁻¹ em R1 e, 774 mm ano⁻¹ em R2 ($\Delta PP = - 326$ mm ano⁻¹), o incremento médio anual (IMA) foi 32% menor em R2. Embora o ΔPP entre R1 e R2 tenha sido de -348 mm ano⁻¹ em Aramari (1353 e 1005 mm ano⁻¹, respectivamente), a diminuição do IMA em R2 foi menor neste município (11%). Esta diferença

foi menor neste município (11%). Esta diferença

é atribuída, em grande parte, a maior disponibilidade hídrica nos solos em Aramari. Nas localidades de Alagoinhas, Entre Rios e Mata de São João, o ΔPP entre R1 e R2 foi pequena, inferior a 180 mm ano^{-1} , sendo a PP em R2 maior do que em R1. Com isso, houve aumento de 4% no IMA médio de R2. Em Esplanada, onde o ΔPP foi maior em R2 ($+ 240 \text{ mm ano}^{-1}$), o aumento médio do IMA em R2 foi bem maior (19%).

As diferenças de PP e IMA entre as localidades foram confirmadas pela análise de agrupamento dessas variáveis em R1 e R2 (Figura 3). Nesse dendrograma foi constatada a formação de dois grupos, com 100% de dissimilaridade: o grupo 1 contendo apenas Inhambupe e, o grupo 2, contendo as demais localidades. Dentro deste grupo, pode-se considerar a formação de dois subgrupos, com distâncias próximas a

