



ARTIGO ORIGINAL

Wanda Lemos Paixão Nogueira<sup>1</sup>  
Marciel José Ferreira<sup>1\*</sup>  
Narrúbia Oliveira de Almeida Martins<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Av.  
General Rodrigo Octávio Jordão Ramos, 6200,  
69077-000, Manaus, AM, Brasil

\*Autor Correspondente:  
E-mail: [mjf.ufam@gmail.com](mailto:mjf.ufam@gmail.com)

**PALAVRAS-CHAVE**

Crescimento  
Sobrevivência  
Pioneiras  
Não pioneiras  
Amazônia

**KEYWORDS**

Growth  
Survival  
Pioneer  
Not pioneer  
Amazonia

## Estabelecimento inicial de espécies florestais em plantio para a recuperação de área alterada no Amazonas

### *Initial establishment of cultivated forest species for recovery of modified area in Amazonas*

**RESUMO:** A análise do estabelecimento inicial das mudas no campo constitui etapa fundamental para a seleção de espécies arbóreas nativas com maior potencial de se desenvolverem em condições adversas, a exemplo daquelas encontradas em ambientes perturbados. O objetivo deste estudo foi investigar a sobrevivência e os padrões de crescimento de espécies florestais nativas de diferentes grupos ecológicos crescendo em área alterada no Amazonas. O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados com onze espécies (seis espécies pioneiras - P e cinco espécies não pioneiras - NP), cinco repetições e espaçamento 3 × 2 m. Depois de dez meses do plantio, foram observadas taxas de sobrevivência superiores a 80% para a maioria das espécies nos diferentes grupos ecológicos, à exceção de *Sclerolobium paniculatum* (40%) e *Cedrela odorata* (67%). As espécies com maiores valores de incremento em altura e diâmetro foram: *Ochroma pyramidale* e *Trattinnickia rhoifolia* (P), *Parkia velutina*, *Hymenaea courbaril*, *Cedrela odorata* e *Endlicheria anomala* (NP). Os maiores incrementos em área de copa foram observados em *Sclerolobium paniculatum*, *Trattinnickia rhoifolia* e *Enterolobium schomburgkii* (P) e *Hymenaea courbaril* (NP). As espécies florestais estudadas possuem alta taxa de sobrevivência, porém apresentam padrões distintos de crescimento, os quais deverão ser considerados na definição das espécies a serem utilizadas em futuros programas de reflorestamento de áreas alteradas no Amazonas.

**ABSTRACT:** The analysis of initial seedling establishment in the field constitutes a fundamental step for the selection of native tree species with greater potential to develop under adverse conditions, like those found in disturbed environments. This study aimed to investigate the survival and growth patterns of native forest species from different ecological groups growing in a modified area of Amazonas. The experiment was installed in randomized blocks design with eleven species (six pioneers species - P and five no pioneers species - NP), five repetitions and 3 × 2 m spacing. After ten months of cultivation, the survival rates observed exceeded 80% for most species in different ecological groups, except for the species *Sclerolobium paniculatum* (40%) and *Cedrela odorata* (67%). The species with the highest values of increment in height and diameter were: *Ochroma pyramidale* and *Trattinnickia rhoifolia* (P), *Parkia velutina*, *Hymenaea courbaril*, *Cedrela odorata* and *Endlicheria anomala* (NP). The highest values of crown increment were observed in *Sclerolobium paniculatum*, *Trattinnickia rhoifolia* and *Enterolobium schomburgkii* (P) and *Hymenaea courbaril* (NP). The forest species studied have a high survival rate, but distinct patterns of growth, which should be considered in the definition of the species to be used in future reforestation programs of modified areas in Amazonas.

## 1 Introdução

O Bioma Amazônia que integra cerca de 40% das florestas tropicais remanescentes do planeta acumula perda de aproximadamente 75 milhões de hectares na região da Amazônia brasileira (INPE, 2014). Grande parte dessas áreas anteriormente com cobertura florestal têm sido destinadas à formação de pastagens (66%), sendo apenas 0,42% efetivamente utilizadas para fins de reflorestamento, o que demonstra a irrelevante participação das iniciativas de reflorestamento diante das demais classes de uso e cobertura do solo em áreas alteradas (INPE, 2014).

Diante da necessidade de reintroduzir áreas então desflorestadas aos processos produtivos e, ao mesmo tempo, diminuir a pressão de exploração sobre as florestas nativas, os programas de reflorestamento constituem estratégia fundamental para a recomposição vegetal de áreas degradadas (Salomão et al., 2014). Todavia, o sucesso no estabelecimento das iniciativas de reflorestamento depende, dentre outros fatores, da definição do método mais adequado de recuperação (Lamb et al., 2005), da qualidade do sítio e da seleção das espécies com maior potencial de sobrevivência e crescimento nessas áreas (Salomão et al., 2014).

