

**ESTRUTURA, DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL E PRODUÇÃO DE SEMENTES DE ANDIROBA
(*Carapa guianensis* Aubl.) NO SUL DO ESTADO DE RORAIMA**

STRUCTURE, SPATIAL DISTRIBUTION AND SEED YIELD FOR ANDIROBA (*Carapa guianensis*
Aubl.) IN SOUTH RORAIMA

Helio Tonini¹ Patricia da Costa² Paulo Emilio Kamiski³

RESUMO

A andiroba, é uma das espécies arbóreas amazônicas com grande potencial de exploração madeireira e não madeireira, sendo este trabalho desenvolvido com o objetivo de estudar a estrutura populacional, a distribuição espacial e a produção de sementes em uma população nativa de andiroba localizada no sul do estado de Roraima. Para a realização deste estudo foi instalada uma parcela permanente de 300 x 300 m (9 ha) onde todos os indivíduos com DAP (diâmetro tomado a 1,30 m do solo) igual ou superior a 10 cm, foram identificados, mapeados e medidos. Em cada árvore, foram avaliadas a exposição da copa a luz, a forma da copa e a presença de cipós. Para identificar o padrão de distribuição espacial utilizaram-se a razão variância média e o Índice de Morisita. Os dados de produção foram obtidos pela pesagem das sementes, sendo monitoradas 145 árvores durante o ano de 2006. Observou-se que a população estudada apresentou uma distribuição diamétrica do tipo J Invertido, com uma produção de sementes de 65,4 kg.ha⁻¹, com média de 8,3 kg.árvore⁻¹. O diâmetro de 30 cm foi considerado como limítrofe para a produção comercial de sementes, permitindo estratificar a população em jovens (DAP ≤ 30 cm) e adultos (DAP > 30 cm). O padrão de distribuição espacial foi agregado para toda a população, porém, os indivíduos jovens apresentaram padrão agregado e os adultos distribuição regular.

Palavras-chave: Amazônia; produtos florestais não madeireiros, distribuição diamétrica

ABSTRACT

Andiroba is one of the Amazon species with great potential of exploration for timber and non-timber forest products (NFTPs). This work was carried out with the objective of studying the population structure, spatial distribution and seed yield in a native forest of andiroba in the south of Roraima state. A permanent sample plot of 300 x 300 m (9 ha) was installed and all the trees with DBH equal or superior to 10 cm were identified, mapped and measured. In each tree, the light climate, crown form and lianas load were appraised. To identify the spatial distribution, the medium variance/average rate and the Morisita's Index were used. The seed yield data were obtained by the seed weighing, being 145 trees monitored during 2006. The population presented a diametric distribution of the j inverted type, and a seed yield of 65,4 kg.ha⁻¹ with average of 8,3 kg.tree⁻¹ was observed. DBH ≥ 30 cm was considered as borderline for commercial seed yield, allowing stratifying the population in juveniles (DBH ≤ 30 cm) and adults (DBH > 30 cm). The spatial distribution analysis showed that adult individuals presented random distribution and the juveniles tendency of grouping.

Keywords: Amazon; non timber forest products; diametric distributions.

INTRODUÇÃO

Atualmente, tem crescido a expectativa de participação dos produtos florestais não madeireiros (PFNM's) como parte integral do manejo florestal sustentado, uma vez que estes desempenham papel crucial na subsistência de uma grande parte da população localizada na floresta ou em áreas próximas. Apesar de seu uso ser de difícil quantificação, valoração e de ainda existirem poucas estatísticas disponíveis para o setor, em 2005, os PFNM's somaram cerca de 4,7 bilhões de dólares no mercado internacional, sendo que os produtos de origem vegetal foram responsáveis por três quartos desse valor (FAO, 2006).

1. Engenheiro Florestal, Dr. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima, Br 174, km 08, Distrito Industrial, CEP: 69301-970, Boa Vista, RR. Email: helio@cpafrr.embrapa.br
2. Bióloga, MSc. Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima, Br 174, km 08, Distrito Industrial, CEP: 69301-970, Boa Vista (RR). patricia@cpafrr.embrapa.br
3. Biólogo, MSc. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agroflorestal de Roraima, Br 174, km 08, Distrito Industrial, CEP: 69301-970, Boa Vista (RR). emilio@cpafrr.embrapa.br

Recebido para publicação em 15/04/2008 e aceito em 11/05/2009.

