



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI
EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

VANESSA GOMES DE SOUSA

COMPORTAMENTO SILVICULTURAL E DINÂMICA DE
SERAPILHEIRA EM PLANTIOS DE DUAS ESPÉCIES
FLORESTAIS NA AMAZÔNIA ORIENTAL BRASILEIRA

BELÉM
2011

VANESSA GOMES DE SOUSA

COMPORTAMENTO SILVICULTURAL E DINÂMICA DE
SERAPILHEIRA EM PLANTIOS DE DUAS ESPÉCIES FLORESTAIS
NA AMAZÔNIA ORIENTAL BRASILEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG e Embrapa Amazônia Oriental, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Geociências
Orientador: Dr. Silvio Brienza Júnior

BELÉM

2011

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

S725c Sousa, Vanessa Gomes de

Comportamento silvicultural e dinâmica de serapilheira em plantios de duas espécies florestais na Amazônia oriental brasileira / Vanessa Gomes de Sousa; Orientador: Silvio Brienza Júnior – 2011

111f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emilio Goeldi e EMBRAPA, Belém, 2010.

1. Precipitação (Meteorologia) - Amazônia. 2. Recuperação de áreas alteradas. 3. Modelos florestais. 4. Biomassa. I. Brienza Júnior, Silvio, *orient.* II. Universidade Federal do Pará III. Título.

CDD 20^o ed.: 551.57709811

VANESSA GOMES DE SOUSA

COMPORTAMENTO SILVICULTURAL E DINÂMICA DE SERAPILHEIRA EM
PLANTIOS DE DUAS ESPÉCIES FLORESTAIS NA AMAZÔNIA ORIENTAL
BRASILEIRA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará – UFPA, Museu Paraense Emílio Goeldi - MPEG e Embrapa Amazônia Oriental, em cumprimento às exigências para obtenção do grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Geociências
Orientador: Dr. Silvio Brienza Júnior

Data de aprovação: ____/____/____

Conceito: _____

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Silvio Brienza Júnior
Titulação: Ph.D. em Agricultura Tropical
Instituição: Embrapa Amazônia Oriental

Membro: Steel Silva Vasconcelos
Titulação: Ph.D. em Recursos e Conservação Florestal
Instituição: Embrapa Amazônia Oriental

Membro: José Henrique Cattanio
Titulação: Ph.D. em Agronomia
Instituição: Universidade Federal do Pará

Membro: Ivan Crespo Silva
Titulação: Ph.D. em Silvicultura
Instituição: Universidade Federal do Paraná

A Deus, sempre.
Ao meu amado filho Lucas, pela
compreensão e demonstração de amor
em todos os momentos;
Aos meus pais Carlos e Vanilda, pelo
amor e dedicação;
Às minhas irmãs, pelo carinho;
Aos meus tios Willeke e Lilia, pelo amor e
carinho;
Às minhas queridas amigas Alane, Aryana
e Paulinha.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao meu DEUS, por estar sempre a minha frente guiando, dando saúde e forças para eu vencer as batalhas da vida;

Aos meus pais, Carlos e Vanilda, pelo carinho, amor, compreensão e proteção;

Aos meus tios, Willeke e Lilia, que são como pais para mim, pelo incentivo, carinho, amor e conselhos;

Ao meu amado filho Lucas, pela compreensão, tolerância, e demonstração de muito amor;

As minhas irmãs, Valéria e Viviane, pela compreensão, carinho e ajuda sempre que precisei;

Aos meus queridos amigos, que estão sempre presentes cuidando, apoiando e aconselhando;

Ao Dr. Silvio Brienza Junior, pela orientação, estímulo, amizade e serenidade em todas as etapas da minha vida acadêmica;

Ao pesq. Msc. Moisés Mourão Jr., pela valorosa contribuição, pelos ensinamentos, sugestões, paciência e apoio durante todos os momentos;

As colegas de trabalho, Milena e Daiana, pelo auxílio e colaboração nas coletas de campo e tratamentos das amostras;

Ao Projeto Carbon Positive, pelos apoios financeiro, logístico e de infra-estrutura concedidos durante as coletas de campo em Dom Eliseu - PA;

Ao Grupo Arboris, que cedeu a propriedade Fazenda Gênese Salém para instalação do experimento, ajudantes e infra-estrutura para coleta de campo;

Aos Laboratórios de Sementes Florestais, Agroindústria e Solos da Embrapa Amazônia Oriental, por ceder o espaço para o tratamento das amostras;

Ao Dr. Leonardo Sá, pela importante contribuição para este trabalho;

A Prof^a. Dra. Maria Isabel, pelas sugestões e valiosa contribuição para este trabalho;

A Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi e Embrapa Amazônia Oriental, por esta grandiosa oportunidade para realização do curso;

A todos os atores que colaboraram individualmente ou através de instituições para realização desta pesquisa.

MUITO OBRIGADO

RESUMO

O desmatamento na Amazônia brasileira já alterou cerca de 750 milhões de hectares e desse total, 20% encontra-se com algum nível de degradação. A reincorporação ao processo produtivo das áreas alteradas com o reflorestamento de espécies tropicais, de valor comercial, é uma alternativa para minimizar os impactos ambientais, com benefícios ecológicos, aumento da oferta de madeira e diminuição da pressão sobre as florestas naturais remanescentes. No entanto, um dos grandes empecilhos para o reflorestamento é a falta de conhecimentos científicos sobre o crescimento de espécies nativas e exóticas. Diante disto, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de diferentes sistemas de plantios com espécies florestais nativa e exótica para recuperação de áreas alteradas. O trabalho foi realizado no município de Dom Eliseu, estado do Pará, em três sistemas de uso da terra: plantio puro (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* e *Khaya ivorensis*), consórcio de espécies florestais (*S. parahyba* var. *amazonicum* e *Khaya ivorensis*), sistema agroflorestal (*S. parahyba* var. *amazonicum* e *Musa* sp). Aos 40 meses de idade, em plantio homogêneo, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* mostrou maior crescimento silvicultural (altura e diâmetro) no espaçamento 4 m x 3 m e *Khaya ivorensis* no espaçamento 4 m x 4 m. No entanto, o paricá apresentou melhor desempenho em sistema de consórcio e sistema agroflorestal. O melhor desempenho de *K. ivorensis* foi no consórcio de espécies. Entre os sistemas de plantio estudados (SAF e misto de espécies), a deposição de biomassa foi maior no sistema de consórcio de espécies com 3.737,5 kg ha⁻¹, sendo que, a maior contribuição de material vegetal foi do paricá. Foi evidenciada correlação negativa entre a deposição de serapilheira e a precipitação pluviométrica para o paricá, e positiva para *K. ivorensis*. Os resultados obtidos mostraram que o modelo florestal de consórcio de espécies mostrou-se promissor e pode ser uma alternativa para recuperação de áreas alteradas, de modo a oferecer diferentes opções de madeira e ao mesmo tempo, agregar fatores positivos em relação a produção de biomassa e aspectos físico-químicos do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Precipitação (Meteorologia) – Amazônia. Recuperação de áreas alteradas. Modelos florestais. Biomassa.

ABSTRACT

The deforestation in the Brazilian Amazonia has already altered about 750 million hectares and of this total, 20% are found with some level of degradation. The reincorporation to the productive process of the areas altered with the reforestation of tropical species of commercial value, it is an alternative to minimize the environmental impacts, with ecological benefits, increase of the wood offer and decrease of the pressure on the remaining natural forests. However, one of the great difficulties for the reforestation is the lack of scientific knowledge on the growth of native and exotic species. This work had as objective evaluates the efficiency of different systems of plantings with native and exotic forest species for recovery of altered land. The work was accomplished in Dom Eliseu city, state of the Pará, in three systems of land use: pure planting (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* and *Khaya ivorensis*), mix of two forests species (*S. parahyba* var. *amazonicum* and *K. ivorensis*) and agroforestry system (*S. amazonicum* and *Musa* sp). To The forty months of age, in planting pure, *S. parahyba* var. *amazonicum* showed larger growth in height and dbh in the spacing 4 m x 3 m and *K. ivorensis* in the spacing 4 m x 4 m. However, the *S. parahyba* var. *amazonicum* presented better performance in the system mixed planting and agroforest system. The best performance of *K. ivorensis* was in the mixed system of species. Among the planting systems studied (mix of species and agroforest system), the litterfall was more in the mix of species with 3.737,5 kg ha⁻¹, and the largest contribution of biomass was of the *S. parahyba* var. *amazonicum*. The largest biomass reduction was observed in the agroforest systems. Was evidence correlation negative between litterfall and rainfall to *S. parahyba* var. *amazonicum* and positive for *K. ivorensis*. The obtained results showed that the forest model of consortium of species was shown promising and it can be an alternative for recovery of altered areas, in way to offer different wood options and at the same time, to join positive factors in relation to biomass production and physic-chemistry aspects of the soil.

Keywords: Precipitation (Meteorology) – Amazonia. Recovery of degraded land. Forests models. Biomass.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Localização do Município de Dom Eliseu, Pará	29
Figura 2.	Localização da área de estudo, Fazenda Gênese Salém, Dom Eliseu, Pará.....	31
Figura 3.	Média mensal da precipitação pluviométrica, Fazenda Gênese Salém, Dom Eliseu - PA.....	32
Figura 4.	Layout do sistema de plantio homogêneo para cada espaçamento estudado	35
Figura 5.	Layout do sistema de consórcio de espécies	36
Figura 6.	Layout do sistema agroflorestal.....	38
Figura 7.	Aparelho de medição de altura.....	39
Figura 8.	Distribuição dos coletores no A) sistema de consórcio e B) sistema agroflorestal.....	40
Figura 9.	Porcentagem de sobrevivência (%) de paricá, em função dos cinco espaçamentos estudados.....	44
Figura 10.	Valores médios e erro padrão da média de crescimento em altura de paricá, em função dos espaçamentos estudados	46
Figura 11.	Incremento médio diário em altura de paricá e distribuição pluviométrica, em função dos seguintes espaçamentos de plantio estudados	48
Figura 12.	Valores médios e erro padrão da média de crescimento em diâmetro de paricá, em função dos espaçamentos estudados	50
Figura 13.	Incremento médio diário em diâmetro de paricá e distribuição pluviométrica, em função dos seguintes espaçamentos de plantio estudados.....	52
Figura 14.	Valores médios e erro padrão da média de crescimento em altura e diâmetro de <i>S. parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> , nos diferentes sistemas	58
Figura 15.	Incremento médio diário em altura de paricá e distribuição pluviométrica, plantado em sistema agroflorestal e consórcio de espécies	60
Figura 16.	Incremento médio diário em diâmetro de paricá e distribuição pluviométrica, plantado em sistema agroflorestal e consórcio	61
Figura 17.	Crescimento em altura de paricá em três sistemas de plantio	62
Figura 18.	Crescimento em diâmetro de paricá em três sistemas de plantio	62
Figura 19.	Porcentagem de sobrevivência de <i>K. ivorensis</i> , em função dos espaçamentos estudados.....	66

Figura 20. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em altura de <i>K. ivorensis</i> , em função dos espaçamentos estudados.....	67
Figura 21. Incremento médio diário em altura de <i>K. ivorensis</i> e distribuição pluviométrica, em função dos seguintes espaçamentos de plantio estudados.....	69
Figura 22. Valores médios e erro padrão da média do crescimento em diâmetro de <i>Khaya ivorensis</i> , em função dos espaçamentos estudados.....	71
Figura 23. Incremento médio diário em diâmetro de <i>K. ivorensis</i> e distribuição pluviométrica, em função dos seguintes espaçamentos de plantio estudados.....	72
Figura 24. Valores médios de altura e DAP de <i>Khaya ivorensis</i> , em cada arranjo no sistema de consórcio.....	76
Figura 25. Incremento médio diário em altura de <i>K. ivorensis</i> e distribuição pluviométrica, em sistema de consórcio de espécies.....	78
Figura 26. Incremento médio diário em diâmetro de <i>K. ivorensis</i> e distribuição pluviométrica, em sistema de consórcio de espécies.....	79
Figura 27. Crescimento em altura de <i>K. ivorensis</i> em dois sistemas de plantio.....	80
Figura 28. Crescimento em diâmetro de <i>K. ivorensis</i> em dois sistemas de plantio...	81
Figura 29. Valores médios do acúmulo de biomassa em função da precipitação mensal nos sistemas estudados	84
Figura 30. Valores médios e erro padrão da deposição anual de biomassa nos sistemas estudados.....	85
Figura 31. Frações da produção mensal de material vegetal em função da precipitação mensal, no sistema de consórcio de espécies.....	87
Figura 32. Valores médios e erro padrão do acúmulo mensal de serapilheira em função da distribuição pluviométrica, nos sistemas estudados	89

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.	Descrição do solo da área experimental, Fazenda Gênese Salém, Dom Eliseu, Pará.....	33
TABELA 2.	Análise química do solo, Fazenda Gênese Salém, Dom Eliseu, Pará	33
TABELA 3.	Número total de plantas, número de plantas mensuradas, área/árvore e densidade por espaçamento das espécies monitoradas no sistema homogêneo	35
TABELA 4.	Espaçamentos, número total de árvores na parcela, número total de plantas mensuradas, área/árvore e densidade das espécies utilizadas no sistema de consórcio.....	37
TABELA 5.	Espaçamento, número total de árvores na parcela, número total de plantas mensuradas, área/árvore e densidade de paricá e banana no sistema agroflorestal	37
TABELA 6.	Distribuição dos coletores no sistema consórcio de espécies e no sistema agroflorestal	39
TABELA 7.	Porcentagem de sobrevivência de paricá em função dos espaçamentos avaliados	43
TABELA 8.	Valores médios e erro padrão da média de crescimento em altura de paricá em função dos espaçamentos avaliados.....	45
TABELA 9.	Incremento médio diário em altura de paricá em função dos espaçamentos avaliados e da idade	47
TABELA 10.	Valores médios e erro padrão da média de crescimento em diâmetro de paricá em função dos espaçamentos avaliados.....	49
TABELA 11.	Incremento médio diário em diâmetro de paricá em função dos espaçamentos avaliados e da idade.....	51
TABELA 12.	Porcentagem de sobrevivência de <i>S. parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> em função dos sistemas e arranjos avaliados.....	54

TABELA 13. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em altura de <i>S. parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> em função dos arranjos e sistemas avaliados.....	55
TABELA 14. Crescimento médio em altura de <i>S. parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> em dois sistemas de plantio.....	55
TABELA 15. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em diâmetro de <i>S. parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> em função dos arranjos e sistemas avaliados.....	56
TABELA 16. Crescimento médio em diâmetro de <i>S. parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> em dois sistemas avaliados	57
TABELA 17. Incremento médio diário em altura de paricá em função dos sistemas e arranjos avaliados	59
TABELA 18. Incremento médio diário em diâmetro de paricá em função dos sistemas e arranjos avaliados	59
TABELA 19. Parâmetros silviculturais encontrados por diversos autores para <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (paricá) em plantios homogêneos	64
TABELA 20. Porcentagem de sobrevivência de <i>K. ivorensis</i> em função dos espaçamentos avaliados.....	65
TABELA 21. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em altura de <i>K. ivorensis</i> em função dos espaçamentos avaliado	66
TABELA 22. Incremento médio diário em altura de <i>Khaya ivorensis</i> em função dos espaçamentos avaliados.....	68
TABELA 23. Valores médios e erro padrão da média do crescimento em diâmetro de <i>K. ivorensis</i> em função dos espaçamentos avaliados.....	70
TABELA 24. Incremento médio diário em diâmetro de <i>Khaya ivorensis</i> em função dos espaçamentos avaliados	71
TABELA 25. Porcentagem de sobrevivência de <i>Khaya ivorensis</i> em função dos arranjos no consórcio de espécies.....	73

TABELA 26. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em altura de <i>K. ivorensis</i> em função dos arranjos e sistemas avaliados.....	74
TABELA 27. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em diâmetro de <i>K. ivorensis</i> em função dos arranjos e sistemas avaliados	75
TABELA 28. Incremento médio diário em altura e diâmetro de <i>K. ivorensis</i> em função dos arranjos no consórcio de espécies	77
TABELA 29. Parâmetros silviculturais de espécies florestais plantadas no Brasil, Ghana e Austrália	82
TABELA 30. Valores médios de deposição mensal de biomassa nos sistemas de consórcio e agroflorestal	83
TABELA 31. Deposição mensal de biomassa fracionada no sistema de consórcio de espécies florestais.....	86
TABELA 32. Acúmulo anual de serapilheira em diferentes ecossistemas de floresta primária, secundária e plantações florestais na Amazônia e outras regiões tropicais	88
TABELA 33. Valores da correlação entre a biomassa total em função de valores de precipitação mensal e acumulada	90
TABELA 34. Taxa de decomposição e erro padrão em função dos arranjos e sistemas avaliados, independente da espécie	91

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	16
2.	HIPÓTESES	18
3.	OBJETIVOS	19
3.1	OBJETIVO GERAL.....	19
3.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	19
4.	REFERENCIAL TEÓRICO	20
4.1	RECUPERAÇÃO DE ÁREAS ALTERADAS E DEGRADADAS	20
4.2	PLANTIO DE ESPÉCIES FLORESTAIS COMO ALTERNATIVA PARA RECUPERAR ÁREAS ALTERADAS.....	22
4.3	DINÂMICA DE SERAPILHEIRA EM ECOSSISTEMA FLORESTAL	24
4.4	CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES ESTUDADAS.....	25
4.4.1	Características gerais do paricá.....	25
4.4.2	Características gerais do mogno africano	27
5.	MATERIAL E MÉTODOS.....	29
5.1	CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO DE DOM ELISEU.....	29
5.2	CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS	30
5.2.1	Localização e caracterização da área experimental	30
5.2.2	Vegetação.....	31
5.2.3	Clima.....	31
5.2.4	Solo.....	32
5.3	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	34
5.3.1	Preparo da área experimental	34
5.3.2	Delineamento estatístico dos experimentos	34
5.3.2.1	Sistema de Plantio Homogêneo	34
5.3.2.2	Sistema de Consórcio de Espécies	36
5.3.2.3	Sistema Agroflorestal (SAF)	37
5.3.3	Determinação das variáveis silviculturais.....	38
5.3.4	Deposição de biomassa e acúmulo de serapilheira em sistema de consórcio de espécies florestais e sistema agroflorestal	39
5.3.5	Análise estatística	41
6.	RESULTADOS	42

6.1	DINÂMICA DE CRESCIMENTO DE PARICÁ E MOGNO AFRICANO EM DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO	42
6.1.1	<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby (paricá).....	42
6.1.1.1	Sistema de plantio homogêneo	42
6.1.1.2	Consórcio de espécies florestais e sistema agroflorestal - SAF	53
6.1.1.3	Crescimento de paricá nos sistemas estudados	61
6.1.2	<i>Khaya ivorensis</i> A. Chev. (mogno africano).....	64
6.1.2.1	Sistema de plantio homogêneo	64
6.1.2.2	Consórcio de espécies florestais	73
6.1.2.3	Crescimento de mogno africano nos dois sistemas estudados	79
6.2	DEPOSIÇÃO DE BIOMASSA E ACÚMULO DE SERAPILHEIRA EM SISTEMA DE CONSÓRCIO DE ESPÉCIES SISTEMA AGROFLORESTAL	82
6.2.1	Deposição de biomassa.....	82
6.2.2	Distribuição sazonal da biomassa	88
6.2.3	Decomposição de serapilheira	91
7.	CONCLUSÃO.....	93
	REFERÊNCIAS.....	94
	APÊNDICE.....	102
	APÊNDICE A – DADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA.....	103
	ANEXOS	108
	ANEXO A - SISTEMA DE PLANTIO HOMOGENEO	109
	ANEXO B - SISTEMA DE CONSÓRCIO	110
	ANEXO C - SISTEMA AGROFLORESTAL.....	110
	ANEXO D - DISTRIBUIÇÃO DOS COLETORES DE BIOMASSA.....	111

1. INTRODUÇÃO

A alteração de ecossistemas florestais promove efeitos significativos sobre a biodiversidade, ciclagem de nutrientes, o que resulta em grandes perdas da capacidade produtiva do solo (DIAS; BRIENZA JÚNIOR; PEREIRA, 1998; MOREIRA, 2004). Grande parte desta alteração deve-se às atividades antrópicas, caracterizadas pelo intenso desmatamento para expansão agrícola e formação de pastagem, ou ainda pela exploração ilegal de madeira (DENICH; KANASHIRO, 1993; NEU, 2005). Dados do Inpe (2008) mostram que o desmatamento na Amazônia já alterou cerca de 730 mil km² e que, desse total, 20% encontram-se com algum nível de degradação (ALMEIDA, 2008).

Quando o ecossistema perde sua capacidade de se autossustentar, há o comprometimento da deposição de matéria orgânica no solo e sua decomposição, uma vez que estes são processos fundamentais para manter a capacidade produtiva de uma área (HAAG, 1985). Conforme Doran e Parkin (1994) o solo funciona como ecossistema limite para sustentar a produtividade biológica, manter a qualidade do meio ambiente e promover a saúde de plantas e animais.

O plantio de árvores na forma de reflorestamento pode proteger o solo por meio de reconstituição da cobertura florestal e melhorar a produtividade de sítios pobres ou degradados (CORDEIRO, 2007; POGGIANI, 1979a). Além disto, pode também contemplar a produção de madeira demandada pelo mercado (PIOTTO et al., 2004).

As plantações florestais têm ganhado espaço no mercado de madeira para compensado, papel e celulose, gerando transformações positivas no setor madeireiro que, segundo Keefe et al. (2009), é de fundamental importância para o desenvolvimento sócio-econômico e para diminuir a exploração excessiva dos recursos naturais.

A maioria dos reflorestamentos se restringe a plantios homogêneos, que têm a vantagem de serem manejados mais facilmente, uma vez que as árvores apresentam o mesmo padrão de crescimento (SABOGAL et al., 2006). Contudo, plantios homogêneos são mais suscetíveis à proliferação de pragas e doenças (CARVALHO, 2006). Assim, utilizar outros arranjos produtivos como consórcio de espécies e sistemas agroflorestais são alternativas promissoras as quais

proporcionam diversidade na produção de madeira, além de gerar benefícios para o solo e conservar a biodiversidade (PIOTTO et al., 2004; LACLAU et al., 2008). Além disso, os sistemas com diversos componentes arbóreos reciclam os nutrientes de maneira mais uniforme sem comprometer a capacidade produtiva do solo (NEU, 2005).

De acordo com Brienza Júnior et al. (2008c) a reincorporação de espécies florestais ao processo produtivo em áreas alteradas, pode minimizar os danos ambientais como, perdas de solo, água, nutrientes, biodiversidade, além de contribuir para o aumento da oferta de madeira de valor econômico, e diminuir a pressão sobre as florestas nativas. Contudo, o desafio maior é encontrar espécies florestais (nativas e exóticas) e modelos de plantios eficientes dos pontos de vista silvicultural, ambiental e econômico.

Ultimamente, nos Estados do Acre, Pará, Rondônia e Mato Grosso tem-se usado o paricá *Schizolobium parahyaba* var. *amazonicum* (Huber ex. Dukce) Barneby) em plantações florestais comerciais. Mas, os plantios comerciais com esta espécie são muito heterogêneos e irregulares, o que torna necessário mais estudos sobre a silvicultura e manejo desta espécie (CARVALHO, 2007). Outra espécie muito plantada em larga escala é *Khaya ivorenses* A. Chev. (mogno africano). Essa espécie exótica foi introduzida na região amazônica como substituta do mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King.) (GASPAROTTO, 2001). Todavia, os trabalhos relacionados com a silvicultura e manejo desta espécie na região amazônica ainda são incipientes, com pouco conhecimento científico e técnico sobre seu crescimento silvicultural em diferentes sistemas de plantio.

Diante do exposto, é importante o estudo de silvicultura de plantações com espécies florestais para a recuperação de áreas alteradas, de modo a oferecer diferentes sistemas de produção e ao mesmo tempo, incorporar a abordagem de aspectos físico-químicos do solo, estoque de biomassa e ciclagem de nutrientes.

2. HIPÓTESES

Para o presente trabalho têm-se as seguintes hipóteses:

- a) *Schizolobium amazonicum* var. *parahyba* Huber ex Ducke (paricá) e *Khaya ivorensis* A. Chev. (mogno africano) em plantios homogêneos, apresentam maiores crescimentos em altura e diâmetro em espaçamentos menos adensados;
- b) As espécies paricá e mogno africano apresentam maiores crescimentos (altura e diâmetro) no sistema de consórcio quando comparado com plantios homogêneos;
- c) O paricá tem mais capacidade de depositar biomassa e acumular serapilheira no solo do que o mogno africano na fase inicial de crescimento;
- d) Há correlação negativa entre a deposição mensal de biomassa de paricá e mogno africano com a precipitação pluviométrica.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o crescimento, a deposição de biomassa (material vegetal) e o acúmulo de serapilheira em plantios de *Schizolobium amazonicum* var. *parahyba* Huber ex Ducke (paricá) e *Khaya ivorensis* A. Chev. (mogno africano) visando o uso dessas espécies na recuperação de áreas alteradas.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- a) Avaliar a dinâmica de crescimento em altura e DAP (diâmetro a 1,30 m do solo) de paricá e mogno africano em três sistemas de plantio florestal;
- b) Avaliar a deposição de biomassa e o acúmulo de serapilheira de paricá e mogno africano em dois sistemas de produção florestal.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 RECUPERAÇÃO DE ÁREAS ALTERADAS E DEGRADADAS

O desmatamento na Amazônia já alterou cerca de 730 mil km² (INPE, 2008) e desse total, 20% encontram-se com algum nível de degradação (ALMEIDA, 2008). Os maiores agentes causadores da degradação e/ou alteração na Amazônia são a agricultura itinerante, pecuária extensiva, extração ilegal da madeira, expansão sem planejamento de assentamentos e, mais recentemente, agricultura mecanizada de grãos (ALMEIDA; SABOGAL; BRIENZA JÚNIOR, 2006; DIAS-FILHO; SERRÃO; FERREIRA, 2008).

Os termos “área alterada” e “área degradada” possuem definições diferenciadas. São consideradas “áreas alteradas”, áreas modificadas por atividades agropecuária ou madeireira. Almeida, Sabogal e Brienza Júnior (2006) definem este termo de duas formas: i) áreas alteradas produtivas, que constituem sistemas agrícolas ou florestais produtivos e; ii) áreas alteradas sem utilização econômica, que são áreas abandonadas após uso temporário.

Área degradada está relacionada a extensões naturais que perderam a capacidade de recuperação natural após sofrerem distúrbios (MOREIRA, 2004). Para Vieira et al. (2009b) o termo “degradação” pode ser aplicado a duas macro-situações: i) degradação ambiental ou ecológica e ii) degradação da capacidade produtiva. A degradação ambiental ou ecológica envolve danos ou perdas de populações de espécies nativas animais e/ou vegetais (i.e. “degradação da biodiversidade”) ou perturbação no ecossistema que promova a perda de funções críticas, como, por exemplo, modificações nas quantidades de carbono armazenado, água transpirada pela vegetação ou retenção e ciclagem de nutrientes (i.e. “degradação do ecossistema”). Já a degradação da capacidade produtiva é aplicada a ecossistemas antrópicos, e refere-se à perda da produtividade econômica em termos agrícolas, pecuários ou florestais. Esse tipo de degradação, geralmente, está associado a práticas agrícolas insustentáveis, como uso de queima repetidamente, uso excessivo de fertilizantes e herbicidas químicos, monocultivos sem rotações,

etc.; ocasionando à exaustão da fertilidade natural dos solos e diminuição geral de microorganismos e macrofauna do solo.

Há vários métodos para recuperar áreas degradadas e/ou alteradas, dependendo do estado de degradação da área. Para o IBAMA (1990) o termo recuperação significa que o sítio degradado será retornado a uma forma de utilização conforme um plano preestabelecido para o uso do solo. Vieira *et al.* (2009b) define recuperação ambiental como a reconstrução de um ambiente que sofreu diferentes graus de alterações, com ou sem intervenção humana, visando à reativação da dinâmica natural da comunidade local (flora e fauna), similar àquela preexistente.

Outros termos como “recomposição”, “reabilitação”, “restauração”, “revegetação”, “florestamento”, “reflorestamento” são observados na literatura para designar as atividades de “recuperação” de uma área degradada, sendo que cada termo visa diferentes objetivos de recuperação ambiental de uma área degradada (ALMEIDA; SABOGAL; BRIENZA JUNIOR, 2006; RODRIGUES; GANDOLFI, 2000).

As nomenclaturas mais comumente utilizadas no Brasil são: i) restauração *stricto sensu*, que significa o retorno completo às condições ambientais preexistentes de ambientes pouquíssimo perturbados, com remota possibilidade de ser alcançada; ii) restauração *lato sensu*, que é realizada em ambientes com baixa intensidade de perturbação, de boa resiliência, mas que não retorna à condição original; iii) reabilitação, para ambientes com perturbações irreversíveis se não houver intervenção antrópica efetiva, onde a área retorna a um estado biológico sem uso produtivo a longo prazo (RODRIGUES; GANDOLFI, 2000).

De acordo com Lamb e Gilmour (2003) outros três termos são frequentemente utilizados dentro do tema restauração, mas apresentam significados diferentes da restauração ecológica: i) recuperação, que se refere ao restabelecimento da produtividade dos processos ecológicos no local degradado, mas não necessariamente da biodiversidade original; ii) reabilitação, que é o restabelecimento da produtividade, dos processos ecológicos e parte da biodiversidade, sendo que, muitas vezes, são introduzidas novas espécies não encontradas anteriormente no sistema original; iii) reflorestamento, que é a prática de plantar árvores, sendo este termo usado com fins produtivos onde se utilizam monoculturas e espécies exóticas.

4.2 PLANTIO DE ESPÉCIES FLORESTAIS COMO ALTERNATIVA PARA RECUPERAR ÁREAS ALTERADAS

O rápido crescimento populacional na região Amazônica tem, ao longo dos anos, reduzido significativamente a cobertura florestal, ocasionando alterações da vegetação original em pastagens e cultivos agrícolas (VIEIRA et al., 2009b; FEARNSIDE, 2005; DIAS-FILHO et al., 2008). Esse processo tem causado grandes problemas ambientais, como a degradação da floresta e do solo, assoreamento dos rios e redução da biodiversidade (VIEIRA et al., 2009b).

Não obstante, nas últimas décadas, mediante a crescente demanda na produção de madeira, o interesse em estabelecer projetos de reflorestamentos tem-se intensificado, principalmente com plantações homogêneas (ALVINO, 2006; PIOTTO et al., 2004), uma vez que esse tipo de plantio tem a vantagem de ser mais fácil de manejar e as árvores apresentam mesmo padrão de crescimento (SABOGAL et al., 2006). Além disso, a preferência por plantios homogêneos deve-se ao fato do mercado de madeira ser garantido, em que há possibilidade de concentrar investimentos numa única espécie de grande interesse comercial, além de permitir maior agilidade nas operações de desbaste e colheita. No entanto, plantio com uma única espécie, principalmente em extensas áreas, são mais suscetíveis à proliferação de pragas e doenças, pois os agentes entomológicos e fitopatológicos estão quase sempre livres de controle natural, seja de ordem biótica ou abiótica (CARVALHO, 2006).

