

SOBREVIVÊNCIA E CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NO LESTE DA AMAZÔNIA

Arystides Resende Silva*

Gustavo Schwartz**

RESUMO: O desflorestamento para o estabelecimento de projetos agrícolas na Amazônia brasileira tem resultado em vastas áreas degradadas. Desta forma, sistemas de interação lavoura-pecuária-floresta (iLPF) tornam-se uma alternativa essencial para conciliar a produção agrícola com a sustentabilidade. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento inicial de três espécies florestais: mogno africano (*Khaya ivorensis*), eucalipto urophylla (*Eucalyptus urophylla*) e paricá (*Schizolobium parabyba* var. *amazonicum*) para sua adaptação em sistemas de iLPF sobre áreas degradadas, no Leste da Amazônia. As avaliações de performance das espécies estudadas foram feitas por meio de um experimento conduzido na Fazenda Vitória, município de Paragominas, Estado do Pará, Brasil. No experimento foram comparadas as performances das espécies em sistema de iLPF e em monocultivo. As três espécies florestais mostraram crescimento satisfatório em altura e diâmetro em ambos os tratamentos. O mogno apresentou maior crescimento em altura e DAP no sistema iLPF enquanto que o eucalipto e o paricá tiveram maior crescimento somente em altura no sistema de monocultivo e nenhuma diferença em DAP. O paricá apresentou a maior porcentagem de sobrevivência, seguido por mogno e eucalipto.

PALAVRAS-CHAVE: Eucalipto; Mogno africano; Paricá.

SURVIVAL AND INITIAL GROWTH OF FOREST SPECIES IN AN INTEGRATED AGRICULTURE-LIVESTOCK-FOREST SYSTEM IN THE EASTERN AMAZON

ABSTRACT: Deforestation for the installation of agricultural projects in the Brazilian Amazon region has caused several degraded areas. Agriculture-livestock-forest Interaction Systems (ALFISs) have become an important alternative to integrate agriculture and sustainability. Current analysis evaluates the initial growth of three forest

* Doutorado em Agronomia (Solos e Nutrição de Plantas) pela Universidade Federal de Lavras. Pesquisador A da Embrapa Amazônia Oriental em Belém(PA). Brasil. E-mail: arystides.silva@embrapa.br

** Doutorado em Ecologia e Manejo Florestal pela Universidade de Wageningen (WUR) na Holanda. Pesquisador A da Embrapa Amazônia Oriental em Belém(PA). Brasil. .

species, African mahogany (*Khaya ivorensis*), urophylla eucalyptus (*Eucalyptus urophylla*) and paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*) for the adaptation of ALFIS systems in degraded areas in the eastern Amazon. The performance of the studied species was evaluated by experiment in the Fazenda Vitória, in Paragominas PA Brazil. Performances of species in ALFIS systems and in monoculture systems were compared. The three forest species had a satisfactory growth in height and diameter in the two treatments. Mahogany had the best growth in height and DAP within the ALFIS system, whereas eucalyptus and paricá had the best growth in height only in the monoculture system, with no difference in DAP. Paricá had the greatest survival percentage rate, followed by mahogany and eucalyptus.

KEY WORDS: Eucalyptus; African mahogany; Paricá.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (iLPF) têm sido preconizados para a produção de alimentos como carne, grãos e madeira para energia, construção civil e movelaria em áreas antropizadas ou já consolidadas para a atividade agropecuária (MACEDO, 2009; SILVA et al., 2016). Algumas vantagens têm sido destacadas com o uso desse sistema, podendo-se citar o conforto térmico para o gado devido a melhorias das condições microclimáticas; contribuição para o aumento do componente arbóreo em propriedades rurais; redução da amplitude térmica; aumento da umidade relativa do ar; diminuição da intensidade dos ventos e intensificação da ciclagem de nutrientes (BALBINO, 2011).

Além disso, os sistemas iLPF proporcionam aporte de matéria orgânica, o que conduz a melhorias nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (NEVES et al., 2009; SALTON et al., 2013) e efeito positivo na qualidade da forragem, ganho de peso dos animais (XAVIER et al., 2014; PACIULLO et al., 2011; LEME et al., 2005).

No âmbito da Amazônia brasileira, sistemas de iLPF podem ser uma importante ferramenta na redução da degradação de áreas naturais, especialmente nas novas fronteiras agrícolas brasileiras, como no arco do desflorestamento (DIAS FILHO, 2011), o qual compreende áreas no Sudeste do Estado do Pará até o Leste do Estado do Acre, passando pelos Estados de Mato Grosso, Amazonas e Rondônia. O arco do

desflorestamento é uma região carente de tecnologias e/ou sistemas sustentáveis de produção que contribuam com a recuperação dessas áreas (FEARNSIDE, 2005; SCHWARTZ; LOPES, 2015).