A andiroba é uma das espécies com grande potencial de exploração madeireira e não madeireira na Amazônia, sendo nome vulgar frequentemente atribuído a duas espécies *Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera* D.C, da família Meliaceae (FERRAZ *et al.*, 2002). Trata-se de uma árvore de pequeno a grande porte podendo atingir 30 m no caso de *C.procera* e até 55 m de altura para *C.guianensis*. Ambas possuem fuste cilíndrico e reto podendo apresentar sapopemas, com casca grossa e de sabor amargo que se desprende facilmente em grandes placas (FERRAZ *et al.*, 2002).

Os frutos são do tipo cápsula globosa e subglobosa com quatro a seis valvas indeiscente (PENNINGTON *et al.*, 1981) que se separam com o impacto da queda do fruto (LOUREIRO *et al.*, 1979). As sementes são flutuantes e podem ser dispersas através dos cursos de água, podendo germinar enquanto flutuam (SCARANO *et al.*, 2003).

Em área de terra firme, as sementes são encontradas sob as copas das árvores-matrizes (McHARQUE e HARTSHORN, 1983), e são coletadas dentro dos frutos ou soltas, de preferência, logo após a queda dos frutos (FERRAZ *et al.*, 2002), pois são rapidamente dispersas e consumidas por catetos (*Tayassu tacaju*), queixadas (*Tayassu pecari*) e roedores como as cotias (*Dasyprocta sp*) e as pacas (*Agouti paca*) e/ou atacadas por insetos, especialmente, os do gênero *Hypsipyla* (McHARQUE e HARTSHORN, 1983, PLOWDEN, 2004, GUARIGUATA *et al.*, 2000). Portanto a área abaixo ou no entorno das copas da andiroba são rica fonte de alimento para mamíferos terrestres (FORGET *et al.*, 1999), que desempenham um papel fundamental na dispersão e no estabelecimento de plântulas na floresta (FORGET e JANSEN, 2007).

No Brasil, *C.procera* e *C.guianensis* ocorrem em ambientes similares em três tipos de habitats: terra firme, igapó e várzea (LEITE, 1997; FERRAZ *et al.*, 2003). Normalmente, apresentam maiores densidades em áreas ocasionalmente alagadas (LEITE, 1997, BOUFLEUER, 2004, PLOWDEN, 2004, KLIMAS, 2006).

Segundo Leite (1997), o uso da espécie remonta às civilizações indígenas e a época do Brasil colônia onde já era conhecida na Europa por apresentar madeira resistente e fornecer óleo medicinal e combustível. A sua utilização está associada à densidade e ao costume local, sendo que em áreas menos densas é favorecida a extração de madeira e nas mais densas a extração do óleo.

A madeira, moderadamente pesada, é considerada nobre, fácil de trabalhar, permitindo bom acabamento sendo muito procurada no mercado interno e externo para a fabricação de móveis, lâminas, compensados, caixotaria fina e acabamentos internos de barcos e navios (LOUREIRO *et al.*, 1979).

O óleo da andiroba, extraído das sementes, tem demanda internacional e é utilizado para a iluminação, na confecção de sabão e velas, na indústria de cosméticos e na medicina popular, apresentando funções cicatrizantes, antiinflamatórias, antihelmínticas e inseticida. O chá da casca e das folhas é utilizado como remédio para combater infecções e no tratamento de doenças da pele (FAZOLIN *et al.*, 2000, FERRAZ *et al.*, 2002, SHANLEY, 2005).

Segundo Klimas (2006), a andiroba ocorre em grande densidade quando comparada à maioria das espécies tropicais. A baixa densidade de árvores adultas constitui-se em um dos principais problemas para a exploração sustentável em florestas tropicais.

No entanto, apesar da alta densidade e do interesse de mercado, segundo Plowden (2004), ainda existe pouca informação sobre os aspectos econômicos e ecológicos da colheita e o processamento do óleo de andiroba. Tais informações envolvem a insuficiência de dados sobre a produção por árvore e por área, eficiência de coleta e processamento e os impactos da predação e dispersão de sementes por insetos e mamíferos.