No que diz respeito à seleção das espécies para o reflorestamento, a maioria dos estudos têm abordado a identificação de espécies capazes de se estabelecer sob condições adversas de ambientes degradados (Román Dañobeytia et al., 2007; Martínez-Garza et al., 2013; Vale et al., 2014). No entanto, além da escolha correta das espécies, deve-se levar em consideração a distribuição dessas espécies nos diferentes grupos ecológicos, de modo a se definir os modelos mais adequados de plantio, garantindo não apenas a rápida cobertura da área, mas promovendo a sucessão florestal e o estabelecimento do plantio em longo prazo (Campoe et al., 2014).

As espécies pioneiras, caracterizadas pelo rápido crescimento e alto potencial de cobertura do solo, favorecem a sucessão florestal, facilitando o estabelecimento das espécies não pioneiras intolerantes à alta irradiância normalmente observada em áreas abertas (Douterlungne et al., 2013). O melhor entendimento do desempenho inicial em campo de espécies florestais nativas por meio da combinação de diferentes grupos ecológicos e as relações interespecíficas existentes constitui um desafio em programas de reflorestamento na região amazônica que naturalmente é caracterizada pela alta diversidade florística (Santos et al., 2006). Portanto, conhecer as características de sobrevivência e de crescimento inicial das espécies em plantios mistos será fundamental para a definição de estratégias silviculturais mais adequadas à condução das mudas em campo (Campoe et al., 2014).

Diante desse contexto, este estudo foi realizado com a expectativa de responder à seguinte questão principal: quais os padrões de sobrevivência e crescimento de onze espécies florestais nativas distribuídas em diferentes grupos ecológicos, plantadas em área alterada no Amazonas. As hipóteses investigadas foram: i) as espécies possuem alta taxa de sobrevivência durante o estabelecimento inicial em campo; ii) as espécies possuem padrões de crescimento (altura, diâmetro e área de copa) diferenciados, determinados não somente pelo grupo ecológico que ocupam. O objetivo desta pesquisa foi analisar

a sobrevivência e as estratégias de crescimento inicial de espécies arbóreas de diferentes grupos ecológicos durante a fase de estabelecimento no campo.

## 2 Material e Métodos

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Amazonas (FAEXP - UFAM), localizada no km 38 da rodovia BR-174 (2° 39' 19.3" S 60° 03' 09.6" W), Manaus, AM. Com relevo levemente acidentado, a área conta com histórico de cultivo de mandioca e posterior abandono.

Com o objetivo de verificar a necessidade de correção da acidez do solo e reposição de nutrientes, foi realizada a caracterização do solo a partir de duas amostras compostas provenientes de cinco amostras simples cada uma. As amostras foram coletadas nas camadas de 0 a 5 cm e 5 a 20 cm de profundidade com cilindro volumétrico tipo Kopec (EMBRAPA, 1997). À semelhança da maioria dos solos do estado do Amazonas (Moreira & Fageria, 2009), as análises indicaram baixos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, além de elevada acidez e saturação por alumínio classificada como muito alta (Tabela 1). Desta forma, previamente à implantação do experimento, foram realizadas a correção do solo e adubação (plantio e cobertura). Para a correção da acidez do solo antes do plantio, foram aplicados 108,8 g de calcário dolomítico em cada cova. No momento do plantio, também foram aplicados 74 g de Superfosfato simples (P). Trinta dias após o plantio, foram aplicados 10 g de FTE BR 12, 16 g de sulfato de amônia (N) e 11,5 g de Cloreto de potássio (K). Sessenta dias após o plantio, foram aplicados 16 g de sulfato de amônia (N) e 11,5 g de Cloreto de potássio (K). Por fim, aos 90 dias após o plantio, foram aplicados 16 g de sulfato de amônia (N) e 11,5 g de Cloreto de potássio (K).

O experimento foi instalado em fevereiro de 2014, durante o período chuvoso, sendo utilizadas onze espécies florestais nativas dos grupos ecológicos das pioneiras e não pioneiras (Tabela 2). As espécies foram selecionadas com base na disponibilidade de sementes em áreas de remanescentes florestais da região e de bancos de sementes das instituições Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Amazônia Ocidental) e Centro de Sementes Nativas do Amazonas (CSNAM-UFAM).

A produção das mudas ocorreu seis meses antes do plantio no campo, no Viveiro Florestal da Universidade Federal do Amazonas, utilizando-se sacos de polietileno (14 × 21 cm) e substrato na proporção 2:1 de terra preta e argila enriquecida com nutrientes (3,5 g de Superfosfato simples, 1 g de calcário, 0,75 g de Sulfato de amônio, 0,2 g de Cloreto de potássio e 0,2 de FTE BR 12). As mudas foram mantidas em casa de vegetação com 50% de sombreamento e aclimatadas sob alta irradiância cerca de 30 dias antes do plantio em campo.

