



Embrapa Amazônia Ocidental
SIN - BIBLIOTECA

Aspectos Silviculturais da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) em Sistemas Agroflorestais na Amazônia Central



EMBRAPA AMAZONIA OCIDENTAL. ...
n. 10, Novembro. 2009



CPAA-985-12



ISSN 1517-2457

Novembro, 2009

Q85
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Amazônia Ocidental
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 10

Aspectos Silviculturais da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) em Sistemas Agroflorestais na Amazônia Central

*Joanne Régis da Costa
Elisa Vieira Wandelli
Arianna Bianca Campos Castro*

Embrapa Amazônia Ocidental
Manaus, AM
2009

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Amazônia Ocidental
Rodovia AM-010, Km 29, Estrada Manaus/Itacoatiara
Caixa Postal 319
Fone: (92) 3303-7800
Fax: (92) 3303-7820
<http://www.cpaa.embrapa.br>

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Celso Paulo de Azevedo*
Secretária: *Gleise Maria Teles de Oliveira*
Membros: *Aparecida das Graças Claret de Souza*

José Ricardo Pupo Gonçalves
Lucinda Carneiro Garcia
Luis Antonio Kioshi Inoue
Maria Augusta Abtibol Brito
Maria Perpétua Beleza Pereira
Paulo César Teixeira
Raimundo Nonato Vieira da Cunha
Ricardo Lopes
Ronaldo Ribeiro de Moraes

Revisor de texto: *Maria Perpétua Beleza Pereira*

Normalização bibliográfica: *Maria Augusta Abtibol Brito*

Diagramação: *Gleise Maria Teles de Oliveira*

Fotos da capa: *Neuza Campelo*

1^a edição

1^a impressão (2009): 50 exemplares

2^a impressão (2010): 500 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Amazônia Ocidental.

Costa, Joanne Régis da.

Aspectos silviculturais da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais na Amazônia Central / Joanne Régis da Costa, Elisa Vieira Wandelli e Arianna Bianca Campos Castro. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2009.

21 p. - (Embrapa Amazônia Ocidental. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; 10).

ISSN 1517-2457

1. Castanha-do-Brasil. 2. Agrofloresta. 3. Silvicultura. I. Wandelli, Elisa Vieira. II. Castro, Arianna Bianca Campos Castro. III. Título. IV. Série.

CDD 634.575

Sumário

Resumo.....	5
Abstract.....	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	9
Área de estudo.....	9
Parâmetros avaliados.....	12
Análises estatísticas.....	14
Resultados e Discussão.....	14
Crescimento em altura e DAP.....	14
Variáveis morfométricas.....	16
Sobrevivência e produção.....	18
Conclusões.....	18
Referências.....	19

Aspectos Silviculturais da Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa*) em Sistemas Agroflorestais na Amazônia Central

*Joanne Régis da Costa*¹

*Elisa Vieira Wandelli*²

*Arianna Bianca Campos Castro*³

Resumo

Este estudo avaliou o desempenho da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em sistemas agroflorestais implantados em ecossistema de terra firme na Amazônia Central. Foram avaliados 3 sítios de sistemas agroflorestais multiestratificados, implantados em 1992, em áreas de pastagens degradadas situadas no Km 54 da BR-174, no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental, em Manaus, AM. Os sistemas foram implantados após o processo tradicional de derruba e queima da vegetação secundária estabelecida em pastagens submetidas por 6 anos ao pastejo intensivo e abandonadas por 4 anos, em média, ao processo de regeneração natural. O desempenho da espécie com 12 anos de idade foi avaliado por meio do diâmetro à altura do peito (DAP), da altura total, da taxa de sobrevivência e das variáveis morfométricas: diâmetro da copa, proporção de copa, grau de esbeltez, índice de saliência, índice de abrangência e forma de copa. Os indivíduos atingiram altura total média de 20,9 m e DAP de 37,9 cm, com incremento médio anual de 1,74 m e 3,16 cm, respectivamente. Os valores referentes às variáveis morfométricas mostraram que o crescimento da espécie, em espaçamento de 12 m x 12 m, não foi

¹Bióloga, M.Sc. em Ecologia de Agroecossistemas, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, joanne.regis@cpaa.embrapa.br

²Bióloga, D.Sc. em Ecologia, pesquisadora da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, elisa.wandelli@cpaa.embrapa.br

³Engenheira florestal, bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Fapeam), Manaus, AM.

afetado. A porcentagem média de sobrevivência foi de 78%, com mortalidade relacionada a ventanias e raios. Os resultados indicaram a eficiência dessa espécie na reabilitação de áreas degradadas e confirmaram-na como uma espécie adequada para formar sistemas agroflorestais.