Nesse contexto, a recuperação de áreas degradadas deve levar em consideração as tecnologias e sistemas integrados de produção, os quais minimizam os impactos negativos sobre os ambientes naturais diminuindo a abertura de novas áreas. Assim, a aplicação de tecnologias e sistemas integrados deve contribuir na conservação do solo, água e outros serviços ambientais.

O componente florestal nos sistemas iLPF, utilizado na recuperação de áreas alteradas (FRANKE, 1999; ARCO-VERDE; SCHWENGER, 2003; MANESCHY, 2008; AZEVEDO et al., 2009), oferece ainda alternativas de produção como: recursos madeiros, recursos não-madeiros e conforto térmico aos animais, o que reflete em aumento em sua produção. A escolha das espécies para compor sistemas de iLPF tem relação direta com a viabilidade da atividade agropecuária.

De forma geral, as espécies arbóreas devem ter rápido estabelecimento e as espécies agrícolas e forrageiras devem apresentar tolerância às condições do cultivo, pois a concorrência por luminosidade, água e nutrientes pode afetar sua produtividade (VIEIRA; SCHUMACHER, 2011; VILELA et al., 2011).

Dentre as espécies promissoras para sistemas de iLPF, o mogno africano (*Khaya ivorensis*), o eucalipto (*Eucalyptus* spp.) e o paricá (*Schizolobium parabyba* var. *amazonicum*) são importantes espécies de uso comercial. O mogno africano, devido às características da madeira, é utilizado em movelaria, construção naval e em sofisticadas construções de interior, especialmente no mercado europeu (CONDE, 2006; CARVALHO et al., 2010).

O eucalipto é uma espécie largamente utilizada em todo o Brasil. Plantado em sistemas de monocultivo, sendo uma espécie bastante conhecida em termos de manejo e melhoramento genético, o que permite ao produtor o acesso fácil às mudas de ótima qualidade e para diversos fins, como madeira para móveis, carvão, celulose e estacas. O eucalipto apresenta crescimento rápido e vem tendo grande importância em sistemas de iLPF (MACEDO et al., 2006; OLIVEIRA NETO et al., 2010).

Quanto ao paricá tem sido bastante estudado com o objetivo de aumentar sua produtividade de madeira em monocultivos no Leste da Amazônia devido ao seu

grande interesse comercial que se deve especialmente ao crescimento rápido dos indivíduos (AZEVEDO et al., 2009; RIBEIRO, 1997).

Embora de grande importância comercial, as espécies mogno africano, eucalipto e paricá, as informações técnicas referentes ao seu uso em sistemas de iLPF na Amazônia são incipientes, tornando-se necessárias pesquisas nesta área. Nesse sentido, o estudo do desenvolvimento vegetativo do componente arbóreo destas espécies em sistemas iLPF é de fundamental importância para o direcionamento de práticas de manejo para a recuperação de áreas degradadas e produção agrossilvipastoril.

Desta forma, objetivou-se com este estudo avaliar o desenvolvimento quanto a sobrevivência e crescimento inicial de três espécies florestais: mogno africano, eucalipto *urophylla* e paricá em sistema de iLPF e em monocultivo sobre área degradada em Paragominas, Pará, no Leste da Amazônia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO E DESENHO EXPERIMENTAL

O estudo foi realizado na Fazenda Vitória (02°57'30" S e 47°23'11" W), município de Paragominas, Leste do Estado do Pará, região do arco do desflorestamento, sendo uma área já consolidada com atividades agropecuárias. A elevação é de 89 m acima do nível do mar e o clima é do tipo Aw, segundo classificação de Köppen. A precipitação média é de 1.743 mm ano⁻¹ e o solo é Latossolo Amarelo de textura muito argilosa (EMBRAPA, 2016).

Neste estudo, o crescimento e a sobrevivência de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.), eucalipto *urophylla* (*Eucalyptus urophylla* S.T. Blake) e paricá (*Schizolobium parabyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) foram comparados. As três espécies foram comparadas em dois tratamentos experimentais: um sistema de iLPF e um sistema de monocultivo que serviu como controle (Tabela 1). Até a instalação do experimento, a área foi usada para o cultivo de grãos e, posteriormente, para pastagem. O solo foi amostrado antes da instalação do experimento

para a sua caracterização química e física. A amostragem foi feita em quatro locais da área experimental com a retirada de três anéis por ponto nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-50 cm. O método de coleta utilizado foi o de amostras indeformadas descrito por Forsythe (1975) e Blake e Hartge (1986). As análises químicas e físicas do solo foram realizadas no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental em Belém (PA). As análises seguiram a metodologia da Embrapa (1997), exceto a matéria orgânica (MO), determinada pelo método de Walkley e Black, descrito em Black (1965).