Em Roraima, as áreas com maior ocorrência de andiroba localizam-se no sul do Estado, nos municípios de São João da Baliza, Caroebe e Rorainópolis. Nesses municípios, apesar de existirem localidades onde a andiroba ocorre em grande densidade, a coleta e a extração do óleo é praticamente inexistente, feita de forma artesanal, quase que exclusivamente para o consumo doméstico (Informação pessoal).

Uma vez que nesses municípios existe um grande número de projetos de reforma agrária, a exploração de produtos florestais madeireiros e não madeireiros poderia ser implementada, como forma de gerar emprego e renda, valorizando a floresta em pé e reduzindo o desmatamento. Nesse contexto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar a estrutura populacional, a distribuição espacial e a

produção de sementes em uma população natural de andiroba localizada no sul do estado de Roraima.

MATERIAL E METODOS

Características do local

Os dados foram coletados em uma floresta com ocorrência natural de andiroba no sul do estado de Roraima, no município de São João da Baliza (Figura 1), localizado nas coordenadas $00^{\circ} 57' 02''$ de latitude norte e $59^{\circ} 54' 41''$ de longitude oeste, distante 313 Km da capital Boa Vista .

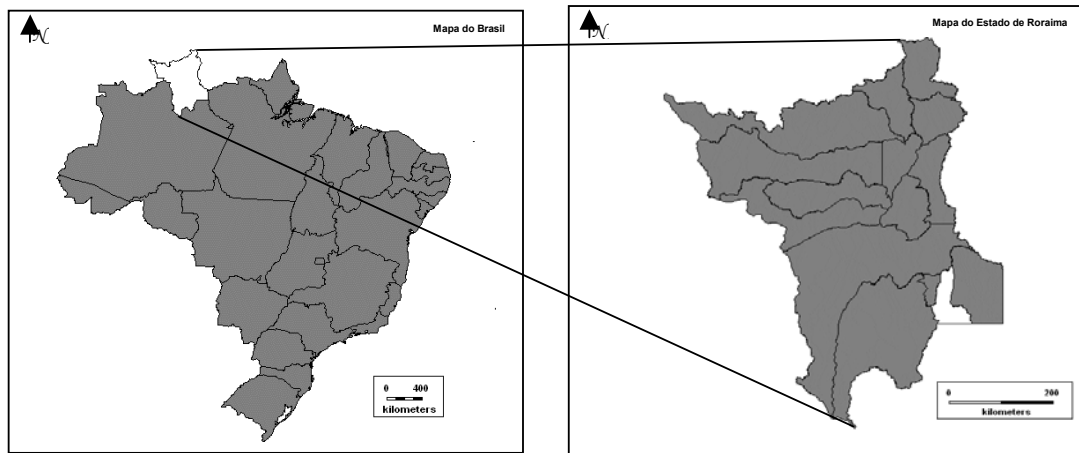


FIGURA 1: Localização da região de coleta dos dados no estado de Roraima.

FIGURE 1: Location of the data collection area in Roraima.

A área em estudo localiza-se na reserva legal de um lote com as dimensões de 100 ha. Apresenta relevo plano a ondulado com a vegetação predominante considerada como floresta ombrófila densa (BRASIL, 1975) em área de terra firme.

O clima na região é classificado como Ami (tropical chuvoso com pequeno período de seca) com precipitação média anual entre 1700-2000 mm. O período chuvoso ocorre com maior frequência de abril a agosto com totais mensais superiores a 100 mm. A partir de setembro ocorre uma sensível redução, com período caracteristicamente seco ocorrendo mais frequentemente de novembro a março. A temperatura média anual é de 27°C (FEMACT, 1993).

Coleta dos dados e análise estatística

Para a realização deste estudo, foi instalada uma parcela permanente de 300 x 300 m (9 ha), onde todos os indivíduos com DAP (diâmetro tomado a 1,30 m do solo) igual ou superior a 10 cm, foram identificados, mapeados e medidos. Os diâmetros foram obtidos partindo da medição da circunferência das árvores com fita métrica. Em árvores com sapopemas, as medições foram realizadas após o término destas com o auxílio de uma escada de alumínio. A altura total e as distâncias (coordenadas X e Y) foram obtidas com o hipsômetro Vertex. O volume total foi calculado utilizando-se um fator de forma de 0,7, utilizado por Brasil (1975).