Apesar dos plantios homogêneos, outros arranjos produtivos com diferentes espécies podem oferecer alternativas menos impactantes e reabilitar as áreas já alteradas e/ou degradadas (SANTOS; RODRIGUEZ; WANDELLI, 2002). Sistemas com variadas espécies podem melhorar a ciclagem de nutrientes, diminuir o risco de ataques de pragas e doenças em espécies florestais, aumentarem a biodiversidade animal e vegetal e fornecerem maior diversidade de madeira ao mercado. Além disso, as raízes das espécies distintas podem ocupar estratos diferentes no solo o que favorece uma utilização mais completa do solo e dos recursos hídricos (LACLAU et al., 2008).

Para Kageyama (1990) sistemas com diferentes espécies podem ser utilizados de duas formas: (i) em *consorciação*, nos quais são usadas duas espécies, em que

uma sombreia a outra, ou mistura de diversas espécies onde diferentes grupos desempenham papéis distintos de sombreadores ou sombreados, e, (ii) *sob mata*, em que o sombreamento às espécies plantadas é dado pela vegetação que ocorre na área.

Outro sistema que pode ser utilizado é o Sistema agroflorestal (SAF) que é uma forma de uso da terra que envolve a integração de árvores ou outras espécies perenes lenhosas com cultivos agrícolas e/ou pecuária, procurando obter a racionalização e o melhor aproveitamento dos recursos naturais (YARED et al. 1995).

O sistema agroflorestal é um arranjo produtivo viável que tem sido recomendado e divulgado como uma alternativa para a recuperação de áreas alteradas e/ou degradadas (DANIEL et al., 1999; AGUILAR; BARRERA, 1997). Esse sistema tem composição bastante diversificada e estratificada (AMADOR; VIANA, 1992), e permite aumentar a produção de forma escalonada no tempo e no espaço (VIANA; DUBOIS; ANDERSON, 1996), além de proporcionar melhorias nas propriedades físico-químicas de solos degradados e na atividade microbiana, pois possibilita grande número de fontes de matéria orgânica no solo (CASTRO et al., 2009). De acordo com Arco-Verde (2008), esse sistema pode proporcionar uma solução visível aos problemas específicos do uso da terra, devido ao seu aspecto interdisciplinar, métodos de diagnóstico e estratégias de manejo flexível das tecnologias agroflorestais.

Na prática, existem muitas experiências de plantações florestais e agroflorestais conduzidas na Amazônia brasileira (SABOGAL et al., 2006; ALMEIDA; SABOGAL; BRIENZA JUNIOR, 2006). No entanto, são necessárias avaliações científicas consistentes no que concerne aos aspectos sócio, econômico e ambiental.

Para que plantações florestais sejam incorporadas na paisagem amazônica, além dos conhecimentos acadêmicos e práticos, as questões econômicas associadas à legislação florestal para recuperação de áreas degradadas devem ser consideradas. O código florestal brasileiro e o decreto do Estado do Pará Nº 31594 de 27/01/2010, dispõem sobre a manutenção, recomposição, condução da regeneração natural, compensação e composição da área de Reserva Legal de imóveis rurais no Estado do Pará (VIEIRA et al., 2009b). Assim, para recuperar áreas de reserva legal (ARL) alteradas, a partir de plantações florestais, é preciso

que os sistemas escolhidos, além de economicamente atrativos, sejam adequados à legislação ambiental em termos de recuperação de áreas de reserva legal.

4.3 DINÂMICA DE SERAPILHEIRA EM ECOSSISTEMA FLORESTAL

Em um ecossistema florestal, a quantidade de nutrientes é representada pelo somatório dos nutrientes presentes nos diferentes componentes da biomassa arbórea, vegetação do sub-bosque, serapilheira e solo (POGGIANI, 1992b). De acordo com Odum (1972) grande parte dos nutrientes está alocado na biomassa e não no solo, e retorna ciclicamente dentro da estrutura orgânica do sistema.

Diversos fatores afetam a quantidade de resíduos que caem da parte aérea das plantas e irão formar a serapilheira, nos quais se destacam o clima, o solo, as características genéticas das plantas, a idade e a densidade de plantas. Em escala mais ampla, a produtividade vegetal é determinada pela distribuição de chuvas, a qual influencia a disponibilidade de água no solo, e, numa escala mais restrita, pela disponibilidade de nutrientes. Das variáveis climáticas, a chuva e a temperatura são as que exercem maiores influências na produção vegetal (GAMA-RODRIGUES e BARROS, 2002).

A deposição de material orgânico, quando acumulada na superfície do solo, chamado de serapilheira, é considerada como o mais importante modo de transferência de nutrientes da vegetação ao solo, e pode estimar a dinâmica de produção vegetal, bem como sua dinâmica de crescimento (SILVA; LOBO, 2007; HAAG, 1985), sendo que a liberação dos nutrientes dependente do processo de decomposição e representa um importante papel na fertilidade do solo em termos de ciclagem de nutrientes e formação de matéria orgânica (ODUM, 1972). Conforme Luizão (1982), a velocidade da decomposição de serapilheira depende da época do ano. Em períodos de seca a decomposição é mais lenta, ocorrendo acúmulo de matéria orgânica, enquanto que na estação chuvosa, a decomposição é mais rápida.

A decomposição da serapilheira possibilita que parte do carbono incorporado na biomassa pela fotossíntese retorne à atmosfera como CO₂ e outra parte, simultaneamente aos elementos absorvidos, sejam incorporada ao solo, e renovada

ao conteúdo de matéria orgânica e de nutrientes, sendo que parte desses nutrientes serão reabsorvidos pelas plantas (GAMA-RODRIGUES; BARROS, 2002).

A velocidade de decomposição da serapilheira é regulada pelas condições climática e edáfica do ambiente, pela composição específica e numérica da comunidade decompositora (macro e microfauna) e pela qualidade e diversidade da matéria orgânica (DENICH; BRADINO; BLUM, 1986).

O retorno de nutrientes ao solo através da queda de folhas e outras estruturas das árvores constituem a via mais importante do ciclo biogeoquímico, e se torna um indicador relevante em condições de solos com baixa fertilidade (REIS; BARROS, 1990).

4.4 CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

4.4.1 Características gerais do paricá

Classe: Dicotiledônea

Família: Fabaceae (Leguminosae)

Sub-família: Caesalpinioideae

Nome científico: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (BARNEBY, 1996)

Sinónímias: *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke, *Schizolobium excelsum* var. *amazonicum* Ducke ex. L. O Williams

Vernáculos: bacurubu, caixeta, faveira, faveira-branca, ficheiro, guapuruvu, paricá, paricá-grande, pinho-cuiabano (CARVALHO, 2007)

Segundo Rizzini (1971) a espécie *Schizolobium parahyba* Vell. Blake distingue-se do *S. amazonicum* Huber ex. Ducke por florescer sem folhas e pelas folhas e frutos que são duas vezes menores, além das folhas que atingem até dois metros na fase jovem. Entretanto, Barneby (1996) considera *S. amazonicum* como sendo uma variedade de *S. parahyba*.

O paricá é uma espécie demandante por luz, caducifólia, de grande porte e fuste reto, ocorrendo em florestas primárias e secundárias de terra-firme e várzea alta (TONINI et al., 2005; SOUSA et al., 2005). Em geral mede de 15-40 m de altura e 50-100 cm de diâmetro à altura do peito (DAP).

Nos primeiros anos de crescimento sua copa não tem ramificação lateral, porém quando adulta apresenta copa ampla, com ramos laterais horizontais dispersos, possibilitando a entrada de luz solar pelas suas folhagens. O tronco é cilíndrico, com pouca tortuosidade, apresentando sapopemas na sua base (CORDEIRO, 2007; SOUSA et al., 2005).

S. parahyba var amazonicum apresenta ampla distribuição geográfica em altitudes de até 800 m. Ocorre nas Amazônias brasileira, venezuelana, colombiana, peruana e boliviana. No Brasil, a espécie é encontrada nos estados do Amazonas, Pará, Mato Grosso, Rondônia e Acre, ocorrendo também na Mata Atlântica (Santa Catarina e Bahia) (CORDEIRO, 2007; SOUSA et al., 2005).

É uma planta hermafrodita cuja polinização é realizada principalmente pelas abelhas Anthophoridae (*Xylocopa* spp e *Centris* spp) e algumas Apidae (*Melipona* spp e *Apis mellifera*) (VENTURIERI, 2000). O início dos eventos reprodutivos ocorre entre 8 e 10 anos, em áreas abertas e plantios, e aos 12 anos, na floresta (SOUSA et al., 2005).

A floração do paricá no Pará ocorre entre os meses de maio a julho e a frutificação no período de agosto a outubro com dispersão anemocórica (CARVALHO, 2007; SOUSA et al., 2005). A árvore apresenta curta longevidade, variando de 20 a 40 anos se comparada com outras espécies da floresta primária (SOUSA et al., 2005; VENTURIERI, 2000).

Esta espécie tem despertado interesse entre os produtores rurais e madeireiros, devido a seu crescimento rápido e bom desempenho, tanto em formações homogêneas quanto em consórcio, e ao seu potencial na indústria de lâminas de compensado (HOMMA, 2008; SOUSA et al., 2005; VEIGA et al., 2000a). Além disso, esta espécie pode fornecer matéria-prima para a obtenção de celulose e papel, por seu fácil branqueamento e as excelentes resistências obtidas com o papel branqueado (SOUSA et al., 2005).

Não obstante, estudos mostram que o paricá apresenta bom crescimento quando cultivada em consórcio com outras espécies florestais (RAMOS; FERRAZ, 2000). Esta espécie é usada como componente arbóreo em sistemas agroflorestais,

em diferentes condições edáficas, e pode fornecer tanto bens e serviços, como prover sombreamento para os plantios de cacaueteiro (*Theobroma cacao*) e cupuaçueteiro (*Theobroma grandiflorum*) (CORDEIRO, 2007; OHASHI; YARED; NETO, 2010b). Nos Estados do Pará, Amazonas, Roraima e Acre, o paricá tem sido plantado em larga escala, não somente para atender ao mercado de madeira, devido suas características silviculturais, como também em projetos de reposição florestal (CORDEIRO, 2007; CARVALHO, 2007).

4.4.2 Características gerais do mogno africano

Classe: Dicotiledônea

Família: Meliaceae

Sub-família: Swietenioideae

Nome científico: *Khaya ivorensis* A. Chev.

Sinónimias: *K. anthotheca*, *K. grandifolia* e *K. senegalensis* (FALESI; BAENA, 1999)

Vernáculos: african mahogany, mogno-africano, deké, afrikaans mahoganie (CIRAD, 1979¹ apud FALESI; BAENA, 1999)

K. ivorensis é uma espécie originária da Costa Ocidental africana. Foi introduzido na região amazônica para plantios em escala comercial, substituindo o mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King) que é muito susceptível à broca do ponteiro (*Hypsiphyla grandella* Zeller) (GASPAROTTO, 2001).

É uma planta heliófila, mas tolerante à sombra durante sua fase jovem. Apresenta porte elevado, sendo caducifólia nos climas áridos, e pode atingir alturas de 40 m a 50 m e DAP de até 200 cm (LAMPRECHT, 1990). Segundo Carvalho

¹ INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA PARA EL DESARROLLO (CIRAD). Fiches techniques: Acajou d'Afrique. *Revue Bois et Forêts des tropiques*, n 183, p.33-48, 1979

(2006) esta espécie apresenta bom crescimento nos solos amazônicos de boa drenagem.

A formação do caule é retilínea e, freqüentemente, livre de ramificações até uma altura entre 5 e 7 metros; a partir daí, há certa tendência à multiplicação das gemas, cabendo realizar a desrama artificial (poda) para garantir a qualidade do fuste. O período de frutificação ocorre a partir do 13º ano de idade, entre os meses de outubro e dezembro. As sementes são capazes de manter um elevado poder germinativo por até 15 dias, prolongáveis quando acondicionadas em temperatura baixa. A germinação ocorre entre 8 e 20 dias após o semeio. A espécie é resistente ao ataque da *Hypsipyla grandella*, mas vulnerável a inúmeros organismos patogênicos entre fungos e bactérias; o mais complicado é o fungo *Rigidosporus liguosos*, que ataca o sistema radicular causando murcha letal ou podridão branca. Para evitá-lo é preciso impedir o encharcamento do solo (CARVALHO, 2006).

A madeira do mogno africano é de elevada durabilidade, fácil de trabalhar e secar, porém de difícil impregnação. Seu peso a 12% de umidade é de aproximadamente 0,520 g/cm³. Apresenta anéis de crescimentos distintos e irregulares. Com características semelhantes às da *Swietenia macrophylla*, para madeira apresenta uso comercial importante, podendo ser empregada para fins como movelaria, faqueado, construção naval e em sofisticadas construções interna (CARVALHO, 2006).

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 CARACTERÍSTICAS DO MUNICÍPIO DE DOM ELISEU

O município de Dom Eliseu pertence à Mesorregião Sudeste Paraense e à Microrregião Paragominas (SEPOF, 2008) (Figura 1).

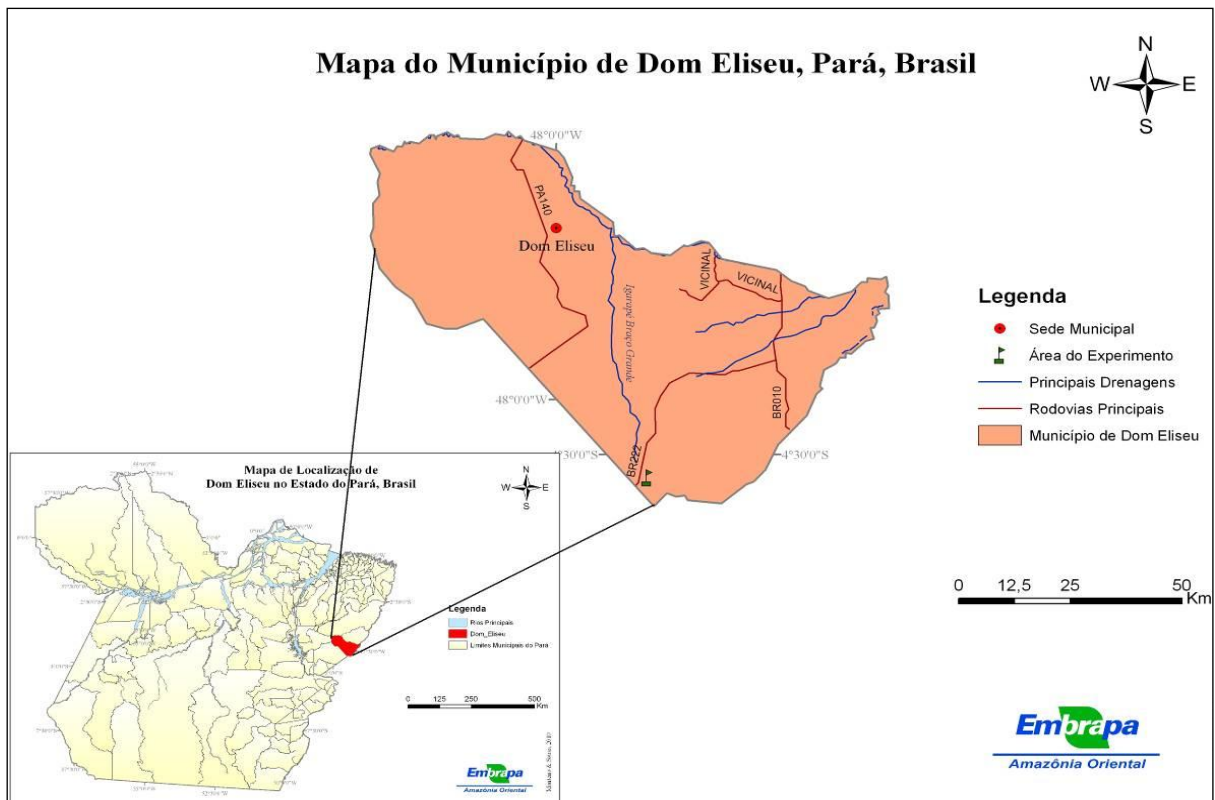


FIGURA 1. Localização do Município de Dom Eliseu, Pará

A vegetação do município corresponde ao subtipo Floresta Densa da subregião dos altos dos platôs do Pará - Maranhão, Floresta densa de planície aluvial e densa de terraços. Entretanto, os constantes desmatamentos, aliados à condição de frente pioneira, tem degradado a vegetação original, e propiciado o aparecimento de grandes áreas de vegetação secundária (SEPOF, 2008).

O clima do município de Dom Eliseu é mesotérmico úmido. A temperatura média anual é de 25°C e a média mínima diária é de 20°C. O regime pluviométrico anual fica, geralmente, entre 1.550 mm e 2.000 mm. As chuvas não se distribuem igualmente durante o ano, sendo de janeiro a junho sua maior concentração (cerca de 80%), implicando grandes excedentes hídricos. A umidade relativa do ar é em torno de 85% (SEPOF, 2008).

Os solos predominantes no município de Dom Eliseu são: Latossolo Amarelo Distrófico, Argissolo Amarelo Distrófico, Concrecionário Laterítico e Areias Quartzosas. Há presença de solos Aluviais e solos Hidromórficos indiscriminados nas áreas de várzea (SEPOF, 2008).

5.2 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE INSTALAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

5.2.1 Localização e caracterização da área experimental

O presente trabalho foi conduzido no âmbito do Projeto Carbon Positive. Os experimentos foram instalados na Fazenda Gênese Salém, localizada no município de Dom Eliseu, Estado do Pará, no Km 49 da BR-222, com coordenadas geográficas de 47° 49' 49,60" W e 04° 32' 31,60" S e área total de 749 ha. A área total experimental corresponde a 30 ha (Figura 2).

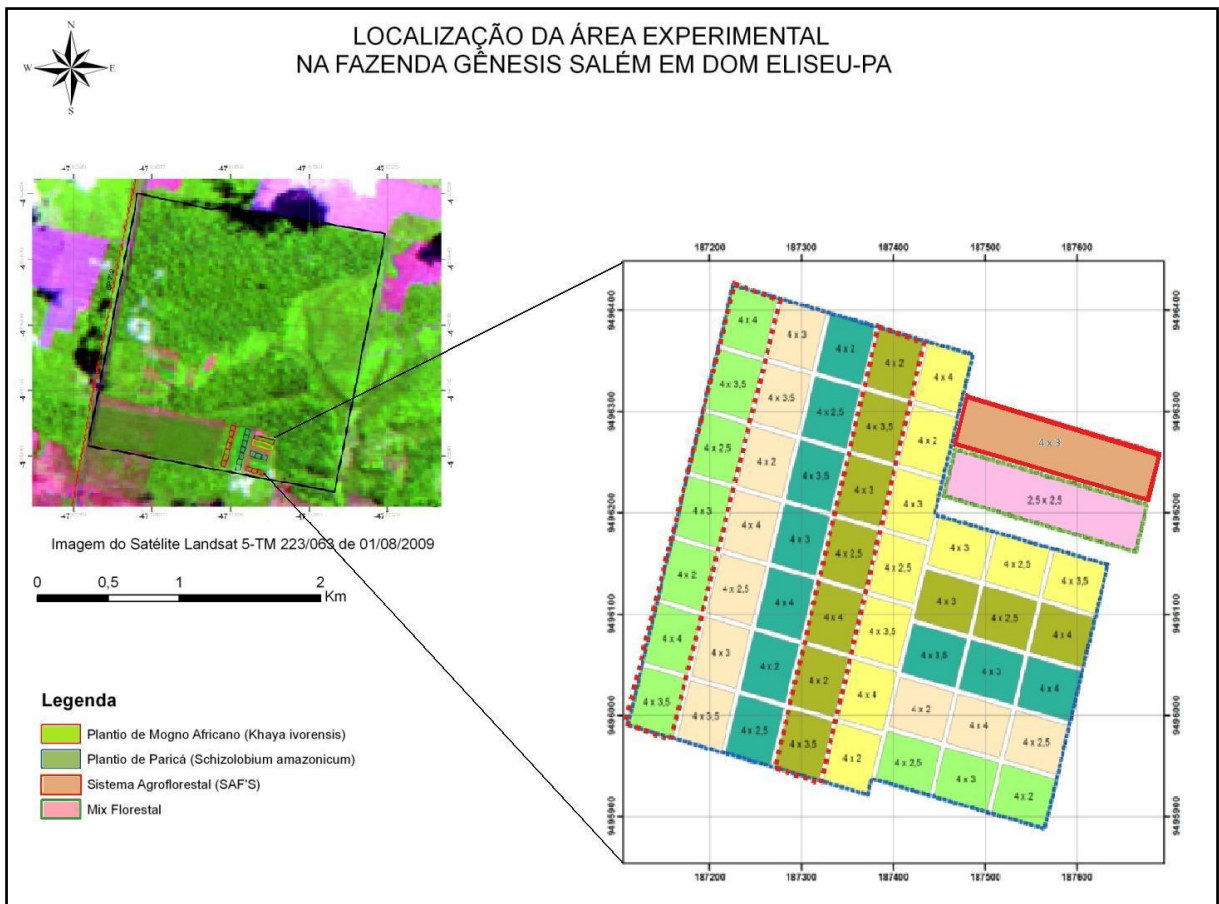


FIGURA 2. Localização da área de estudo, Fazenda Gênese Salém, Dom Eliseu, Pará

5.2.2 Vegetação

A cobertura vegetal anterior ao plantio na área experimental era Floresta Tropical Úmida, que passou por intenso processo de exploração seletiva de madeira. No mês de outubro de 2005, a vegetação foi suprimida e a madeira remanescente da exploração foi aproveitada para uso alternativo.

5.2.3 Clima

As médias de precipitação pluviométrica foram definidas através da interpolação de variáveis climáticas, estudadas por Chen *et al.* (2008) e Silva *et al.*

(2007), o que permitiu obter uma base de dados climáticos de 30 anos da área experimental, sob as coordenadas geográficas 04°33'04,9" S e 47°49'00,0" W (Figura 3).

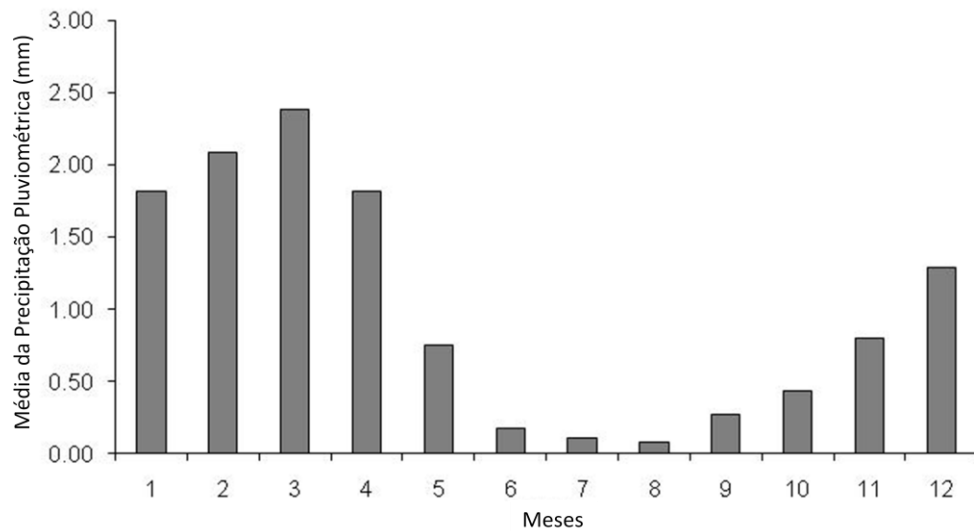


FIGURA 3. Média mensal da precipitação pluviométrica (mm), Fazenda Gênese Salém, Dom Eliseu - PA
 FONTE: CHEN et al. (2008) e SILVA et al. (2007)

5.2.4 Solo

Como parte das atividades do Projeto Carbon Positive, a equipe do Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental avaliou as propriedades físicas, granulométricas e químicas do solo da área experimental, antes da instalação dos sistemas produtivos.

O solo da área experimental foi identificado como Latossolo Amarelo Distrófico A, moderado textura muito argilosa. A caracterização dos horizontes do solo é apresentada na Tabela 1. A análise química do solo foi feita para cada sistema de produção estabelecido (Tabela 2).

TABELA 1. Descrição do solo da área experimental, Fazenda Gênese Salém, Dom Eliseu, Pará

Horizonte	Descrição
0 - liteira (0 - 2 cm)	Constituído de folhas e galhos decompostos e em decomposição
A (0 - 9 cm)	Cinza brunado claro (10 YR 6/2, úmido); argila pesada; moderada, pequena e média subangular e pequena granular; friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa
AB (9 - 22 cm)	Bruno muito pálido (10YR 7/4, úmido); argila pesada; moderada pequena e média subangular e granular; friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa
BA (22 - 40 cm)	Amarelo brunado (10YR 6/6, úmido); argila pesada; fraca a moderada pequena e média subangular e pequena granular; pouca e fraca serosidade; friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa
B _{w1} (40 - 70 cm)	Amarelo (10 YR 7/6, úmido); argila pesada; moderada pequena e média subangular e pequena granular; pouca e fraca serosidade; friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa
B _{w2} (70 - 110 cm)	Amarelo (10 YR 7/8, úmido); argila pesada; moderada pequena e média subangular e pequena granular; pouca e fraca serosidade; friável muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa
B _{w3} (110 - 160 cm +)	Amarelo (10 YR 7/8, úmido); argila pesada; maciça porosa desfazendo-se em fraca, pequena e média subangular; muito friável, muito plástico e muito pegajoso

TABELA 2. Análise química do solo, Fazenda Gênese Salém, Dom Eliseu, Pará

SIS	pH água	N (%)	MO (g/kg)	P (mg/dm ³)	K (mg/dm ³)	Na (mg/dm ³)	Ca (cmol _c /dm ³)	Ca+Mg (cmol _c /dm ³)	Al (cmol _c /dm ³)	H+Al (cmol _c /dm ³)
H-BI	5,9	0,2	35,1	6,0	70,3	19,3	4,1	5,8	0,2	3,2
H-BII	6,1	0,2	37,3	4,7	58,3	15,3	5,1	6,5	0,2	4,3
H-BIII	5,5	0,2	41,0	3,3	53,0	13,3	3,6	4,9	0,1	4,4
CPS	6,5	0,3	45,9	15,3	87,0	22,7	5,8	8,0	0,1	3,4
SAF	5,9	0,2	44,8	9,0	72,3	19,3	4,7	6,0	0,1	4,8

H: Sistema Homogêneo; B: bloco; CPS: Sistema de Consórcio a pleno sol; SAF: Sistema Agroflorestal

5.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

5.3.1 Preparo da área experimental

Após a derrubada da floresta foi feita a destoca com trator de esteiras com lâmina e amontoa para efetuar a queima da biomassa residual. Em seguida houve gradagem com grade niveladora utilizando-se trator de pneus.

O plantio foi estabelecido no ano de 2006. Antes do plantio das mudas foram aplicados nas covas 200g de Nitrogênio, Sódio e Potássio (NPK) na proporção 10:28:20. Após o plantio as adubações de cobertura foram feitas no início (75g de NPK 10:28:20) e no final (75g de NPK 10:28:20) do período chuvoso. Os tratamentos culturais (capina, coroamento, roçagem e desbaste) foram realizados duas vezes ao ano, no início e no final do período chuvoso.

5.3.2 Delineamento estatístico dos experimentos

Para o presente trabalho foram escolhidos os seguintes sistemas de produção florestal a serem estudados: plantio homogêneo em cinco espaçamentos, plantio misto de espécies e sistema agroflorestal.

5.3.2.1 Sistema de Plantio Homogêneo

No plantio homogêneo foram estudadas as espécies florestais *Khaya ivorensis* A. Chev. (mogno africano) e *Schizolobium parayba var. amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (paricá) (Anexo A). O delineamento foi em blocos ao acaso com cinco tratamentos e três repetições (Tabela 3).

Para avaliar o crescimento em altura e diâmetro das espécies foi instalada inicialmente, em cada espaçamento, uma parcela amostral com 15 indivíduos. Devido à necessidade de uma amostragem mais representativa, foram acrescentados mais indivíduos para o monitoramento. Deste modo, após duas

avaliações de altura e diâmetro iniciais, foram alocadas mais duas parcelas amostrais em cada espaçamento, e o número de indivíduos monitorados passou a representar 20% do total de plantas em cada espaçamento (Figura 4). O monitoramento das espécies foi realizado semestralmente no período de setembro de 2006 a abril de 2009.