Em fevereiro de 2014, as mudas foram plantadas em covas de 40 × 50 cm no sistema de arranjo em quincôncio. Cada espécie não pioneira foi posicionada no centro de um quadrado composto por quatro espécies pioneiras, distribuídas no espaçamento 3 × 2 m. O controle de formigas foi mantido mediante a aplicação de formicida granulado e em pó seco, antes e durante o plantio, sendo o monitoramento efetuado mensalmente durante toda a condução do experimento. O controle de plantas invasoras foi

**Tabela 1.** Granulometria e características químicas do solo.**Table 1.** Granulometry and chemical characteristics of the soil.

Parâmetro	Unidade	Profundidade	
		0-5 cm	5-20 cm
ARGILA	g kg <sup>-1</sup>	77,00	81,00
SILTE	g kg <sup>-1</sup>	13,93	10,99
AREIA	g kg <sup>-1</sup>	9,07	8,01
pH (H <sub>2</sub> O)		4,47	4,59
P (Fósforo Mehlich <sup>-1</sup> .)	mg kg <sup>-1</sup>	1,34	0,54
K (Potássio Mehlich <sup>-1</sup> )	mg kg <sup>-1</sup>	13,30	9,30
Ca (Cálcio)	cmolc kg <sup>-1</sup>	0,04	0,03
Mg (Magnésio)	cmolc kg <sup>-1</sup>	0,07	0,05
Al (Alumínio)	cmolc kg <sup>-1</sup>	1,20	1,00
H+Al (Acidez potencial)	cmolc kg <sup>-1</sup>	4,50	4,00
SB (Soma de bases)	cmolc kg <sup>-1</sup>	0,14	0,10
t (CTC efetiva)	cmolc kg <sup>-1</sup>	1,34	1,10
T (CTC a pH 7,0)	cmolc kg <sup>-1</sup>	4,64	4,10
V (Saturação por bases)	%	3,10	2,53
m (Saturação por alumínio)	%	89,3	90,6
Matéria Orgânica	g kg <sup>-1</sup>	23,3	18,5
Fe	mg kg <sup>-1</sup>	156,8	143,8
Zn	mg kg <sup>-1</sup>	0,50	0,20
Mn	mg kg <sup>-1</sup>	1,00	8,00
Cu	mg kg <sup>-1</sup>	0,00	0,00
C	g kg <sup>-1</sup>	13,60	10,80
N	g kg <sup>-1</sup>	1,30	0,50

**Tabela 2.** Espécies pioneiras e não pioneiras selecionadas para o experimento de campo.**Table 2.** Pioneer and not pioneer species selected to the field experiment.

Família	Espécie	Nome vulgar	Grupo ecológico
Malvaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Sumaúma	Pioneira
Malvaceae	<i>Bombacopsis macrocalyx</i> (Ducke) A. Robyns	Munguba falsa	Pioneira
Burseraceae	<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.	Breu-sucuruba	Pioneira
Fabaceae- Caesalpinioideae	<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel	Taxí Branco	Pioneira
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. ex Lam.) Urban	Pau-de-balsa	Pioneira
Fabaceae- Mimosoideae	<i>Enterolobium schomburgkii</i> (Benth.) Benth	Orelha de macaco	Pioneira
Fabaceae- Mimosoideae	<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	Pracaxi	Não Pioneira
Fabaceae- Caesalpinioideae	<i>Hymenaea courbaril</i> L	Jatobá	Não Pioneira
Lauraceae	<i>Endlicheria anomala</i> (Nees) Mez.	Louro-fino	Não Pioneira
Meliaceae	<i>Cedrela odorata</i> L	Cedro	Não Pioneira
Fabaceae- Mimosoideae	<i>Parkia velutina</i> Benoist	Visgueiro	Não Pioneira

realizado por meio do coroamento mediante capina manual a cada três meses ou sempre que necessário.

As taxas de sobrevivência para cada espécie foram calculadas considerando o número total de mudas plantadas por espécie e o número de mudas estabelecidas após 10 meses do plantio. O crescimento das mudas (altura, diâmetro do coleto e área de copa) foi realizado com o uso de régua graduada em centímetro (considerado como padrão de medição o comprimento desde a base do coleto ao nível do solo até a gema apical principal da planta) e paquímetro digital (modelo Mitutoyo). A área de copa (AC) foi calculada pela fórmula  $\pi \times 0,25 \times (\text{diâmetro médio da copa})^2$  a partir de duas medidas ortogonais nas direções norte-sul e leste-oeste com o uso de uma trena (Peña-Claros et al., 2002). De posse dos dados de diâmetro, altura e área de copa

inicial (tempo 1) e final (tempo 2) foram calculadas as taxas de crescimento relativo após 10 meses de experimentação, seguindo a metodologia de Lima et al. (2007).

O experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados com cinco repetições, cada bloco possuindo 135 m<sup>2</sup> (9 × 15 m). A normalidade dos dados foi analisada aplicando-se os testes de Lilliefors e Kolmogorov-Smirnov, e a homogeneidade das variâncias verificada pelo método de Levene. Para os casos de não atendimento aos pressupostos anteriores, os dados foram transformados pelo método da raiz quadrada e submetidos à análise de variância (ANOVA One Way) e ao teste de Tukey (P < 0,05). Todas as análises foram processadas no programa Statistica versão 8.0 (StatSoft).

### 3 Resultados e Discussão

De modo geral, observou-se alta taxa de sobrevivência para a maioria das espécies, sendo que apenas 6% do total de mudas plantadas morreram após dez meses do plantio. Das onze espécies estudadas, apenas duas tiveram sobrevivência inferior a 80% até os dez meses após o plantio (Tabela 3). Este resultado está de acordo com as expectativas de êxito de projetos de reflorestamento de áreas degradadas, as quais indicam que o valor de 80% pode ser interpretado como alta taxa de sobrevivência do plantio (Duboc & Guerrini, 2007; Salomão et al., 2014).

No grupo ecológico das espécies pioneiras, *B. macrocalix*, *C. pentandra*, *O. pyramidale*, *E. schomburgkii* e *T. rhoifolia* tiveram 100% de sobrevivência, enquanto *S. paniculatum* apresentou 40%. A baixa taxa de sobrevivência observada para a espécie *S. paniculatum* é equivalente aos valores obtidos por Souza et al. (2010), que observaram sobrevivência entre 27,8 e 63,9% para *S. paniculatum* cultivada a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na Amazônia. Por outro lado, a mesma espécie em plantios para a recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita apresentou mortalidade classificada como muito baixa, sendo inferior a 18,7% (Salomão et al., 2014). No presente estudo, acredita-se que o porte da muda utilizada no plantio pode ter influenciado fortemente a sobrevivência desta espécie em campo (diâmetro médio de 1,6 mm e altura média de 0,10 m aos seis meses de idade).

Os padrões de altura e diâmetro das mudas de espécies florestais possuem relação direta com as taxas de sobrevivência iniciais das espécies nos primeiros anos do plantio (Grossnickle, 2012; Tsakalimi et al., 2013). Embora algumas características morfológicas possam perder o seu valor preditivo com o tempo, em função dos fatores ambientais e genéticos atuantes, o desempenho em campo pode ser estimado a partir da análise da qualidade da muda em viveiro, em especial pela variável diâmetro à altura do coleto (Tsakalimi et al., 2013). Assim, mesmo não havendo informações sobre o padrão de tamanho ideal para o plantio da espécie *S. paniculatum*, acredita-se que

o baixo porte das mudas utilizadas tenha sido determinante para a menor sobrevivência desta espécie em campo.

Em relação às espécies não pioneiras, *H. courbaril*, *E. anomala* e *P. macroloba* tiveram 100% de sobrevivência, *P. velutina* alcançou 80% de sobrevivência, ao passo que a única espécie com sobrevivência abaixo do limite considerado ideal para projetos de reflorestamento (Duboc & Guerrini, 2007) foi a espécie *C. odorata* (66,7%). Esse desempenho foi semelhante ao observado em outros estudos, a exemplo de Souza et al. (2010) que associaram a baixa sobrevivência à suscetibilidade da espécie ao ataque da Broca-do-cedro (*Hypsiphylia grandella*).

De modo geral, os resultados de sobrevivência das espécies neste estudo (média de 90%), aos dez meses do plantio, sugerem adequada capacidade de aclimação às condições nem sempre favoráveis encontradas em ambientes alterados (por exemplo, baixa disponibilidade de nutrientes e excesso de irradiância) (Breugel et al., 2011; Campoe et al., 2014). Assim, ao menos do ponto de vista de sobrevivência, grande parte das espécies se mostraram adequadas para a composição de modelos de plantios mistos para a recomposição vegetal de áreas alteradas no Estado do Amazonas.

As espécies apresentaram padrões distintos de crescimento dentro de cada grupo ecológico (Figura 1). Esses resultados, de certa forma, confirmam o potencial de crescimento inerente a cada espécie sob as mesmas condições edafoclimáticas, e, ao mesmo tempo, justifica a análise de desempenho individual das espécies a fim de identificar espécies mais adequadas para a composição das iniciativas de reflorestamento.