Silvicultural aspects of Brasil nut (*Bertholletia excelsa*) in agroforestry systems in Central Amazonia

Abstract

This study evaluated the development of Brasil nut (*Bertholletia excelsa*) in agroforestry systems established on non-flooding plateaus in Central Amazonia. Three multi-strata agroforestry systems established in 1992 in degraded pastures were evaluated; they are located at the Experiment Station of Embrapa Western Amazonia, BR-174 highway, km 54, Manaus, Amazonas. The area had been intensively managed as pasture for six years, then abandoned for four years, and reopened with traditional slash and burn practices to plant the agroforestry systems. Species development was evaluated with measurements of survival rate, trunk diameter at breast height (DBH), total tree height, crown diameter, canopy proportion, degree of slenderness, prominence index, inclusion index and crown shape. At 12 years of age, the trees had a mean total height of 20.9 m and DBH of 37.9 cm, with an annual mean increment of 1.74 m and 3.16 cm, respectively. The 12 x 12 m spacing did not affect the variables that evaluate shape. Mean survival was 78%, with mortality due windstorms and lightening. These observations confirm the suitability of this species to help rehabilitate degraded areas and be included in agroforestry systems.

Index terms: Agroforestry systems, Brasil nut, degraded areas.

Introdução

A vocação florestal das regiões tropicais é consequência das características dos solos, em que o excesso de precipitação e as temperaturas elevadas durante todo o ano são condições que favorecem o empobrecimento da terra por lixiviação (THIBAU, 2000) e pela formação de processos erosivos.

Entre os principais critérios para seleção de espécies para reflorestamento estão a aptidão em relação ao sítio e a elevada produtividade (LAMPRECHT, 2000). Em países tropicais e subtropicais, a escolha de espécies nativas para reflorestamento apresenta inúmeras dificuldades, sendo a principal delas a escassez de informações relativas à sua ecologia e silvicultura. Isso se agrava especialmente na Amazônia.

O uso de uma espécie em local inadequado pode levar a problemas como: produtividade inferior, elevada suscetibilidade ao ataque de pragas, falta de adaptação da espécie e produção de madeira com características inadequadas (TONINI e ARCO-VERDE, 2004).

Uma das espécies nativas mais valiosas da floresta amazônica de terra firme é a castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*), utilizada há várias gerações como fonte de alimentação e renda. A rusticidade, o crescimento relativamente rápido e as características adequadas da madeira tornam-na uma das espécies mais importantes para programas de reflorestamento na Amazônia (YARED, 1990), com rotações estimadas entre 30 e 40 anos e perspectivas de produção de madeira acima de $150\text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$ (YARED et al., 1993).

A castanha-do-brasil, também conhecida como castanha-da-amazônia, é árvore de grande porte, de copa grande e emergente; fuste retilíneo, com desrama natural de galhos em plantios, formando um eixo ortotrópico de excelente forma para a indústria. As castanheiras chegam a atingir 50 m de altura, sendo que quando atingem esse porte estão entre 800 e 1.200 anos. Geralmente é encontrada em grupos, formando os conhecidos “castanhais” (FERNANDES e ALENCAR, 1993; ARAÚJO et al., 1986).

O fruto da castanheira, comumente chamado de “ouriço”, pode pesar de 500 g a 1.500 g. A amêndoа presente no interior da semente é utilizada como alimento e considerada uma das proteínas vegetais mais completas, com alto valor nutritivo. É rica em cálcio e fósforo, essenciais na alimentação infantil, e possui elevado índice de magnésio e potássio, minerais importantes para o equilíbrio da saúde. Pesquisas recentes descobriram também que a amêndoа é rica em selênio, mineral de ação rejuvenecedora e energética (VILHENA, 2004).

Sua madeira é de ótima qualidade para construção civil e naval, bem como para esteios e obras externas (LOUREIRO et al., 1979). É uma espécie com grande potencial silvicultural para reflorestamentos com fins madeireiros (TONINI e ARCO-VERDE, 2005).

Poucos são os dados sobre preço da madeira dessa espécie, devido à proibição de corte de exemplares nativos, mas, através de notícias veiculadas sobre apreensão de madeira no Pará, constatou-se que a castanheira está sendo vendida por R\$ 350,00/m³ (LOCATELLI et al., 2005).