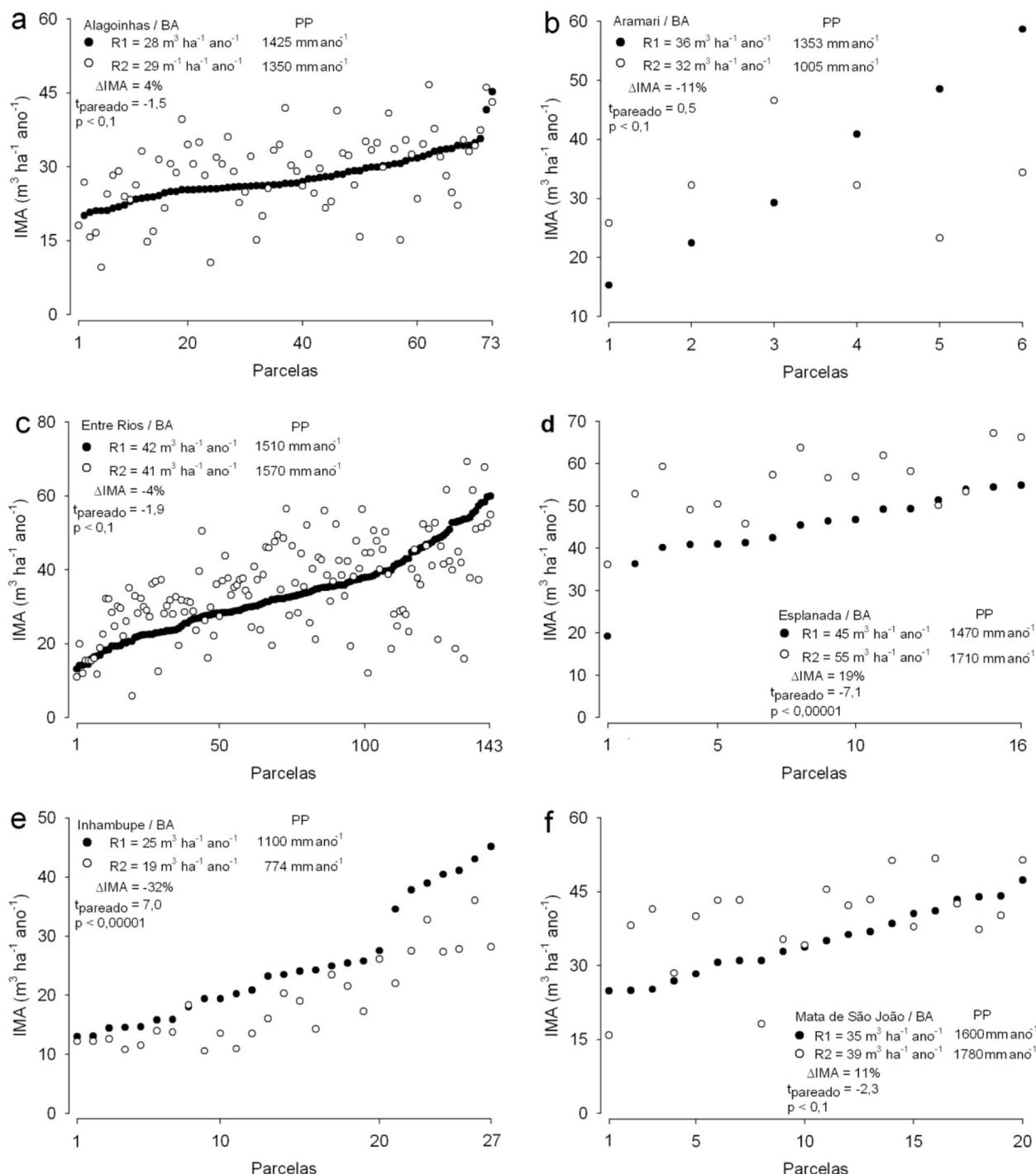


Figura 2. Teste T pareado do incremento médio anual de madeira com casca nas localidades estudadas (a = Alagoinhas; b = Aramari; c = Entre Rios; d = Esplanada; e = Inhambupe; f = Mata de São João). PP = precipitação pluviométrica média anual da rotação de cultivo.

Figure 2. Paired t test of the mean annual increment of wood with bark in the studied municipalities: (a = Alagoinhas; b = Aramari; c = Entre Rios; d = Esplanada; e = Inhambupe; f = Mata de São João). PP = average annual rainfall of each crop rotation.

75% entre os mesmos, constituindo Esplanada um subgrupo distinto. Aramari apresentou 55% de dissimilaridade, enquanto Alagoinhas, Entre Rios e Mata de São João formaram um subgrupo aparte, com dissimilaridade inferior a 40%. Entre Rios e Mata de São João apresentaram a menor dissimilaridade. A maior dissimilaridade ocorreu entre Esplanada e Inhambupe (maior distância euclidiana) (Figura 3), a qual é justificada pelo antagonismo de resposta ocorrido nessas localidades. A localidade de Inhambupe se destacou das demais, principalmente, pela consistência apresentada na produção em R2, a qual foi inferior a R1 em todas as parcelas estudadas ($\Delta_{IMA} = -32\%$). Este resultado refletiu a menor PP observada em R2 (Figura 2e). Analogamente, em Esplanada, houve maior consistência no IMA em R2, apesar do IMA observado em R2 ter sido maior que em R1 em todas as parcelas estudadas ($\Delta_{IMA} = 19\%$). Neste caso, a PP foi maior em R2 (Figura 2d).

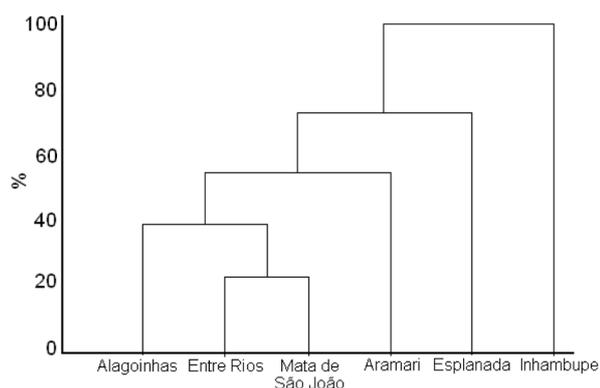


Figura 3. Dendrograma de dissimilaridade gerado pelo método de agrupamento "vizinho mais próximo", baseado nas distâncias generalizadas Euclidianas entre as seis regiões de estudo. (Multivariada = IMA R1 x Precipitação Pluviométrica R1 x IMA R2 x Precipitação Pluviométrica R2).

Figure 3. Dissimilarity dendrogram generated by clustering "nearest neighbor" method, based on the generalized Euclidean distances between the six study areas. (Multivariate = MAI R1 x mean annual rainfall R1 x MAI R2 x mean annual rainfall R2).