TABELA 3. Número total de plantas, número de plantas mensuradas, área/árvore e densidade por espaçamento das espécies monitoradas no sistema homogêneo

Tratamento	Espaçamento (m x m)	Nº total de árvores / espaçamento	Nº de árvores mensuradas	Área/árvore (m ²)	Densidade (árvores/ha)
T1	4,0 x 2,0	375	80	8	1250
T2	4,0 x 2,5	300	66	10	1000
T3	4,0 x 3,0	250	55	12	833
T4	4,0 x 3,5	214	48	14	714
T5	4,0 x 4,0	188	42	16	625

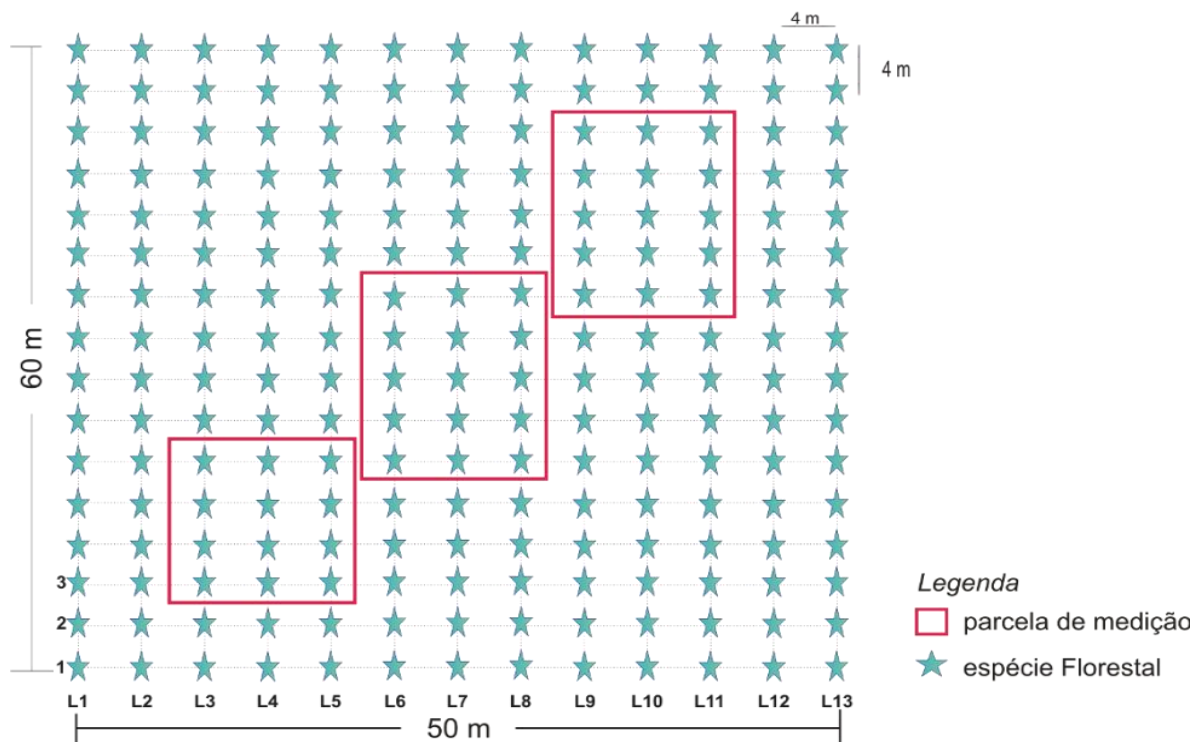


FIGURA 4. Layout do sistema de plantio homogêneo para cada espaçamento estudado

5.3.2.2 Sistema de Consórcio de Espécies

O sistema de consórcio consta de duas espécies florestais, *Khaya ivorensis* (mogno africano) e *Schizolobium parayba* var. *amazonicum* (paricá) distribuídas nos seguintes arranjos (Figura 5; Anexo B):

- Linhas triplas de mogno africano - LTM
- Linhas triplas de paricá – LTP
- Linhas alternadas (mogno africano e paricá) – LA
- Linhas duplas de mogno africano – LDM
- Linhas duplas de paricá– LDP

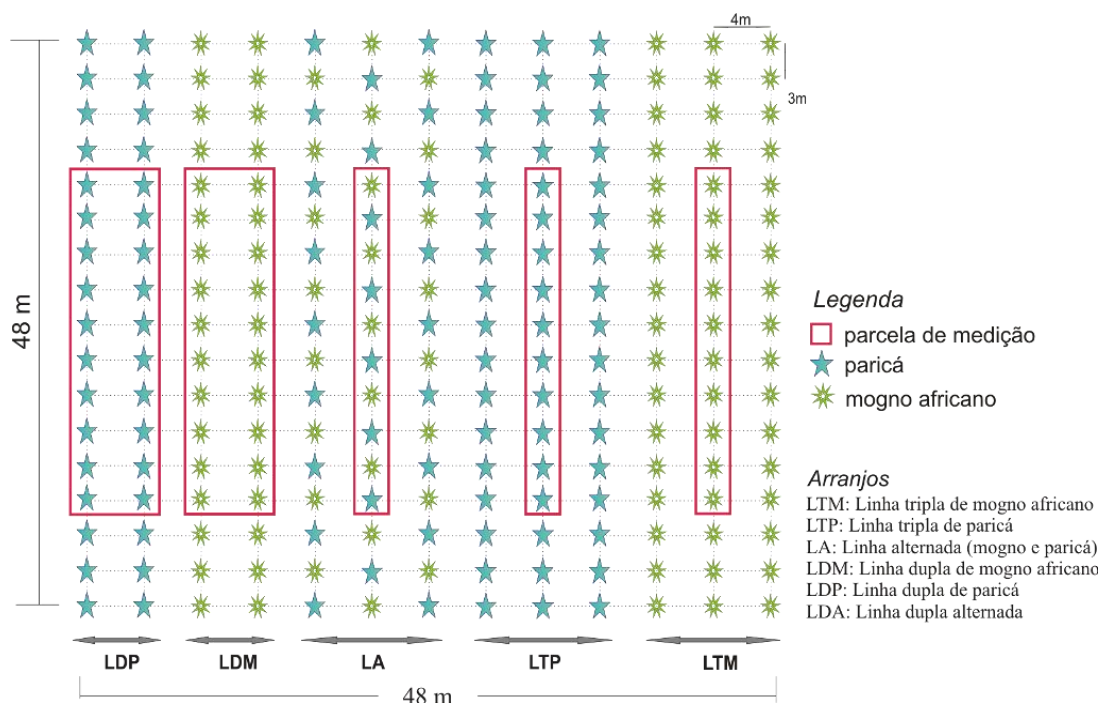


FIGURA 5. Layout do sistema de consórcio de espécies

Os arranjos do sistema compõem uma parcela monitorada. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com três repetições. Nos arranjos em linhas triplas (LTP) de mogno africano e paricá foram 20 indivíduos monitorados. Nas linhas alternadas (LA) foram 10 indivíduos e nos arranjos em linhas duplas (LD) de mogno africano e paricá o monitoramento foi feito em 40 indivíduos (Tabela 4).

TABELA 4. Espaçamentos, número total de árvores na parcela, número total de plantas mensuradas, área/árvore e densidade das espécies utilizadas no sistema de consórcio

Espaçamento (m x m)	Nº total de árvores/ parcela	Nº de indivíduos mensurados por sistema			Total de árvores mensuradas	Área/ árvore (m ²)	Densidade (árvores/ha)
		LT	LA	LD			
4,0 x 3,0	15	20	10	40	70	12	833

LT: linhas triplas; LA: linhas alternadas entre mogno africano e paricá; LD: linhas duplas

O monitoramento das plantas foi semestral até 18 meses de idade. Após este período, as medições foram realizadas a cada quatro meses. O período das medições foi de setembro de 2006 a abril de 2009.

5.3.2.3 Sistema Agroflorestal (SAF)

O sistema agroflorestal estudado foi composto por três espécies, uma florestal (paricá no espaçamento 5,0 m x 5,0 m), e duas frutíferas, cupuaçu (*Theobroma cacao*) no espaçamento 5,0 m x 5,0 m e banana (*Musa sp*) no espaçamento 2,5 m x 5,0 m). Aos 12 meses de idade houve mortalidade de aproximadamente 85% dos indivíduos de cupuaçu, permanecendo no sistema apenas o componente arbóreo (paricá) e o frutífero (banana) (Anexo C).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada repetição abrangeu 15 indivíduos da espécie florestal para monitoramento (Tabela 5; Figura 6).

TABELA 5. Espaçamento, número total de árvores na parcela, número total de plantas mensuradas, área/árvore e densidade de paricá e banana no sistema agroflorestal

Espécie	Espaçamento (m x m)	Nº total de árvores/ parcela	Nº de parcelas monitoradas	Total de árv. Mensuradas	Parcela (m ²)	Densidade (árvores/há)
paricá	5,0 x 5,0	15	04	60	200	400
banana	2,5 x 5,0	18	04	---	---	800

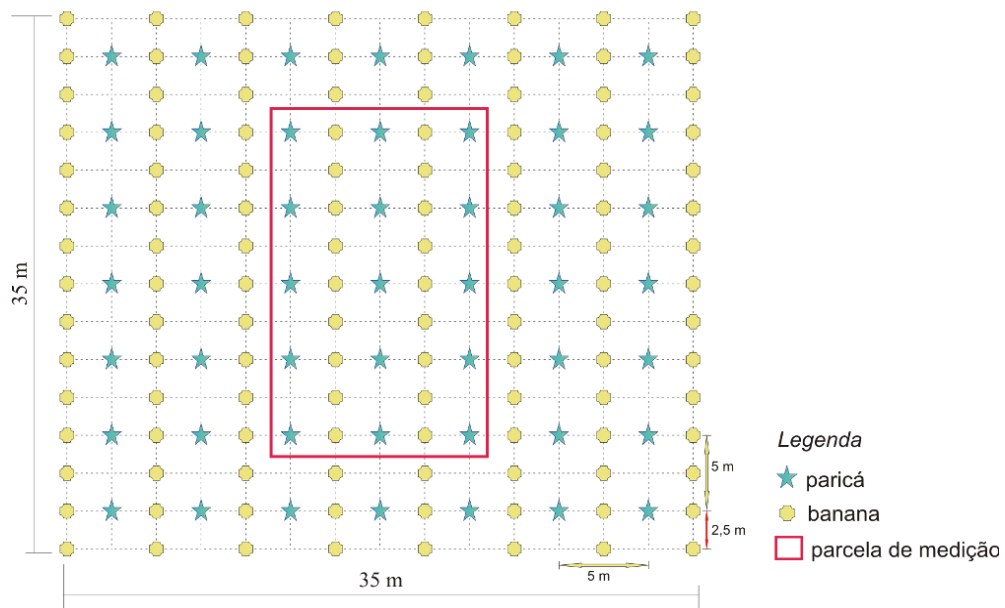


FIGURA 6. Layout do sistema agroflorestal

As avaliações silviculturais foram semestrais até 12 meses de plantio e posteriormente, foram realizadas a cada quatro meses. O período das medições foi de setembro de 2006 a abril de 2009.

5.3.3 Determinação das variáveis silviculturais (diâmetro e altura)

A determinação da variável diâmetro (diâmetro à altura do peito – DAP) iniciou quando os indivíduos apresentaram diâmetro maior que 01 cm. O DAP foi obtido por meio de fita diamétrica. A medição da altura foi realizada com auxílio de um Hipsômetro Vertex IV (Figura 7), no qual se utiliza um sistema de medida com ultrasons, permitindo uma maior precisão na aferição da altura das plantas. Para facilitar a execução da atividade de monitoramento, as árvores inseridas nas parcelas de medição foram demarcadas com tinta óleo vermelha.

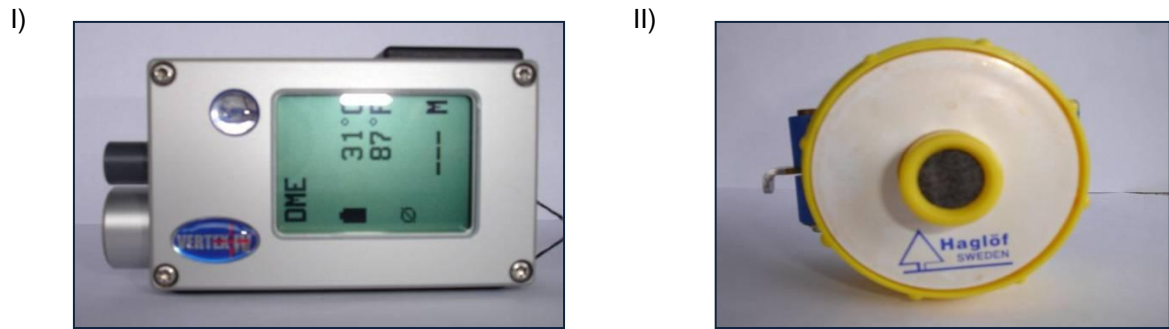


FIGURA 7. Aparelho de medição de altura. I) Hipsômetro Vertex IV; II) receptor

5.3.4 Deposição de biomassa e acúmulo de serapilheira em sistema de consórcio de espécies florestais e sistema agroflorestal

O estudo da deposição de biomassa (material vegetal das árvores) e acúmulo de serapilheira foi realizado nos sistemas agroflorestais e consórcio de espécies. Para avaliar a deposição (queda) de biomassa foram utilizados 10 coletores por repetição no sistema de consórcio e quatro coletores por repetição no sistema agroflorestal (Tabela 6). Os coletores foram formados de arame galvanizado de um m² e fundo em tela de náilon com malha de um mm², suspensos a 15 cm do solo.

TABELA 6. Distribuição dos coletores no sistema consórcio de espécies e no sistema agroflorestal

Sistema	Nº de coletores por parcela	Nº de parcela	Total de coletores no sistema
Consórcio	10	03	30
Agroflorestal	04	04	16

A distribuição dos coletores foi feita de forma sistemática (Figura 8 A e B; Anexo D). O material vegetal interceptado pelos coletores foi coletado quinzenalmente e acondicionado em sacos de papel, durante 12 meses. As amostras coletadas em um mesmo coletor durante duas quinzenas formaram uma única amostra mensal. A coleta foi realizada no período de agosto de 2008 a julho de 2009.

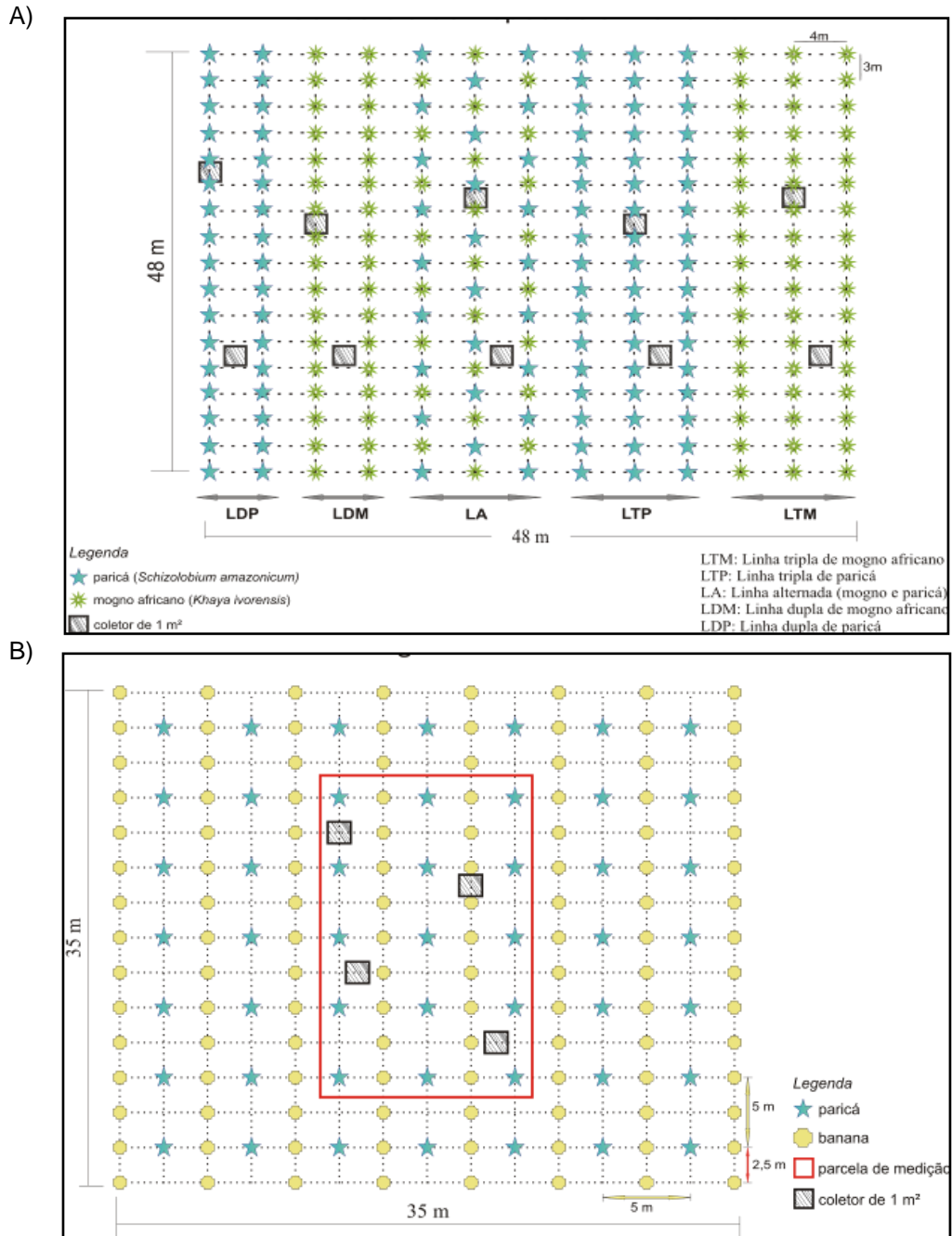


FIGURA 8. Distribuição dos coletores no A) sistema de consórcio e B) sistema agroflorestal

Para estudar o acúmulo de serapilheira no solo foi utilizado um gabarito de madeira de 0,25 m². A coleta foi realizada no início (agosto de 2008) e no final (julho de 2009) de coleta da queda de serapilheira. As amostras foram coletadas aleatoriamente em cada sistema. No sistema de consórcio foram retiradas 20 amostras por repetição, totalizando 60 amostras. No sistema agroflorestal foram coletadas quatro amostras por repetição, totalizando 16 amostras.

As amostras foram secas em estufa de circulação forçada, à temperatura de 60 - 70 °C por 72 h, e pesadas em balança digital para obtenção da massa seca. Os dados de massa seca foram utilizados para obter a deposição média de biomassa em $\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$.

Para caracterizar a decomposição de serapilheira foi utilizado o mesmo método proposto por Brienza Júnior (1999b). Este autor (Ibidem) utilizou o estoque de serapilheira mensurado no início (T1) e no final (T2) do período de coleta da queda de serapilheira. A diferença entre a amostragem posterior e anterior (T2-T1) representa a quantidade de biomassa de serapilheira não decomposta que permaneceu no sistema durante um ano. A quantidade relativa de serapilheira decomposta é chamada de Taxa de Decomposição (taxa de decomposição - Td). A equação utilizada pelo referido autor (Ibidem) e usada para o presente estudo foi $[1 - (T2-T1)/\text{queda de serapilheira}] \cdot 1$.

5.3.5 Análise estatística

Os dados coletados em campo foram organizados em planilhas do EXCEL. Os parâmetros silviculturais (sobrevivência, altura, diâmetro e biomassa) das espécies foram submetidos à análise de variância (ANOVA) através do programa Sisvar e análise de regressão pelo programa Statistica. Os gráficos foram elaborados no programa Sigmaplot11.

6. RESULTADOS

6.1 DINÂMICA DE CRESCIMENTO DE PARICÁ E MOGNO AFRICANO EM DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO

6.1.1 *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (paricá)

6.1.1.1 Sistema de plantio homogêneo

a) Sobrevivência

A porcentagem de sobrevivência permite avaliar a capacidade de adaptação da espécie mediante as condições ambientais na qual está inserida.

Inicialmente foram monitorados 15 indivíduos em três repetições para cada espaçamento. Após o 15º mês de idade, devido à necessidade de uma amostragem mais representativa, foram acrescentados mais indivíduos nas parcelas amostrais. Para a primeira amostragem, dos oito aos 15 meses de idade, não foram observadas diferenças estatísticas de sobrevivência de paricá considerando-se todos os espaçamentos estudados, com médias oscilando entre 83 e 100% (Tabela 7).

Após o 21º mês houve queda significativa na taxa de sobrevivência, principalmente nos espaçamentos mais adensados, com médias oscilando de 74% a 91% de sobrevivência ao final da avaliação (40 meses de idade). Este resultado mostra que a espécie apresentou boa adaptação ao ambiente independentemente do espaçamento de plantio. Carvalho (2006) relatou sobrevivência de 90% em plantios de paricá no município de Vigia (PA). O resultado encontrado no presente estudo, para o espaçamento 4,0 mx 4,0 m (90% de sobrevivência), está de acordo com o padrão determinado em plantações comerciais (FAO 1981).

TABELA 7. Porcentagem de sobrevivência (%) de paricá em função dos espaçamentos avaliados, ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

Idade (meses)	Espaçamento (m x m)					Média Geral
	4,0 x 2,0	4,0 x 2,5	4,0 x 3,0	4,0 x 3,5	4,0 x 4,0	
8	83,3 a	93,3 a	100,0 a	100,0 a	96,7 a	94,7
15	83,3 a	93,3 a	100,0 a	100,0 a	96,7 a	94,7
21	94,4 a	79,6 b	91,4 a	92,0 a	97,5 a	91,0
26	87,3 ab	75,2 b	83,9 ab	86,3 ab	97,5 a	86,0
32	84,9 ab	75,2 ab	83,1 ab	85,2 ab	95,0 a	84,9
40	82,2 ab	73,8 b	83,1 ab	85,2 ab	91,4 a	83,6

Valores precedidos de mesma letra minúscula na horizontal não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Nos indivíduos plantados nos espaçamentos mais adensados (4,0 m x 2,0 m e 4,0 m x 2,5 m) foi verificada, aos 40 meses de idade, maior taxa de mortalidade (Figura 9). Após o estabelecimento e adaptação das plantas às condições ambientais, as plantas passam a competir mais por espaço e, conseqüentemente, por recursos naturais (água e nutrientes), principalmente quando estão mais adensadas. A sobrevivência de plantas em função do espaçamento também foi verificada por Cordeiro (2007) em indivíduos de paricá, que em espaçamentos mais adensados as plantas apresentaram maior mortalidade aos três anos de idade.

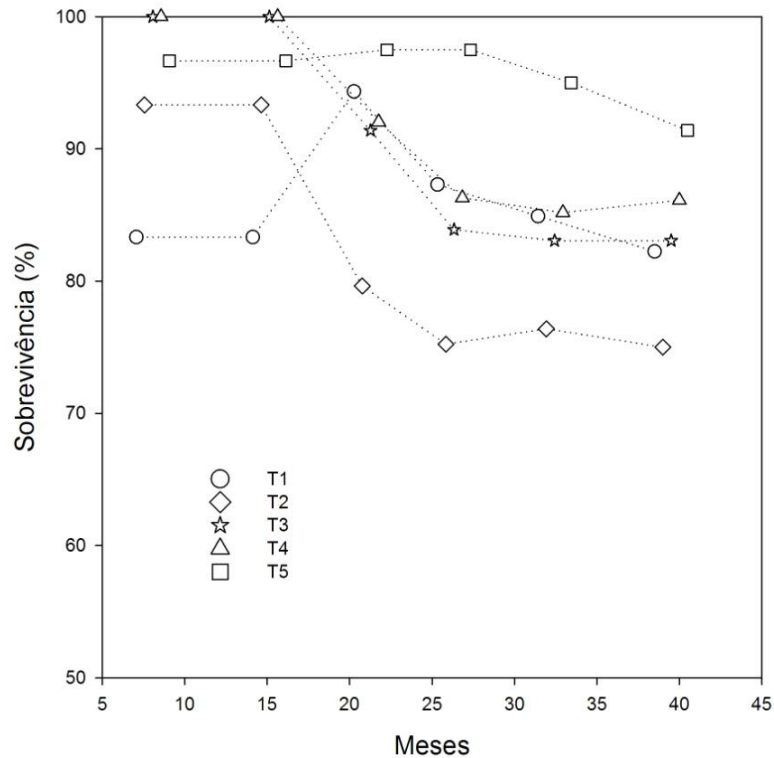


FIGURA 9. Porcentagem de sobrevivência (%) de paricá, em função dos cinco espaçamentos estudados: T1: 4 m x 2 m; T2: 4 m x 2,5 m; T3: 4 m x 3 m; T4: 4 m x 3,5 m; T5: 4 m x 4 m

De um modo geral, independente dos espaçamentos, a média de sobrevivência das plantas de paricá foi de 84%, aos 40 meses, resultado inferior ao encontrado por Marques (1990) em plantios homogêneos de paricá (99% de sobrevivência) aos 36 meses de idade. Pereira et al. (1983) afirmaram que o percentual de mortalidade de plantas em reflorestamentos tende a aumentar com o tempo, devido à presença de árvores dominadas.

b) Crescimento em Altura

Escolher o sistema de produção adequado e espaçamento correto é fundamental para obter um desenvolvimento satisfatório e boa produtividade de espécies florestais. Para espécies de crescimento rápido o espaçamento inadequado pode acentuar os efeitos da deficiência hídrica sobre as plantas e

diminuir a produtividade da floresta em razão da intensa competição (LELES et al., 1998).

A análise dos dados de crescimento em altura das plantas de paricá foi considerada sob duas condições. Na primeira, tomando-se em conta a avaliação dos valores de altura das plantas de paricá, foi observada diferença estatística ao longo do período de monitoramento entre os espaçamentos de plantio estudado ($F_{(4;5)}=7,76$; $p<0,0001$) (Apêndice A - Tabela 1A). Entre os tratamentos, as médias de crescimento em altura oscilaram de 16,3 m (T5) a 18,2 m (T3) aos 40 meses de idade (Tabela 8).

TABELA 8. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em altura (m) de paricá em função dos espaçamentos avaliados, ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

Idade (meses)	Espaçamento (m x m)					Média Global
	4,0 x 2,0	4,0 x 2,5	4,0 x 3,0	4,0 x 3,5	4,0 x 4,0	
8	1,30±0,34 a	0,73±0,45 c	1,26±0,38 a	1,12±0,53 ab	0,97±0,65 bc	1,07±0,53
15	4,84±1,54 a	3,02±1,74 c	5,08±1,56 a	3,92±1,67 b	3,77±1,32 bc	4,12±1,72
21	6,24±1,98 a	5,18±2,05 b	6,49±2,28 a	6,13±2,05 a	5,28±1,74 b	5,91±2,09
26	9,52±2,20 b	8,67±2,37 c	10,2±2,29 a	9,44±2,61 b	8,18±2,58 c	9,24±2,47
32	14,37±3,08 a	12,53±3,16 b	14,46±2,73 a	13,97±3,20 a	12,14±3,08 b	13,58±3,19
40	16,59±3,28 b	16,39±3,11 b	18,24±2,34 a	17,68±3,51 a	16,26±3,15 b	16,99±3,19

Valores precedidos de mesma letra na horizontal não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey.

Na segunda, observando-se os valores de altura em cada espaçamento ao longo do tempo de avaliação, verifica-se que os maiores valores de altura foram registrados nos espaçamentos 4,0 m x 3,0 m e 4,0 m x 3,5 m, com médias de 18,2 m e T4 17,7 m, respectivamente. Em outros estudos de crescimento de espécies florestais também foi observada a mesma tendência de espaçamentos mais amplos proporcionarem maior crescimento em altura (RONDON, 2002; CASTRO et al., 1998; LELES et al., 2001)

De um modo geral, o crescimento médio em altura para o paricá foi de 17 m de altura (Figura B.1). Os resultados obtidos no presente estudo são superiores aos dados de Cordeiro (2007) (12 m de altura) e Marques (1990) (5,9 m altura), em plantios homogêneos de paricá aos 36 meses de idade.

De forma geral, o crescimento das plantas de paricá, dentro do intervalo de tempo estudado foi não-linear com ajuste da curva no modelo sigmoidal (Figura 10). Apesar do comportamento dos indivíduos nos tratamentos serem próximos a maior altura em relação aos demais tratamentos estudados pode ser visualizada no T3. Os coeficientes de determinação para todos os espaçamentos foram superiores a $R^2=0,99$ (Apêndice A -Tabela 2A).

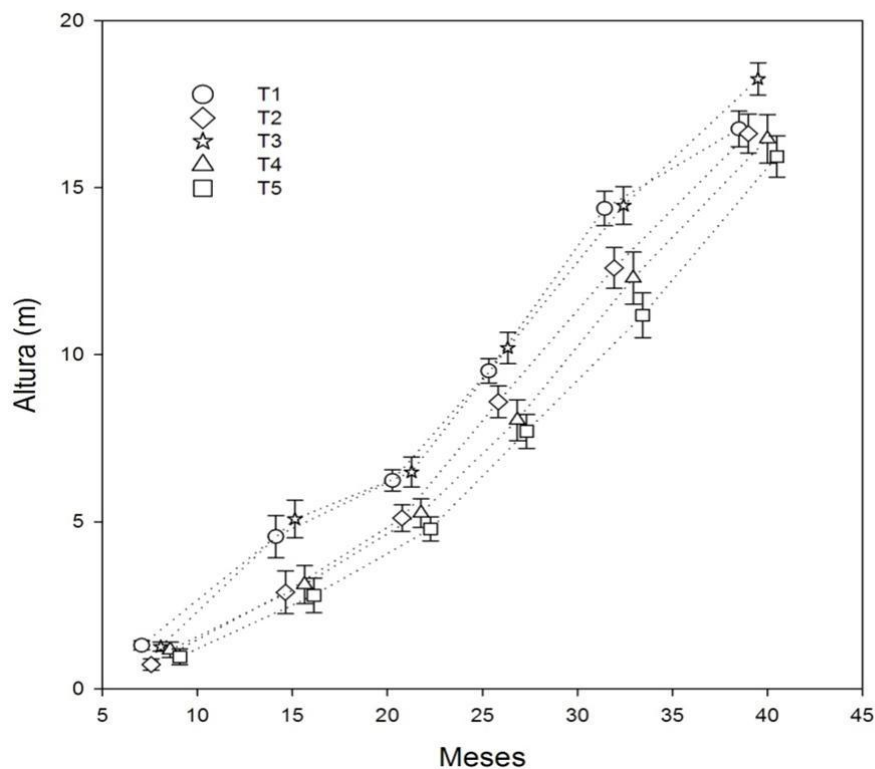


FIGURA 10. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em altura de paricá (m), em função dos espaçamentos estudados: T1: 4 m x 2 m; T2: 4 m x 2,5 m; T3: 4 m x 3 m; T4: 4 m x 3,5 m; T5: 4 m x 4 m

c) Incremento Médio Diário em Altura

O crescimento em altura das plantas pode ser usado para verificar quais os espaçamentos potenciais para um desenvolvimento satisfatório em termos de produção florestal. Contudo, para avaliar a dinâmica de crescimento das plantas é necessário analisar o incremento em altura dos indivíduos, sob as condições

pluviométricas da região. A condição climática é também um fator também importante para o desenvolvimento das espécies, que pode influenciar no crescimento das árvores plantadas, favorecer e/ou limitar o seu desenvolvimento.

O incremento médio diário (IMD) em altura das plantas foi analisado sob os diferentes espaçamentos considerados em função da idade das plantas (Tabela 9). Na primeira análise foi verificada diferença estatística ($F_{(4;5)}=2,82$; $p<0,05$) em todos os espaçamentos. Ao analisar os espaçamentos em cada período, verificou-se que houve diferença estatística altamente significativa ($F_{(16;17)}=6,54$; $p<0,000$) (Apêndice A - Tabela 3A) em todos os períodos de avaliação, a exceção do 32º mês de idade.