Apesar de a castanheira ser uma espécie protegida por lei, os castanhais nativos têm sido dizimados, e sua produção econômica tem diminuído, devido aos fragmentos florestais não comportarem condições ecológicas favoráveis à polinização. Com isso, o plantio de castanha-do-brasil tem sido estimulado, principalmente como componente agroflorestal para programas de reflorestamento, a fim de reincorporar áreas degradadas ao processo produtivo.

Os fatores limitantes ao sucesso dos plantios consorciados com castanha-do-brasil precisam ser melhor entendidos, especialmente seu desempenho silvicultural em áreas já degradadas, objetivo do presente trabalho.

Material e Métodos

Área de estudo

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Ocidental (2°31' a 2°32' de latitude sul e 60°01' e 60°02' longitude oeste), Km 54 da BR-174 (Rodovia Manaus–Boa Vista), no Estado do Amazonas.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região encontra-se no grupo climático A, característico de Clima Tropical Chuvoso (AmW). As chuvas distribuem-se em épocas distintas. Geralmente, a estação chuvosa inicia em novembro ou dezembro e segue até maio ou junho, e o período seco ocorre nos demais meses. A precipitação pluviométrica é bastante variável, com extremos de 1.300 mm a 2.500 mm. De maneira geral, existe um superávit hídrico de janeiro a junho e um déficit de agosto a dezembro. A umidade relativa do ar na região raramente é inferior a 70%, aproximando-se frequentemente de 90%; a luminosidade varia de 1.500 a 3.000 horas de radiação solar por ano, com um grau de nebulosidade relativamente alto (FISCH et al., 1998).

O solo é Latossolo Amarelo distrófico de textura muito argilosa, alta densidade aparente e com pH 4,3, média a alta saturação de alumínio e baixa disponibilidade de fósforo (Tabela 1).

Tabela 1. Atributos químicos do solo na profundidade 0 cm - 5 cm, nos sistemas agroflorestais do Campo Experimental DAS/Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, em 2006.

Área	Prof.	C	M.O.	N (%)	P (mg.dm ⁻³)	K	Na	Ca (Cmol.dm ⁻³)
I	0-5	22,68	39,00	1,48	7,67	28,00	5,33	0,26
II	0-5	17,82	30,65	1,43	8,67	30,00	5,33	0,27
III	0-5	22,39	38,50	1,44	5,67	27,30	12,67	0,15

Área	Prof.	Mg (Cmol.dm ⁻³)	Al	Fe	Zn	Mn	Cu
I	0-5	0,17	1,09	158,67	27,13	2,39	0,14
II	0-5	0,18	0,91	178,67	56,17	2,90	0,30
III	0-5	0,11	1,10	127,00	12,64	1,72	0,23

Os sistemas agroflorestais (SAFs) foram implantados em 1992, após o processo tradicional de derruba e queima de três áreas de capoeira (vegetação secundária) estabelecidas em pastagens degradadas submetidas a diferentes históricos de uso antes de serem abandonadas ao processo de regeneração natural (Tabela 2). As medições são feitas anualmente.

Tabela 2. Histórico de uso das áreas de pastagens abandonadas, nas quais os sistemas agroflorestais foram implantados.

Manejo	Área I	Área II	Área III
	Anos		
Derruba e queima da floresta primária	1976	1976	1976
Introdução da pastagem	1984	1982	1978
Tempo de uso da pastagem (anos)	4	5	8
Tempo de abandono da pastagem (anos)	3	4	5
Derruba e queima da capoeira	1991	1991	1991