Em cada árvore foram avaliados a forma e a posição da copa e a presença de cipós. A forma e a posição da copa foram obtidas utilizando o Índice de Dawkins modificado por em Synnott (1979). Em relação à forma da copa as árvores, foram classificadas em: 1 – perfeita (círculo completo); 2 – boa (círculo irregular); 3 – tolerável (metade da copa); 4 - pobre (menos do que a metade da copa); 5 – muito pobre (um ou menos galhos).

Em relação à posição da copa, adotou-se a seguinte classificação: 1 – dominante (recebe luz de todos os lados da copa) 2 – codominante (recebe luz só na parte de cima da copa); 3 – intermediária (recebe somente alguma luz parcial na parte de cima da copa); 4 – suprimida (copas sem nenhuma luz direta). A presença de cipós na copa foi obtida adotando os critérios empregados por Wadt *et al.*, (2005), sendo: 1 – árvore sem cipó na copa; 2 – 25% da copa infestada por cipós; 3 – 25% a 75% da copa infestada e 4 – mais

do que 75% da copa infestada.

A maior desvantagem na aplicação de índices como o de Dawkins é a sua determinação, considerada parcialmente subjetiva. Nesse índice, a classificação de uma mesma árvore em diferentes categorias depende do observador, pois são baseados no reconhecimento visual. Para evitar esse tipo de problema as avaliações foram realizadas de forma simultânea por dois observadores. O primeiro posicionou-se abaixo da copa e o segundo em local de plena visualização da copa.

Para identificar o padrão de distribuição espacial a parcela foi subdividida em 144 parcelas de 25 x 25 m. Utilizaram-se a razão variância média R e o Índice de Morisita (I) obtidos por:

$$R = \frac{s^2}{x} \qquad I = nx \frac{\sum x^2 - N}{Nx(n-1)}$$

Em que: S^2 = variância; x = média; n = número total de parcelas; $\sum x^2$ = soma do quadrado do número de indivíduos por parcela; N = número de indivíduos encontrados em todas as parcelas.

A significância dos valores calculados para R e I foi obtida mediante o teste do qui-quadrado, para gl ($n-1 = 144$) e um nível de significância igual a 0,05. Valores de R e I menores do que 1 indicam a inexistência de agrupamento; iguais a 1 indicam distribuição regular e maiores do que 1 distribuição agregada (Krebs, 1989).

Os dados de produção foram obtidos pela contagem dos frutos e pesagem das amêndoas em todas as árvores dentro da parcela permanente. As pesagens foram feitas com balança de gancho digital com precisão de 50 g, em 5 ocasiões durante o período de queda dos frutos, que nesta região, ocorre de abril a junho.

Foi monitorada a produção de frutos de 145 árvores durante o ano de 2006. Para avaliar a correlação entre a produção de sementes e a exposição da copa a luz, a forma da copa e a presença de cipós na copa, utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman.

Deve-se ressaltar que neste trabalho consideramos a produção de sementes efetiva, ou seja, aquela efetivamente disponível para o extrativista no momento da pesagem, desconsiderando-se as sementes eventualmente carregadas pela fauna ou pela água (igarapés). No entanto, para a análise de correlação e cálculo da média de produção por árvore, desconsideramos as árvores localizadas muito próximas ao igarapé, que poderiam ter parte de sua produção carregada pela água. Nessas árvores, pesamos todas as sementes encontradas sob as copas, contabilizamos o seu peso para o cálculo de produção por área e anotamos a presença ou ausência de frutos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estrutura da população

Foram identificadas 145 árvores com $DAP \geq 10$ cm que representou uma densidade de 16,1 árvores.ha⁻¹. O diâmetro variou entre 9,2 cm e 97,6 cm e a altura total entre 13,8 a 57,5 m (Tabela 1). A área basal e o volume por hectare foram de 2,34 m² e 55,9 m³ respectivamente. Os valores observados podem ser considerados altos na comparação com outros levantamentos realizados na Amazônia.

O diâmetro médio foi superior ao obtido por Klimas (2006) no Acre (25,6 cm), que não observou árvores de andiroba com diâmetros superiores a 80 cm. A densidade e o volume de madeira foram superiores aos obtidos por Carvalho (1981) no Pará, que citou a espécie como de ocorrência muito alta com densidade de 12 árvores.ha⁻¹ ($15 \text{ cm} \leq DAP \leq 115 \text{ cm}$) e volume total de 20 m³.ha⁻¹.