Nesses mesmos municípios do nordeste da Bahia, em plantações clonais do híbrido *E. grandis* x *urophylla* adequadamente manejadas, Stape et al. (2004) verificaram que a PP foi diretamente relacionada à produtividade de madeira, indicando que a deficiência hídrica era o fator mais limitante. De acordo com Binkley et al. (2004), com o aumento dos índices pluviométricos, o déficit de pressão de vapor é menor, resultando em aumento da taxa fotossintética por unidade

de água utilizada. A maior produtividade de R2 também pode estar associada à existência de um sistema radicular já desenvolvido. Vários estudos com eucalipto comprovaram a influência das reservas orgânicas e inorgânicas da cepa sobre o crescimento inicial das brotações (TEIXEIRA et al., 2002; TEWARI et al., 2004; WALTERS et al., 2005). A magnitude de resposta é variável. Tem sido observado que o pico de crescimento de novas raízes nas cepas coincide com o período de chuvas (TEIXEIRA et al., 2002; MELLO et al., 2007). Em razão do rápido crescimento inicial da brotação, a produção de folhas é bem maior do que a de plantas estabelecidas a partir de sementes. Com isso, o pico do índice de área foliar das brotações ocorre antes das plantas na R1 (EVANS; TURNBULL, 2004), refletindo a maior eficiência no uso da luz.

Levando-se em conta que, nas brotações, a área foliar são maiores que em plantas em R1, e que o sistema radicular já estabelecido mantém absorção contínua de água, espera-se que o potencial hídrico no solo decresça mais rapidamente e, sob deficiência hídrica, haja maior diminuição de vigor e crescimento em brotações. Esses efeitos podem ter ocorrido nas áreas onde R2 foi menor que R1. Reis e Reis (1997) observaram morte de folhas mais acentuada em brotações submetidas a ciclos de estresse hídrico, comparativamente à plantas intactas produzidas a partir de sementes.

Quanto ao efeito do solo sobre a produtividade da R1 e R2, houve acentuado efeito da textura do solo (Tabela 2). De modo geral, nas parcelas experimentais com solos mais arenosos, de menor capacidade de retenção de água disponível, a produtividade de R2 foi menor do que a de R1. Este efeito foi nítido na localidade de Entre Rios, sob mesma condição pluviométrica.

Por meio de análise de regressão multivariada, usando-se os dados de PP e de IMA da R1 e R2, obteve-se uma equação geral para estimar o IMA da R2 (Tabela 3):

$$IMA_{R2} = 0,80921 IMA_{R1} - 0,01702 PP_{R1} + 0,02173 PP_{R2} ; R^2 = 0,96; Syx = 7,46$$

em que, IMA = incremento médio anual; PP = precipitação; R1 = primeira rotação de cultivo; R2 = segunda rotação de cultivo; R^2 = coeficiente de determinação; Syx = erro-padrão da estimativa

Esta equação se ajustou bem aos dados, devido ao seu alto coeficiente de determinação e aos valores estimados de IMA serem consistentes e livres de tendências (Figura 4). O valor alto do

coeficiente de correlação linear entre os valores observados e os estimados ($r = 0,98$) permite classificar a equação como de performance muito boa (ALVARES et al., 2013a). Além disso, os valores estimados pelo modelo não diferem dos medidos (teste F não significativo, $a > 0,05$) (Figura 4a). Com base no teste T para o erro médio (t_e), constatou-se que as diferenças entre os valores estimados e os observados ocorrem

ao acaso. Assim, essa equação é útil para se estimar o potencial produtivo de R2 baseado nos índices pluviométricos. A sua aplicação deve ser feita com cautela, pois há vários fatores silviculturais envolvidos (material genético, época de corte, forma de condução da brotação, variações entre solos). Outras equações poderão ser ajustadas a partir de banco de dados amplificado e estratificado.

Tabela 2. Classes de solo predominantes em cada município e diferença entre o incremento médio anual da R1 menos o IMA da R2 (Δ_{IMA}), seguido do erro padrão da média.

Table 2. Main soil classes in each municipality and the difference between the mean annual increment of R1 minus the MAI R2 (Δ_{IMA}), followed by the standard error of the mean.