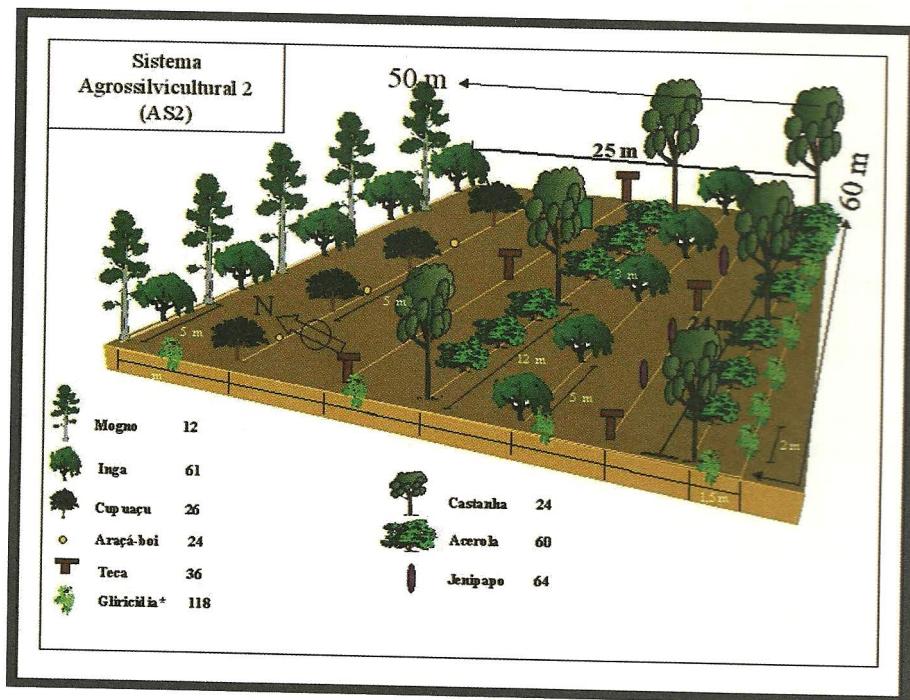


Fig. 1. Croqui do sistema agroflorestal com castanha-do-brasil, implantado em área de pastagem abandonada.

Os sistemas agroflorestais estudados foram denominados “multiestrato”, por estarem compostos por várias espécies, como cultivos anuais, florestais, frutíferas, sendo perenes, semiperenes, arbustivas, o que leva a um aproveitamento dos recursos de produção em diferentes etapas, ao longo do tempo. Arroz, mucuna e mandioca foram as culturas anuais plantadas entre as perenes, e permaneceram nos sistemas até o terceiro ano. As espécies componentes dos sistemas estão na Tabela 3.

Parâmetros avaliados

O desempenho da castanha-do-brasil, com 12 anos de idade, foi avaliado por meio das seguintes variáveis: diâmetro à altura do peito (DAP), tomado a 1,30 m do solo, obedecendo aos sentidos norte-sul e leste-oeste, altura total e taxa de sobrevivência dos indivíduos.

Como variáveis morfométricas foram considerados:

Diâmetro da Copa (DC), Proporção de Copa (PC), Grau de Esbeltez (GE), Índice de Saliência (IS), Índice de Abrangência (IA) e Formal de Copa (FC), conforme Burger (1939).

A proporção de copa foi calculada pela expressão $PC = I/DAP \times 100$, em que I é o comprimento da copa em metros, obtido diminuindo-se a altura total (h) da altura de Inserção de Copa (IC).

O grau de esbeltez foi calculado por $GE = h/DAP$, em que h é a altura total em metros; e o DAP é o diâmetro tomado a 1,30 m, em cm.

O índice de abrangência foi calculado por $IA = DC/h$, em que DC é o diâmetro da copa em metros e h é a altura total em metros.

O formal de copa foi obtido por $FC = DC/I$, em que DC é o diâmetro da copa em metros; I é o comprimento da copa em metros.

A altura foi mensurada com utilização de uma régua numerada; o DAP, com suta; e o diâmetro da copa, com auxílio de uma trena.

As medições das castanheiras são feitas anualmente. Apresentam-se aqui os resultados referentes apenas ao 12º ano de plantio. Foi feito exceção para os cálculos de incremento médio anual (IMA) do DAP e da altura, para os quais foram utilizados dados do 11º ano do plantio.

Tabela 3. Espécies componentes dos sistemas agroflorestais em 12 anos de cultivo.

Nome Científico	Nome comum	Produtos	Estratos e Serviços
<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K	Castanha-do-brasil	Fruto e madeira	Ocupa estrato superior
<i>Carica papaya</i> L.	Mamão	Frutos	Cicla nutrientes de camadas profundas
<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) K. Schum.	Cupuaçu	Frutos	Ocupa estrato intermediário
<i>Eugenia stipitata</i> McVaugh	Araçá-boi	Frutos/semences	Ocupa estrato intermediário
<i>Genipa americana</i> L.	Jenipapo	Frutos	Alta ciclagem de fósforo
<i>Mapighia emarginata</i> L.	Acerola	Frutos	Ocupa estrato intermediário
<i>Passiflora edulis</i> L.	Maracujá	Frutos	Ocupa estrato superior
<i>Tectona grandis</i> Nursery	Teca	Madeira	Ocupa estrato intermediário
<i>Inga edulis</i> Martius	Ingá	Frutos	Ocupa estrato intermediário
<i>Sweitenia macrophylla</i> King	Mogno	Madeira	Ocupa estrato superior
<i>Glicíridia sepium</i> (Jacq.) Walp	Glicíridia	Frutos	Ocupa estrato intermediário
<i>Paulinbia cupana</i> H.B.K	Guaraná	Grãos	Adubação verde
<i>Oryza sativa</i> L.	Arroz		Ocupa estrato intermediário
<i>Mucuna aterrima</i> Piper & Tracy Merr.	Mucuna		Adubação verde
<i>Manihot esculenta</i> Crantz	Mandioca	Tubérculos	Ocupa estratos inferiores sombreados
			Proteção das mudas das espécies
			perenes na fase de implantação
			Proteção do solo formando cobertura
			Fixação de nitrogênio na fase de
			implantação
			Proteção das mudas das espécies
			perenes na fase de implantação