Tabela 1. Delineamento experimental comparando dois sistemas de cultivo e três espécies florestais, espaçamentos, áreas ocupadas e culturas anuais na Fazenda Vitória, Paragominas, Pará, Brasil

Sistema/Espécie florestal	Espaçamento (m)	Mudas-plantadas	Número de mudas avaliadas	Área ocupada (ha)	Culturas consorciadas
iLPF					
Mogno africano	5 x 5	530	50	4,05	sim
Eucalipto urophylla	3 x 3	900	50	4,05	sim
Paricá	4 x 3	900	50	4,05	sim
Monocultivo					
Mogno africano	5 x 5	273	10	1,35	não
Eucalipto urophylla	3 x 3	168	20	1,35	não
Paricá	4 x 3	481	10	1,35	não

As análises de solo anteriores à instalação do experimento indicaram um solo com pH entre 5,1 e 5,6 o que justificou a aplicação de calcário dolomítico a 1500 kg ha⁻¹, com a aplicação de calcário, não apenas o pH do solo foi corrigido, mas os teores de Ca e Mg foram aumentados, visando aumentar a saturação de bases para 60% (Tabela 2).

Tabela 2. Características químicas do solo antes da instalação do experimento comparando dois sistemas de cultivo e três espécies florestais na Fazenda Vitória, Paragominas, Pará, Brasil

Prof (cm)	pH (em água)	MO (g/ Kg)	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Na (mg/dm ³)	Ca (mg/dm ³)	Ca		SB (mg/dm ³)	CTC (mg/dm ³)	V (%)
							+ Mg (mg/dm ³)	H+Al (mg/dm ³)			
0-10	5,60	33,80	2,75	97,25	28,00	3,33	4,38	4,50	4,75	9,25	50,49
10-20	5,43	22,14	2,00	49,50	16,00	1,93	2,78	3,63	2,97	6,60	44,73
20-30	5,33	14,85	1,75	35,50	13,50	1,58	2,15	3,18	2,30	5,48	41,56
30-50	5,30	22,99	1,50	31,50	12,25	1,45	1,98	2,81	2,11	4,92	42,03

MO = Matéria Orgânica; P = Fósforo; K = Potássio; Na = Sódio; Ca = Cálcio; Ca + Mg = Cálcio + Magnésio; H + Al = Hidrogênio + Alumínio; SB = Soma de Base; CTC = capacidade de troca de cátions; V = % de saturação por base CTC pH = 7.0.

Tabela 3. Características físicas do solo antes da instalação do experimento comparando dois sistemas de cultivo e três espécies florestais na Fazenda Vitória, Paragominas, Pará, Brasil

Profundidade (cm)	Argila (g/Kg)	Areia (g/Kg)	Silte (g/cm ³)	Ds (g/cm ³)	VTP (%)	MACRO (%)	MICRO (%)
0-10	660	56	284	1,26	55,37	21,15	34,22
10-20	725	44	231	1,26	51,76	18,07	33,69
20-30	770	40	190	1,27	53,05	18,91	34,14
30-50	790	35	175	1,26	54,61	19,82	34,79

Ds = Densidade do solo; VTP = Volume Total de Poros; MICRO = Microporosidades; MACRO = Macroporosidade.

Inicialmente, foram adquiridos de um viveiro florestal da região as mudas de mogno, paricá e eucalipto, onde as mudas de mogno e paricá foram feitas por meio de sementes em sacos plásticos com substratos, já as mudas de eucalipto foram feitas por meio da propagação vegetativa em tubetes, as mudas foram aclimatadas antes de irem para campo.

O experimento foi instalado em fevereiro de 2009 em uma área total de 16,20 ha. Cada uma das espécies foi plantada em áreas com o mesmo tamanho, den-

tro de cada tratamento. Porém, o número de indivíduos diferiu entre os tratamentos devido aos diferentes espaçamentos para cada uma das espécies florestais. Foi feito o transplântio de 3.252 mudas das três espécies distribuídas em dois tratamentos (Tabela 1).

A inclusão do gado nelore em ambos os sistemas ocorreu no ano de 2012 (terceiro ano após o início do experimento), mas somente nas áreas de eucalipto e paricá. Em 2013 o gado foi incluído nas áreas de mogno, onde permaneceu durante os seis meses da estação seca (maio a novembro) na densidade 2 UA ha⁻¹. No sistema de iLPF testado, o mogno, eucalipto e paricá foram plantados em faixas de duas linhas conforme espaçamento descrito na Tabela 3, intercalado com faixa de 20, 22 e 21 metros, respectivamente. Essas faixas foram necessárias para o plantio das culturas anuais e da forragem. No monocultivo, as espécies florestais foram plantadas seguindo o mesmo espaçamento utilizado no sistema de iLPF.

Após 60 dias da calagem, adicionaram-se 300 g de termofosfato Arad e 100 g de superfosfato simples na ocasião do plantio por cova. Dois meses após o plantio foi feito o coroamento e a adubação individual de cobertura com 60 g de ureia e 40 g de Cloreto de Potássio (KCl). Ainda com dois meses de plantio, foi realizado o replântio nas covas das mudas que morreram. No sistema iLPF a mortalidade foi de 0,63%, 12,13% e 30,00% e no sistema monocultivo foi de 0,37%, 2,20% e 1,25% para o mogno africano, eucalipto e paricá, respectivamente, sendo que a mortalidade nesta fase foi identificada pela falta de controle das formigas cortadeiras e devido a grande competição da *Brachiaria*, especialmente *Brachiaria ruziziensis* R. Germ. & C.M. Evrard, contra as espécies florestais. Houve apenas um replântio durante todo o experimento.