TABELA 9. Incremento médio diário em altura (cm dia^{-1}) de paricá em função dos espaçamentos avaliados e da idade, ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

Idade (meses)	Espaçamento (m x m)										Média Global
	4,0 x 2,0		4,0 x 2,5		4,0 x 3,0		4,0 x 3,5		4,0 x 4,0		
15	1,54	c[ab]	1,02	b[b]	1,80	c[a]	1,30	c[ab]	1,29	b[ab]	1,39
21	1,01	c[a]	0,81	b[a]	1,21	d[a]	0,82	d[a]	1,01	b[a]	0,97
26	1,95	b[ab]	2,19	a[a]	2,20	ab[a]	1,75	b[b]	1,91	a[ab]	1,98
32	2,57	a[a]	2,16	a[b]	2,30	a[ab]	2,24	a[b]	1,81	a[c]	2,24
40	1,02	c[c]	1,86	a[ab]	1,79	bc[b]	1,97	ab[ab]	2,16	a[a]	1,72

Letras entre colchetes, na horizontal: efeito do espaçamento em cada avaliação; Letras na vertical: efeito do mês em cada espaçamento. Valores precedidos de mesma letra na horizontal e vertical não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey

Considerou-se também o IMD em função da condição climática prevalecente no mês da avaliação. De forma geral, é possível distinguir quatro fases de crescimento para o paricá em função dos tratamentos estudados (Figura 11). Na primeira fase, quando as plantas estão com idade variando de oito a 15 meses de idade, a relação entre o incremento diário e a distribuição pluviométrica é positiva, e o decréscimo do IMD pode estar associado ao fato das plantas estarem com o sistema radicial em desenvolvimento, adaptando-se ao novo ambiente nos quais foram inseridas, o que necessita de água disponível para um bom crescimento. A segunda etapa caracteriza a fase de “explosão” de crescimento, em que o rápido crescimento em altura é observado nas plantas no início do período chuvoso.

Na terceira fase, ocorre uma relação negativa entre o IMD e a precipitação pluviométrica em três espaçamentos (T1, T2 e T3), as plantas nesses espaçamentos

continuam com acréscimos de altura mesmo no início do período seco, com crescimento mais intenso no T1 e T4. Isto pode ser devido às plantas já estarem adaptadas as condições ambientais, e a precipitação não teve influência direta no crescimento dos indivíduos. Contudo, para os demais tratamentos, essa relação foi positiva, principalmente no espaçamento mais amplo (T5), em que o crescimento ocorre, mas com intensidade reduzida em relação à fase anterior.

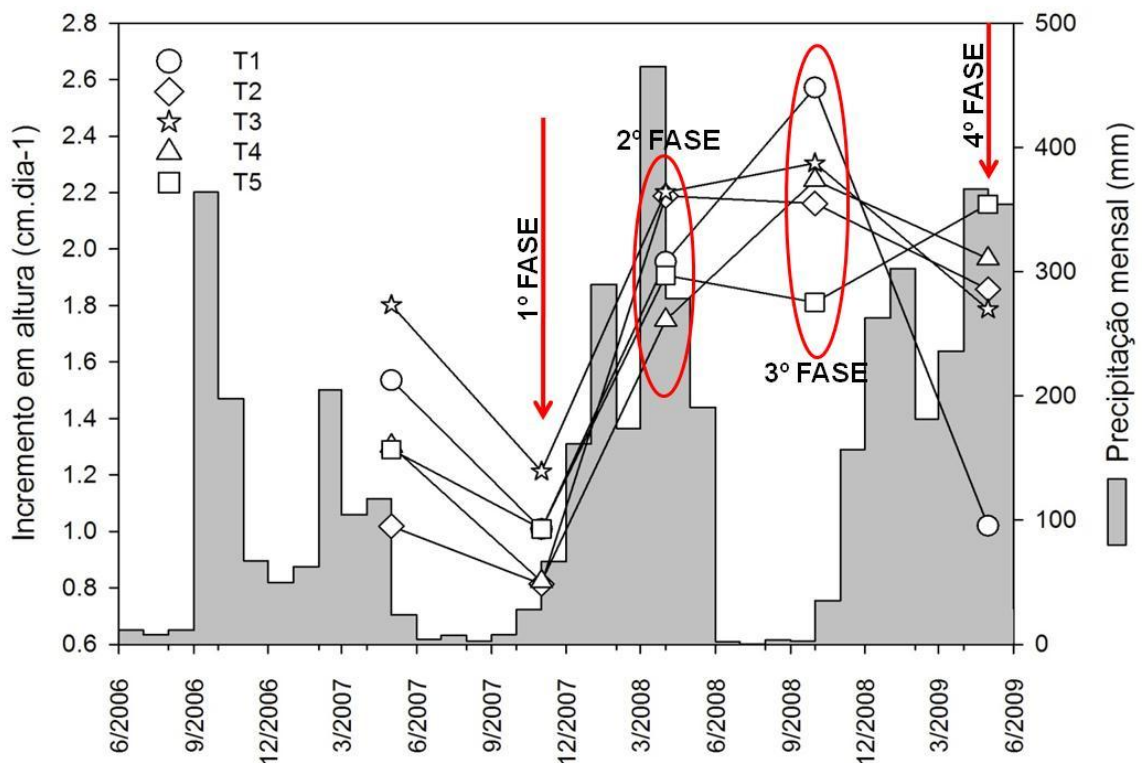


FIGURA 11. Incremento médio diário em altura (cm dia⁻¹) de paricá e distribuição pluviométrica (mm) no período de 2006 a 2009, em função dos seguintes espaçamentos de plantio estudados: T1: 4 m x 2 m; T2: 4 m x 2 m; T3: 4 m x 3 m; T4: 4 m x 3 m; T5: 4 m x 4 m

Na última fase, do 32º mês em diante, todas as plantas de paricá, a exceção do T5, apresentam relação negativa com a precipitação, no período de maior intensidade de chuva ocorreu uma redução no IMD. As plantas no T1 apresentaram redução drástica no IMD dentre todos os tratamentos, o que pode ter ocorrido competição entre os indivíduos por espaço e nutrientes.

Durante o período de avaliação, todas as plantas, independente do espaçamento, mostraram comportamentos diferentes a partir do 32º mês de

avaliação. Nota-se que as plantas de paricá necessitam de competição no início do desenvolvimento apresentando maiores incrementos no espaçamento mais adensado, contudo, após o 32º mês de idade as plantas nos espaçamentos mais amplos passam a se destacar com maiores incrementos.

De um modo geral, o maior incremento foi verificado aos 32 meses de idade (2,2 cm dia⁻¹ ou 67,0 cm mês⁻¹). Resultados satisfatórios também foi verificado por Ohashi et al. (2004a) que observaram incremento médio anual de 3,0 m de altura para o paricá.

d) Crescimento em Diâmetro

Para obter plantio florestal produtivo, é necessário que as espécies inseridas apresentem crescimentos em altura e, principalmente em diâmetro, satisfatórios. Todavia, considerando a diversidade de comportamento das espécies florestais e as diferentes qualidades de madeiras exigidas para cada uso, faz-se necessário definir o espaçamento e arranjo mais adequado para cada espécie florestal (ALVINO, 2006).

Os valores de diâmetro das plantas de paricá foram estatisticamente diferentes ($F_{(4;5)}=2,84$; $p<0,05$) considerando todos os espaçamentos (Apêndice A - Tabela 4A), em todos os períodos de avaliação, a exceção do 8º mês de idade (Tabela 10).

TABELA 10. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em diâmetro (cm) de paricá em função dos espaçamentos avaliados, ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

Idade (meses)	Espaçamento (m x m)					Média Global
	4,0 x 2,0	4,0 x 2,5	4,0 x 3,0	4,0 x 3,5	4,0 x 4,0	
8	1,42±0,3 a	1,65±0,1 a	1,56±0,2 a	1,66±0,3 a	1,63±0,4 a	1,56±0,3
15	6,29±1,2 ab	3,92±2,1 d	6,79±1,9 a	5,41±2,6 bc	4,43±1,9 cd	5,40±2,26
21	6,94±2,2 a	6,22±2,4 b	7,51±2,4 a	7,51±2,3 a	6,20±2,1 b	6,89±2,35
26	9,14±2,3 4b	8,25±2,5 c	10,12±2,3 a	9,67±2,4 ab	8,30±2,3 c	9,09±2,46
32	11,80±2,6 b	11,32±2,5 b	13,33±2,2 a	12,89±2,6 a	11,83±2,4 b	12,17±2,57
40	13,76±2,9 c	14,30±2,6 c	15,77±2,5 a	15,27±2,9 ab	14,52±2,5 bc	14,63±2,8

Valores precedidos de mesma letra na horizontal não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey.

As plantas de paricá aos oito meses de idade apresentaram crescimento diamétrico similar entre os espaçamentos, variando de 1,4 cm a 1,6 cm. Ao final da avaliação, os valores médios de diâmetro foram diferentes entre os tratamentos, sendo os menores valores no espaçamento mais adensado (T1). As médias diamétricas oscilaram entre 13 cm (T1) e 15 cm (T3 e T4). Este resultado está de acordo com Rondon (2002), Castro et al. (1998) e Souza (2004), os quais concluíram que o aumento da densidade populacional promoveu a redução em diâmetro das plantas.

O crescimento diamétrico das plantas de paricá foi similar ao crescimento em altura (Figura 12), com comportamento não-linear e semelhante entre os tratamentos. O coeficiente de determinação em todos os tratamentos foi maior que $R^2=0,97$ (Apêndice A - Tabela 5A).

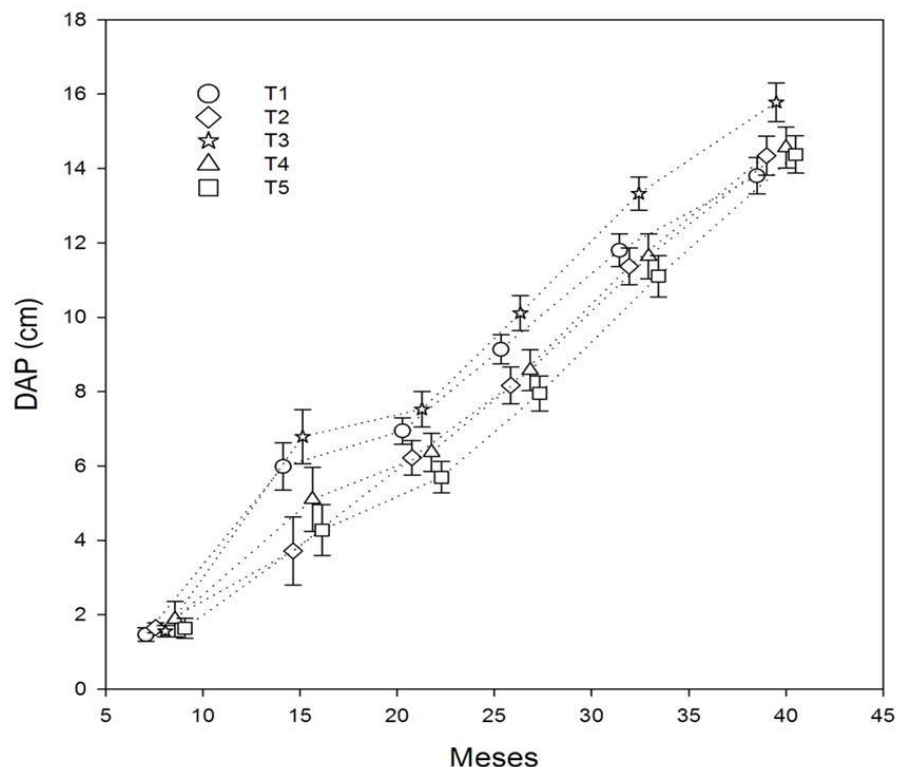


FIGURA 12. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em diâmetro (cm) de paricá, em função dos espaçamentos estudados: T1: 4 m x 2 m; T2: 4 m x 2,5 m; T3: 4 m x 3 m; T4: 4 m x 3,5 m; T5: 4 m x 4 m

O crescimento em diâmetro do paricá, aos 40 meses de idade, foi maior em dois espaçamentos (4,0 x 3,0 m e 4,0 x 3,5 m), com diâmetro médio de 15 cm aos 40 meses de idade. Este resultado é superior ao encontrado por Cordeiro (2006), que verificou crescimento em diâmetro de 11,9 cm aos 36 meses de idade. Alvino (2006) e Rossi et al. (2000), encontraram valores similares ao observado no presente estudo (10 cm de diâmetro aos 24 meses de idade).

e) Incremento Médio Diário em Diâmetro

O incremento médio diário (IMD) em diâmetro das plantas foi analisado de duas maneiras, em cada espaçamento em função da idade e em cada tempo em função dos espaçamentos (Tabela 11). Na primeira, em todos os tratamentos foi verificada diferença estatística ($F_{(4;5)}=1,34$; $p<0,5$), segundo o teste de Tukey. Ao analisar os espaçamentos em cada período, verificou-se diferença estatística ($F_{(16;17)}=2,01$; $p<0,05$) (Apêndice A - Tabela 6A) em todos os períodos de avaliação, a exceção do 26º mês de idade.

TABELA 11. Incremento médio diário em diâmetro (mm/dia) de paricá em função dos espaçamentos avaliados e da idade, ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

Idade (meses)	Espaçamento (m x m)					Média Global
	4,0 x 2,0	4,0 x 2,5	4,0 x 3,0	4,0 x 3,5	4,0 x 4,0	
15	2,36 a[ab]	2,53 a[ab]	3,17 a[a]	2,86 a[a]	1,86 a[b]	2,56
21	0,76 c[a]	1,14 b[a]	0,87 c[a]	0,92 c[a]	1,14 b[a]	0,96
26	1,24 bc[b]	1,24 b[b]	1,42 bc[a]	1,35 bc[a]	1,49 ab[a]	1,34
32	1,39 b[b]	1,73 b[a]	1,72 b[a]	1,60 b[a]	1,65 a[a]	1,60
40	0,86 c[c]	1,37 b[ab]	1,16 c[b]	1,38 bc[a]	1,47 ab[a]	1,23

Letras entre colchetes, na horizontal: efeito do espaçamento em cada avaliação; Letras na vertical: efeito do mês em cada espaçamento. Valores precedidos de mesma letra na horizontal e vertical não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey

Para o IMD em diâmetro em função da distribuição pluviométrica também se verificou quatro fases distintas no crescimento das plantas no período estudado (Figura13).

Na primeira fase, de oito a 15 meses de idade, a relação entre o incremento diário e a distribuição pluviométrica foi positiva em todos os tratamentos, sendo que as plantas apresentaram decréscimo no IMD no período de menor intensidade de chuva. Na fase inicial de crescimento, as plantas desenvolvem seu sistema radicular, e procuram se adaptar ao novo ambiente no qual foram inserida, necessitando desta forma de água suficiente para um bom crescimento.

A segunda etapa o IMD também ocorreu positivamente em relação a precipitação pluviométrica, no qual as condições ambientais encontram-se favoráveis ao crescimento das plantas. Na terceira fase a relação entre o IMD e a precipitação pluviométrica é negativa. Nesta etapa, mesmo com o início do período os indivíduos de paricá, independente do espaçamento, continuam com acréscimos de diâmetro mesmo no início do período seco e com maior intensidade em relação à fase anterior. Contudo, verifica-se que o T1, no qual a densidade de plantas é maior, apresentou menor IMD dentre todos os tratamentos, uma vez que a competição por recursos naturais entre as plantas é maior.

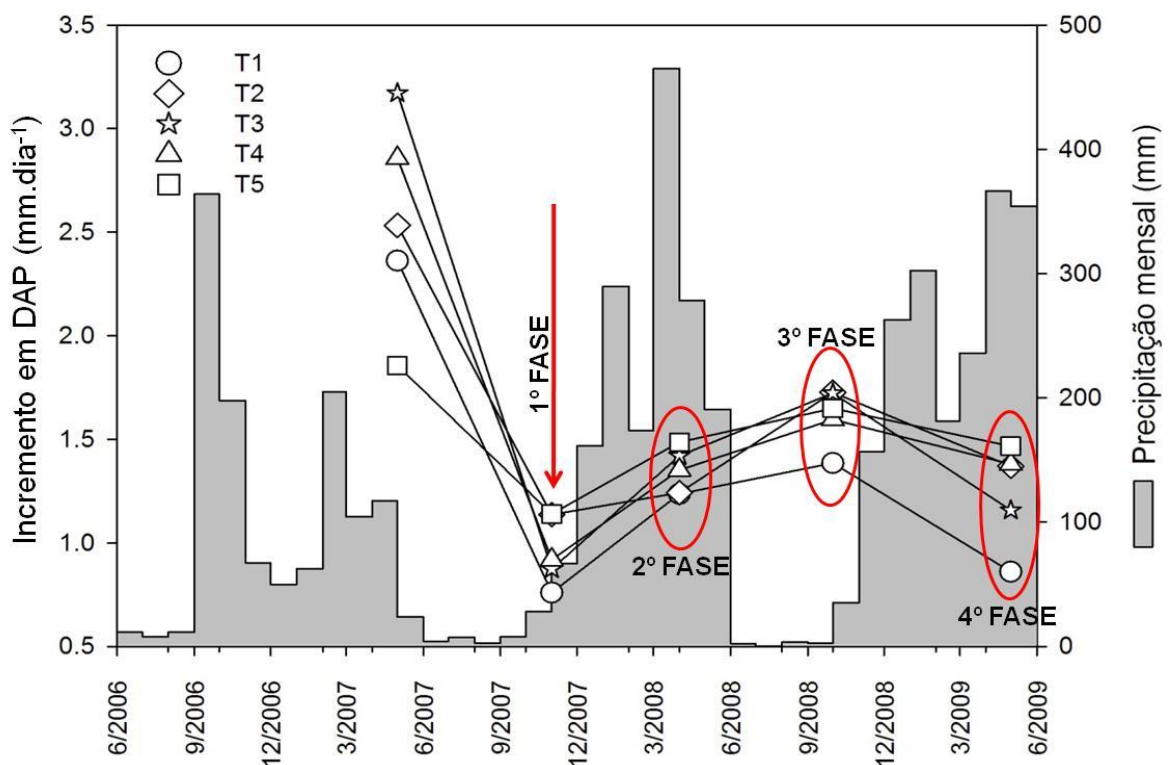


FIGURA 13. Incremento médio diário (mm dia^{-1}) em diâmetro de paricá e distribuição pluviométrica (mm) no período de 2006 a 2009, em função dos seguintes espaçamentos de plantio estudados: T1: 4 m x 2 m; T2: 4 m x 2 m; T3: 4 m x 3 m; T4: 4 m x 3 m; T5: 4 m x 4 m

A partir do 32º mês de idade, as plantas apresentaram comportamento inverso à distribuição pluviométrica. Os incrementos em diâmetro foram reduzindo à medida que se iniciou o período chuvoso. Isto pode estar relacionado a um padrão de crescimento inicial desta espécie, além disso, nos dois primeiros anos houve adubação de cobertura proporcionando crescimento maior na fase inicial.

A definição do melhor espaçamento de plantio de uma determinada espécie florestal é de grande importância, uma vez que implica na produtividade do reflorestamento, no valor e qualidade da matéria prima produzida, no manejo necessário, na exploração florestal e conseqüentemente, se reflete também nos custos de produção. Deste modo, os resultados mostram até a última avaliação realizada (40 meses), que as plantas de paricá apresentaram melhor crescimento em altura e diâmetro nos espaçamentos 4,0 x 3,0 m e 4,0 x 3,5 m. Considerando que o ciclo comercial do paricá é de 72 meses de idade (BRIENZA JÚNIOR et al., 2008c), e que os valores apresentados neste estudo estão na metade do ciclo da espécie, estes espaçamentos possivelmente podem ser utilizados em plantios comerciais.

6.1.1.2 Consórcio de espécies florestais e sistema agroflorestal - SAF

a) Sobrevivência

A porcentagem de sobrevivência pode refletir a capacidade que a espécie tem de se adaptar as condições ambientais na qual está inserida, além de descrever a qualidade do povoamento florestal ou sítio.

Entre os sistemas de plantio avaliados, a porcentagem de sobrevivência do paricá foi mais elevada no sistema agroflorestal (93%) (Tabela 12). Este resultado de sobrevivência está de acordo com os padrões definidos para plantações comerciais (FAO, 1981). No consórcio de espécies a porcentagem de sobrevivência foi menor (76%), contudo, avaliando os arranjos nesse sistema de plantio, verifica-se que as plantas apresentaram sobrevivência satisfatória, com 90% em linhas triplas.

Entre os arranjos no sistema de consórcio, a menor porcentagem de sobrevivência ocorreu em linhas alternadas (LA) (53%).

TABELA 12. Porcentagem de sobrevivência de *S. parahyba* var. *amazonicum* em função dos sistemas e arranjos avaliados

Idade (meses)	Sistema		Arranjos no Sistema de Consórcio		
	Consórcio	SAF	LA	LD	LT
8	92,2	100,0	80,0	96,7	100,0
15	82,8	98,3	66,7	88,3	93,3
21	82,8	98,3	66,7	88,3	93,3
25	81,1	98,3	66,7	86,7	90,0
28	78,3	98,3	60,0	85,0	90,0
31	78,3	96,7	60,0	85,0	90,0
34	76,1	93,3	53,3	85,0	90,0
40	76,1	93,3	53,3	85,0	90,0

SAF: Sistema Agroflorestal; LA: linhas alternadas; LD: linhas duplas; LT: linhas triplas

O resultado encontrado neste estudo no sistema agroflorestal (93,3% de sobrevivência) está próximo de outros estudos. Em Paragominas - Pará, foi verificado aos 36 meses de idade, que plantas de paricá consorciadas com milho (*Zea mays* L.) apresentaram porcentagem de sobrevivência de 95% (MARQUES, 1990). Engel e Parrota (2001), estudando o desenvolvimento de cinco espécies florestais nativas, constataram sobrevivência de 100% para *Schizolobium parahyba* (Vell). Na Costa Rica, em estudos com espécies nativas em plantações mistas, foi verificado taxa de sobrevivência de 46% para o paricá, porcentagem menor do que a encontrada neste estudo (PIOTTO et al. (2004).

b) Crescimento em Altura e Diâmetro

Os valores de altura das plantas de paricá plantadas em SAF e consórcio de espécies foram estatisticamente diferentes ($F_{(3;4)}=2,3$; $p<0,10$) (Apêndice A - Tabela 7A) somente em quatro períodos de avaliação (Tabela 13). Ao final da avaliação, os maiores crescimentos foram verificados entre os arranjos no consórcio, com médias

variando de 20,7 m a 21 m. Entre os sistemas avaliados, os maiores crescimentos foram verificados no consórcio de espécies, com médias de 21 m (Tabela 14).

TABELA 13. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em altura (m) de *S. parahyba* var. *amazonicum* em função dos arranjos e sistemas avaliados, ordenados segundo o teste de Tukey

Idade (meses)	Sistema de Consórcio			SAF
	LA	LD	LT	
8	1,38±0,66 a	1,36±0,65 a	1,41±0,69 a	1,55±0,97 a
15	6,97±1,18 a	6,11±1,81 ab	6,24±1,72 ab	5,39±1,77 b
21	9,45±2,02 a	8,41±2,32 a	8,49±1,95 a	7,83±2,48 a
25	14,49±1,86 a	13,47±2,77 a	13,72±2,36 a	12,66±2,87 a
28	16,71±2,52 a	14,67±2,56 b	14,98±2,40 ab	14,96±2,93 ab
31	16,92±2,34 a	15,21±2,39 a	15,71±2,37 a	15,34±2,90 a
34	20,38±2,53 a	18,45±3,17 b	18,19±2,67 b	17,35±3,16 b
40	21,00±4,90 a	20,78±4,14 b	20,98±4,01 b	19,59±2,68 b

Valores precedidos de mesma letra na horizontal não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey no nível de significância de 5%

LA: linhas alternadas; LD: linhas duplas; LT: linhas triplas; SAF: Sistema Agroflorestal

TABELA 14. Crescimento médio em altura (m) de *S. parahyba* var. *amazonicum* em dois sistemas de plantio

Idade (meses)	Sistema	
	Consórcio	SAF
8	1,38	1,55
15	6,44	5,39
21	8,78	7,83
25	13,89	12,66
28	15,46	14,96
31	15,95	15,34
34	19,01	17,35
40	20,92	19,59

Em avaliações com experiências em sistema florestais, foi verificado que as plantas de paricá apresentaram DAP médio de 22,2 cm aos 5 anos de idade em plantio consorciado (SABOGAL *et al.*, 2006).

Estudo sobre o comportamento de espécies realizado em Vigia no Pará mostra que o paricá em consórcio com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC.)

apresentou crescimento em altura de 6,7 m aos 24 meses de idade (ALVINO, 2006). Cordeiro (2007) estudando o comportamento do paricá em monocultivo e em SAF observou que aos 36 meses esta espécie apresentou crescimento superior em altura no sistema agroflorestal. Marques (1990) também verificou que os indivíduos de paricá apresentaram melhor crescimento em altura em plantios mistos.

No que concerne a variável diâmetro, as avaliações só tiveram início quando as plantas apresentaram 1,30 m de altura e diâmetro acima de 1 cm.

Entre os sistemas avaliados foi verificada diferença estatística ($F_{(3;4)} = 1,9$; $p < 0,15$) (Apêndice A - Tabela 8A) no crescimento médio das plantas após o 21º mês de idade (Tabela 15), sendo que o maior crescimento em diâmetro, aos 40 meses de idade, foi verificado no SAF. Entre os arranjos, no consórcio de espécies, o valor médio em diâmetro ficou entre 16,7 cm e 17,8 cm.

TABELA 15. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em diâmetro (cm) de *S. parahyba var. amazonicum* em função dos arranjos e sistemas avaliados, ordenados segundo o teste de Tukey

Idade (meses)	Sistema de Consórcio			SAF
	LA	LD	LT	
15	8,72±1,85 a	7,92±2,43 a	8,15±1,99 a	6,80±2,39 a
21	11,28±1,86 a	9,72±2,45 ab	9,90±2,05 ab	8,71±2,45 b
25	14,00±1,82 a	12,18±2,54 ab	12,03±2,27 ab	11,50±2,52 b
28	16,34±2,44 a	15,03±2,76 ab	14,41±2,77 ab	14,45±2,53 ab
31	17,37±1,80 a	15,58±2,82 b	14,74±2,73 b	14,97±2,54 b
34	17,63±2,01 a	15,80±2,88 b	14,99±2,77 b	15,18±2,45 b
40	17,8±5,45 a	17,48±4,06 a	16,72±3,62 a	17,94±2,68 a

Valores precedidos de mesma letra na horizontal não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey no nível de significância de 5%

LA: linhas alternadas; LD: linhas duplas; LT: linhas triplas; SAF: Sistema Agroflorestal

Avaliando somente os sistemas, independente dos arranjos, verifica-se que o crescimento em diâmetro foi similar, com médias de 17,3 cm (consórcio de espécies) e 17,9 cm (SAF) (Tabela 16).

Resultados semelhantes foram encontrados por Cordeiro (2007) que verificou aos 60 meses de idade, melhor crescimento em diâmetro (16,7 cm) para o paricá em sistema agroflorestal. Alvino (2006) encontrou melhor desempenho do paricá em sistemas de consórcio. O mesmo autor (Ibidem) ressalta que os diâmetros médios

foram superiores nos espaçamentos mais amplos. Tal fato foi atestado neste estudo, em que os maiores crescimento foram no SAF's (5 m x 5 m) e em linhas alternadas (8 m x 3 m entre plantas de paricá).

TABELA 16. Crescimento médio em diâmetro (cm) de *S. parahyba var. amazonicum* em dois sistemas avaliados

Idade (meses)	Sistemas	
	Consórcio	SAF
15	8,26	6,80
21	10,30	8,71
25	12,73	11,50
28	15,26	14,45
31	15,90	14,97
34	16,14	15,18
40	17,33	17,94

O crescimento em altura e diâmetro observado durante o período de estudo, apresentou comportamento diferenciado em todos os sistemas, sendo possível distinguir dois períodos distintos (Figura 14 A, B, C e D). Até o 28º mês de idade, as plantas apresentaram crescimento rápido para as duas variáveis. Isto pode ser devido às plantas de paricá estarem em competição com as outras espécies plantadas nos dois sistemas. Tal fato foi verificado por Cordeiro (2007), no qual concluiu que o paricá quando plantado em consórcio utiliza o espaço para alcançar melhor crescimento sob a exclusão do competidor.

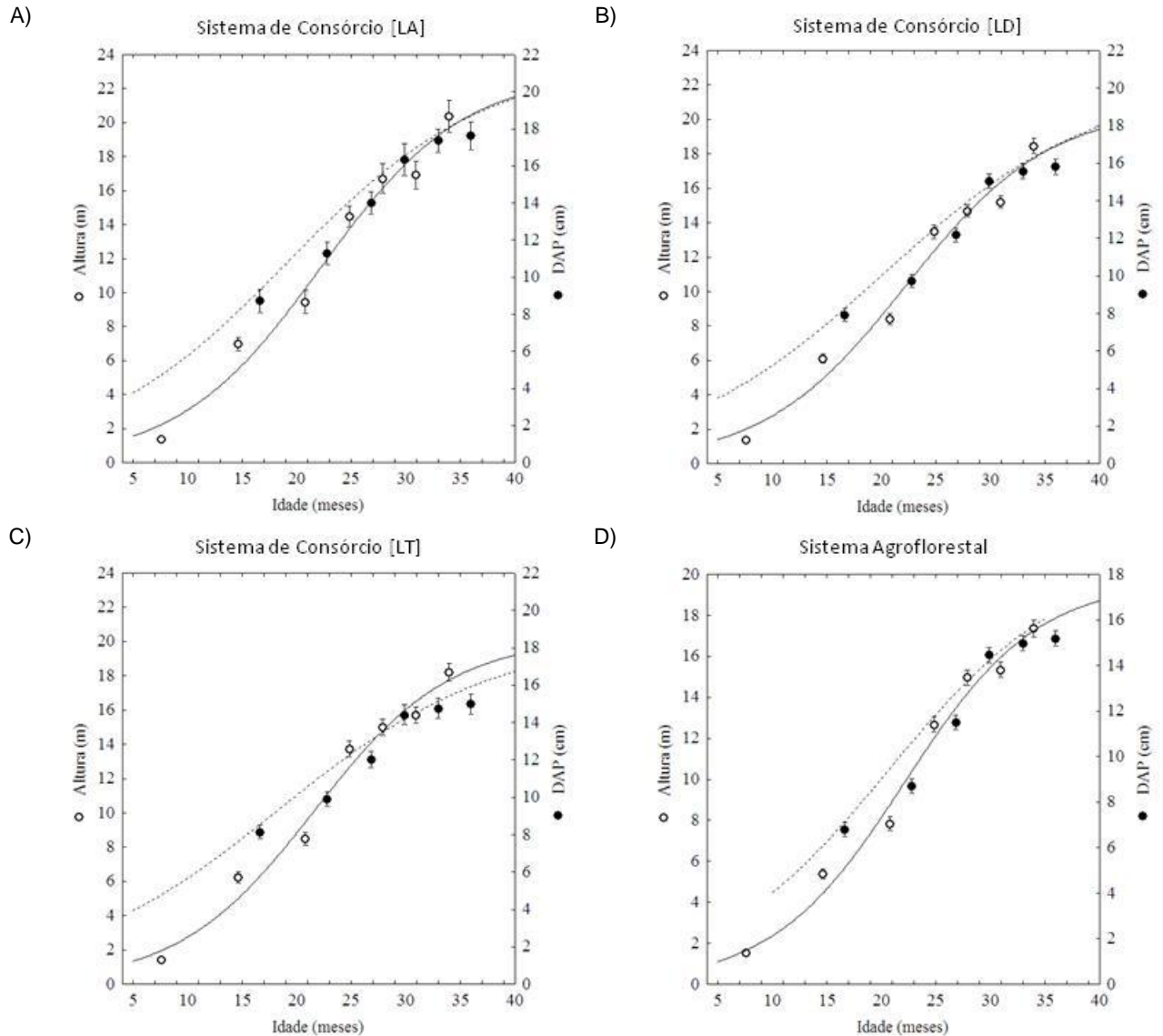


FIGURA 14. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em altura e diâmetro de *S. parahyba* var. *amazonicum*, nos diferentes sistemas e idades de plantio

a) LA - linhas alternadas; b) LD – linhas duplas; c) LT – linhas triplas

c) Incremento Médio Diário em Altura e Diâmetro

O incremento em altura de paricá em função dos arranjos foi diferente estatisticamente, segundo o teste de Tukey. Com relação ao efeito do mês em cada sistema, foi verificada diferença estatística no incremento diário em altura somente em três períodos de avaliação (Tabela 17).