Com relação às espécies pioneiras, *O. pyramidale* e *T. rhoifolia* alcançaram as maiores taxas de crescimento relativo em diâmetro e altura após 10 meses do plantio (Figuras 1a e 1c). As taxas de crescimento dessas duas espécies foram cerca de 2,5 vezes superiores às espécies com os menores incrementos em altura (*B. macrocalix*) e diâmetro (*S. paniculatum*). Além dos maiores incrementos em diâmetro e altura, *T. rhoifolia* também alcançou maiores taxas de crescimento em área de copa, seguida pelas espécies *S. paniculatum* e *E. schomburgkii* (Figura 1e). O padrão de crescimento observado para a espécie *T. rhoifolia* (maiores valores de diâmetro, altura e área de copa) é fundamental para a rápida cobertura da área e o sombreamento das espécies arbóreas menos tolerantes à alta irradiância, além do mais eficiente autocontrole da matocompetição.

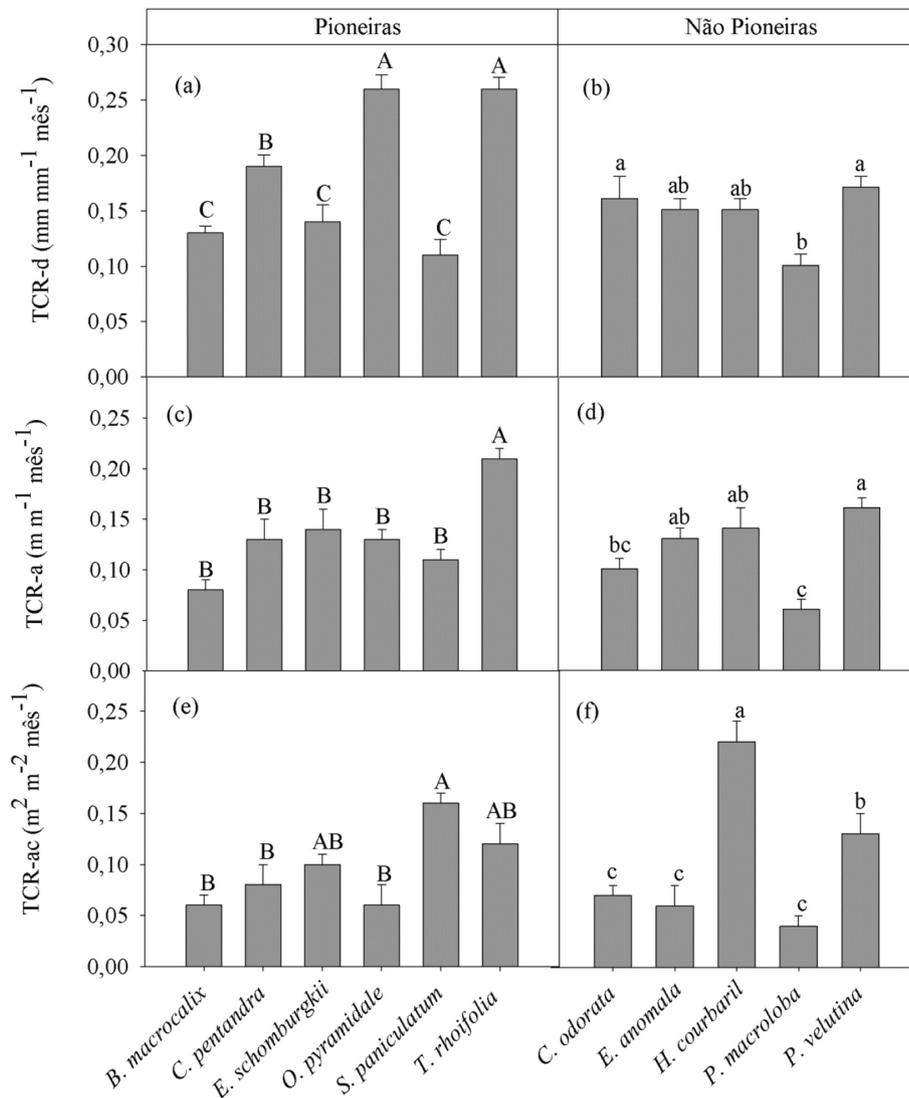
O rápido crescimento da espécie *T. rhoifolia* pode consubstanciar a discussão existente na literatura quanto à correta classificação desta espécie entre os diferentes grupos ecológicos, uma vez que ainda não há precisão quanto à sua definição funcional, se pioneira (Condé & Tonini, 2013) ou não pioneira (Schwartz et al., 2013). O resultado obtido neste estudo é equivalente ao observado por Souza et al. (2008) em cultivo a pleno sol, no qual a mesma espécie apresentou altura aproximada de 100 cm e diâmetro médio de 28 mm aos 12 meses após o plantio. Ademais, a espécie também tem se destacado em plantios para a recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita com incrementos em altura da ordem de 0,77 m ano<sup>-1</sup>, sendo classificada como de boa aptidão ecológica para a composição de projetos de reflorestamento com esta finalidade (Salomão et al., 2014).