Logo após um ano ao transplântio aplicou-se 200 g de NPK por planta, na formulação 20-00-20. Além do coroamento, os tratamentos culturais contaram com a aplicação de glifosato contra a competição causada pela *B. ruziziensis* sobre os indivíduos de interesse. Dois anos após o plantio foi feita a desrama dos indivíduos, onde foi retirado um terço da parte inferior de suas copas.

O milho (variedade BRS 1030) foi a primeira cultura semeada no experimento em fevereiro de 2009. Foi aplicado glifosato e adubação de base com 330 kg ha⁻¹ na formulação NPK = 10-28-20. Em março e maio de 2009, foram realizadas

adubações de cobertura com 200 kg ha⁻¹ (Ureia + KCl, 2:1) e 180 kg ha⁻¹ (Ureia + KCl, 2:1), respectivamente. Na segunda aplicação foi semeada *B. ruziziensis* (20 kg ha⁻¹). A colheita do milho foi realizada mecanicamente em 06 de julho de 2009. A segunda cultura a entrar no sistema de produção em 2010 foi a soja (variedade Sambaíba) onde se aplicou 350 kg ha⁻¹ de adubo na formulação NPK = 4-20-20. O milho (variedade BRS 1055) foi plantado no terceiro e quarto anos, em 2011 e 2012. Junto ao plantio do milho no ano de 2012 foi semeado o capim Piatã, o qual ainda estava presente no experimento na última avaliação, ocorrida em abril de 2014. Na fase inicial do experimento os indivíduos plantados sofreram ataques de formigas e mato competição, especialmente da *Brachiaria*, os quais acarretaram mortalidade das espécies florestais.

De todos os indivíduos plantados, uma amostra de 190 mudas das três espécies florestais presentes no sistema de iLPF e no sistema de monocultivo foram avaliadas cinco vezes após o início do experimento (fevereiro/2010, abril/2011, abril/2012, abril/2013 e março/2014). As parcelas para avaliação dos indivíduos plantados foram distribuídas aleatoriamente para as diferentes espécies e sistemas em estudo (Tabela 3). No sistema de iLPF foram amostradas aleatoriamente cinco parcelas com 10 plantas cada. No sistema de monocultivo as amostras foram menores avaliando 10 plantas da espécie de mogno africano e paricá e 20 plantas para a espécie de eucalipto (Tabela 3). Em cada medição, se avaliou a sobrevivência e a altura de cada indivíduo com uso de um hipsômetro Vertex. O diâmetro na altura do peito (DAP = 1,30 m do solo) de todas as mudas começou a ser medido somente a partir da avaliação de abril/2011.

2.2 Coleta de dados e análise estatística

A taxa de crescimento (m ano⁻¹) foi calculada para cada indivíduo pela regressão entre os intervalos de altura e intervalos de tempo observados entre as cinco avaliações do experimento. Desta forma, se obteve a taxa de crescimento em altura e em DAP para cada indivíduo amostrado (FIELD, 2005). Também avaliou-se a percentagem de sobrevivência de cada espécie para o período de cinco anos.

Os dados foram transformados em logaritmo natural de modo a aumentar a

homogeneidade das variâncias. As taxas de crescimento, independente do tratamento aplicado, foram comparadas entre espécies por meio de ANOVA *one-way*. Os efeitos dos tratamentos (sistema iLPF e monocultivo) e do tempo sobre o crescimento e desenvolvimento (altura e diâmetro) de cada espécie foram comparados por meio do GLM ANOVA de medidas repetidas, totalmente fatorial (FIELD, 2005). Para o GLM ANOVA, as comparações *post-hoc* foram feitas por pares.

As três espécies foram comparadas entre si quanto aos efeitos dos tratamentos sobre as taxas de crescimento, aplicando-se o teste *post-hoc* de Tukey. Para todas as comparações estatísticas, admitiu-se $p < 0,05$ para aceitar as diferenças estatísticas como significativas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise granulométrica resultou em 660 g kg⁻¹ de argila para a profundidade 0-10 cm e de 790 g kg⁻¹ de argila para a profundidade de 30-50 cm. Quanto à densidade do solo anterior à instalação do experimento, não houve variação entre as diferentes profundidades amostradas (Tabela 2), não apresentando impedimentos físicos para o cultivo das espécies florestais estudadas.