TABELA 17. Incremento médio diário (cm dia⁻¹) em altura de paricá em função dos sistemas e arranjos avaliados, ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

Idade (meses)	Consórcio de Espécies							
	LA		LD		LT		SAF	
15	2,52	bc[a]	2,23	b[a]	2,24	b[a]	1,81	cd[a]
21	1,37	cd[a]	1,25	c[a]	1,22	c[a]	1,33	d[a]
25	4,17	a[a]	4,09	a[a]	4,34	a[a]	3,99	a[a]
28	2,29	c[a]	1,36	c[b]	1,37	c[b]	2,50	b[a]
31	0,23	d[a]	0,60	d[a]	0,79	c[a]	0,46	e[a]
34	3,85	ab[a]	3,55	a[a]	2,74	b[b]	2,05	bc[b]
40	2,54	bc[a]	2,12	b[ab]	2,29	b[ab]	1,68	cd[b]

Letras minúsculas na vertical: efeito da idade em cada arranjo; Letras minúsculas em colchetes: efeito dos arranjos por idade. Valores precedidos de mesma letra na vertical e horizontal não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey no nível de significância de 5%

LA: linhas alternadas; LD: linhas duplas; LT: linhas triplas; SAF: Sistema Agroflorestal

No que concerne o crescimento em diâmetro, foi verificada diferença estatística do incremento diamétrico entre os sistemas estudados. O incremento em diâmetro em cada arranjo durante o período estudado também foi estatisticamente diferente, segundo o teste de Tukey (Tabela 18).

TABELA 18. Incremento médio diário em diâmetro (mm dia⁻¹) de paricá em função dos sistemas e arranjos avaliados, ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

Idade (meses)	Consórcio de Espécies							
	LA		LD		LT		SAF	
15	4,11	a[a]	3,73	a[a]	3,84	a[a]	3,15	a[b]
21	1,39	cd[a]	0,97	d[a]	0,95	d[a]	1,10	c[a]
25	2,17	bc[ab]	1,96	c[ab]	1,81	c[b]	2,31	b[a]
28	3,02	b[ab]	3,14	b[a]	2,59	b[b]	3,21	a[a]
31	1,11	de[a]	0,59	e[b]	0,37	e[b]	0,59	d[b]
34	0,33	e[a]	0,25	e[a]	0,27	e[a]	0,28	d[a]
40	1,99	c[a]	1,62	c[ab]	1,45	cd[b]	1,97	b[a]

Letras minúsculas na vertical: efeito da idade em cada arranjo; letras minúsculas em colchetes: efeito dos arranjos por idade. Valores precedidos de mesma letra na vertical e horizontal não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey no nível de significância de 5%

LA: linhas alternadas; LD: linhas duplas; LT: linhas triplas; SAF: Sistema Agroflorestal

Com base no incremento médio diário (IMD) em altura e diâmetro e na distribuição pluviométrica, é possível distinguir três fases de crescimento para o

paricá (Figuras 15 e 16). Na primeira fase, dos oito aos 15 meses de idade, é provavelmente o período de adaptação das plantas, sendo a relação entre o incremento diário (altura e diâmetro) e a precipitação mensal positiva em todos os sistemas. A redução no IMD pode estar associada ao fato das plantas estarem ainda com sistema radicular em desenvolvimento. A segunda fase aponta o momento de maior pico de crescimento, em que ocorre um rápido crescimento das duas variáveis dendrométricas conforme o início do período chuvoso. Nesta fase as plantas apresentaram o maior incremento em altura durante todo o período avaliado, na qual as plantas já se encontram adaptadas ao sistema onde foram inseridas.

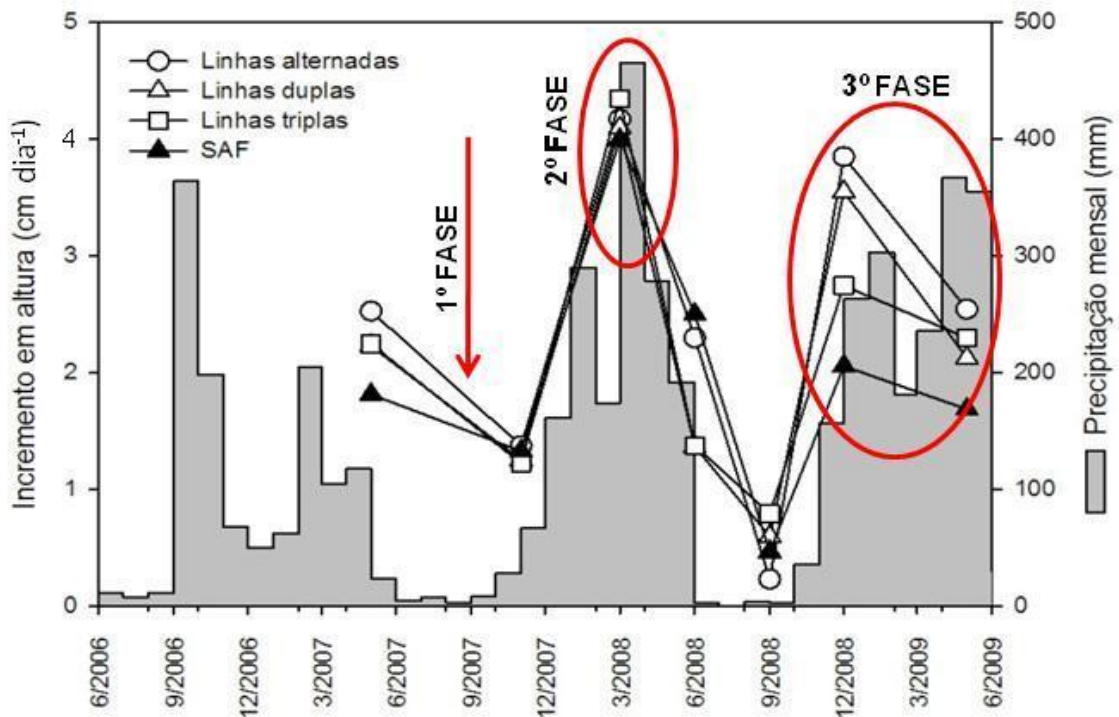


FIGURA 15. Incremento médio diário (cm dia⁻¹) em altura de paricá e distribuição pluviométrica (mm) no período de 2006 a 2009, plantado em sistema agroflorestal e consórcio de espécies

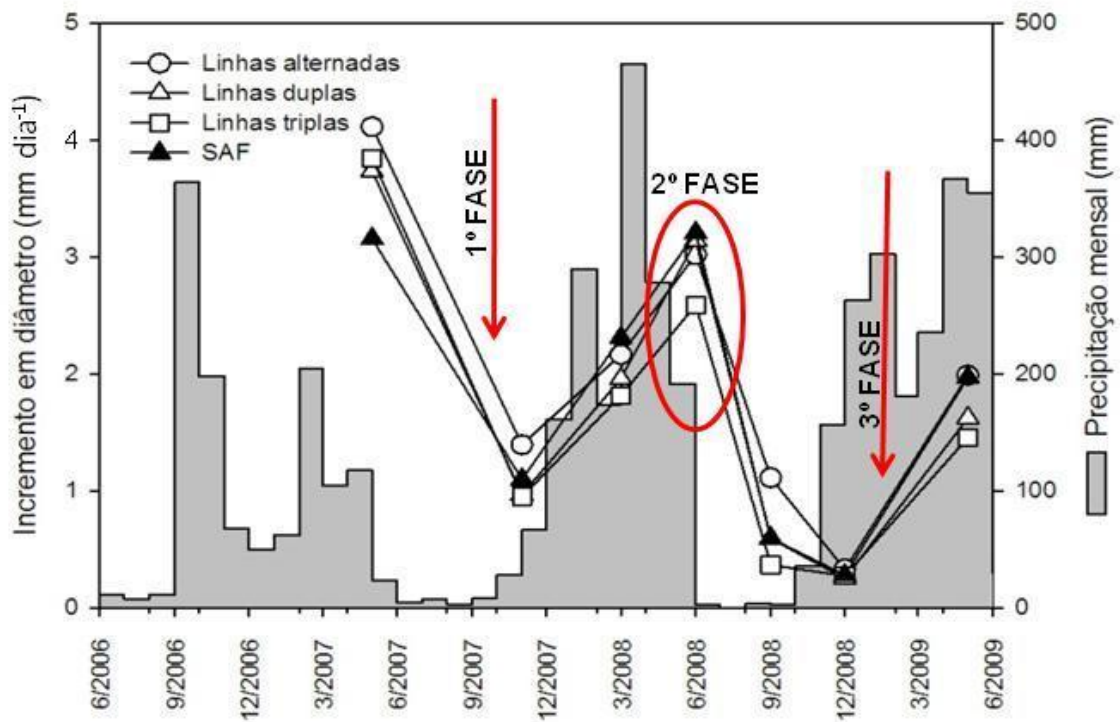


FIGURA 16. Incremento médio diário (mm dia^{-1}) em diâmetro de paricá e distribuição pluviométrica (mm) no período de 2006 a 2009, plantado em sistema agroflorestal e consórcio

Na terceira fase ocorre com a redução no IMD em diâmetro e continuação do aumento no crescimento em altura, no qual acontece de forma negativa e positiva em relação ao período chuvoso, respectivamente. Sendo que, no período de maior intensidade de chuva o crescimento em altura tende a reduzir, elevando o IMD em diâmetro. Neste contexto, pode-se supor que, ainda no período chuvoso, as plantas de paricá deixam de crescer em altura para aumentar o incremento em diâmetro, ocorrendo a *competição* por recursos naturais entre as espécies nos sistemas.

6.1.1.3 Crescimento de paricá nos sistemas estudados

Avaliando o crescimento de paricá nos dois parâmetros silviculturais (altura e diâmetro), observa-se que esta espécie apresentou melhores crescimentos quando plantada em consórcio para as duas variáveis (Figura 17 e 18). O ajuste da curva foi

feito usando equação de regressão no modelo sigmoidal para os dois parâmetros avaliados (Apêndice A - Tabelas 9A e 10A).

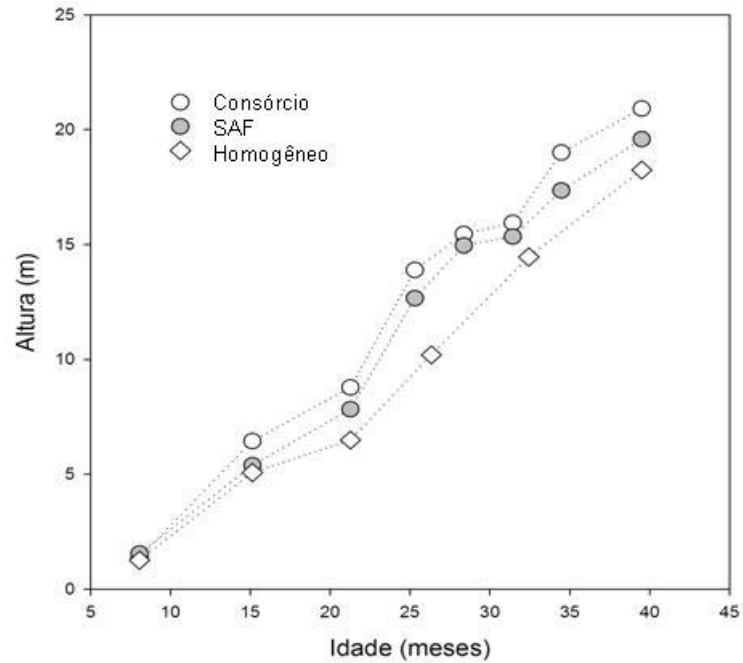


FIGURA 17. Crescimento em altura (m) de paricá em três sistemas de plantio

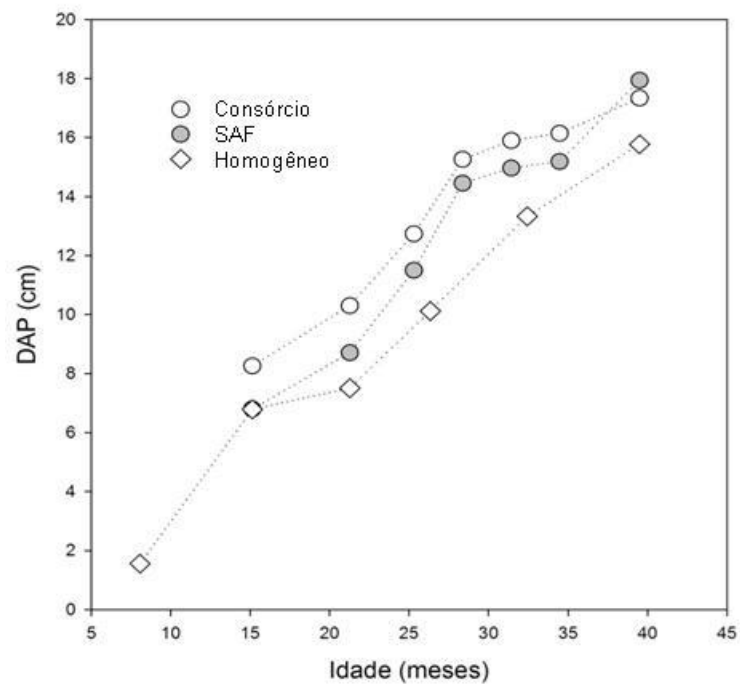


FIGURA 18. Crescimento em diâmetro (cm) de paricá em três sistemas de plantio

As plantas de paricá em sistema de consórcio (20,9 m em altura e 17,3 cm em DAP) e sistema agroflorestal (19,5 m em altura e 17,9 cm em DAP) apresentaram crescimento maior que em sistema de plantio homogêneo (18,2 m em altura e 15,8 cm em DAP). Considerando que o ciclo do paricá é de 72 meses (BRIENZA JÚNIOR et al., 2008c) os resultados encontrados no presente estudo mostram-se satisfatórios, confirmando a indicação da espécie para consórcios agroflorestais na região amazônica (CORDEIRO, 2007; ALVINO, 2006).

Relacionando os parâmetros silviculturais encontrados por outros autores para esta espécie, nota-se que o paricá tem mostrado comportamento diferenciado em diversas regiões do Brasil e Costa Rica, nos diferentes sistemas estudados (Tabela 19).

TABELA 19. Parâmetros silviculturais (sobrevivência, altura e diâmetro) encontrados por diversos autores para *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (paricá) em plantios homogêneos

Local	Idade (meses)	Sistemas	Sobrev. (%)	DAP (cm)	H (m)	Fonte/ano
Homogêneo						
Pará - Brasil	40	4,0 x 3,0	83	15,7	18,2	Presente estudo
Pará - Brasil	40	4,0 x 3,5	85	15,2	17,6	Presente estudo
Pará - Brasil	24	3,0 x 3,0	99	5,5	3,8	Marques (1990)
Pará - Brasil	18	4,0 x 4,0	**	**	5,9	Alvino (2006)
Pará - Brasil	24	4,0 x 4,0	**	10,2	7,4	Alvino (2006)
Pará-Brasil	60	4,0 x 3,0	**	16,1	20,6	Tonini et al. (2005)
Acre-Brasil	60	4,0 x 3,0	**	16,3	19,5	Tonini et al. (2005)
Rondônia	60	4,0 x 3,0	**	17,4	21,5	Tonini et al. (2005)
Mato Grosso - Brasil	60	4,0 x 3,0	**	17,4	21,5	Rondon (2002)
Mato Grosso - Brasil	60	4,0 x 4,0	**	19,5	20,0	Rondon (2002)
Nicoya - Costa Rica	68	3,0 x 3,0	28	12,1	14,7	Piotto et al. (2004)
Consórcio						
Pará - Brasil	40	Plantio misto	78	17,3	20,9	Presente estudo
Pará - Brasil	40	Sistema Agroflorestal	98	17,9	19,6	Presente estudo
Pará - Brasil	24	Consórcio com feijão-de-porco	**	11,2	8,1	Alvino (2006)
Pará - Brasil	24	Consórcio com milho e capim-marandu	95	7,8	7,1	Marques (1990)
Pará - Brasil	36	Consórcio com milho e capim-marandu	95	10,6	10,8	Marques (1990)
Pará - Brasil	72	Silviagrícola	**	18,1	24,4	Ohashi et al. (2004a)
Nicoya - Costa Rica	68	Misto de espécies florestais	46	16,3	26,1	Pioto et al. (2004)

**Parâmetros que não foram informados pelos referidos autores
DAP: Diâmetro médio a 1,30 m do solo

6.1.2 *Khaya ivorensis* A. Chev. (mogno africano)

6.1.2.1 Sistema de plantio homogêneo

a) Sobrevivência

Considerando todos os espaçamentos estudados, não foram observadas diferenças estatísticas de sobrevivência para *K. ivorensis* em todos os períodos de avaliação (Tabela 20), com exceção do 26º mês que houve diferença significativa segundo o teste de Tukey.

TABELA 20. Porcentagem de sobrevivência (%) de *K. ivorensis* em função dos espaçamentos avaliados, ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

Idade (meses)	Espaçamento (m x m)				
	4,0 x 2,0	4,0 x 2,5	4,0 x 3,0	4,0 x 3,5	4,0 x 4,0
8	83,3 a	96,7 a	93,3 a	96,7 a	93,3 a
15	83,3 a	96,7 a	93,3 a	96,7 a	93,3 a
21	63,5 a	77,8 a	76,8 a	73,6 a	75,1 a
26	60,6 b	76,0 a	73,9 ab	71,3 ab	74,0 ab
32	56,2 a	63,4 a	62,6 a	62,6 a	68,5 a
40	55,3 a	62,7 a	61,7 a	61,8 a	68,5 a

Valores precedidos de mesma letra na horizontal não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey ao nível de $\alpha=0,05$ de probabilidade.

A porcentagem de sobrevivência para esta espécie aos 40 meses de idade variou de 55% (T1) a 68% (T5) (Figura 19). Os espaçamentos mais adensados apresentaram menor porcentagem de sobrevivência. Tal fato pode ter ocorrido devido às plantas, em ambientes adensados, competirem mais por espaço e nutrientes, o que pode acarretar em maior mortalidade dos indivíduos (CORDEIRO, 2007).

No Brasil, as informações sobre a silvicultura e manejo de *K. ivorensis* ainda são muito incipientes, contudo, estudos realizados em Ghana mostram resultados superiores ao do presente estudo, como o de Ofori et al. (2007), que verificaram 94% de sobrevivência em plantios puro, e inferiores com 24% de sobrevivência para esta espécie obtidos por Oponi-Frimpong et al. (2008).

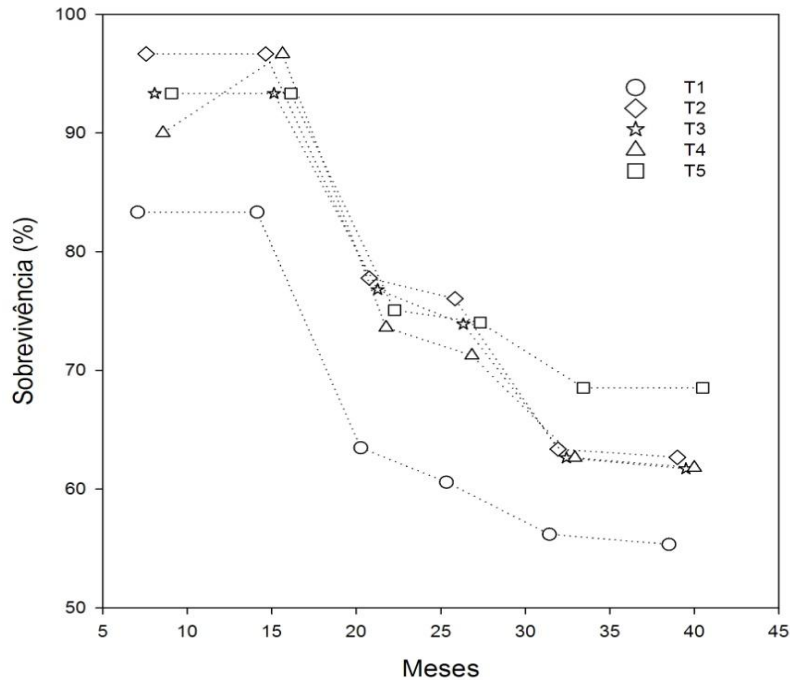


FIGURA 19. Porcentagem de sobrevivência (%) de *K. ivorensis*, em função dos espaçamentos estudados: T1: 4 m x 2 m; T2: 4 m x 2,5 m; T3: 4 m x 3 m; T4: 4 m x 3,5 m; T5: 4 m x 4 m

b) Crescimento em Altura

Os valores de altura das plantas de *K. ivorensis*, considerando todos os espaçamentos estudados, foram estatisticamente diferentes ($F_{(4;5)}=3,63$; $p<0,01$) (Apêndice A - Tabela 11A) em todos os períodos de monitoramento (Tabela 21).

TABELA 21. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em altura (m) de *K. ivorensis* em função dos espaçamentos avaliados, ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

Idade (meses)	Espaçamento (m x m)					Média Global
	4,0 x 2,0	4,0 x 2,5	4,0 x 3,0	4,0 x 3,5	4,0 x 4,0	
8	0,39±0,16 b	0,40±0,19 b	0,35±0,13 b	0,39±0,17 b	0,50±0,20 a	0,41±0,18
15	1,02±0,51 c	1,34±0,45 b	1,57±0,50 ab	1,33±0,56 b	1,75±0,62 a	1,41±0,57
21	1,89±0,50 b	1,92±0,48 b	1,88±0,55 b	1,89±0,48 b	2,23±0,61 a	1,95±0,53
26	2,99±0,85 b	3,00±0,81 b	3,03±0,96 b	3,07±0,92 b	3,62±1,12 a	3,11±0,95
32	4,40±1,12 b	4,41±0,83 b	4,17±1,00 b	4,21±1,04 b	4,82±1,45 a	4,40±1,10
40	7,54±1,59 b	7,74±1,49 ab	7,38±1,59 b	6,89±1,77 c	8,21±1,94 a	7,55±1,70

Valores precedidos de mesma letra na horizontal não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey no nível de significância de 5%

O maior crescimento em altura foi verificado no espaçamento mais amplo, em que as médias de altura, aos 40 meses de idade, ficaram entre 6,9 m (T4) e 8,2 m (T5). Independente do espaçamento, o crescimento em altura para esta espécie foi de 7,5 m. Os valores encontrados no presente estudo são inferiores ao encontrado por Falesi e Baena (1999) que avaliou o desempenho de *K. ivorensis* plantada em sistema silvipastoril. Estes autores (Ibidem) observaram que aos 30 meses de idade, esta espécie alcançou altura de 6,3 m.

As plantas de mogno africano, em todos os tratamentos, apresentaram crescimento não-linear em altura e coeficientes de determinação maior que $R^2=0,99$ (Apêndice A - Tabela 12A). O comportamento dos indivíduos foi semelhante entre os espaçamentos até os 40 meses de idade, sendo que o T5 destaca-se dos demais com maior crescimento ao final da avaliação (Figura 20).

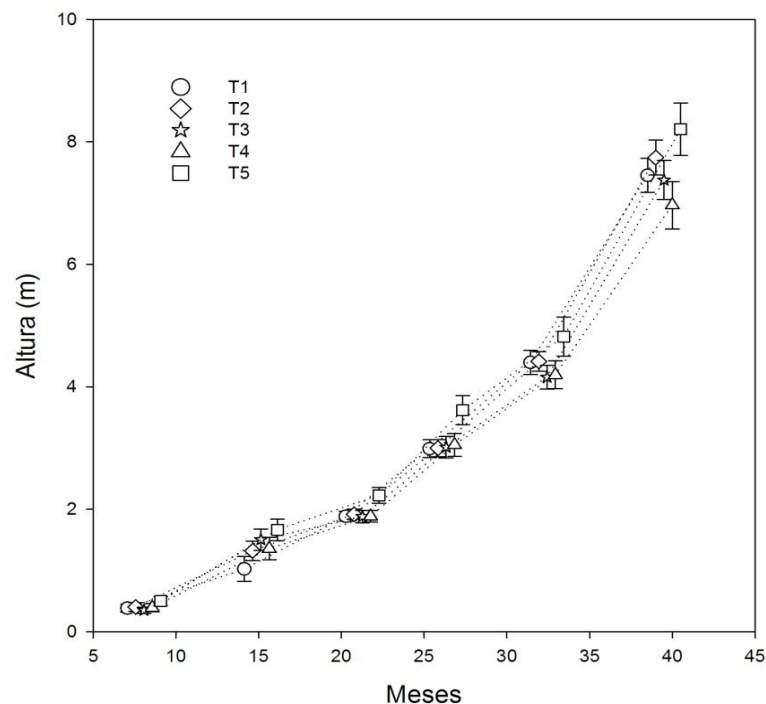


FIGURA 20. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em altura (m) de *K. ivorensis*, em função dos espaçamentos estudados: T1: 4 m x 2 m; T2: 4 m x 2,5 m; T3: 4 m x 3 m; T4: 4 m x 3,5 m; T5: 4 m x 4 m

Ofori et al. (2007) ao avaliarem o comportamento de progênies deste *Khaya ivorensis* verificaram que o maior crescimento em altura foi de 2,0 m aos 29 meses

de idade em Ghana. No Brasil, ao comparar esta espécie com o mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King.), nota-se que *K. ivorensis* apresentou crescimento superior ao observado por Guimarães Neto et al. (2004) em plantas de mogno brasileiro (3,5 m aos 40 meses de idade).

c) Incremento Médio Diário em Altura

Para avaliar a dinâmica de crescimento e o melhor sistema para uma espécie florestal é necessário, além da estimativa de crescimento em altura das árvores, fazer uma análise com base no incremento médio das plantadas.

O incremento médio diário (IMD) em altura das plantas de *K. ivorensis* foi analisado de duas maneiras. A primeira foi verificado o IMD em cada espaçamento em função da idade, e a análise indicou haver diferença estatística de crescimento ($F_{(4;5)}=2,75$; $p<0,05$). A outra foi feita em cada idade analisando todos os espaçamentos, sendo que nesta foi verificada diferença significativa ($F_{(16;17)}=1,66$; $p<0,06$) a partir do 26º mês (Apêndice A - Tabela 13A).

O maior incremento médio foi verificado aos 40 meses de idade, variando de 1,3 cm dia⁻¹ (T4) a 1,6 cm dia⁻¹ (T5) (Tabela 22).

TABELA 22. Incremento médio diário (cm dia⁻¹) em altura de *Khaya ivorensis* em função dos espaçamentos avaliados, ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

Idade (meses)	Espaçamento (m x m)					Média Global
	4,0 x 2,0	4,0 x 2,5	4,0 x 3,0	4,0 x 3,5	4,0 x 4,0	
15	0,30 c[a]	0,43 c[a]	0,54 b[a]	0,46 cd[a]	0,55 c[a]	0,46
21	0,30 c[a]	0,22 d[a]	0,27 c[a]	0,23 d[a]	0,30 d[a]	0,26
26	0,71 b[b]	0,72 b[b]	0,74 b[b]	0,76 b[b]	0,93 b[a]	0,76
32	0,74 b[a]	0,68 b[ab]	0,54 b[b]	0,56 bc[b]	0,59 c[ab]	0,63
40	1,47 a[b]	1,57 a[ab]	1,51 a[ab]	1,30 a[c]	1,63 a[a]	1,50

Letras entre colchetes, na horizontal: efeito do espaçamento em cada avaliação; Letras na vertical: efeito do mês em cada espaçamento. Valores precedidos de mesma letra na horizontal e vertical não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey

O comportamento de *K. ivorensis* em relação à distribuição pluviométrica apresentou similaridade entre os tratamentos (Figura 21). Em todos os períodos de avaliação verifica-se correlação positiva entre o incremento médio e a precipitação pluviométrica mensal. Isto pode ter ocorrido devido esta espécie apresentar crescimento lento e até aos 40 meses de idade as plantas ainda não mostraram competição por recursos naturais (água, nutrientes, espaço), estando ainda em fase de adaptação as condições ambientais.