Município	Solo ¹	$\Delta_{IMA} \pm e$ (m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹)
Alagoinhas	RQo A fraco arenosa	-5 ± 2
	PAd A fraco arenosa/média abruptico	-2 ± 4
	RQo A moderado arenosa	4 ± 1
Aramari	GX indiscriminado	-25 ± 1
	RQo A fraco arenosa	7 ± 6
Entre Rios	PAd A fraco arenosa/média	-7 ± 3
	GX indiscriminado	-5 ± 2
	RQo A fraco arenosa	-2 ± 3
	RQo A moderado arenosa	2 ± 1
	PAd A moderado arenosa/média	8 ± 2
	PAd A moderado média/argilosa	9 ± 2
	PAd A moderado profundo média/argilosa	14 ± 4
Esplanada	PAd A moderado profundo arenosa/argilosa	9 ± 7
	CXd A moderado média	11 ± 2
	LVd A moderado argilosa	11 ± 3
	PAd A moderado média/argilosa	11 ± 5
Inhambupe	PAd A moderado arenosa/média	-7 ± 1
	LAd A moderado média	-2 ± 1
Mata de São João	PAd A moderado argilosa/muito argilosa	2 ± 4
	PAd A moderado arenosa/média	4 ± 2
	PAd A moderado média/argilosa	6 ± 7

¹ RQo = NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico; PAd = ARGISSOLO AMARELO Distrófico; GX = GLEISSOLO HÁPLICO; CXd = CAMBIS-SOLO HÁPLICO Distrófico; LVd = LATOSSOLO VERMELHO Distrófico; LAd = LATOSSOLO VERMELHO Distrófico. Taxonomia conforme EMBRAPA (2013).

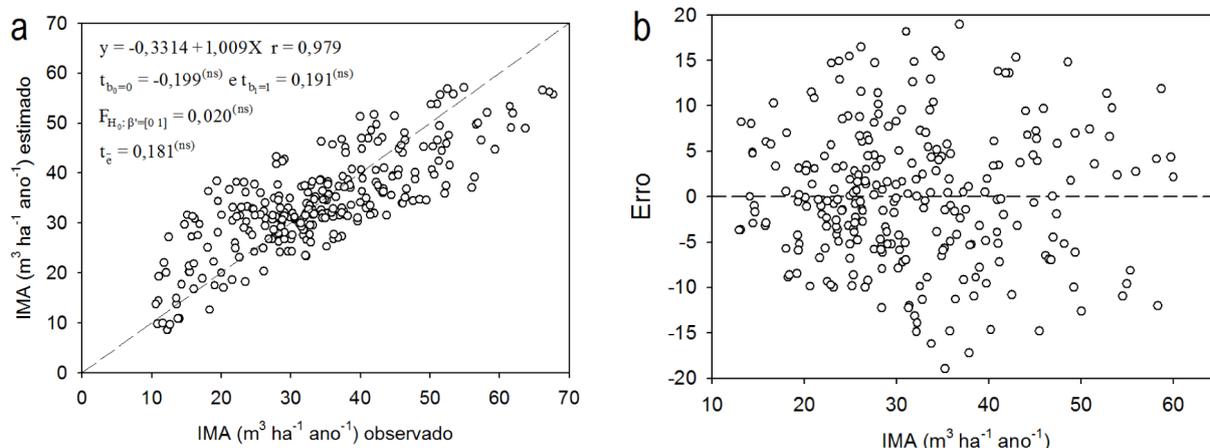


Figura 4. Valores estimados vs. valores observados (a) e distribuição dos erros das estimativas de IMA na segunda rotação de cultivo (b). ns: não significativo ($\alpha = 0,05$).

Figure 4. Estimated versus observed values (a) and the distribution of estimate error of IMA's second crop rotation (b). ns: not significant ($\alpha = 0.05$).

Tabela 3. Análise de variância da regressão linear multivariada.
Table 3. Analysis of variance of the multivariate linear regression.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F calc.	Prob > F
Modelo	3	329411	109804	1972	0,0001
Resíduo	262	14588	55,7	-	-
Total	265	343999	-	-	-
IMA _{R1}	1	324634	324634	5830	0,0001
PP _{R1}	1	2034	2034	36,52	0,0001
PP _{R2}	1	2743	2743	49,27	0,0001

FV. = fonte de variação; G.L. grau de liberdade= ; S.Q. = soma de quadrados; Q.M. = quadrado médio

CONCLUSÕES

A produtividade de brotações de povoamentos híbridos de *Eucalyptus grandis* x *urophylla* relaciona-se estreitamente ao regime de precipitação pluviométrica. Nos locais onde a precipitação pluviométrica é maior na segunda rotação de cultivo, a produtividade desta rotação é maior que a da primeira rotação de cultivo. Há acentuado efeito da textura do solo. De modo geral, nas parcelas experimentais com solos mais arenosos, de menor capacidade de retenção de água disponível, a produtividade de R2 é menor do que a de R1.