Em relação às espécies não pioneiras, observaram-se diferentes estratégias de crescimento, embora os padrões de crescimento

**Tabela 3.** Taxas de sobrevivência das onze espécies florestais (pioneiras e não pioneiras) aos dez meses após o plantio em área alterada no Amazonas. G. E. (Grupo Ecológico).

**Table 3.** Survival rates of eleven tree species (pioneer and non-pioneer) at ten months after planting in a disturbed area in the Amazonas. G. E. (Ecological Group).

G. E	Espécies	Sobrevivência (%)
Pioneiras	<i>B. macrocalix</i>	100
	<i>C. pentandra</i>	100
	<i>E. schomburgkii</i>	100
	<i>O. pyramidale</i>	100
	<i>S. paniculatum</i>	40
	<i>T. rhoifolia</i>	100
Não Pioneiras	<i>C. odorata</i>	66,7
	<i>E. anomala</i>	100
	<i>H. courbaril</i>	100
	<i>P. macroloba</i>	100
	<i>P. velutina</i>	80



**Figura 1.** Taxas de crescimento relativo em diâmetro (TCR-d), altura (TCR-a) e área de copa (TCR-ac) de onze espécies florestais (pioneiras e não pioneiras) aos dez meses após o plantio em área alterada no Amazonas. (a) crescimento em diâmetro das espécies pioneiras; (b) crescimento em diâmetro das espécies não pioneiras; (c) crescimento em altura das espécies pioneiras; (d) crescimento em altura das espécies não pioneiras; (e) crescimento em área de copa das espécies pioneiras; (f) crescimento em área de copa das espécies não pioneiras. Os valores são médias e as linhas verticais indicam os erros padrão. Médias seguidas da mesma letra maiúscula para espécies pioneiras e minúscula para espécies não pioneiras não diferem pelo teste de Tukey ( $P \geq 0,05$ ) ( $n = 5$ ).

**Figure 1.** Relative growth rates in diameter (RGR-d), height (RGR-h) and crown area (RGR-ca) of eleven forest species (pioneer and non-pioneer) at ten months after planting in a disturbed area in the Amazonas. (a) diameter growth of pioneer species; (b) diameter growth of non-pioneer species; (c) height growth of pioneer species; (d) height growth of non-pioneer species; (e) crown area growth of pioneer species; (f) crown area growth of non-pioneer species. Values are means and vertical lines indicate the standard error. Mean values followed by the same capital letter for pioneer species and lowercase letter for non-pioneer species did not differ by the Tukey test ( $P \geq 0.05$ ) ( $n = 5$ ).

parecem ter sido menos diferenciados quando comparados aos padrões das espécies pioneiras. Enquanto algumas espécies investiram mais no crescimento em diâmetro, a exemplo de *P. velutina* e *C. odorata*, outras investiram mais no crescimento em altura, como *H. courbaril* e *E. anomala*. (Figura 1).

No que diz respeito ao crescimento relativo em altura, três espécies se destacaram, sendo elas: *H. courbaril*, *P. velutina* e *E. anomala*. Contudo, a espécie *H. courbaril* foi a única espécie que, além de ter alcançado os melhores desempenhos em altura e diâmetro, também obteve crescimento superior

às outras espécies em relação ao incremento em área de copa (Figura 1e).

O desempenho superior da espécie *H. courbaril* também foi verificado por Souza et al. (2008). A espécie alcançou altura aproximada de 1,2 m aos 12 meses após o plantio, sendo, portanto, indicada para plantios de recuperação, principalmente quando associada à espécies de outros grupos ecológicos. Por outro lado, em sítios com maiores níveis de degradação, tais como áreas de exploração de bauxita, a espécie em plantios adultos apresentou incremento periódico anual de 0,41 m ano<sup>-1</sup>, sendo

classificada como de aptidão regular em reflorestamentos de áreas degradadas (Salomão et al., 2014). Ademais, de acordo com Campoe et al. (2014), esta espécie tem se mostrado bastante responsiva à aplicação de tratos silviculturais (adubação e controle de plantas invasoras) durante a condução do plantio. A adoção desses tratos promoveu incrementos dez vezes maiores em diâmetro e duas vezes maiores em altura quando comparado à condição sem implementação. Esse resultado demonstra o potencial de crescimento adicional da espécie quando as mudas recebem os tratos silviculturais necessários à adequada condução do plantio.