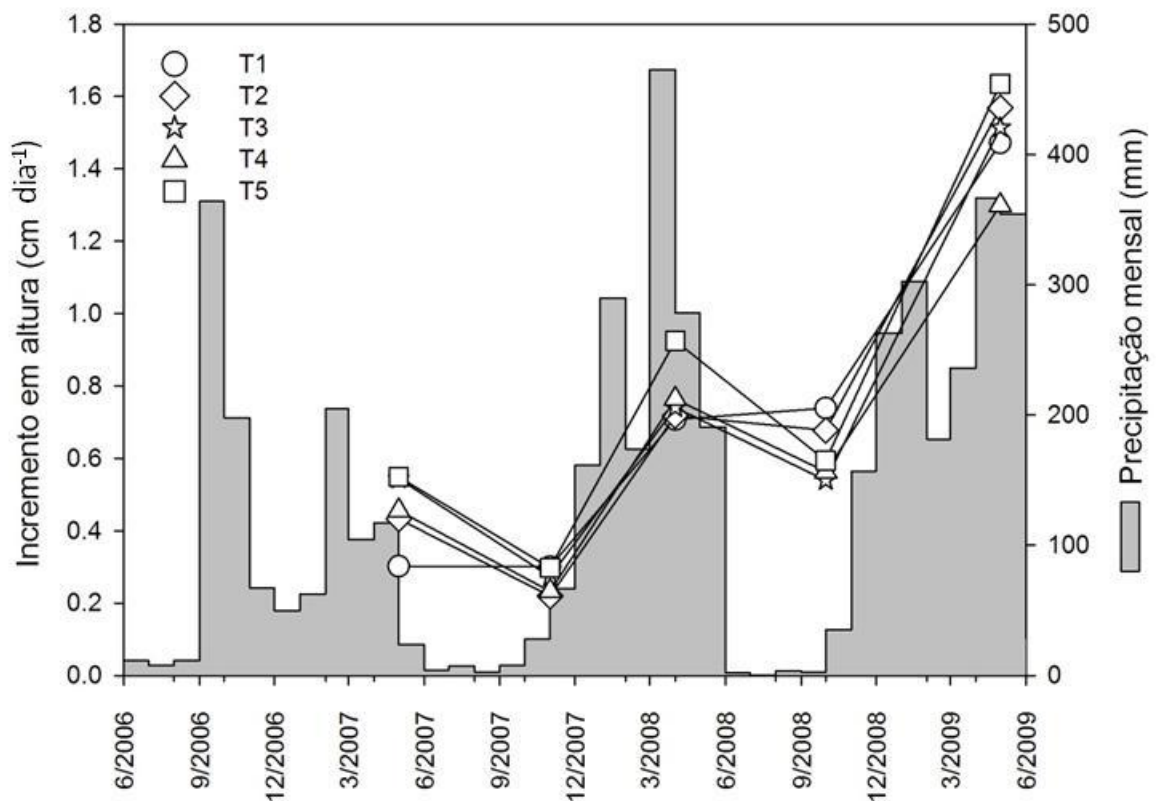


FIGURA 21. Incremento médio diário (cm dia⁻¹) em altura de *K. ivorensis* e distribuição pluviométrica (mm) no período de 2006 a 2009, em função dos seguintes espaçamentos de plantio estudados: T1: 4 m x 2 m; T2: 4 m x 2 m; T3: 4 m x 3 m; T4: 4 m x 3 m; T5: 4 m x 4 m

Tal fato mostra que no início do crescimento das plantas de *K. ivorensis* a precipitação pluviométrica tem influência direta. Esta assertiva foi observada por Falesi e Baena (1999), que verificaram que as árvores de *K. ivorensis* apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro no período chuvoso.

d) Crescimento em Diâmetro

As medições de diâmetro só tiveram início quando as plantas atingiram 1,30 m de altura, somente a partir do 15º mês de avaliação. O crescimento em diâmetro das plantas de *K. ivorensis*, em função dos espaçamentos estudados, foi diferente estatisticamente ($F_{(4;5)}=0,64$; $p<0,7$) (Apêndice A - Tabela 14A) em todos os períodos de monitoramento, com exceção do 15º mês, em que as médias de crescimento não diferiram significativamente segundo o teste de Tukey (Tabela 23).

TABELA 23. Valores médios e erro padrão da média do crescimento em diâmetro (cm) de *K. ivorensis* em função dos espaçamentos avaliados, ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

Idade (meses)	Espaçamento (m x m)					Média Global
	4,0 x 2,0	4,0 x 2,5	4,0 x 3,0	4,0 x 3,5	4,0 x 4,0	
15	1,35±0,13 a	1,38±0,17 a	1,50±0,32 a	1,43±0,28 a	1,57±0,33 a	0,46
21	2,47±0,77 b	2,51±0,78 b	2,46±0,85 b	2,61±0,83 b	2,97±1,04 a	0,26
26	3,35±1,07 b	3,37±1,07 b	3,33±1,25 b	3,37±1,18 b	4,00±1,31 a	0,76
32	5,80±1,41 b	5,96±1,37 b	5,52±1,53 b	5,47±1,75 b	6,47±1,87 a	0,63
40	8,62±1,51 bc	8,94±1,48 ab	8,46±1,64 bc	8,13±1,80 c	9,15±1,89 a	1,50

Valores precedidos de mesma letra na horizontal não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey no nível de significância de 5%

As plantas de mogno africano apresentaram maior crescimento em diâmetro no espaçamento 4,0 x 4,0 m ($T_5=9,1$ cm), aos 40 meses de idade. De modo global, o crescimento médio para esta espécie foi de 8,7 cm no 40º mês de avaliação. Falesi e Baena (1999) observaram que aos 30 meses de idade, esta espécie alcançou médias de 10,4 cm em diâmetro, valor superior ao observado neste estudo. Contudo, médias inferiores foram verificadas por Erskine et al. (2005), com *K. ivorensis* apresentaram crescimento diamétrico de 6,5 cm aos 5 anos de idade.

Em todos os tratamentos, o crescimento em diâmetro foi não-linear e coeficiente de determinação superior a $R^2=0,99$ (Apêndice A - Tabela 15A). Assim como no crescimento em altura, o desempenho em diâmetro também não apresentou diferença entre os tratamentos (Figura 22). *K. ivorensis* por ser uma espécie de crescimento lento, não foi possível observar diferenças entre os tratamentos até o período estudado.

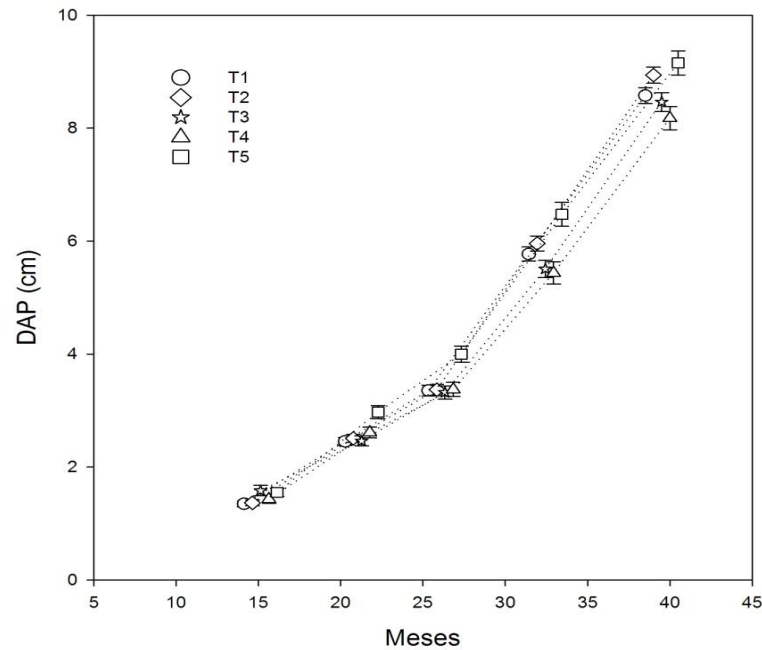


FIGURA 22. Valores médios e erro padrão da média do crescimento em diâmetro (cm) de *Khaya ivorensis*, em função dos espaçamentos estudados: T1: 4 m x 2 m; T2: 4 m x 2,5 m; T3: 4 m x 3 m; T4: 4 m x 3,5 m; T5: 4 m x 4 m

e) Incremento Médio Diário em Diâmetro

Foi verificada diferença estatística ($F_{(4;5)}=0,05$; $p<1,0$) no incremento médio diário (IMD) em diâmetro em todos os tratamentos em função da idade. Para cada período avaliado, só foi verificada diferença significativa no 32º mês de idade ($F_{(12;13)}=0,69$; $p<0,8$) (Tabela 24; Apêndice A - Tabela 16A).

TABELA 24. Incremento médio diário (mm dia^{-1}) em diâmetro de *Khaya ivorensis* em função dos espaçamentos avaliados, ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

Idade (meses)	Espaçamento (m x m)					Média Global
	4,0 x 2,0	4,0 x 2,5	4,0 x 3,0	4,0 x 3,5	4,0 x 4,0	
21	0,517 b[a]	0,596 b[a]	0,645 c[a]	0,678 b[a]	0,694 b[a]	0,46
26	0,581 b[a]	0,599 b[a]	0,593 c[a]	0,523 b[a]	0,629 b[a]	0,26
32	1,548 a[a]	1,555 a[a]	1,318 b[b]	1,302 a[b]	1,554 a[a]	0,76
40	1,591 a[a]	1,623 a[a]	1,611 a[a]	1,485 a[a]	1,506 a[a]	0,63

Letras entre colchetes, na horizontal: efeito do espaçamento em cada avaliação; Letras na vertical: efeito do mês em cada espaçamento. Valores precedidos de mesma letra na horizontal e vertical não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey

Ao contrário do IMD em altura, o incremento médio em diâmetro apresentou correlação negativa com a precipitação pluviométrica mensal (Figura 23). Até o 32º mês de idade é possível distinguir similaridades no crescimento entre os espaçamentos avaliados. O IMD em diâmetro é mais intenso do 26º ao 32º mês de idade, período de menor intensidade pluviométrica. Após o 32º mês, com início do período chuvoso, as plantas de mogno africano no espaçamento mais amplo (4,0 m x 4,0 m) apresentam decréscimo no IMD, nos demais tratamentos as plantas continuam em crescimento, mas com menor intensidade.

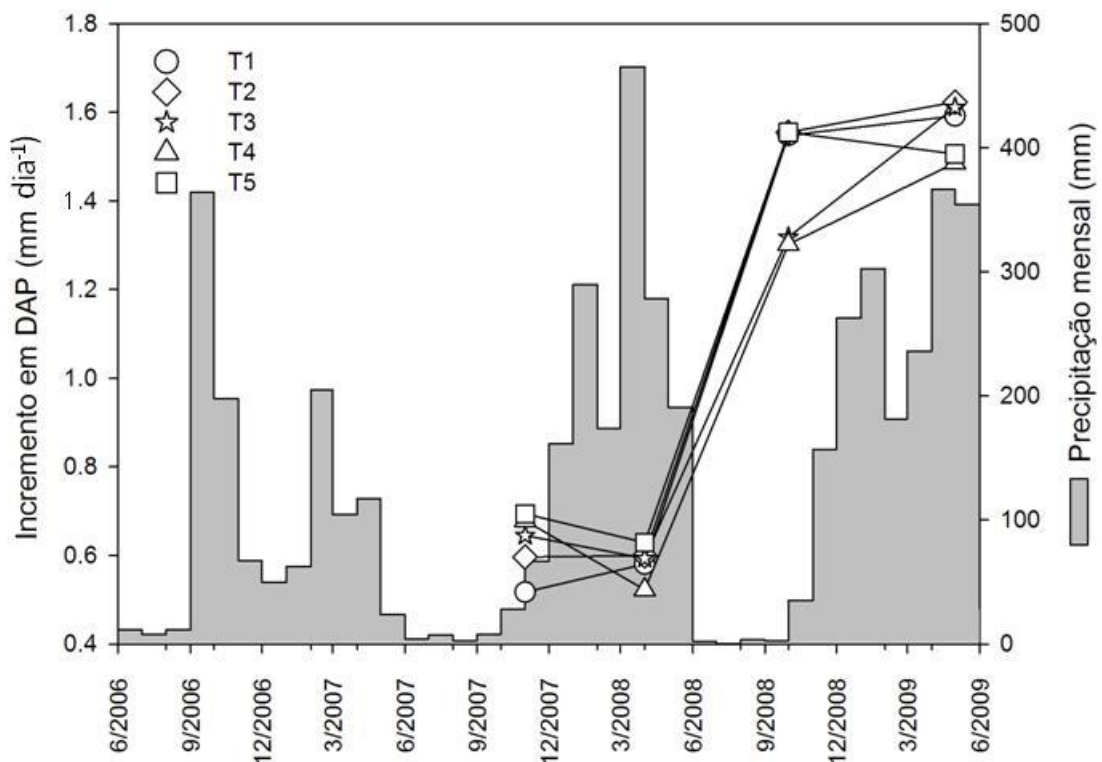


FIGURA 23. Incremento médio diário (mm dia⁻¹) em diâmetro de *K. ivorensis* e distribuição pluviométrica (mm) no período de 2006 a 2009, em função dos seguintes espaçamentos de plantio estudados: T1: 4 m x 2 m; T2: 4 m x 2 m; T3: 4 m x 3 m; T4: 4 m x 3 m; T5: 4 m x 4 m

Definir o espaçamento ideal para cada espécie é fundamental em plantios comerciais, uma vez que o objetivo é produção de madeira. Contudo, no presente estudo, não foi possível definir o melhor espaçamento para a espécie *K. ivorensis*, uma vez que esta apresenta crescimento lento e as plantas ainda não mostraram competição por recursos naturais.

6.1.2.2 Consórcio de espécies florestais

a) Sobrevivência

A espécie *K. ivorensis* é de origem exótica, com habitat diferente, podendo apresentar comportamentos silviculturais diferenciados em outros locais. No presente estudo, verifica-se que esta espécie apresentou sobrevivência satisfatória aos 40 meses de idade, com taxas variando de 67% a 87% entre os arranjos estudados (Tabela 25). Independente dos arranjos, a porcentagem de sobrevivência foi de 83%. Os valores observados estão de acordo com estudos realizados em Ghana, em que a porcentagem de sobrevivência para *K. ivorensis* em áreas com pouca sombra foi de 76% (OPUNI-FRIMPONG, et al., 2008).

TABELA 25. Porcentagem de sobrevivência de *Khaya ivorensis* em função dos arranjos no consórcio de espécies

Idade (meses)	Sistema de Consórcio			Média Total
	LA	LD	LT	
8	93,3	91,7	96,7	93,3
15	80,0	88,3	86,7	86,7
21	80,0	88,3	86,7	86,7
25	80,0	88,3	86,7	86,7
28	80,0	88,3	86,7	86,7
31	73,3	86,7	86,7	84,8
34	73,3	85,0	86,7	83,8
40	66,7	85,0	86,7	82,9

LA: Linhas Alternadas; LD: Linhas Duplas; LT: Linhas Triplas

Os valores observados neste estudo para o mogno africano foram satisfatórios quando comparados a outros estudos com espécies do gênero *Khaya*. Contudo, para plantios em escala empresarial, a porcentagem de sobrevivência não atende as exigências necessárias para essa finalidade.

b) Crescimento em Altura

Os valores de crescimento em altura de *K. ivorensis* entre os arranjos do sistema misto de espécie foi estatisticamente diferente ($F_{(2;3)}=3,7$; $p<0,05$) (Apêndice A - Tabela 17A) a partir do 21º dia de avaliação (Tabela 26), sendo que, ao final do estudo, as médias em altura variaram de 9,7 m a 11,3 m. Independente do arranjo, as plantas de mogno africano apresentaram crescimento médio em altura de 11 m, aos 40 meses de idade.

TABELA 26. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em altura (m) de *K. ivorensis* em função dos arranjos e sistemas avaliados, ordenados segundo o teste de Tukey

Idade (meses)	Sistema de Consórcio			Média Global
	LA	LD	LT	
8	0,58±0,25 a	0,74±0,22 a	0,61±0,21 a	0,68±0,23
15	2,58±0,52 a	2,86±0,52 a	2,62±0,43 a	2,75±0,51
21	3,01±0,53 ab	3,27±0,63 a	2,92±0,50 b	3,14±0,60
25	5,33±1,02 b	6,24±1,40 a	5,73±1,03 ab	5,97±1,29
28	5,91±1,09 a	6,89±1,60 a	6,23±1,08 a	6,57±1,45
31	6,30±0,74 b	7,15±1,55 a	6,65±1,17 ab	6,90±1,39
34	7,23±0,84 b	8,55±1,69 a	8,03±1,50 ab	8,23±1,60
40	9,70±1,26 b	11,37±1,96 a	11,03±2,05 a	11,05±1,97

Valores precedidos de mesma letra na horizontal não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey no nível de significância de 5%;

LA: linhas alternadas; LD: linhas duplas; LT: linhas triplas

Em relação a variável diâmetro, as medições só tiveram início a partir dos 21 meses de idade, quando as plantas de *K. ivorensis* estavam com alturas superiores a 1,30 m e DAP>1 cm. O crescimento em diâmetro de mogno africano foi diferente estatisticamente ($F_{(2;3)}=2,0$; $p<0,15$) (Apêndice A - Tabela 18A) entre os arranjos, em dois períodos de avaliação (28º e 40º mês) (Tabela 27). Aos 40 meses de idade os valores médios em diâmetro variaram de 8,5 cm a 10,2 cm. Independente do arranjo, a média do crescimento em diâmetro foi de 9,8 cm.

TABELA 27. Valores médios e erro padrão da média de crescimento em diâmetro (cm) de *K. ivorensis* em função dos arranjos e sistemas avaliados, ordenados segundo o teste de Tukey

Idade (meses)	Sistema de Consórcio			Média Global
	LA	LD	LT	
21	3,99±0,94 a	4,67±1,39 a	4,07±1,10 a	4,41±1,29
25	5,52±1,05 a	6,24±1,44 a	5,83±1,20 a	6,03±1,34
28	6,74±1,05 b	7,69±1,47 a	7,58±1,30 ab	7,53±1,40
31	7,50±0,65 a	8,18±1,42 a	8,14±1,37 a	8,08±1,34
34	8,16±0,77 a	8,92±1,40 a	8,77±1,36 a	8,78±1,34
40	8,55±1,43 b	9,94±1,39 a	10,22±1,69 a	9,84±1,56

Valores precedidos de mesma letra na horizontal não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey no nível de significância de 5%

LA: linhas alternadas; LD: linhas duplas; LT: linhas triplas

Embora o desempenho em altura e diâmetro das plantas de *K. ivorensis* tenha sido similar entre os modelos de plantio no tempo (Figura 24 A, B e C), a média de crescimento em altura, independente do modelo, aumentou consideravelmente até os 24 meses de idade, sendo que a partir deste período, as plantas apresentaram tendência de diminuir o ritmo de crescimento.

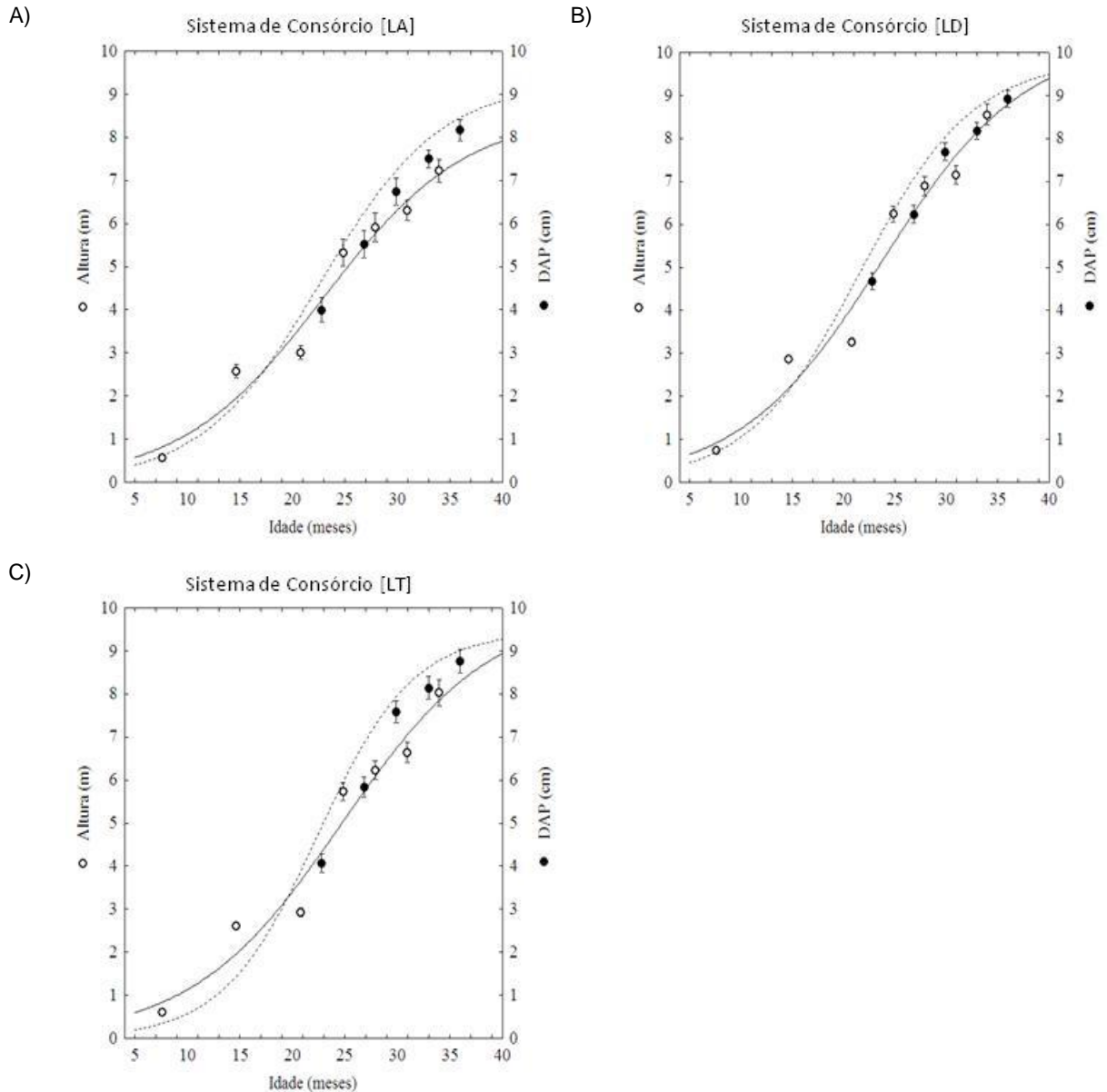


FIGURA 24. Valores médios de altura (m) e DAP (cm) de *Khaya ivorensis*, em cada arranjo no sistema de consórcio.

Carvalho (2006), estudando o comportamento de espécies florestais, verificou que as plantas de *K. ivorensis* apresentaram médias em altura de 19 m e diâmetro de 18,8 cm aos 8 anos de idade. Esse autor (Ibidem) ressalta que esta espécie pode ser indicada para plantios consorciados, e por não haver muitos estudos sobre o comportamento silvicultural desta espécie no Brasil, é prematuro recomendá-la para regime de monocultura em larga escala.

Em estudo sobre o desempenho de *K. ivorensis* plantada em sistema silvipastoril, foram observadas médias de 6,3 m para altura e 10,4 cm em diâmetro, aos 30 meses de idade (FALESI e BAENA, 1999).

c) Incremento Médio Diário em Altura e Diâmetro

O incremento médio em altura de *K. ivorensis* foi estatisticamente diferente entre os arranjos, em dois períodos de avaliação (25^o e 34^o mês). Analisando o incremento em altura no tempo, verificou-se diferença estatística em todos os arranjos avaliados (Tabela 28).

Para o incremento médio em diâmetro, foi verificada diferença estatística entre os arranjos em dois períodos de avaliação (28^o e 40^o mês). Entretanto, analisando o tempo de avaliação, verificou-se que o incremento diamétrico foi estatisticamente diferente em todos os arranjos.

TABELA 28. Incremento médio diário em altura (cm dia⁻¹) e diâmetro (mm dia⁻¹) de *K. ivorensis* em função dos arranjos no consórcio de espécies, ordenados segundo o teste de Tukey ($\alpha=0,05$)

Idade (meses)	Sistema de Consórcio							
	IMD em altura (cm dia ⁻¹)				IMD em diâmetro (mm dia ⁻¹)			
	LA	LD	LT	Média Global	LA	LD	LT	Média Global
15	0,92 b[a]	0,99 d[a]	0,93 c[a]	0,96 d				
21	0,23 c[a]	0,23 e[a]	0,17 d[a]	0,21 f	2,17 a[b]	2,54 a[a]	2,21 a[b]	2,40 a
25	1,91 a[b]	2,44 a[a]	2,30 a[a]	2,33 a	1,26 b[a]	1,29 b[a]	1,46 b[a]	1,34 c
28	0,63 bc[a]	0,71 d[a]	0,56 cd[a]	0,66 e	1,33 b[b]	1,54 b[b]	1,91 a[a]	1,61 b
31	0,17 c[a]	0,22 e[a]	0,47 d[a]	0,29 f	0,57 c[a]	0,50 d[a]	0,61 d[a]	0,54 d
34	1,02 b[b]	1,49 c[a]	1,40 b[a]	1,40 c	0,73 c[a]	0,73 cd[a]	0,68 d[a]	0,72 cd
40	1,95 a[a]	1,95 b[a]	2,19 a[a]	2,02 b	0,68 c[b]	0,79 c[ab]	1,09 c[a]	0,87 c

Letras minúsculas na vertical: efeito da idade em cada arranjo; letras minúsculas em colchetes: efeito entre os arranjos por idade. Valores precedidos de mesma letra na vertical e horizontal não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey no nível de significância de 5%.

IMD: Incremento Médio Diário; LA: linhas alternadas; LD: linhas duplas; LT: linhas triplas

O crescimento em altura e em diâmetro de *K. ivorensis* mostrou relação positiva com a distribuição de chuva durante todo período de avaliação (Figuras 23 e 24). Do 15^o ao 21^o mês de avaliação a redução no incremento médio diário (IMD) pode estar associada ao fato das plantas estarem em fase de adaptação ao ambiente de plantio, com sistema radicular ainda em desenvolvimento. O período de 21 a 25 meses de idade, corresponde ao maior pico de crescimento em altura das

plantas, que coincide com o período de maior precipitação pluviométrica. Nesta fase, o incremento em diâmetro aumenta, mas com pouca intensidade em relação ao crescimento em altura. Após este momento, as plantas apresentaram tendência de reduzir o crescimento tanto em altura como em diâmetro, associada ao início do período seco.

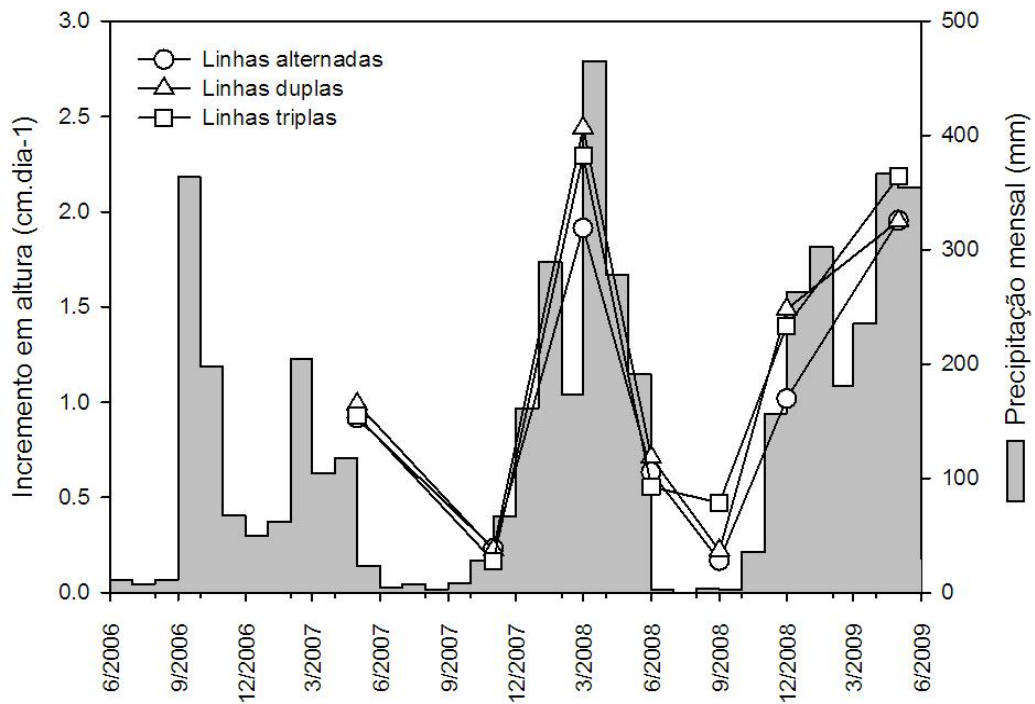


FIGURA 25. Incremento médio diário (cm dia^{-1}) em altura de *K. ivorensis* e distribuição pluviométrica (mm) no período de 2006 a 2009, em sistema de consórcio de espécies

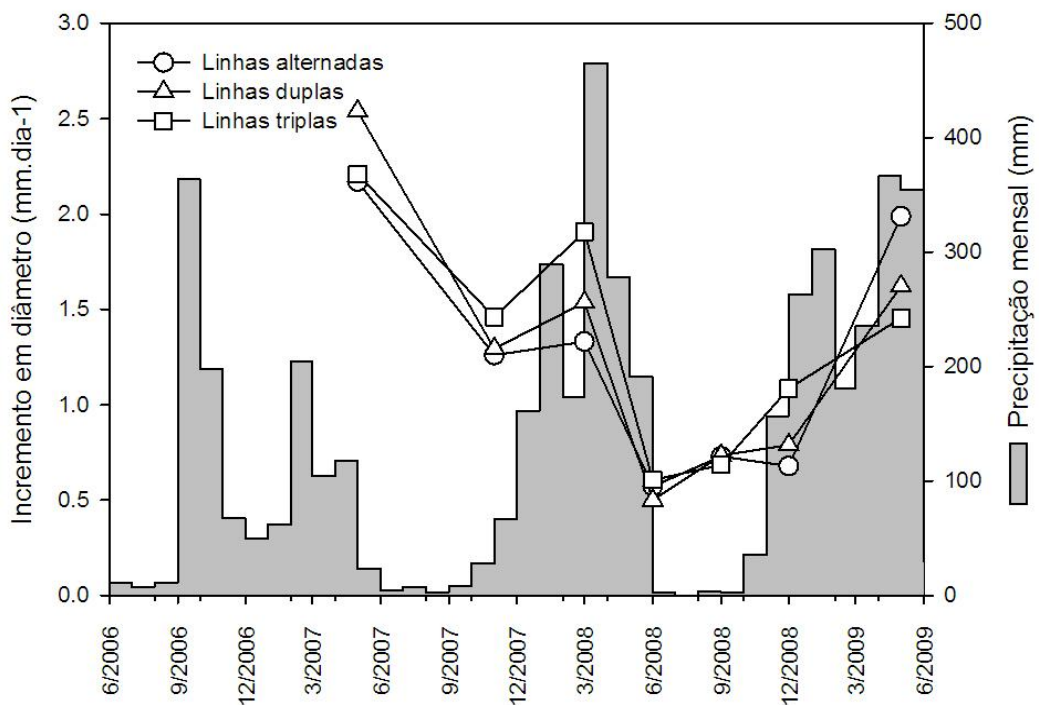


FIGURA 26. Incremento médio diário (mm dia^{-1}) em diâmetro de *K. ivorensis* e distribuição pluviométrica (mm) no período de 2006 a 2009, em sistema de consórcio de espécies

E, após o 31^o mês de idade, o incremento médio em diâmetro e altura, independe dos arranjos, aumentou conforme o início do período chuvoso. A partir deste momento, as plantas de *Khaya* passam a apresentar crescimento em diâmetro diferenciado, em que o maior incremento médio é verificado no arranjo em linhas triplas.

6.1.2.3 Crescimento de mogno africano nos dois sistemas estudados

Para comparar o crescimento de *K. ivorensis* entre os sistemas estudados foi utilizado o maior crescimento dentro do tratamento avaliado no sistema de plantio homogêneo, neste caso foi utilizado dados do tratamento 5 (4,0 m x 4,0 m). No consórcio de espécies os valores são independentes do arranjo avaliado. Para o ajuste da curva de crescimento foi utilizado um modelo de regressão não linear para os dois parâmetros avaliados (Apêndice A - Tabelas 19A e 20A).