As taxas de crescimento das espécies estudadas, independente dos tratamentos aplicados, variaram em altura (ANOVA; $F_{2,169} = 88,6$; $p < 0,001$) e em diâmetro (ANOVA; $F_{2,169} = 8,9$; $p < 0,001$) (Figura 1). O mogno apresentou taxa de crescimento em altura ($2,13 \pm 0,07$ m ano⁻¹) menor do que as taxas observadas para o eucalipto ($3,64 \pm 0,09$ m ano⁻¹ - Tukey; $p < 0,001$) e paricá ($3,63 \pm 0,11$ m ano⁻¹ - Tukey; $p < 0,001$) (Figura 1). Por outro lado, o mogno teve maior taxa de crescimento em diâmetro ($3,18 \pm 0,14$ cm ano⁻¹) do que a taxa do eucalipto ($2,34 \pm 0,14$ cm ano⁻¹ - Tukey; $p < 0,001$) e do paricá ($2,67 \pm 0,14$ cm ano⁻¹ - Tukey; $p = 0,028$).

O maior diâmetro em espécies florestais é uma característica desejável, tendo em vista sua maior estabilidade em seu desenvolvimento. Quanto às diferenças em altura, era esperado que o eucalipto e o paricá apresentassem um forte crescimento nos primeiros anos de plantio. Estas são espécies de rápido crescimento a pleno sol, enquanto que o mogno apresenta naturalmente respostas fisiológicas

mais lentas para o crescimento em altura.

As taxas de crescimento em altura e em diâmetro do eucalipto e do paricá não diferiram estatisticamente entre si. Apenas o mogno africano apresentou maiores taxas de crescimento tanto para altura quanto para diâmetro no sistema iLPF em relação ao sistema de monocultivo (Figura 1, Tabela 4).

Tabela 4. Efeitos dos tratamentos de cultivo iLPF e monocultivo sobre três espécies florestais em experimento na Fazenda Vitória, Paragominas, Pará, Brasil. Os dados foram analisados por meio de GLM ANOVA e comparação *post-hoc* de pares

Espécie	Altura			DAP		
	Tratamento	Tempo	Tratamento × Tempo	Tratamento	Tempo	Tratamento × Tempo
Mogno	16,7***	669,6***	3,4*	18,2***	258,3***	12,4***
Eucalipto	65,4***	1450,8***	4,4*	2,6 ^{ns}	204,5***	3,6*
Paricá	10,0**	412,7***	1,5 ns	3,6 ^{ns}	120,3***	14,2***

Valores de *F* e *p* onde: ns, não significante; * $0,01 \leq p < 0,05$; ** $0,001 \leq p < 0,01$; *** $p < 0,001$.

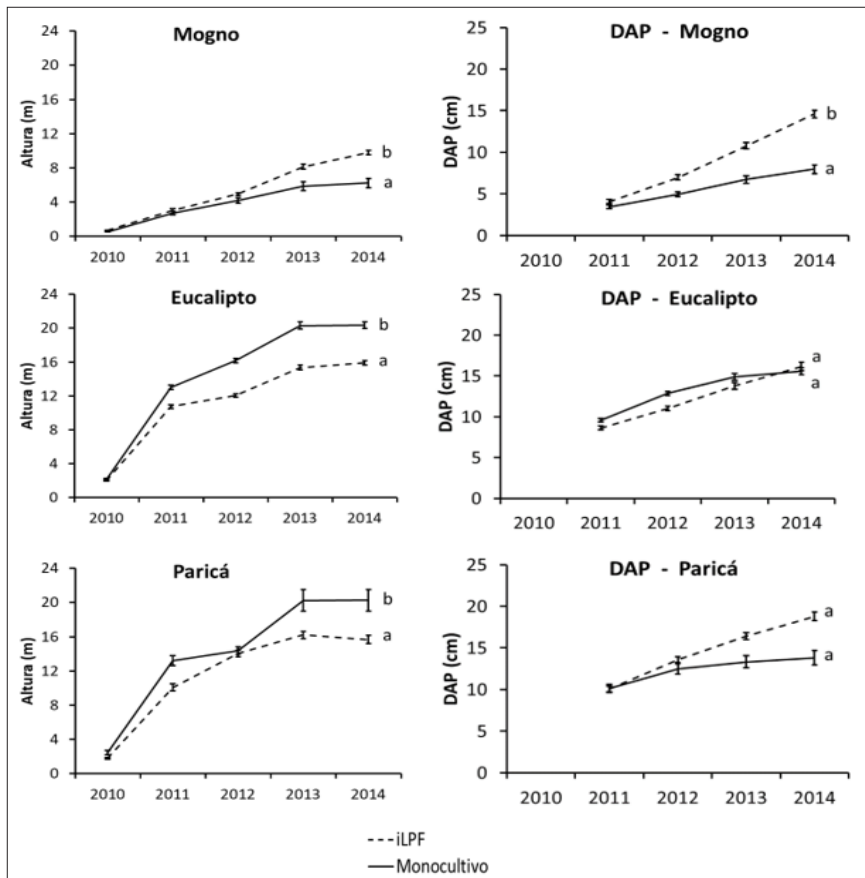


Figura 1. Efeito de dois sistemas (iLPF e monocultivo) de cultivo sobre as mudanças em altura (m) e DAP (cm) em indivíduos de mogno, eucalipto e paricá plantados na Fazenda Vitória, Paragominas, Pará, Brasil. As barras indicam o erro padrão da média e as letras indicam as diferenças estatisticamente significativas dos efeitos dos sistemas ao longo do tempo sobre o crescimento em altura e DAP de cada espécie.