Análises estatísticas

Os dados obtidos foram transformados com o propósito de homogeneizar a variância entre eles, usando o log 10 como fator de transformação. Foi feita uma análise de variância (ANOVA), seguida de testes de Tukey, para avaliar as diferenças entre os sistemas agroflorestais sob o mesmo tratamento, usando o programa estatístico SYSTAT 10.5.

Resultados e Discussão

Crescimento em altura e DAP

Com 12 anos, as castanheiras avaliadas apresentaram altura total média de 20,9 m e DAP de 37,9 cm, com incremento médio anual (IMA) de 1,74 m e 3,16 cm, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Crescimento médio em altura total, diâmetro à altura do peito (DAP), incremento médio anual (IMA), incremento periódico (IP), área basal (A.B.) e volume cilíndrico (Vol. C.) da castanha-do-brasil em sistemas agroflorestais no Campo Experimental DAS, da Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus, AM, em 2006.

SAF	Altura Total (m)	S (m)	IMA (m)	IP (m)	DAP (cm)	S (m)	IMA (m)	IP (m)	A.B. Média (m ²)	Vol. C. Médio (m ³)
Sítio I	21,89	1,99	1,82	2,29	38,48	5,03	3,21	3,86	0,1186	2,6156
Sítio II	21,49	1,93	1,79	1,77	39,47	3,39	3,29	4,49	0,1233	2,6676
Sítio III	19,4 20,93	1,99 1,34	1,62 1,74	1,84 1,96	36,93 38,29	3,8 1,28	3,1 3,16	5,1 4,49	0,1082 0,1167	2,0928 2,4586

s = Desvio Padrão.

Esses resultados superam aqueles encontrados por Fernandes e Alencar (1993) na Região de Manaus, AM, cuja média de crescimento em altura foi de 15,41 m e em DAP de 13,9 cm em castanheiras com 10 anos, plantadas em monocultivo, em espaçamento bem adensado. Soares et al. (2002), em Manacapuru, AM, também obtiveram resultados inferiores aos aqui relatados, com médias de crescimento em altura de 16,1 m e em DAP 31,1 cm, em castanheiras com 10 anos, componentes de sistemas agroflorestais. Locatelli et al. (2005) obtiveram valores maiores de altura (29 m) e DAP (42 cm), mas em sistemas consorciados com

16 anos de idade. Em monocultivo de castanheiras de Curuá-Una (SUDAM, 1979) com 17 anos e espaçamento de 2,5 m x 2,4 m, a altura máxima das castanheiras foi de 21 m, valor similar ao obtido neste estudo, que tem sistemas cinco anos mais jovens (Tabela 5).

Tabela 5. Crescimento da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa*) em diferentes municípios da Amazônia.

Municípios/ Estados	Idade (anos)	Espaçamento (m)	Sobrevivência (%)	IMA DAP	IMA Altura	Fonte
Machadinho d'Oeste (RO)	10	12x12	95,4	2,07	1,20	Vieira et al (1998)
Macapá (AP)	40	10x10	Ind*	1,49	0,70	Yared et al. (1993)
Manaus (AM)	40	10x10	Ind*	1,73	0,60	Yared et al. (1993) Fernandes e Alencar (1993)
Manau (AM)	10	3x3	69,4	1,39	1,50	Alencar (1993)
Manacapuru (AM)	10	10x10	57,0	3,10	1,60	Soares et al (2004)
Tomé-Açu (PA)	49	20x20	Ind*	1,62	0,42	Yared et al. (1993)

*Indisponível.