No que concerne à espécie *P. velutina*, não foram encontrados na literatura resultados que pudessem referenciar o desempenho em crescimento da espécie aos dez meses de plantio, porém, ao considerar as taxas de sobrevivência, Salomão et al. (2014) classificaram a mesma espécie como inapta para a composição de plantios sobre áreas degradadas, tendo apresentado mortalidade acima de 94,5%. Diferente do estudo anterior, durante a fase inicial de estabelecimento no presente estudo, a espécie alcançou 80% de sobrevivência (Tabela 3). Somado ao desempenho em sobrevivência, quando comparada a outras espécies do mesmo gênero, observa-se que o crescimento de *P. velutina* neste estudo foi superior aos resultados alcançados por Costa et al. (2014), que, aos dez meses de plantio, encontraram valores médios para as taxas de crescimento relativo em altura e diâmetro não superiores a 0,10 m m<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup> e 0,05 cm cm<sup>-1</sup> mês<sup>-1</sup>, respectivamente, para as espécies *P. multijuga*, *P. nitida* e *P. pendula*.

Em relação à espécie *E. anomala*, embora tenha alcançado crescimento relativo em altura significativo, não se observou o uso dessa espécie em programas de plantios para a recuperação de áreas degradadas.

Quanto à espécie *C. odorata*, embora tenha se destacado entre as espécies de maiores incrementos em diâmetro, seu crescimento relativo em altura e área de copa foi significativamente afetado pelo ataque da Broca-do-cedro ainda nos primeiros meses após o plantio, o que tem sido comum para esta espécie mesmo em plantios mistos (Souza et al., 2010).

## 4 Conclusões

À exceção de *S. paniculatum* (pioneira) e *C. odorata* (não pioneira), todas as espécies possuem altas taxas de sobrevivência durante a fase inicial de estabelecimento em campo. As espécies possuem distintos padrões de crescimento (diâmetro, altura e área de copa) determinados não somente pelas diferenças de grupo ecológico. As espécies pioneiras *O. pyramidale* e *T. rhoifolia* e a não pioneira *H. courbaril* se destacaram em relação ao desempenho em crescimento quando comparadas às demais espécies do mesmo grupo ecológico. Os resultados alcançados neste estudo podem consubstanciar a seleção das espécies mais adequadas para a composição de futuros programas de reflorestamento de áreas alteradas no Amazonas.

## Referências

BREUGEL, M. V.; HALL, J. S.; CRAVEN, D. J.; GREGOIRE, T. G.; PARK, A.; DENT, D. H.; WISHNIE, M. H.; MARISCAL, E.; DEAGO, J.; IBARRA, D.; CEDEÑO, N.; ASHTON, M. S. Early growth and

survival of 49 tropical tree species across sites differing in soil fertility and rainfall in Panama. *Forest Ecology and Management*, v. 261, n. 10, p. 1580-1589, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2010.08.019>.

CAMPOE, O. C.; IANNELLI, C.; STAPE, J. L.; COOK, R. L.; MENDES, J. C. T.; VIVIAN, R. Atlantic forest tree species responses to silvicultural practices in a degraded pasture restoration plantation: From leaf physiology to survival and initial growth. *Forest Ecology and Management*, v. 313, n. 1, p. 233-242, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2013.11.016>.

CONDÉ, T. M.; TONINI, H. Fitossociologia de uma Floresta Ombrófila Densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 43, n. 3, p. 247-260, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672013000300002>.

COSTA, K. C. P.; FERRAZ, J. B. S.; BASTOS, R. P.; REIS, T. D. S.; FERREIRA, M. J.; GUIMARÃES, G. P. Estoques de biomassa e nutrientes em três espécies de parkia em plantios jovens sobre área degradada na Amazônia central. *Floresta*, v. 44, n. 4, p. 637-646, 2014. <http://dx.doi.org/10.5380/rf.v44i4.34135>.

DOUTERLUNGNE, D.; THOMAS, E.; LEVY-TACHER, S. I. Fast-growing pioneer tree stands as a rapid and effective strategy for bracken elimination in the Neotropics. *Journal of Applied Ecology*, v. 50, n. 5, p. 1257-1265, 2013.

DUBOC, E.; GUERRINI, I. A. Crescimento inicial e sobrevivência de espécies florestais de matas de galeria no domínio do cerrado em resposta à fertilização. *Energia Agrícola*, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Manual de métodos de análises de solo*. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 1997. 212 p.

GROSSNICKLE, S. C. Why seedlings survive: influence of plant attributes. *New Forests*, v. 43, n. 5-6, p. 711-738, 2012. <http://dx.doi.org/10.1007/s11056-012-9336-6>.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. *Projeto TerraClass: mapeamento da vegetação secundária para a Amazônia Legal*. São José dos Campos, 2014. Disponível em: <[http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/TerraClass\\_2012.pdf](http://www.inpe.br/noticias/arquivos/pdf/TerraClass_2012.pdf)>. Acesso em: 5 fev. 2015.