A densidade e o volume de madeira observados neste estudo também foram superiores às descritas em Leite (1997), ao revisar os levantamentos feitos pelo Projeto RADAMBRASIL entre os anos de 1974 e 1980 na região de ocorrência de andiroba na Amazônia Brasileira. Nesse levantamento, as densidades variaram de 0,011 a 20 árvores.ha⁻¹ com um volume de 0,026 a 15,70 m³.ha⁻¹.

Segundo Ferraz *et al.* (2003) e Klimas (2006) a densidade da andiroba pode variar amplamente dentro uma mesma região e entre tipos de vegetação dependendo do tipo de habitat. Segundo Ferraz *et al.* (2003) e Sampaio (2000), as densidades observadas em área de terra firme variam de 0,3 a 9 árvores.ha⁻¹, sendo a densidade observada neste estudo, bastante superior.

Deve-se ressaltar que as comparações entre densidades em diferentes estudos são prejudicadas pela

inexistência de padronização nos inventários, como o emprego de unidades amostrais de diferentes tamanhos e formas, diferenças no diâmetro mínimo de amostragem, e a seleção do local de instalação das unidades amostrais (ZUIDEMA, 2003)

Na comparação com estudos que utilizaram um diâmetro mínimo de amostragem de 10 cm, a densidade observada neste estudo pode ser considerada alta ficando próxima às observadas por Klimas (2006) no Acre em áreas de terra firme (14,5 árvores.ha⁻¹).

Plowden (2004) observou densidades variando de 0 a 20 árvores.ha⁻¹ em diferentes habitats no leste do Pará, sendo a densidade observada para áreas de terra firme de 5,6 árvores.ha⁻¹. McHarque e Hartshorn (1983) e Guariguata *et al.*, (2000) observaram uma densidade de 16 e 4-8 árvores.ha⁻¹ em diferentes regiões na Costa Rica.

TABELA 1: Parâmetros dendrométricos para a população estudada.

TABLE 1: Dendrometric parameters for the studied population.

Estatística	Diâmetro (cm)	Altura (m)	Área basal (m ²)	Volume (m ³)
Média	37,5	30,5	0,1455	3,5
Desvio-padrão	21,1	8,9	0,154	4,3
Coefficiente de variação	56,3	29,2	74,88	88,87
Mínimo	9,2	13,8	0,007	0,094
Máximo	97,6	57,5	0,748	23,1

A distribuição de frequência diamétrica (Figura 2) caracterizou-se por apresentar a forma de J Invertido, característica para espécies esciófilas ou esciófilas parciais (LOUMAN *et al.*, 2001), com uma predominância de árvores pequenas e uma redução proporcional de uma classe diamétrica para outra com decréscimo no número de indivíduos nas maiores classes.

Esse tipo de estrutura populacional para a andiroba, também foi observado por Klimas (2006) e Boufleuer (2004) em floresta de terra firme no Acre e Leite (1997) para florestas de igapó no Pará, e indica que a espécie mantém um estoque suficientemente amplo de árvores finas para substituir as árvores de maior porte que venham a ser eliminadas

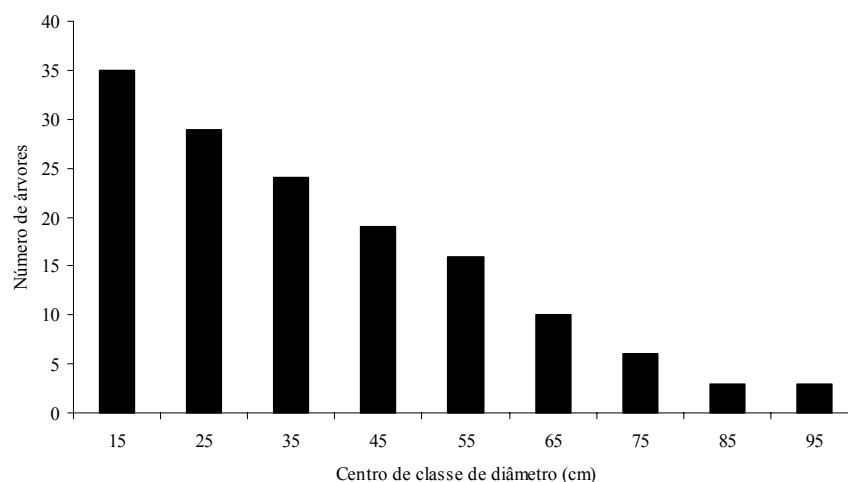


FIGURA 2: Estrutura diamétrica para a andiroba em São João da Baliza (RR).