Os resultados de crescimento em altura e DAP obtidos neste trabalho confirmam uma interação positiva das demais plantas do sistema com a castanha-do-brasil, decorrente das condições ambientais locais, como, por exemplo, a melhor ciclagem de nutrientes. Isso fundamenta-se em Tapia-Coral et al. (2005), que avaliaram os estoques de carbono e de nutrientes na camada de liteira, nos mesmos sistemas agroflorestais e na capoeira-controle, e observaram a existência de uma camada de liteira com melhor qualidade nutricional, isto é, com boas concentrações e estoques de macronutrientes. Isso indica uma decomposição rápida e, possivelmente, uma reciclagem mais eficiente de nutrientes. O estudo mostra que as árvores e os adubos verdes (*Gliricidia sepium* e *Inga edulis*) aparecem como importantes fontes de N, K e Ca, e as capinas, juntamente com os adubos verdes, são fontes importantes de P. De modo geral, as folhas e outros materiais de decomposição mais rápida apareceram como as principais fontes de C e nutrientes nos SAFs.

No presente estudo, o diâmetro máximo (38,48 cm) registrado nos sistemas agroflorestais foi superior aos 21,7 cm obtidos por Fernandes & Alencar (1993), possivelmente resultado do espaçamento utilizado (3 m x 3 m). Locatelli et al. (2005), em um estudo comparativo do crescimento da castanha-do-brasil em monocultivo e em sistemas agroflorestais, observaram que, até os 10 anos, o comportamento do DAP e da altura foram maiores no sistema consorciado. Aos 16 anos

após plantio, em Machadinho d'Oeste, as árvores em parcela consorciada apresentaram 29 m de altura e 42 cm de DAP, enquanto que no plantio solteiro os resultados foram de 28 m e 43 cm, respectivamente, não apresentando diferença significativa.

O teste de Tukey mostrou diferença significativa entre as áreas I e III ($p < 0,001$) e entre as áreas II e III ($p < 0,05$), tratando-se da variável altura total. Para a variável DAP, não houve diferença significativa, mas os valores de crescimento são nitidamente menores na Área III. Os valores médios em altura e DAP foram menores na Área III, devido à qualidade do sítio, resultante do histórico de uso. Essa área foi usada como pastagem por 8 anos, 3 a mais que a Área II e 4 a mais que a Área I (Tabela 2). Sabe-se que o crescimento e as dimensões definitivas de cada espécie sofrem influência das condições ambientais locais (LAMPRECHT, 1990). Dito de outra forma, o crescimento das árvores é governado pelos fatores genéticos da espécie e pelas condições ambientais, que compreendem, basicamente, fatores climáticos, edáficos, topográficos e de competição de cada local (DELLA-FLORA et al., 2004).

A análise do incremento médio anual em diâmetro e altura total mostrou que, nos três sistemas, houve incrementos médios em diâmetro acima de 3 cm e em altura acima de 1,6 m, indicando a eficiência dessa espécie na captura de recursos em áreas degradadas. Yared et al. (1993) avaliaram o crescimento da castanha-do-brasil em diferentes localidades da Amazônia, em povoados com idade entre 30 e 49 anos, obtendo $1,73 \text{ cm ano}^{-1}$ como o maior IMA em DAP e $0,7 \text{ cm ano}^{-1}$ o maior IMA em altura. Vieira et al (2002), em estudo de plantios consorciados e povoamento homogêneo realizado no Município de Machadinho d'Oeste (Rondônia), obtiveram, ao final de 13 anos, o IMA em diâmetro de 2,07 cm e em altura de 1,2 m para os dois sistemas de cultivo (consorciado e monocultivo), valores abaixo dos resultados encontrados neste estudo (Tabela 2).

Variáveis morfométricas

A Proporção da Copa foi altamente variável nas castanheiras avaliadas. Em média, considerando as três áreas, seu valor foi de 66,55%, mas foram encontrados indivíduos com 44% de copa e outros com mais de 80%. Considerando que os indivíduos avaliados estão em um mesmo nível de concorrência, a variável em questão está se modificando em função das dimensões das árvores.