AGRADECIMENTOS

À Bahia Specialty Cellulose/Copener pelos dados gentilmente cedidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário estatístico da ABRAF:** Ano base 2012. Brasília, 2013, 148 p.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M. Modeling monthly mean air temperature for Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 113, p. 407-427, 2013a.

ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711-728, 2013b.

ANDRADE, E. N. **A cultura do Eucalyptus.** São Paulo: Typographia Brazil de Rothschild, 1909. 156 p.

BINKLEY, D.; STAPE, J. L.; RYAN, M. G. Thinking about efficiency of resource use in forests. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 193, n. 1-2, p. 5-16, 2004.

CEI – CENTRO DE ESTATÍSTICAS E INFORMAÇÕES. **Riscos de seca na Bahia.** Salvador: CEI/BA, 1991. 111 p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Levantamento generalizado e semidetalhado de solos da Aracruz Celulose S.A. no estado do Espírito Santo e no extremo sul do Estado da Bahia e sua aplicação aos plantios de eucalipto.** Rio de Janeiro: CNPS, 2000. 111 p.

EVANS, J.; TURNBULL, J. **Plantation forestry in the tropics: the role, silviculture, and use of planted forests for industrial, social, environmental, and agroforestry purposes.** Oxford: Oxford University Press, 2004. 467 p.

GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C. A.; HIGA, A. R.; SILVA, L. D.; ALFENAS, A. C.; STAHL, J.; FERRAZ, S. F. B.; LIMA, W. P.; BRANCALION, P. H. S.; HUBNER, A.; BOUILLET, J. P. D.; LACLAU, J. P.; NOUVELLON, Y.; EPRON, D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 301, p. 6-27, 2013.

GONÇALVES, J. L. M.; ROCHA, J. H. T.; BAZANI, J. H.; HAKAMADA, R. E. Nutrição e adubação da cultura do eucalipto manejada no sistema de talhadia. In: PRADO, R. M.; WADT, P. G. S. (Ed.). **Nutrição e adubação de espécies florestais e palmeiras,** Jaboticabal: FCAV/CAPES, 2014. p. 349-382.

KREIJC, L. C. **Levantamento de solos em projetos da Copener Florestal V1-V10.** Alagoinhas: Copener Florestal Ltda., 1998. 520 p.

MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; BOAS, G. S. V.; FLEXOR, J. M. **Mapa geológico do quaternário costeiro do estado da Bahia.** Salvador: COM, 1980. 57 p.

- MELLO, S. L. D. M.; GONÇALVES, J. L. D. M.; GAVA, J. L. Pre-and post-harvest fine root growth in *Eucalyptus grandis* stands installed in sandy and loamy soils. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 246, p.186-195, 2007.
- REIS, G. G.; REIS, M. G. F. Fisiologia da brotação de eucalipto, com ênfase nas suas relações hídricas. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 9-22, 1997.
- REUNIÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA DO PTSM - MANEJO DE BROTAÇÕES DE EUCALIPTO, 37., 2009. Piracicaba. Piracicaba: IPEF, 2009. 1 CD-ROM.
- SIMÕES, J. W. **Formação, manejo e exploração de florestas com espécies de rápido crescimento**. Brasília: IBDF, 1981. 131 p.
- STAPE, J. L. Planejamento global e normatização de procedimentos operacionais da talhadia simples em *Eucalyptus*. **Série Técnica IPEF**. Piracicaba, v.11, n. 30, p.51-62, 1997.
- STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G. Eucalyptus production and the supply, use and efficiency of the use of water, light and nitrogen across a geographic gradient in Brazil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 193, n. 1-2, p. 17-31, 2004.
- TEIXEIRA, P. C.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; TEIXEIRA, J. L. *Eucalyptus urophylla* root growth, stem sprouting and nutrient supply from the roots and soil. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 160, n. 1-3, p. 263-271, 2002.
- TEWARI, S. K.; KATTIYAR, R. S.; BALAK RAM, P. N. M. Effect of age and season of harvesting on the growth, coppicing characteristics and biomass productivity of *Leucaena leucocephala* and *Vitex negundo*. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 26, n. 3, p. 229-234, 2004.
- WALTERS, J. R.; BELL, T. L.; READ, S. Intra-specific variation in carbohydrate reserves and sprouting ability in *Eucalyptus obliqua* seedlings. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v. 53, n. 3, p. 195-203, 2005.

Recebido em 01/11/2013

Aceito para publicação em 21/05/2014