As análises prévias ao experimento caracterizam o solo com características químicas e físicas intermediárias (Tabelas 2 e 3). Desta forma, o solo da Fazenda Vitória anterior à instalação do experimento sobre iLPF não apresentou alto nível de degradação (DIAS FILHO, 2011), o que favorece o desenvolvimento e estabelecimento das espécies em estudo.

Os tratamentos de plantio em sistema de iLPF e em sistema monocultivo tiveram efeitos estatisticamente significativos, porém opostos, quanto ao crescimento

em altura das três espécies estudadas (Tabela 4).

O mogno cresceu mais em altura no sistema de iLPF (Figura 1). Por outro lado, quanto ao crescimento em diâmetro, somente o mogno apresentou diferenças, crescendo mais no sistema de iLPF (Figura 1, Tabela 4). O modelo estatístico também mostra diferenças significativas com relação à variável tempo e a interação com os tratamentos, exceto para o crescimento em altura do paricá (Tabela 4).

O fato do paricá ter crescido mais em altura no monocultivo pode ser explicado pela competição intraespecífica. No monocultivo não havia outras espécies, tanto arbóreas quanto herbáceas, que pudessem competir com o paricá, o qual cresce rápido em altura. Assim, os indivíduos de paricá cresceram mais em busca de luz, o que pode ter desencadeado competição entre eles (Figura 1).

No sistema de iLPF, ao contrário do monocultivo, houve o plantio da gramínea *Brachiaria ruziziensis*. A gramínea pode ter gerado forte competição por luz, água e nutrientes sobre as mudas das espécies florestais durante as fases iniciais de crescimento uma vez que não houve o controle do mato competição. A competição imposta por gramíneas, usadas como pastagem, sobre espécies florestais também foi observada por Souza et al. (2003), Dias et al. (2004) e Barbosa et al. (2008).

Por outro lado, o mogno pode ter se beneficiado da *Brachiaria* no sistema de iLPF. De acordo com Budowski (1965), o plantio de gramíneas em sistemas silvipastoris pode resultar em aporte de altura nas espécies florestais ecologicamente classificadas como clímax. No sistema de iLPF aqui testado, houve o plantio de *Brachiaria* juntamente com o mogno africano, o qual pertence ao grupo ecológico de espécies clímax (FALESI; BAENA, 1999).

A *Brachiaria*, ao sombrear o mogno, pode ter sido um facilitador para o crescimento das espécies florestais em seus estágios iniciais. Isso resultou em maior crescimento, tanto em altura quanto em diâmetro, dos indivíduos de mogno no sistema de iLPF (Figura 1). Esse resultado deve-se ao fato de que o mogno é pertencente ao grupo ecológico das espécies demandantes de luz, ou seja, não precisam necessariamente de luz direta vertical para crescer (PINHEIRO et al., 2011).

O paricá, aos três anos de idade, atingiu a média de 14,0 m em altura e 13,6 cm em DAP. Estes valores foram maiores do que a média de 11,0 m de altura e 10,3 cm de DAP encontrados por Azevedo (2009) para o paricá em sistema agroflorestal

aos três anos de idade.

No presente estudo, o mogno africano se desenvolveu mais no sistema de iLPF quando comparado ao sistema de monocultivo. No entanto, o mogno africano apresentou crescimento mais lento do que o eucalipto e o paricá. Aos três anos o mogno africano apresentou altura média de 5,0 m e diâmetro médio de 7,0 cm (Figura 1). Estes valores são semelhantes aos encontrados por Costa et al. (2013) para mogno africano plantado em sistema silvipastoril, o qual atingiu altura média de 4,0 m e diâmetro médio de 5,0 cm aos três anos de idade no Sudeste paraense.

Entre os fatores que podem ter determinado maior diâmetro do mogno e do paricá no sistema de iLPF foi a presença de resíduos das culturas anuais implantadas no sistema. Além disso, a forragem presente no sistema de iLPF acrescenta ao solo maior teor de matéria orgânica, processo que resulta em aumento da qualidade do solo, isso porque desempenham a função de condicionantes do solo além de fornecerem nutrientes, como promoverem a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo e com isso condicionando um bom desenvolvimento das espécies cultivadas (CALDEIRA et al., 2012).

Os valores médios de altura e diâmetro do eucalipto e do paricá aos cinco anos após o plantio estão de acordo com os valores encontrados por Azevedo et al. (2009). Nestes estudos, o eucalipto e o paricá também foram plantados em associação com culturas anuais. Desta forma, as duas espécies se qualificam para serem usadas em sistemas de iLPF no Leste da Amazônia.