Não houve diferença no crescimento em altura e diâmetro de mogno africano no sistema de plantio homogêneo em diferentes espaçamentos. Contudo, ao comparar o comportamento silvicultural desta espécie entre os dois sistemas de plantio (homogêneo e consórcio), verificou-se diferenças de crescimento para as duas variáveis, altura e diâmetro (Figuras 27 e 28).

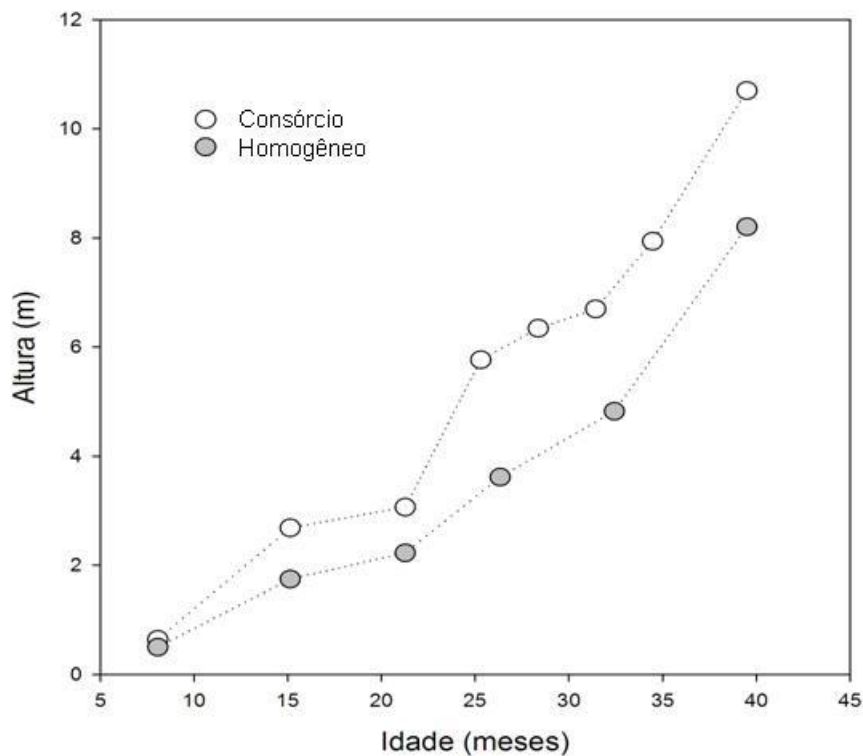


FIGURA 27. Crescimento em altura (m) de *K. ivorensis* em dois sistemas de plantio

O crescimento em altura e diâmetro do mogno africano no plantio consorciado foi superior ao plantio homogêneo, o que confirma a indicação desta espécie em sistemas de consórcio (CARVALHO, 2006). O crescimento em diâmetro também apresentou valores maiores no sistema de consórcio, mas, aos 40 meses de idade, os valores se aproximaram.

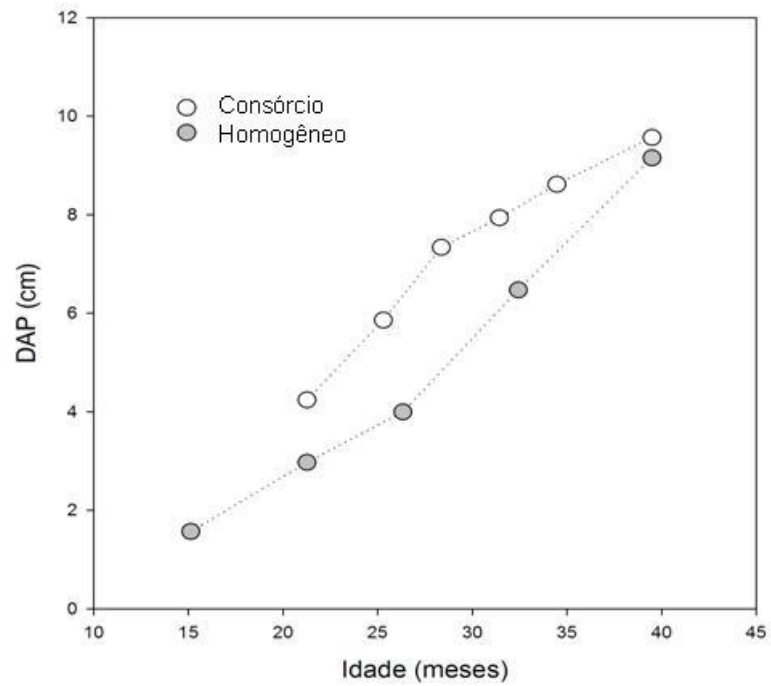


FIGURA 28. Crescimento em diâmetro (cm) de *K. ivorensis* em dois sistemas de plantio

Os resultados de crescimento em altura e diâmetro do presente estudo são compatíveis com os resultados de outros estudos realizados no Brasil e em outros países (Tabela 29).

TABELA 29. Parâmetros silviculturais (sobrevivência, altura e diâmetro) de espécies florestais plantadas no Brasil, Ghana e Austrália

Espécie	Local	Idade (meses)	Sistema	Sobrev. (%)	DAP (cm)	H (m)	Fonte/Ano
Homogêneo							
<i>K. ivorensis</i>	Brasil	40	4,0 x 4,0	68	9,1	8,2	Presente estudo
<i>K. ivorensis</i>	Brasil	96	4,0 x 3,0	**	18,8	16,0	Carvalho (2006)
<i>K. ivorensis</i>	Ghana	29	1,5 x 1,5	96	3,7	2,0	Ofori et al. (2007)
<i>K. ivorensis</i>	Ghana	48	1,0 x 1,0	24	4,4	3,2	Opuni-Frimpong et al. (2008)
<i>S. macrophylla</i>	Brasil	40	3,0 x 2,0	**	7,0	3,5	Guimarães Neto et al. (2004)
<i>S. macrophylla</i>	Brasil	36	3,0 x 3,0	58	8,0	4,0	Souza et al. (2008)
Consórcio							
<i>K. ivorensis</i>	Brasil	40	Plantio misto	83	9,8	11,0	Presente estudo
<i>K. ivorensis</i>	Brasil	30	Silvipastoril	**	10,4	6,3	Falesi; Baena (1999)
<i>K. nyasica</i>	Austrália	60	Plantio misto	89	6,5	7,9	Erskine et al. (2005)
<i>S. macrophylla</i>	Costa Rica	68	Plantio misto	76	7,9	5,1	Piotto et al. (2004)
Floresta Nativa							
<i>K. ivorensis</i>	Ghana	48	Clareiras	76	1,0	0,7	Opuni-Frimpong et al. (2008)
<i>K. anthotheca</i>	Ghana	48	Clareiras	83	1,4	1,3	Opuni-Frimpong et al. (2008)

**Parâmetros que não foram informados pelos referidos autores
DAP: Diâmetro médio a 1,30 m do solo

6.2 DEPOSIÇÃO DE BIOMASSA E ACÚMULO DE SERAPILHEIRA EM SISTEMA DE CONSÓRCIO DE ESPÉCIES SISTEMA AGROFLORESTAL

6.2.1 Deposição de biomassa

Em plantações florestais a quantidade de biomassa acumulada no solo é elevada até o fechamento da copa das árvores. Isto pode permanecer constante por

um período longo de tempo, até que diminui com o aumento de idade devido a redução da densidade das árvores ocasionadas por desbaste natural ou artificial (BRIENZA JÚNIOR, 1999b).

De acordo com o teste de médias, foi verificada diferença altamente significativa ($p < 0,00001$) a deposição mensal de biomassa em cada sistema, em função do período estudado (Apêndice A - Tabela 21A). Contudo, entre os sistemas, a deposição de biomassa em cada mês só apresentou diferença estatística nos meses de março ($p < 0,772$) e maio de 2009 ($p < 0,701$) (Tabela 30).

TABELA 30. Valores médios de deposição mensal de biomassa (kg ha^{-1}) nos sistemas de consórcio e agroflorestal, no período de agosto de 2008 a julho de 2009

Mês/Ano	Sistema de consórcio	Sistema Agroflorestal
ago/08	634,74 a [a]	616,28 a [a]
set/08	304,30 cde [a]	278,78 bc [a]
out/08	286,70 cde [a]	255,17 bc [a]
nov/08	62,70 f [a]	59,59 c [a]
dez/08	136,17 ef [a]	116,88 c [a]
jan/09	148,72 def [a]	165,94 c [a]
fev/09	97,88 f [a]	76,56 c [a]
mar/09	448,43 bc [a]	284,03 bc [b]
abr/09	296,65 cde [a]	206,00 bc [a]
mai/09	381,83 c [a]	250,63 bc [b]
jun/09	617,18 ab [a]	672,16 a [a]
jul/09	322,17 cd [a]	431,25 ab [a]
Média Geral	311,46 [a]	284,44 [a]
Total Anual	3.737,47 [a]	3.413,27 [b]

Letras minúsculas na vertical – efeito do sistema nos meses do ano; Letras minúsculas entre colchetes na horizontal – efeito dos sistemas. Valores precedidos de mesmas letras, não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey, no nível de significância de 5%

Entre os sistemas estudados, a maior deposição de material vegetal foi encontrada no sistema de consórcio com $3.737,47 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Contudo, a quantidade encontrada no SAF ($3.413,27 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) foi próxima do valor encontrado no sistema de consórcio. Nos dois sistemas, a quantidade maior de queda de material vegetal foi nos meses de agosto de 2008 e junho de 2009, período de menor precipitação pluviométrica.

Através dos valores da deposição mensal de biomassa, foi calculado o material vegetal acumulado no mês (Figura 29) e acumulado no ano (Figura 30) em cada sistema avaliado em função da distribuição pluviométrica.

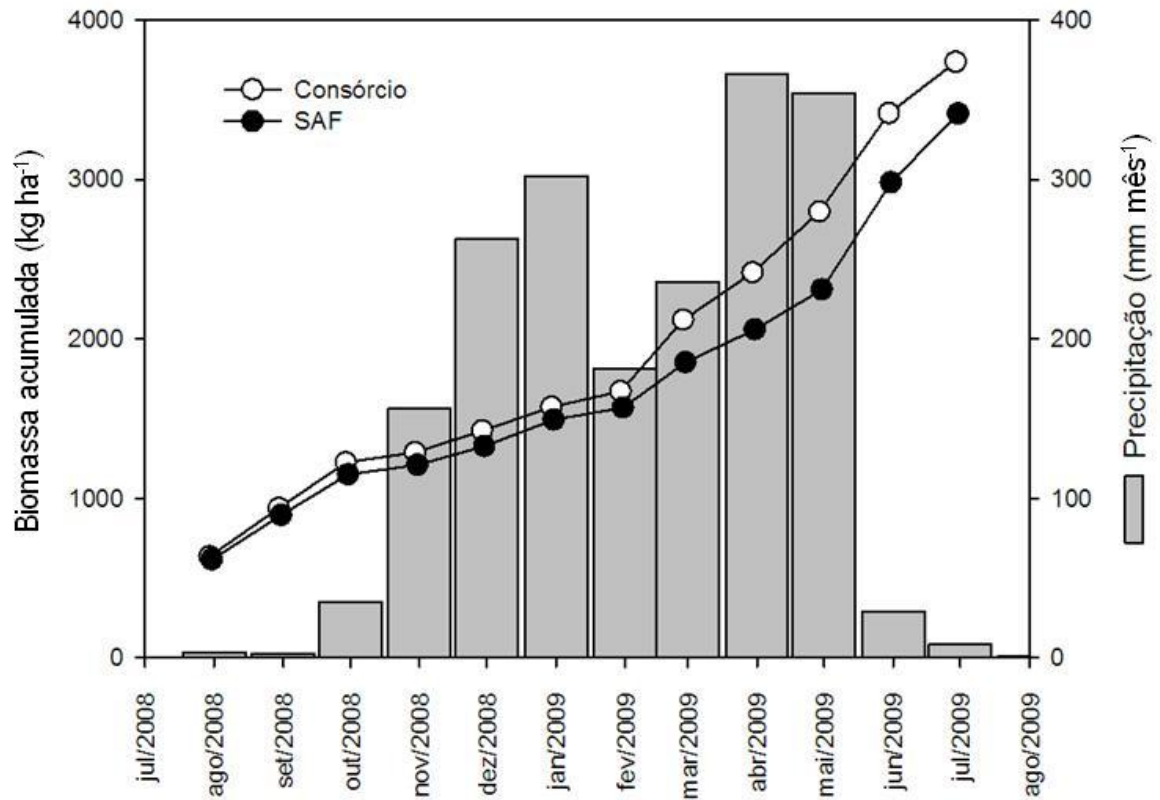


FIGURA 29. Valores médios do acúmulo de biomassa em função da precipitação mensal nos sistemas estudados, no período de agosto de 2008 a julho de 2009

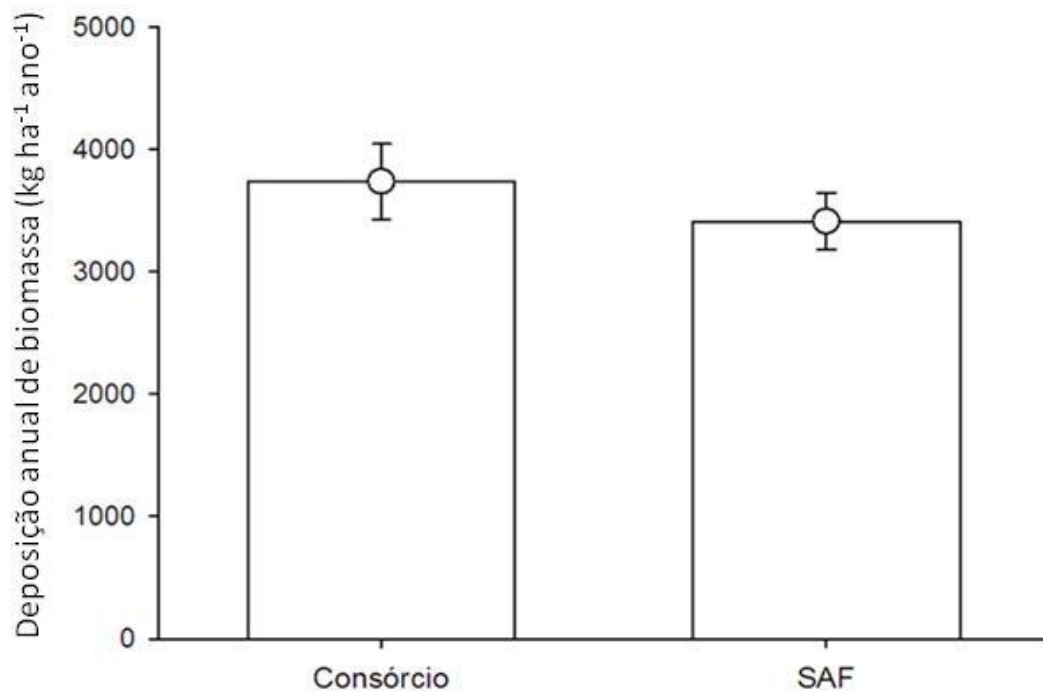


FIGURA 30. Valores médios e erro padrão da deposição anual de biomassa ($\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) nos sistemas estudados

De acordo com os resultados, nota-se que a deposição de biomassa é coerente com a densidade de indivíduos em cada sistema. No sistema de consórcio, em que a deposição de biomassa foi maior, a densidade das plantas é de $833 \text{ plantas ha}^{-1}$ (espaçamento $4 \text{ m} \times 3 \text{ m}$), enquanto que no SAF, as plantas de paricá estão no espaçamento $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ ($400 \text{ plantas ha}^{-1}$), e houve menor acúmulo de serapilheira. Tal fato foi observado por Brienza Júnior (1999b) que verificou que a deposição de material vegetal diminui conforme o número de plantas por hectare.

Avaliando a deposição mensal de biomassa fracionada entre as espécies componentes do sistema de consórcio, verifica-se que o paricá teve maior contribuição que o mogno africano durante todo o período estudado. Isto pode ser devido o mogno africano apresentar crescimento mais lento e copa estreita quando comparado com o paricá (Tabela 31).

TABELA 31. Deposição mensal de biomassa (%) fracionada no sistema de consórcio de espécies florestais

Mês/ano	<i>K. ivorensis</i>	<i>S. parahyba var. amazonicum</i>
ago/08	4,38	95,62
set/08	4,65	95,35
out/08	2,79	97,21
nov/08	22,26	77,74
dez/08	30,79	69,21
jan/09	26,24	73,76
fev/09	18,50	81,50
mar/09	37,94	62,06
abr/09	47,92	52,08
mai/09	38,85	61,15
jun/09	21,39	78,61
jul/09	10,20	89,80

O período de maior deposição de biomassa do mogno africano foi nos meses de março a maio de 2009, coincidindo com períodos de menor deposição de material vegetal do paricá. A maior deposição de biomassa do paricá ocorreu no período de agosto a outubro de 2008. Para as duas espécies, os períodos de maior deposição ocorrem nos meses de menor precipitação pluviométrica (Figura 31).

O paricá foi a espécie que mais contribuiu para a produção de biomassa no sistema de consórcio, uma vez que é uma espécie de crescimento rápido, e pode alcançar grandes alturas em um curto espaço de tempo, formando copas ralas e abertas. Em períodos de seca, por um mecanismo de defesa da planta a períodos de déficit hídrico, esta espécie tem a tendência de perder folhas.

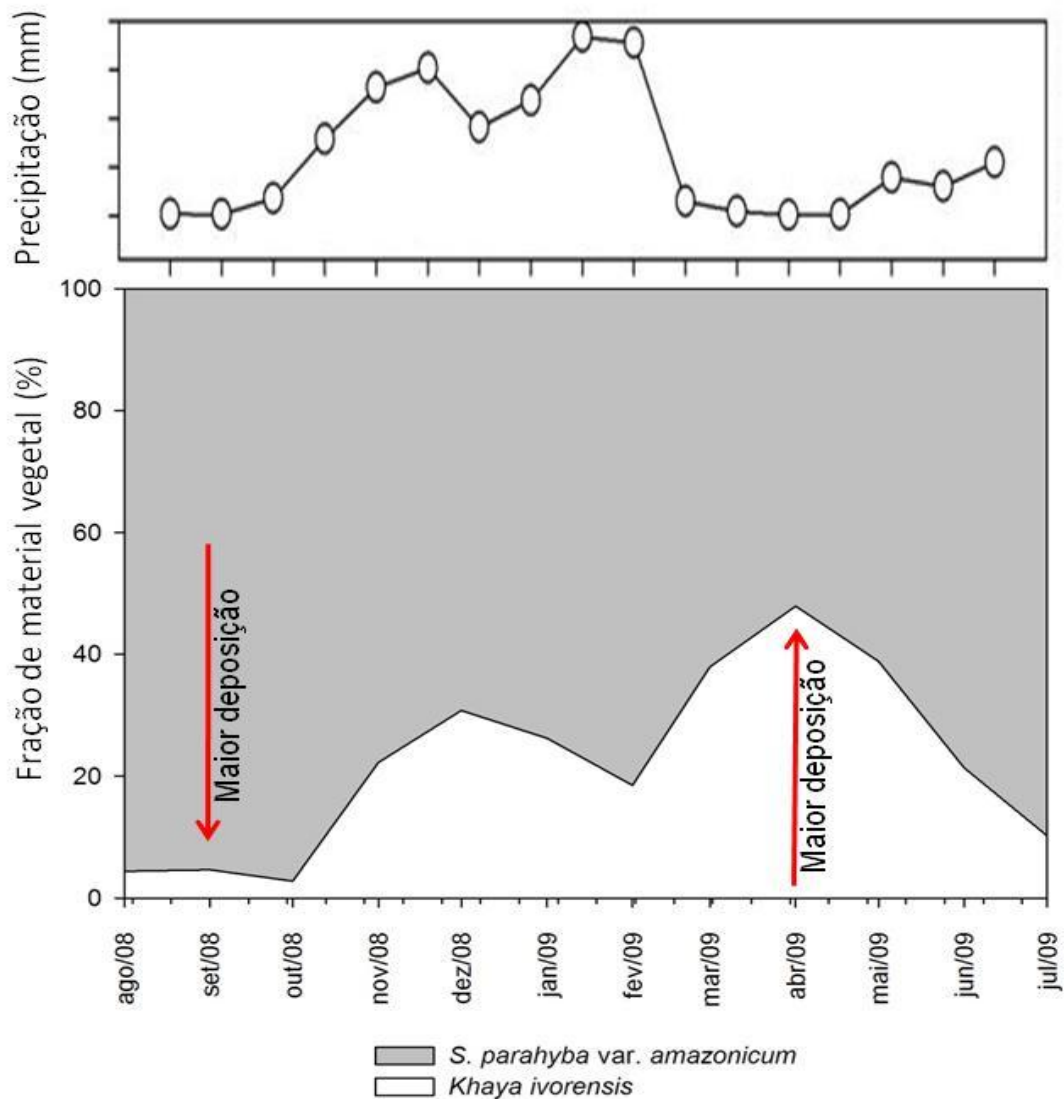


FIGURA 31. Frações da produção mensal de material vegetal (%) em função da precipitação mensal, no sistema de consórcio de espécies

Apesar de não haver muitos estudos publicados sobre a produção de serapilheira em plantios de paricá, outras espécies como *Eucalyptus urophylla* (BARLOW et al., 2007) e *Inga edulis* (BRIENZA JUNIOR, 1999), também apresenta comportamento associado com a variação da precipitação pluviométrica (Tabela 32). Deste modo, é possível observar que as variações no acúmulo de serapilheira nas diferentes regiões podem estar associadas não somente as características climáticas, como também as características intrínsecas das plantas.

TABELA 32. Acúmulo anual de serapilheira em diferentes ecossistemas de floresta primária, secundária e plantações florestais na Amazônia e outras regiões tropicais

Local	Tipo de vegetação	árvore/ha	Produção	Fonte/ano
Floresta Natural				
Belém, PA, Brasil	Terra Firme	-	7,2 kg/ha/ano	Silva; Lobo (2007)
Belém, PA, Brasil	Várzea	-	8,5 kg/ha/ano	Silva; Lobo (2007)
Manaus, AM, Brasil	Terra Firme	-	9.500 kg/ha/ano	Martius et al. (2004)
Fazenda Jarí, PA, Brasil	Terra Firme	-	7,8 mg/ha/ano	Barlow et al (2007)
Floresta secundária				
Manaus, AM, Brasil	8 anos	-	7.190 kg/ha/ano	Martius et al. (2004)
Fazenda Jarí, PA, Brasil	14-19 anos	-	6,8 mg/ha/ano	Barlow et al (2007)
Plantação				
Costa Rica	3,5 - 4,5 anos			
	<i>H. alchorneoides</i>	2500 arv/há	8.200 kg/ha/ano	Montagnini et al (1993)
	<i>V. ferruginea</i>	2500 arv/há	9.500 kg/ha/ano	Montagnini et al (1993)
	<i>S. microstachyum</i>	2500 arv/há	11.700 kg/ha/ano	Montagnini et al (1993)
	<i>V. guatemalensis</i>	2500 arv/há	12.600 kg/ha/ano	Montagnini et al (1993)
Fazenda Jarí, PA, Brasil	4 - 5 anos			
	<i>E. urophylla</i>	**	4,5 mg/ha/ano	Barlow et al (2007)
Paragominas, PA	4-6 anos			
	<i>S. amazonicum</i>	555 arv/há	1369 kg/ha/ano	Veiga; Almeida (2004b)
Aurora do Pará, PA, Brasil	6 anos			
	<i>S. parahyba</i> var. <i>amazonicum</i>		6,05 mg/ha/ano	Silva (2009)
Enriquecimento de Capoeira				
Igarapé-Açú, PA, Brasil	2 anos			
	<i>I. edulis</i>	-	4060 kg/ha/ano	Brienza Junior (1999)
	<i>A. mangium</i>	-	3640 kg/ha/ano	Brienza Junior (1999)
	<i>A. angustissima</i>	-	3390 kg/ha/ano	Brienza Junior (1999)
	<i>C. racemosa</i>	-	3050 kg/ha/ano	Brienza Junior (1999)

**Dados não fornecidos pelo autor

6.2.2 Distribuição sazonal da biomassa

A deposição anual de material vegetal e o acúmulo de serapilheira apresentam grande variabilidade decorrente das condições climáticas, qualidade do sítio, idade da floresta ou do povoamento, características intrínsecas das espécies e do grau de estabilidade da floresta (REIS; BARROS, 1990).

O processo de deposição de material vegetal apresentou relação acentuada entre a precipitação e o ciclo mensal de deposição do material (Figura 32). No início da avaliação (agosto de 2008), nos dois sistemas, a correlação entre a deposição de biomassa e a pluviosidade mensal foi negativa. Contudo, a partir de fevereiro de 2009 houve correlação positiva entre a deposição de material vegetal e a precipitação pluviométrica mensal. No sistema de consórcio essa correlação é negativa principalmente no mês de março de 2009, em que ocorre aumento intenso da queda de material vegetal. No sistema agroflorestal, a deposição neste período foi elevada também, mas com menor intensidade.

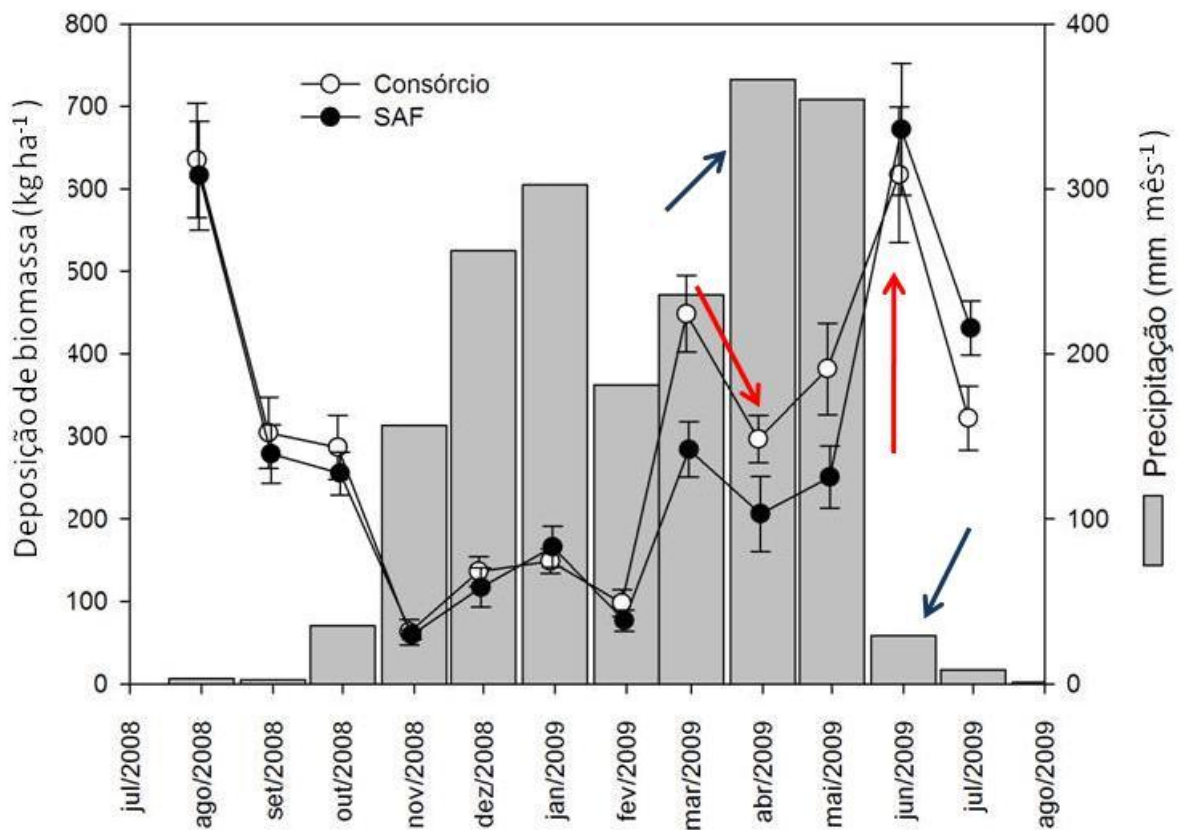


FIGURA 32. Valores médios e erro padrão da deposição mensal de biomassa (kg ha^{-1}) em função da distribuição pluviométrica (mm), nos sistemas estudados

Agosto de 2008 e Junho de 2009 foram os períodos de maior queda de material vegetal ocorrendo inversamente à precipitação pluviométrica nos dois sistemas. Esse fato pode estar ligado ao mecanismo de defesa da planta, em função

da menor disponibilidade de água. Em períodos de déficit hídrico, as espécies perenes apresentam atividades de osmorregulação, que implica em maior queda de folhas/galhos como mecanismo de tolerância nas épocas secas (CARVALHO, 2005).

Fazendo uma correlação entre a deposição de biomassa e a precipitação pluviométrica no mês observado, no mês anterior e no mês acumulado, verificou-se que para mogno africano a correlação foi positiva e significativa no mês observado e no mês anterior e, altamente significativa com a precipitação acumulada. Para o paricá, a correlação foi negativa e significativa apenas no mês observado, ou seja, a deposição de material vegetal ocorreu inversamente a precipitação pluviométrica (Tabela 33).

TABELA 33. Valores da correlação entre a biomassa total em função de valores de precipitação mensal e acumulada

Espécies	Sistemas	Precipitação	Precipitação	Precipitação	Precipitação
		Mês Observado (PMO)	Mês Anterior (PMA)	Acumulada (02 meses)	Acumulada (03 meses)
<i>K. ivorensis</i>	Consórcio	0,5568 (*)	0,6411 (*)	0,6654 (**)	0,7380 (**)
<i>S. parahyba</i> var.	Consórcio	-0,4980 (*)	-0,0038 (n.s.)	-0,2779 (n.s.)	-0,0921 (n.s.)
<i>amazonicum</i>	Agroflorestal	-0,6416 (*)	-0,1198 (n.s.)	-0,4220 (n.s.)	-0,2198 (n.s.)
Total	Global ¹	-0,2784 (n.s.)	0,1800 (n.s.)	-0,0540 (n.s.)	0,1325 (n.s.)

n.s. – não significativo; * - significativo; ** - altamente significativo

1. Correlação entre a biomassa total em função da precipitação mensal e acumulada, entre os dois sistemas (consórcio e SAF).

Independente da espécie e do sistema, não houve correlação entre a precipitação mensal e a deposição de biomassa. No entanto, a deposição do material vegetal apresentou correlação negativa com a precipitação no mês observado. Tal fato foi verificado por Silva e Lobo (2007) que observaram que o maior pico de deposição de serapilheira em área de várzea ocorreu no período de baixa precipitação pluviométrica. Resultado semelhante foi obtido por Brienza Júnior (1999b) em plantios de enriquecimento com espécies leguminosas.