O Índice de Saliência médio foi de 31,59. Esse índice expressa quantas vezes o diâmetro de copa é maior que o DAP (DURLO e DENARDI, 1998). A razão entre o diâmetro da copa e o DAP indicou, nas três áreas estudadas, copas 30 vezes maiores que o DAP. Isso significa que o espaço ocupado pelas castanheiras deve ser grande não apenas no início do plantio, como sugerem Tonini e Arco-Verde (2004). Esses autores encontraram índice de saliência maior para castanha-do-brasil (50) em plantios homogêneos aos 7 anos de idade, em Roraima. Tomando-se o valor médio de índice de saliência encontrado e aceitando-se que este não varia com as dimensões das árvores, para produzir castanheiras com 50 cm de DAP, ter-se-ia um diâmetro de copa de 15,79 m, sem que houvesse nenhuma concorrência entre elas.

O Índice de Abrangência apresentou tendência a diminuir com a altura, porque o aumento da altura não é acompanhado proporcionalmente pelo aumento do diâmetro da copa, ou seja, o crescimento em altura ainda é maior que o crescimento do diâmetro da copa. Considerando o valor médio de 0,58 de índice de abrangência e, supondo-se que esse índice não muda com a altura, castanheiras com 30 m teriam uma copa com diâmetro de 17,4 m, sem que houvesse nenhuma concorrência entre elas.

Os valores mínimo e máximo do Formal de Copa (0,51 e 1,52) demonstram que não existem grandes diferenças entre os indivíduos, com respeito a essa variável. Quer dizer, existe quase uma uniformidade, com maior quantidade de castanheiras com formal de copa baixo do que árvores com copas achatadas. No caso de realização de desbastes, devem ser retiradas as árvores com maior formal de copa.

O aumento do Índice de Esbeltez, juntamente com o aumento da altura das árvores, indica que estas estão crescendo mais em altura do que em diâmetro. Quanto maior o grau de esbeltez, maior a instabilidade da árvore. Em nossas latitudes, essa variável perde um pouco em importância, mas está indicando instabilidade contra o vento.

Não houve diferença significativa entre as três áreas, considerando todas as variáveis morfométricas.

Sobrevivência e produção

A porcentagem média de sobrevivência nos sistemas agroflorestais foi de 78%, com mortalidade relacionada a ventanias e raios. Em estudo realizado por Kanashiro e Yared (1988), no Pará e no Acre, foram relatadas maiores taxas de sobrevivência (100%), o mesmo ocorrendo em Machadinho d' Oeste, com 95,4%. Alguns estudos (YARED, 1988; SOARES et al., 2002) relatam valores de sobrevivência menores.

A produção de frutos iniciou-se no oitavo ano após o estabelecimento da espécie no campo. Em 2005, todos os indivíduos frutificaram. A produção foi de 30 ouriços por planta. Cada ouriço produziu aproximadamente 40 amêndoas, o equivalente a 0,800 kg/frutos/ouriço.

Não foram observados problemas significantes relativos a pragas e doenças.

A desrama natural possibilitou boa cobertura do solo em todos os sistemas agroflorestais.

Conclusões

O crescimento em altura, DAP e produção volumétrica, bem como os valores obtidos das variáveis morfométricas, confirmaram um excelente desempenho silvicultural da castanha-do-brasil, destacando-se a Área I, com melhor qualidade de sítio.

A castanha-do-brasil mostrou-se promissora para a formação de sistemas agroflorestais, confirmando ser um importante componente para áreas abandonadas e degradadas na Amazônia Central.

Referências

- ARAÚJO, A. P. de: JORDY FILHO, S; FONSECA, W. N. da. A vegetação da Amazônia brasileira. In: SIMPÓSIO DO TRÓPICO ÚMIDO, I, Belém. 1984. **Anais...** Belém: EMBRAPA/CPATU, 1986, 6 v. (EMBRAPA-CPATU, Documentos, 36) v2, p.135-144.
- DELLA FLORA, J.B.; DURLO, M.A; SPATHELF, P. Modelo de incremento para árvores singulares-Nectandra megaptamica (Spreng.) Mez. **Ciência Florestal**, 2004, V. 14. nº 1, p. 165-177.
- DURLO, M.A. e DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v.8, p.55-56, 1998.
- FERNANDES, N. P. & ALENCAR, J. C. Desenvolvimento de árvores nativas em ensaios de espécies. 4. Castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K.), dez anos após o plantio. **Acta Amazonica** 23 (2-3): 191-198, 1993.
- FISCH, G.; MARENKO, J.A;NOBRE, C.A Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia. **Acta amazonica**, v.28, a.2, p.101-126, 1998.
- KANASHIRO, M.; YARED, J. A. G. **Espécies nativas e exóticas: comportamento silvicultural no Planalto dos Tapajós, Pará.** Belém: [s.n.], 1988. 29 p. (Documentos, 49).