As três espécies florestais investigadas apresentaram taxas de crescimento em altura e diâmetro semelhantes às observadas em outros estudos na região (COSTA et al., 2013; AZEVEDO et al., 2009). A sobrevivência foi mais alta no sistema de iLPF do que no monocultivo para as três espécies estudadas. O paricá apresentou a maior sobrevivência seguido por mogno e eucalipto, em ambos os sistemas de cultivo (Tabela 5).

Tabela 5. Sobrevivência de indivíduos (%) de mogno africano, eucalipto e paricá plantados sob dois sistemas de cultivo (iLPF e monocultivo) em experimento na Fazenda Vitória, Paragominas, Pará, Brasil

Espécie	Sistema de cultivo	
	iLPF	Monocultivo
Mogno	73,1%	76,2%
Eucalipto	58,1%	69,3%
Paricá	85,0%	92,1%

Os ataques de formigas cortadeiras e a competição do eucalipto e do paricá nos estágios iniciais e com a *Brachiaria* foram fatores determinantes para a maior mortalidade destas espécies no sistema de iLPF. A mortalidade observada nas fases iniciais de desenvolvimento dos indivíduos das espécies florestais pode ser reduzida por meio de um controle mais eficiente de formigas e do mato competição, especialmente contra a *Brachiaria*.

5 CONCLUSÃO

O mogno africano cresceu mais em altura e em diâmetro no sistema de iLPF. O eucalipto e o paricá cresceram mais em altura no monocultivo. As taxas de mortalidade foram baixas para todas as espécies em ambos os sistemas, exceto para eucalipto no sistema de iLPF. O mogno africano revelou-se a mais promissora para plantio em sistemas de iLPF no Leste da Amazônia.

6 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem às equipes de campo por sua dedicação ao longo dos anos de acompanhamento do experimento. À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Sr. Thales Barros, proprietário da Fazenda Vitória. O Projeto iLPF, Projeto PECUS, Banco da Amazônia e Rede de Fomento iLPF. Os autores também são gratos a dois avaliadores anônimos por suas sugestões que contribuíram decisivamente para melhorar a qualidade deste artigo.

REFERÊNCIAS

ARCO-VERDE, M.; SCHWENGER, D. R. Avaliação silvicultural de espécies florestais no estado de Roraima. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 1, n. 3, p. 59-63, 2003.

AZEVEDO, C. M. B. DE C.; VEIGA, S. J. da B.; YARED, J. A. G.; MARQUES, L. C. T. Desenvolvimento de espécies florestais e pastagens em sistemas silvipastoris no estado do Pará. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 60, (Edição Especial), p. 57-65, 2009.

BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. de O.; STONE, L. F. (Ed.) **Marco referencial em integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. 130p.

BARBOSA, E. G.; PIVELLO, V. R.; MEIRELES, S. T. Allelopathic evidence in *Brachiaria decumbens* and its potential to invade the brazilian cerrados. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 51, n. 4, p. 825-831, 2008.

BLACK, C. A. **Methods of Soil Analysis: Part 2 - Chemical and Microbiological Properties**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. 1159p.

BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: ASA, 1986.

BUDOWSKY, G. Distribution of tropical American rain forest species in the light of successional processes. **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40-42, 1965.

CALDEIRA, M. V.; WATZLAWICK, L. F.; SCHUMACHER, M. V.; BALBINOT, R.; SANQUETTA, C. R. Carbono orgânico em solos florestais. In: AS FLORESTAS e o Carbono. Curitiba, 2002. Cap. 10, p. 191-214.

CARVALHO, A. M.; SILVA, B. T. B.; LATORRACA, J. V. F. Avaliação da usinagem e caracterização das propriedades físicas da madeira de mogno africano (*Khaya ivorenses* A. CHEV.). **Cerne**, v. 16, (Suplemento), p. 106-114, 2010.

CONDE, R. A. R. **Controle silvicultural e mecânico da broca do mogno *Hypsi-pyla grandella* (Zeller, 1948) (Lepdoptera; Pyralidae) em sistema agroflores-**

tal. 2006. 190f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2006.

COSTA, M. S.; FEITOSA, C. T. L.; CRUZ, S. S.; RIBEIRO, S. B.; MORAIS, A. B. F.; OLIVEIRA, M. G. Crescimento do Mogno em sistema silvipastoril. **Revista Agroecossistemas**, v. 5, n. 2, p. 53-57, 2013.

DIAS FILHO, M. B. Os desafios da produção animal em pastagens na fronteira agrícola brasileira. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 40, (Suplemento especial), p. 243-252, 2011.

DIAS, T. C. S.; ALVES, P. L. C. A.; LEMES, L. N. Efeito da faixa de controle das plantas daninhas sobre o crescimento do cafeeiro. **Ciência das Plantas Daninhas** v. 10, n. 4, p. 32, 2004.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análises do solo**. Centro Nacional de Pesquisa em Solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1997. 212 p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa em Solos/EMBRAPA, 2006. 306p.