LAMB, D.; ERSKINE, P. D.; PARROTTA, J. A. Restoration of degraded tropical forest landscapes. *Science*, v. 310, n. 5754, p. 1628-1632, 2005. <http://dx.doi.org/10.1126/science.1111773>. PMID:16339437.

LIMA, J. F.; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. S. Índices fisiológicos e crescimento inicial de mamoeiro (*Carica papaya* L.) em casa de vegetação. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 31, n. 5, p. 1358-1363, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000500013>.

MARTÍNEZ-GARZA, C.; BONGERS, F.; POORTER, L. Are functional traits good predictors of species performance in restoration plantings in tropical abandoned pastures? *Forest Ecology and Management*, v. 303, n. 1, p. 35-45, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2013.03.046>.

MOREIRA, A.; FAGERIA, N. K. Soil chemical attributes of Amazonas State, Brazil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v. 40, n. 17-18, p. 2912-2925, 2009. <http://dx.doi.org/10.1080/00103620903175371>.

PEÑA-CLAROS, M.; BOOT, R. G. A.; DORADO-LORA, J.; ZONTA, A. Enrichment planting of *Bertholletia excelsa* in secondary forest in the Bolivian Amazon: effect of cutting line width on survival, growth and crown traits. *Forest Ecology and Management*, v. 161, n. 1-3, p. 159-168, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00491-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00491-1).

- ROMÁN DAÑOBEYTIA, F.; LEVY TACHER, S.; PERALES RIVERA, H.; RAMÍREZ MARCIAL, N.; DOUTERLUNGNE, D.; LÓPEZ MENDOZA, S. Establecimiento de seis espécies arbóreas nativas en un pastizal degradado en la selva lacandona, chiapas, México. *Ecologia Aplicada*, v. 6, n. 1-2, p. 1-8, 2007.
- SALOMÃO, R. P.; BRIENZA JUNIOR, S.; ROSA, N. A. Dinâmica de reflorestamento em áreas de restauração após mineração em unidade de conservação na Amazônia. *Revista Árvore*, v. 38, n. 1, p. 1-24, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622014000100001>.
- SANTOS, U. M.; GONÇALVES, J. F. C.; FELDPAUSCH, T. R. Growth, leaf nutrient concentration and photosynthetic nutrient use efficiency in tropical tree species planted in degraded areas in central Amazonia. *Forest Ecology and Management*, v. 226, n. 1-3, p. 299-309, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2006.01.042>.
- SCHWARTZ, G.; LOPES, J. C. A.; MOHREN, G. M. J.; PEÑA-CLAROS, M. Post-harvesting silvicultural treatments in logging gaps: A comparison between enrichment planting and tending of natural regeneration. *Forest Ecology and Management*, v. 293, p. 57-64, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2012.12.040>.
- SOUZA, C. R.; AZEVEDO, C. P.; LIMA, R. M.; ROSSI, L. M. B. Comportamento de espécies florestais em plantios a pleno sol e em faixas de enriquecimento de capoeira na Amazônia. *Acta Amazonica*, v. 40, n. 1, p. 127-134, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672010000100016>.
- SOUZA, C. R.; LIMA, R. M.; AZEVEDO, C. P.; ROSSI, L. M. B. Desempenho de espécies florestais para uso múltiplo na Amazônia. *Scientia Forestalis*, v. 36, n. 77, p. 7-14, 2008.
- TSAKALDIMI, M.; GANATSAS, P.; JACOBS, D. F. Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. *New Forests*, v. 44, n. 3, p. 327-339, 2013. <http://dx.doi.org/10.1007/s11056-012-9339-3>.
- VALE, I.; COSTA, L. G. S.; MIRANDA, I. S. Espécies indicadas para a recomposição da floresta ciliar da sub-bacia do rio Peixe-Boi, Pará. *Ciência Florestal*, v. 24, n. 3, p. 573-582, 2014. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509815736>.

---

**Contribuição dos autores:** Wanda Lemos Paixão Nogueira instalou o experimento em campo, coletou e analisou estatisticamente os dados e escreveu o artigo; Marciel José Ferreira escreveu o artigo; Narrúbia Oliveira de Almeida Martins instalou o experimento em campo e escreveu o artigo.

**Agradecimentos:** Os autores desta pesquisa agradecem à Universidade Federal do Amazonas (UFAM) o suporte logístico e infraestrutura do experimento; às equipes do Viveiro Florestal e do Laboratório de Silvicultura, o apoio na instalação e condução do experimento; ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA-MCTI), ao Centro de Sementes Nativas do Amazonas (CSNAM-UFAM) e à Embrapa Amazônia Ocidental, a doação das sementes florestais utilizadas na produção das mudas.

**Fonte de financiamento:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM).

**Conflito de interesse:** Os autores declaram não haver conflito de interesse.