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado.** Dt.Ges. Für Techn. Zusammenarbeit, Rosdorf, República Federal da Alemanha.2000, 343 p.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos.** Eschborn: GTZ, 1990. 343 p.

LOCATELLI, M; VIEIRA,A.H.; GAMA,M.M.B.; FERREIRA,M.G.R.; MARTINS,E.P.; FILHO,E.P.S.; SOUZA,V.F e MACEDO,R.S. **Cultivo da Castanha-do-Brasil em Rondônia.** Sistemas de Produção, 7 ISSN 1807-1805 Versão Eletrônica Jun./2005.

LOUREIRO, A A ; SILVA, M.E.; ALENCAR;J.C. **Essências madeireiras da Amazônia.** INPA. VI: 121-125, 1979.

SOARES,J.E.C.; VAL LEEUWEN,J. GOMES,J.B.M. O desenvolvimento da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* H. B. K.) em plantios agroflorestais no município de Manacapuru, Amazonas,Brasil.In: IV CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1., v. 2. Curitiba. **Anais...**Colombo: Embrapa Florestas. 2002.

SOARES, L. P.; REALE, V. B. 1976. **Castanha-do-Brasil.** Levantamento preliminar. Ministério da Agricultura. DEMA-Pará e FAEPA: 69p., 1976.

SUDAM. Características silviculturais de espécies nativas e exóticas dos plantios do Centro de Tecnologia da Madeira – Estação Experimental de Curuá-una. Belém, 1979, 351p.

TAPIA-CORAL, S.C., LUIZÃO, F., WANDELLI, E., FERNANDES, E.C.M. 2005. Carbon and nutrient stocks of the litter layer in Central Amazonian agroforestry systems. **Agroforestry Systems** 65:33-42.

THIBAU, C.E. Produção sustentada em florestas: Conceitos e tecnologias, biomassa energética, pesquisas e constatações. CVRD, Belo Horizonte, 2000, 512 p.

TONINI, H. e ARCO-VERDE, M. **O crescimento da Castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.) em Roraima.** Comunicado Técnico 05 - ISSN 0102-099, Agosto, 2004, Embrapa Roraima, Boa Vista-RR.

TONINI, H., ARCO-VERDE, M. F., SÁ, S. P. P. de. Dendrometria de espécies nativas em plantios homogêneos no estado de Roraima - andiroba (*Carapa guianensis* Aubl), castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), ipê-roxo (*Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb) e jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) *Acta Amazonica.*, July/Sept. 2005, vol.35, no.3, p.353-362. ISSN 0044-5967.

VIEIRA, A H.; LOCATELLI, M. E SOUZA, V.F. Crescimento de castanha-do-brasil em dois sistemas de cultivo em solos de baixa fertilidade. In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2002. *Anais...Sistemas Agroflorestais, tendências da agricultura ecológica nos trópicos: sustento da vida e sustento de vida.* Ilhéus: CEPLAC:UESC, 2002

VILHENA, M. R. Ciência, tecnologia e desenvolvimento na economia da castanha-do-brasil- A transformação industrial da castanha-do-brasil na COMARU-Região Sul do Amapá. Dissertação de mestrado, Universidade Estadual de Campinas, 2004, Campinas -SP, 149p.

YARED, J.A.G.; KANASHIRO, M.; VIANA, L. M.; CASTRO, T.C.A . de; PANTOJA, J. R. de S. Comportamento silvicultural de castanheira (*Bertholletia excelsa* H. B. K.) em diversos locais da Amazônia. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1, 1993, Curitiba-Pr. *Anais... Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais*, 1993, V.2 p.416-419.

YARED, J.A.G. Silvicultura de algumas espécies nativas da Amazônia, In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO; 6 1990, Campos do Jordão. *Anais... Sociedade Brasileira de Silvicultura/Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais*, 1990 V. 1 p. 119-122.

YARED, J.A.G.; BRIENZA JUNIOR, S. ; CARVALHO, J.O.P. de, LOPES, J. do C.A.; AGUIAR, O.J.R. de; COSTA FILHO, P.P. Silvicultura como atividade econômica na região amazônica. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA FLORESTAL, 1; Curitiba, 1988. *Anais... Curitiba: EMBRAPA-CNPq*, 1988 p.15-41 v.1.

Impressão e acabamento
Embrapa Informação Tecnológica
O papel utilizado nesta publicação foi produzido conforme a certificação
da Bureau Veritas Quality International (BVQI) de Manejo Florestal.