FALESI, I. C.; BAENA, A. R. C. **Mogno-africano *Khaya ivorensis* A. Chev. Em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 52p.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. **Conservation Biology**, v. 19, n. 3, p. 680-688, 2005.

FIELD, A. **Discovering statistics using SPSS**. London: Sage, 2005. 779p.

FORSYTHE, W. **Física de Suelos**; manual de laboratório. New Cork: University Press, 1975. 324p.

FRANKE, I. L. **Sistemas silvipastoris, uma alternativa promissora para a pecuária no estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 1999. 3p. (Pesquisa em andamento, 155).

LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. de F. A.; VERNEQUE, R. da S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças Holandês x Zebu em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 3, p. 668-675, 2005.

MACEDO, M. C. M. Integração lavoura-pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, (Suplemento especial), p. 133-146, 2009.

MACEDO, R. L. G.; BEZERRA, R. G.; VENTURIN, N.; VALE, R. S. do; OLIVEIRA, T. K. de. Desempenho silvicultural de clones de eucalipto e características agrônomicas de milho cultivado em sistema silviagrícola. **Revista Árvore**, v. 30, n. 5, p. 701-709, 2006.

MANESCHY, R. Q.; SANTANA, A. C.; VEIGA, J. B. da.; FILGUEIRAS, G. C. Análises económico de sistemas silvipastoriles con paricá (*Schilobium amazonicum* Huber) em el nordeste de Pará, Brasil. **Zootecnia Tropical**, v. 26, p. 403-405, 2008.

NEVES, C. M. N.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; MACEDO, R. L. G.; MOREIRA, F. M. de S.; D'ANDRÉA, A. F. Indicadores biológicos da qualidade do solo em sistema agrossilvipastoril no noroeste do Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 105-112, 2009. DOI: 10.1590/S1413-70542009000100015.

OLIVEIRA NETO, S. N.; PAIVA, H. N. Implantação e manejo do componente arbóreo em sistema agrossilvipastoril. In: OLIVEIRA NETO et al. **Sistema Agrossilvipastoril: integração lavoura, pecuária e floresta**. Viçosa SIF, 2010. p. 15-68.

PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T. de; GOMIDE, C. A. de M.; MAURICIO, R. M.; PIRES, M. de F. A.; MÜLLER, M. D.; XAVIER, D. F. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v. 141, p. 166-172, 2011.

PINHEIRO, A. L.; COUTO, L.; PINHEIRO, D. T.; BRUNETTA, J. M. F. C. Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilizações dos mognos-africanos (*Khaya* spp.). Viçosa: **Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura**, 2011.

RIBEIRO, G. D. **Avaliação preliminar de sistemas agroflorestais no projeto Água Verde**, ALBRÁS, Barcarena, PA. 1997. 110. Dissertação (Mestrado em Ciências Flo-

restais) - Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, PA.

SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M.; TOMAZI, M.; ZANATTA, J. A.; CONCENÇO, G.; SILVA, W. M.; RETORE, M. Integrated crop-livestock system in tropical Brazil: toward a sustainable production system. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 1, p. 70-79, 2013.

SCHWARTZ, G.; LOPES, J. C. A. Logging in the Brazilian Amazon Forest: The Challenges of Reaching Sustainable Future Cutting Cycles. In: DANIELS, J. A. (Ed.). **Advances in Environmental Research**. Vol. 36. Nova Publishers, 2015. p. 113-137.

SILVA, A. R.; SALES, A.; CARVALHO, E. J. M.; VELOSO, C. A. C. Dinâmica de sistemas integrados de manejo de um solo no desenvolvimento da cultura do milho. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 9, n. 4, p. 859-873, 2016. DOI: 10.17765/2176-9168.2016v9n4p859-873.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMONI-RODELLA, R. C. S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim - brachiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial do eucalipto (*Eucalyptus grandis*). **Planta daninha**, v. 21, n. 3, p. 343-354, 2003.

VIEIRA, M.; SCHUMACHER, M. V. Biomassa em povoamentos monoespecíficos e mistos de eucalipto e acácia-negra e do milho em sistema agrosilvicultural. **Cerne**, v. 17, n. 2, p. 259-265, 2011.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.

WOOD, R. K.; REEDER, R. C.; MORGAN, M. T.; HOLMES, R. G. Soil physics properties as affected grain cart traffic. **Transactions ASAE**, St Joseph, v. 36, n. 1, p. 11-14, 1993.

XAVIER, D. F.; LÉDO, F. J. da S.; PACIULLO, D. S. de C.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R.; BODDEY, R. M. Nitrogen cycling in a *Brachiaria*-based silvopastoral system in the Atlantic forest region of Minas Gerais, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**,

v. 99, p. 45-62, 2014.

Recebido em: 17/05/2017

Aceito em: 20/12/2017