6.2.3 Decomposição de serapilheira

A avaliação da decomposição de serapilheira na superfície do solo facilita a compreensão do fluxo de carbono entre a vegetação, solo e atmosfera (BRIENZA JÚNIOR, 1999b).

A taxa de decomposição foi avaliada através dos dados de acúmulo de serapilheira no solo. Entre os sistemas (consórcio e agroflorestal) verificou-se diferença estatística, independentemente da espécie (Tabela 34).

TABELA 34. Taxa de decomposição (Rd) e erro padrão em função dos arranjos e sistemas avaliados, independente da espécie

Arranjo/Sistema	Taxa de Decomposição (Rd)
Consórcio	12.65±3.89 b
SAF	25.41±7.30 a

Valores precedidos de mesmas letras, não diferem significativamente, segundo o teste de Tukey, no nível de significância de 10%

O sistema agroflorestal apresentou maior taxa de decomposição de serapilheira no solo, comparando com consórcio de espécies (Figura 33). Resultado próximo ao do presente estudo foi encontrado por Brienza Júnior (1999) em plantios de *Acacia angustissima* (Rd=30).

Vários fatores podem estar relacionados à decomposição de material orgânico do solo, contudo, neste estudo, só se avaliou a deposição e acúmulo de material orgânico no solo. O microclima no plantio, a diversidade da macrofauna e microfauna, ou a composição da espécie plantada e do espaçamento utilizado, são fatores que podem influenciar na decomposição do material orgânico do solo. Embora esses fatores não tenham sido avaliados, as taxas de decomposição encontradas neste estudo confirmam que a comunidade de macrofauna nesses sistemas (consórcio e SAF) é suficiente para manter os processos de decomposição a um nível funcional.

Embora a atividade dos organismos de decomposição seja muito ativa em floresta tropical nativa (MARTIUS et al., 2004), os resultados encontrados neste

estudo para os dois sistemas (consórcio e SAF) são favoráveis para a recuperação de áreas alteradas, uma vez que o material orgânico depositado sobre o solo retorna mais rapidamente ao sistema, favorecendo a ciclagem de nutrientes.

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados do presente estudo, pode-se concluir que:

- a. Em plantio homogêneo, o paricá apresenta maior crescimento em altura e diâmetro no espaçamento 4 m x 3 m e o mogno africano no espaçamento 4 m x 4 m.
- b. As espécies paricá e mogno africano apresentam maiores crescimento em altura e diâmetro no sistema de consórcio, quando comparado com plantio homogêneo.
- c. O paricá apresenta maior capacidade de depositar material vegetal e acumular serapilheira no solo do que o mogno africano.
- d. Pelas características de crescimento e produção de material vegetal, o paricá apresenta potencial para uso em áreas alteradas.
- e. A deposição de material vegetal de paricá apresenta correlação negativa com a precipitação pluviométrica. Para o mogno africano, a deposição de biomassa tem correlação positiva com a precipitação pluviométrica.

REFERÊNCIAS

- AGUILAR, C.; BARRERA, V. Evaluación de la sostenibilidad de una alternativa de manejo en el sistema de producción de pequeños productores de Carchi, Ecuador. *Archivos Latinoamericanos de Producción animal*, 5(1): 1-20. 1997.
- ALMEIDA, E.; SABOGAL, C.; BRIENZA JUNIOR, S. *Recuperação de áreas alteradas na Amazônia brasileira: Experiências locais, lições aprendidas e implicações para políticas públicas*. CIFOR, Bogor, Indonésia, 2006.
- ALVINO, F. de O. *Influência do espaçamento e da cobertura do solo com leguminosas sobre o crescimento do paricá*. 2006. 90p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém. 2006.
- ARCO-VERDE, M. F.; SILVA, I. C.; MOURÃO JÚNIOR, M. Aporte de nutrientes e produtividade de espécies arbóreas e de cultivos agrícolas em sistemas agroflorestais na Amazônia. *Revista Floresta*. Curitiba, PR, v. 39, n. 1, p. 11-22, jan./mar. 2009.
- BARLOW, J.; GARDNER, T. A.; FERREIRA, L.V, PERES, C. A. Litter fall and decomposition in primary, secondary and plantation forests in the Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, 247, p. 91-97. 2007.
- BARNEBY, R. C. *Neotropical fabales at NY: asides and oversights*. *Brittonia*. v. 48, n. 2. p. 174 – 187, abr./jun., 1996.
- BRIENZA JÚNIOR, S.; VIEIRA, I. C. G.; YARED, J. A. G. *Considerações sobre a recuperação de áreas alteradas por atividades agropecuária e florestal na Amazônia*. Belém: EMBRAPA/CPATU, 1995a, 27p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 83).
- BRIENZA JÚNIOR, S. *Biomass dynamics of fallow vegetation enriched with leguminous trees in the Eastern Amazon of Brasil*. 1999. 146p. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical) - Faculty of Agricultural Sciences Georg-August-University of Göttingen, Germany. 1999b.
- BRIENZA JÚNIOR, S. et al. Recuperação de áreas degradadas com base em sistema de produção florestal energético madeireiro: indicadores de custos, produtividade e renda. *Amazônia Ciência e Desenvolvimento*, v. 4, n. 7, jul./dez., p. 197-219. 2008c.

CAMARGO, M.; PASSARELLI, F.; ROSA, M. A.; SILVA, G. A.; TORRES, G.; GIARRIZZO, T. Floresta aluvial. In: CAMARGO, M.; GHILARDI JR, R. *Entre a terra, as águas e os pescadores do Médio Rio Xingu - uma abordagem ecológica*. - Belém - PA. 2009. p. 57-71.

CARVALHO, C. J. R. Respostas de plantas de *Schizolobium amazonicum* (S. *parahyba* var. *amazonicum*) e *Schizolobium parahyba* (*Schizolobium parahybum*) à deficiência hídrica. *Revista Árvore*, v. 29, n. 006. Viçosa, Brasil. 2005, p. 907-914.

CARVALHO, M. dos S. *Manual do reflorestamento*. Belém: Sagrada Família, 2006. 119 p.

CARVALHO, P. E. R. Paricá - *Schizolobium amazonicum*. *Circular técnica*. Colombo - Paraná. Nov. 2007, 8f. (Embrapa Florestas, Circular Técnica, 142).

CASTRO, A. W. V. de; FARIAS NETO, J. T. de; CAVALCANTE, E. da S. Efeito do espaçamento na produtividade de biomassa de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Vogel). *Acta Amazônica*, n.28 v.2, p.141-146. 1998.

CASTRO, A. P. de; FRAXE, T. de J. P.; SANTIAGO, J. L.; MATOS, R. B.; PITNO, I. C. Os Sistemas Agroflorestais como alternativa de sustentabilidade em ecossistemas de várzea no Amazonas. *Revista Acta Amazônica*, v. 39, n. 2, p. 279 - 288. 2009.

CHEN, M., W. et al. Assessing objective techniques for gauge-based analyses of global daily precipitation. *Journal of Geophysical*. n. 113, 2008.

CORDEIRO, I. M. C. C. *Comportamento de Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby e *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L. B. Smith) Coppins & Leal sob diferentes sistemas de cultivo no município de Aurora do Pará (PA). 2007. 115p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2007.

CORREIA, M. E. F.; ANDRADE, A. G. Formação de serapilheira e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Eds). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre, Gênese, 1999. p.197-225.

DANIEL, O.; COUTO, L.; GARCIA, R.; PASSOS, C. A. M. Proposta para padronização da terminologia empregada em sistemas agroflorestais no Brasil. *Revista Árvore*, Viçosa, v.23, n.3. 1999, p.367-370.

DENICH, M.; BRADINO, Z. G.; BLUM, E. A decomposição da matéria orgânica. In: EMBRAPA/CPATU. *Pesquisas sobre utilização e conservação do solo na Amazônia Oriental*. Relatório final do convênio EMBRAPA/CPATU-GTZ. Belém. 1986a, p. 163-186.

DENICH, M.; KANASHIRO, M. A vegetação secundária na paisagem agrícola no nordeste paraense, Brasil. In: PARROTA, J. A.; KANASHIRO, M. *Manejo e reabilitação de áreas degradadas e florestas secundárias na Amazônia*. Anais do Workshop Internacional, Santarém, Pará, Brasil, Abril 1993, p. 18-22.

DIAS-FILHO, M. B.; SERRÃO, E. A. S.; FERREIRA, J. N. Processo de degradação e recuperação de áreas degradadas na Amazônia brasileira. 2008. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da. *Agricultura tropical: quatro décadas de inovação tecnológica, institucionais e políticas*. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2008, p. 293-305.

ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. An evaluation of direct seeding for restoration of degraded lands in central São Paulo state, Brazil. *Forest Ecology and Management*. v.152. 2001, p.169-181.

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. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 4).

FAO. *Eucalyptus for planting*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 1979. *FAO Forestry and Forest Products Studies*, n. 11. 1981. 677p.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e conseqüências. *Revista Megadiversidade*, v. 1, n. 1, Julho 2005.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em floresta natural e em plantios de eucalipto e de dendê no sudeste da Bahia, Brasil. *Revista Árvore*, n. 26. 2002, p. 193-207.

GASPAROTTO, L.; HANADA, R. E.; ALBUQUERQUE, F. C.; DUARTE, M. de L. R. Mancha areolada causada por *Thanatephorus cucumeris* em mogno africano. *Revista de Fitopatologia Brasileira*, v. 26, n. 3, set. 2001.

HAAG, H. P. *Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais*. – Campinas: Fundação Cargill. 1985. 144p.

HOMMA, A. K. O. Benefícios da domesticação dos recursos extrativos vegetais. 2008. In: ALBUQUERQUE, A. C. S.; SILVA, A. G. da. *Agricultura tropical: quatro décadas de inovação tecnológica, institucionais e políticas*. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 2008, p. 263-274.

INSTITUTO BRASILEIRO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. *Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: Técnicas de revegetação*. Brasília. 1990. 75p.

KAGEYAMA, P. Y. Plantações de essências nativas, florestas de proteção e reflorestamentos mistos. ESALQ - SP. *Documentos Florestais*. Piracicaba n. 8, jan. 1990, 9f.

KEEFE, K.; SCHULZE, M. D.; PINHEIRO, C.; ZWEEDE, J.C.; ZARIN, D. Enrichment planting as a silvicultural option in the eastern Amazon: Case study of Fazenda Cauaxi. *Forest Ecology and Management*, n. 258. 2009, p. 1950-1959.

LACLAU et al. Mixed-species plantations of *Acacia mangium* and *Eucalyptus grandis* in Brazil. 1. Growth dynamics and aboveground net primary production. *Forest Ecology and Management*, n. 255. 2008, p. 3905 - 3917,.

LAMB, D.; GILMOUR, D. *Issues in forest conservation. Rehabilitation and restoration of degraded forests*. [S.l.] International Union for Conservation of Nature and Nature Resources. The World Wide Fund for Nature. 2003. 122p.

LAMPRECHT, H. *Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado*. GTZ. 1990. 343p.

LELES, P. S. S.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; MORAIS, E. J. Crescimento, produção e alocação de matéria seca de *Eucalyptus camaldulensis* e *E. pellita* sob diferentes espaçamentos na região do cerrado, MG. *Revista Scientia Forestalis*, IPEF, n.59. 2001, p. 77-87.

LUIZÃO, F. J. *Produção e decomposição da liteira de terra firme da Amazônia Central. Aspectos químicos e biológicos da lixiviação e remoção dos nutrientes da liteira*. 109 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, 1982.

MARQUES, L. C. T. *Comportamento inicial de paricá, tatajuba e eucalipto, em plantio consorciado com milho e capim-marandu, em Paragominas, Pará*. 1990. 73p.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 1990.

MARTIUS, C.; HÖFER, H.; GARCIA, M. V. B.; RÖMBKE, J.; HANAGARTH, W. Litter fall, litter stocks and decomposition rates in rainforest and agroforestry sites in central Amazonia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, n. 68. 2004, p. 137-154.

MOREIRA, P. R. *Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas a recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG.* 2004. 155 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", São Paulo, 2004.

NEU, V. *Influência da cobertura vegetal na ciclagem de nutrientes via solução do solo na região de Manaus – AM.* 2005. 93p. (Dissertação de Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

OFORI, D. A.; OPUNI-FRIMPONG, E.; COBBINAH, J. R. Provenance variation in *Khaya* species for growth and resistance to shoot borer *Hypsipyla robusta*. *Forest Ecology and Management*, 242. 2007, p. 438-443.

OHASHI, S. T. et al.; Sistema Silviagrícola Multiestratificado: II - Comportamento produtivo de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber), açaí (*Euterpe oleracea* Mart) e cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* (Willd.) ex Spr.) K. Schum.) no Município de Tomé-Açu (PA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 4. *Anais...* Curitiba- PR. 2004a. 1 CD-ROM.

OHASHI, S. T.; YARED, J. A. G.; NETO, J. T. de F. Variabilidade entre procedências de paricá *Schizolobium parahyba* var *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby plantadas no município de Colares - Pará. *Revista Acta Amazônica*, v. 40, n.1. 2010b, p. 81-88.

OPUNI-FRIMPONG, E.; KARNOSKY, D. F.; STORER, A. J.; COBBINAH, J. R. Silvicultural systems for plantation mahogany in Africa: Influences of canopy shade on tree growth and pest damage. *Forest Ecology and Management* n. 255. 2008, p. 328-333.

PEREIRA, A. R.; MORAES, E. J.; NASCIMENTO FILHO, M. B. Implantação de florestas de ciclos curtos sob novos modelos de espaçamentos. *Silvicultura*, v. 8, n. 28. 1983, p. 429-432.

PIOTTO, D.; VÍQUEZ, E.; MONTAGNINI, F.; KANNINEN, M. Pure and mixed forest plantations with native species of the dry tropics of Costa Rica: a comparison of growth and productivity. *Forest Ecology and Management*, n. 190. 2004, p. 359 – 372.

POGGIANI, F. Ecologia e reflorestamento. *Circular técnica*. IPEF, Piracicaba, n.61. 1979a, p.1-10.

POGGIANI, F. Alterações dos ciclos biogeoquímicos em florestas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, 1992, São Paulo, SP. *Anais...* São Paulo: Revista do Instituto Florestal, 1992b, v.3, p.734-739. 982p.

POGGIANI, F.; SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes em florestas nativas. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF. 2000c. 427p.

RAMOS, R. S. S.; FERRAZ, C. Comportamento de Paricá (*Schizolobium amazonicum*) em consórcio com diferentes florestas na região Amazônica. In: CONGRESSO E EXPOSIÇÃO INTERNACIONAL SOBRE FLORESTAS, 6. 2000. Porto Seguro. *Anais...* Porto Seguro. 2000, p. 70-72.

REIS, M. G. F.; BARROS, N. F. Ciclagem de Nutrientes em Plantios de Eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds.). *Relação solo-eucalipto*. Viçosa: Folha de Viçosa. 1990. p. 265-302.

RIZZINI, C. T. *Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira*. Rio de Janeiro: Edgard Blucher. 1971, p. 127-130.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, S. Conceitos, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F. *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Ed. USP/Fapesp. 2000, p. 235-248.

RONDON, E. V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na Região da Mata. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v. 26, n. 5. 2002, p. 573-576.

SABOGAL, C.; ALMEIDA, E. de; MARMILLOD, D.; CARVALHO, J. O. P. *Silvicultura na Amazônia Brasileira: avaliação de experiências e recomendações para implementação e melhoria dos sistemas*. - Belém: CIFOR, 2006. 190p.

SANTOS, M. J. C. dos; RODRIGUEZ, L. C. E.; WANDELLI, E. V. Avaliação econômica de quatro modelos agroflorestais em áreas degradadas por pastagens na Amazônia Ocidental. *Revista Scientia Forestalis*, IPEF, n 62, dez. 2002, p. 48-61.

SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E FINANÇAS (SEPOF). *Estatísticas municipais paraenses: Dom Eliseu, Pará*. 2008. Disponível em: <http://www.sepof.pa.gov.br/estatistica/ESTATISTICAS_MUNICIPAIS/Mesorr_Sudeste/Paragominas/DEliseu.pdf>. Acesso em: 10 Dez 2009.

SILVA, V. B. S.; KOUSKY, V. E.; SHI, W.; HIGGINS, R. W. An improved gridded historical daily precipitation analysis for Brazil. *Journal of Hydrometeorology*, v. 8, n. 4. 2007, p. 847-861.

SILVA, M. F. F. da; LOBO, M. da G. Ciclagem de nutrientes em floresta tropical e queda de matéria orgânica em floresta de terra firme, várzea e igapó, na Amazônia Oriental. In: GOMES et al. (Eds). *Mocambo: diversidade e dinâmica biológica da Área da Pesquisa Ecológica do Guamá (APEG)*. - Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi: Embrapa Amazônia Oriental, 2007, p. 333-339.

SOUSA, D. B.; CARVALHO, G. S.; RAMOS, E. J. A. *Paricá – Schizolobium amazonicum Huber ex Ducke*. Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia, n. 13. 2005.

SOUZA, C. C. de. *Modelo de crescimento com variáveis ambientais para o ipê felpudo em diferentes espaçamentos*. 2004, 96f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004.

TONINI, H.; PEREIRA, M. R. N.; ARCO-VERDE, M. F.; OLIVEIRA JUNIOR, M. M. de. *Seleção de equações para o paricá (Schizolobium amazonicum Huber ex Ducke), no estado de Roraima*. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2005. (Embrapa Roraima. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 4).

VEIGA, J. B. da; ALVES, C. P.; MARQUES, L. C. T.; VEIGA, D. F. da. *Sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000a. 62p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 56).

VEIGA, J. B. da; ALMEIDA, E. N. de. *Liteira de paricá, tatajuba e eucalipto em sistemas silvipastoris no município de Paragominas - PA*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004b. 20f. (Embrapa Amazônia Oriental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 38).

VENTURIERI, G. C. *A ecologia reprodutiva do taxi-branco (Sclerolobium paniculaum var. paniculatum Vogel) e do paricá (Schizolobium amazonicum Huber ex Ducke) Leg. Caesalpinioideae e a influência da Melitofilia na polinização destas árvores amazônicas*. 2000. 89f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

VIANA, V. M.; DUBOIS, J. C. L.; ANDERSON, A. B. *Manual Agroflorestal para a Amazônia*. Rebraf/Fundação Ford, Rio de Janeiro. 1996. v. 1, 228p.

VIEIRA, I. C. G.; NESPTAD, D. C.; BRIENZA JÚNIOR, S.; PEREIRA, C. A. A. Importância das áreas degradadas no contexto agrícola e ecológico da Amazônia. In: *BASES científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia*. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, v. 2, 1993a.

VIEIRA, I. C. G. et al. *Bases técnicas e referenciais para o programa de restauração florestal do Pará: um bilhão de árvores para a Amazônia*. - Belém: Instituto de Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Pará, 2009b. 103p.

YARED, J. A. G.; BRIENZA JÚNIOR, S; MARQUES, L. C. T. *Agrossilvicultura: conceitos, classificação e oportunidades de aplicação na Amazônia brasileira*. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1995. 39f. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 104).

APÊNDICE

APÊNDICE A – DADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

Tabela 1A. Análise de variância para altura de *S. parahyba* var. *amazonicum* em sistema de plantio homogêneo no período de oito a 40 meses de idade

FV	SQ	GL	MQ	F	p
Interceptação	58498,49	1	58498,49	3280,347	0,000000
Espaçamento	553,55	4	138,39	7,760	0,000013
Erro	2175,63	122	17,83		
Tempo	23862,44	5	4772,49	2689,663	0,000000
Tempo*Espaçamento	154,32	20	7,72	4,348	0,000000
Erro	1082,37	610	1,77		

Tabela 2A. Coeficiente de determinação (R^2) e ajuste da equação sigmoidal para o crescimento em altura de *S. parahyba* var. *amazonicum* em sistema de plantio homogêneo

Espaçamento (m x m)	R^2	R^2 ajustado	Equação
4,0 x 2,0	0,990	0,976	$f = y_0 + a / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
4,0 x 2,5	0,999	0,998	$f = y_0 + a / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
4,0 x 3,0	0,992	0,980	$f = y_0 + a / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
4,0 x 3,5	0,999	0,998	$f = y_0 + a / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
4,0 x 4,0	0,999	0,999	$f = y_0 + a / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$

Tratamento (m x m): T1: 4,0 x 2,0; T2: 4,0 x 2,5; T3: 4,0 x 3,0; T4: 4,0 x 3,5; T5: 4,0 x 4,0

Tabela 3A. Análise de variância para incremento médio em altura de *S. parahyba* var. *amazonicum* em sistema de plantio homogêneo no período de oito a 40 meses de idade

FV	SQ	GL	MQ	F	p
Interceptação	1965,152	1	1965,152	4322,714	0,000000
Espaçamento	5,131	4	1,283	2,821	0,027930
Erro	55,462	122	0,455		
Tempo	154,244	4	38,561	85,096	0,000000
Tempo*Espaçamento	47,445	16	2,965	6,544	0,000000
Erro	221,136	488	0,453		

Tabela 4A. Análise de variância para diâmetro de *S. parahyba* var. *amazonicum* em sistema de plantio homogêneo no período de oito a 40 meses de idade

FV	SQ	GL	MQ	F	p
Interceptação	15993,36	1	15993,36	996,4782	0,000000
Espaçamento	182,12	4	45,53	2,8367	0,038334
Erro	577,80	36	16,05		
Tempo	3863,00	5	772,60	639,6391	0,000000
Tempo*Espaçamento	36,48	20	1,82	1,5102	0,082278
Erro	217,42	180	1,21		

Tabela 5A. Coeficiente de determinação (R^2) e ajuste da equação sigmoidal para o crescimento em diâmetro de *S. parahyba* var. *amazonicum* em sistema de plantio homogêneo

Espaçamento (m x m)	R^2	R^2 ajustado	Equação
4,0 x 2,0	0,984	0,960	$f = y_0 + a / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
4,0 x 2,5	0,999	0,998	$f = y_0 + a / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
4,0 x 3,0	0,978	0,946	$f = y_0 + a / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
4,0 x 3,5	0,990	0,983	$f = a / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
4,0 x 4,0	0,996	0,991	$f = y_0 + a / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$

Tratamento (m x m): T1: 4,0 x 2,0; T2: 4,0 x 2,5; T3: 4,0 x 3,0; T4: 4,0 x 3,5; T5: 4,0 x 4,0

Tabela 6A. Análise de variância para incremento médio em diâmetro de *S. parahyba* var. *amazonicum* em sistema de plantio homogêneo no período de oito a 40 meses de idade

FV	SQ	GL	MQ	F	P
Interceptação	336,8533	1	336,8533	894,4186	0,000000
Espaçamento	2,0256	4	0,5064	1,3446	0,272414
Erro	13,5582	36	0,3766		
Tempo	43,6483	4	10,9121	42,7054	0,000000
Tempo*Espaçamento	8,2209	16	0,5138	2,0108	0,015979
Erro	36,7948	144	0,2555		

Tabela 7A. Análise de variância para altura de *S. parahyba* var. *amazonicum* no sistema de consórcio de espécies e sistema agroflorestal no período de oito a 40 meses de idade

FV	SQ	GL	MQ	F	P
Interceptação	102389,0	1	102389,0	2749,092	0,000000
Tratamento	258,3	3	86,1	2,312	0,078834
Erro	5139,8	138	37,2		
Tempo	25742,7	7	3677,5	2266,870	0,000000
Tempo*Tratamento	171,6	21	8,2	5,036	0,000000
Erro	1567,1	966	1,6		

Tabela 8A. Análise de variância para diâmetro de *S. parahyba* var. *amazonicum* no sistema de consórcio de espécies e sistema agroflorestal no período de oito a 40 meses de idade

FV	SQ	GL	MQ	F	P
Interceptação	103398,0	1	103398,0	2455,210	0,000000
Tratamento	239,8	3	79,9	1,898	0,132830
Erro	5769,6	137	42,1		
Tempo	6928,3	6	1154,7	2123,037	0,000000
Tempo*Tratamento	90,4	18	5,0	9,239	0,000000
Erro	447,1	822	0,5		

Tabela 9A. Coeficiente de determinação (R^2) e ajuste da equação sigmoidal para o crescimento em altura de *S. parahyba* var. *amazonicum* em três sistemas de plantio

Sistemas	R^2	R^2 ajustado	Equação
Consórcio	0,982	0,975	$f = a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
SAF	0,988	0,983	$f = a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
Homogêneo	0,991	0,984	$f = a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$

SAF: Sistema Agroflorestal

Tabela 10A. Coeficiente de determinação (r^2) e ajuste da equação sigmoidal para o crescimento em diâmetro de *s. parahyba* var. *amazonicum* em três sistemas de plantio

Sistemas	R^2	R^2 ajustado	Equação
Consórcio	0,973	0,959	$f = a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
SAF	0,968	0,952	$f = a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
Homogêneo	0,964	0,941	$f = a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$

SAF: Sistema Agroflorestal

Tabela 11A. Análise de variância para altura de *Khaya ivorensis* em sistema de plantio homogêneo no período de oito a 40 meses de idade

FV	SQ	GL	MQ	F	p
Interceptação	5750,069	1	5750,069	2166,850	0,000000
Espaçamento	38,513	4	9,628	3,628	0,008579
Erro	246,790	93	2,654		
Tempo	3064,869	5	612,974	1084,153	0,000000
Tempo*Espaçamento	21,798	20	1,090	1,928	0,009504
Erro	262,908	465	0,565		

Tabela 12A. Coeficiente de determinação (R^2) e ajuste da equação sigmoidal para o crescimento em altura de *K. ivorensis* em sistema de plantio homogêneo

Espaçamento (m x m)	R^2	R^2 ajustado	Equação
4,0 x 2,0	0,997	0,996	$f = a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
4,0 x 2,5	0,996	0,994	$f = a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
4,0 x 3,0	0,990	0,983	$f = a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
4,0 x 3,5	0,993	0,988	$f = a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
4,0 x 4,0	0,991	0,985	$f = a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$

Tratamento (m x m): T1: 4,0 x 2,0; T2: 4,0 x 2,5; T3: 4,0 x 3,0; T4: 4,0 x 3,5; T5: 4,0 x 4,0

Tabela 13A. Análise de variância para incremento médio em altura de *khaya ivorensis* em sistema de plantio homogêneo no período de oito a 40 meses de idade

FV	SQ	GL	MQ	F	P
Interceptação	260,6693	1	260,6693	1616,781	0,000000
Espaçamento	1,7738	4	0,4434	2,750	0,032684
Erro	14,9941	93	0,1612		
Tempo	78,3823	4	19,5956	154,053	0,000000
Tempo*Espaçamento	3,3703	16	0,2106	1,656	0,053020
Erro	47,3184	372	0,1272		

Tabela 14A. Análise de variância para diâmetro de *Khaya ivorensis* em sistema de plantio homogêneo no período de oito a 40 meses de idade

FV	SQ	GL	MQ	F	P
Interceptação	5963,852	1	5963,852	961,3565	0,000000
Espaçamento	16,003	4	4,001	0,6449	0,632582
Erro	378,418	61	6,204		
Tempo	1882,866	4	470,717	605,7872	0,000000
Tempo*Espaçamento	3,055	16	0,191	0,2457	0,998885
Erro	189,596	244	0,777		

Tabela 15A. Coeficiente de determinação (R^2) e ajuste da equação sigmoïdal para o crescimento em diâmetro de *K. ivorensis* em sistema de plantio homogêneo

Espaçamento (m x m)	R^2	R^2 ajustado	Equação
4,0 x 2,0	0,998	0,995	$f = a / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
4,0 x 2,5	0,997	0,993	$f = a / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
4,0 x 3,0	0,998	0,996	$f = a / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
4,0 x 3,5	0,998	0,995	$f = a / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
4,0 x 4,0	0,998	0,995	$f = a / (1 + \exp(-(x-x_0)/b))$

Tratamento (m x m): T1: 4,0 x 2,0; T2: 4,0 x 2,5; T3: 4,0 x 3,0; T4: 4,0 x 3,5; T5: 4,0 x 4,0

Tabela 16A. Análise de variância para incremento médio em diâmetro de *K. ivorensis* em sistema de plantio homogêneo no período de oito a 40 meses de idade

FV	SQ	GL	MQ	F	P
Interceptação	0,024170	1	0,024170	939,9822	0,000000
Espaçamento	0,000006	4	0,000001	0,0548	0,994262
Erro	0,001569	61	0,000026		
Tempo	0,004557	3	0,001519	77,9534	0,000000
Tempo*Espaçamento	0,000162	12	0,000014	0,6933	0,756755
Erro	0,003566	183	0,000019		

Tabela 17A. Análise de variância para altura de *K. ivorensis* no sistema de consórcio de espécies no período de oito a 40 meses de idade

FV	SQ	GL	MQ	F	P
Interceptação	15611,01	1	15611,01	1984,876	0,000000
Tratamento	58,66	2	29,33	3,729	0,028124
Erro	652,79	83	7,86		
Tempo	2697,95	6	449,66	940,353	0,000000
Tempo*Tratamento	16,17	12	1,35	2,818	0,000953
Erro	238,13	498	0,48		

Tabela 18A. Análise de variância para diâmetro de *K. ivorensis* no sistema de consórcio de espécies no período de oito a 40 meses de idade

FV	SQ	GL	MQ	F	P
Interceptação	18382,27	1	18382,27	2059,529	0,000000
Tratamento	35,44	2	17,72	1,985	0,143802
Erro	740,81	83	8,93		
Tempo	1091,06	5	218,21	1504,659	0,000000
Tempo*Tratamento	14,18	10	1,42	9,776	0,000000
Erro	60,19	415	0,15		

Tabela 19A. Coeficiente de determinação (R^2) e ajuste da equação sigmoidal para o crescimento em altura de *K. ivorensis* em dois sistemas de plantio

Sistemas	R^2	R^2 ajustado	Equação
Consórcio	0,969	0,956	$f = a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
Homogêneo	0,990	0,983	$f = a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$

Tabela 20A. Coeficiente de determinação (R^2) e ajuste da equação sigmoidal para o crescimento em diâmetro de *K. ivorensis* em dois sistemas de plantio

Sistemas	R^2	R^2 ajustado	Equação
Consórcio	0,994	0,991	$f = a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$
Homogêneo	0,998	0,995	$f = a/(1 + \exp(-(x-x_0)/b))$

Tabela 21A. Análise de variância para produção mensal de serapilheira nos sistemas de consórcio e agroflorestal no período de agosto de 2008 a julho de 2009

FV	GL	SQ	MQ	F	p
Mês – Consórcio	11	11621901,287	1056536,481	22,961	0,00001
Mês - SAF	11	6817098,449	619736,223	13,468	0,00001
Erro	528	24296091,180	46015,329		

ANEXOS

ANEXO A - SISTEMA DE PLANTIO HOMOGÊNIO

ANEXO B - SISTEMA DE CONSÓRCIO



ANEXO C - SISTEMA AGROFLORESTAL



ANEXO D - DISTRIBUIÇÃO DOS COLETORES DE BIOMASSA