FIGURE 2: Diametric structure for andiroba in São João da Baliza (RR).

Produção de sementes

Durante o ano de 2006 foi observada uma produção total efetiva (disponível para o extrativista) de 588,32 kg o que representou uma produção de 65,4 kg.ha⁻¹ de sementes. Das 145 árvores de andiroba monitoradas 82 produziram frutos (56,5%) sendo o diâmetro mínimo reprodutivo de 10 cm e o máximo de 97,6 cm. A produção por árvore variou bastante, sendo em média de 8,3 kg, com um mínimo de 300 g e um máximo de 63,9 kg.árvore⁻¹.

A produção de sementes de árvores de andiroba em florestas naturais tem sido controversa. Segundo Rizzini e Mors (1976), uma árvore de andiroba pode produzir de 180 a 200 kg de sementes por ano. Para MacHarque e Hartshor (1983), na Costa Rica, uma árvore pode produzir 22,4 kg a 128 kg de sementes e Shanley (2005), afirmou que podem ser encontradas árvores produzindo entre 50 a 200 quilos de sementes.

A produção máxima efetiva observada neste estudo apresentou valores bem mais baixos ao comumente descrito na literatura, indicando que qualquer estimativa de produção de sementes deve ser feita com cautela, pois pode variar muito entre árvores, entre locais e segundo Shanley (2005) e Melinger (2006) entre os anos de observação. A produção média por árvore foi próxima à estimada por Mellinger (2006) no Amazonas (7 kg por árvore) e bastante superior a estimada por Plowden (2004) de 1,2 kg por árvore no leste do Pará.

Das árvores que frutificaram, 19,7% produziram até 1 kg de sementes; 53,5% entre 1 e 10 kg; 12,7% entre 10 e 20 kg; 7% entre 20 e 30 kg; 4,2% entre 30 e 40kg, 1,4% entre 40 e 50 kg e somente 1,4% acima de 50 kg. Dessa forma, pode-se afirmar que a maioria das árvores produziu entre 1 e 10 kg de sementes, ficando próximo aos valores descritos em Shanley (2006), onde 44% das árvores produziram até 15 kg de sementes e apenas 6,8% mais de 50 kg.

Observou-se que partindo dos 30 cm de diâmetro um maior número de árvores começa a produzir (Tabela 2), indicando que essa dimensão pode ser considerada limítrofe para a produção comercial de sementes, permitindo estratificar a população em jovens ($DAP \leq 30$ cm) e adultos ($DAP > 30$ cm).

Plowden (2004), ao estudar a produção de *C. guianensis* no leste do Pará, observou uma maior produção de frutos partindo da classe diamétrica 20-30 cm, em que 66% das árvores com diâmetros superiores a 30 cm produziram frutos. Forget *et al.*, (1999) e Klimas (2006) consideraram adultos, indivíduos de *C. procera*, e *C. guianensis*, com diâmetro igual ou superior a 20 cm respectivamente. Já Henriques e Sousa (1989) e Hall *et al.*, (1994) consideraram como adultos, indivíduos de *C. guianensis* com diâmetro igual ou superior a 15,9 cm e 35 cm respectivamente.

O estabelecimento de um diâmetro de 30 cm como base para diferenciar indivíduos jovens de adultos pode também ser justificado pelo fato de que até esse diâmetro, nenhuma árvore ocupou posição superior no dossel da floresta (Tabela 2).

TABELA 2: Caracterização de 145 árvores de andiroba de acordo com a classe de diâmetro, posição e forma da copa e presença de cipós na copa.

TABLE 2: Characteristics of 145 andiroba trees for diameter class, crown position, crown form and lianas load.

Centro de classe	Posição da copa (%)						Forma da copa (%)					Cipó na copa (%)			
	N	Nr %	D	CD	I	S	CP	B	I	P	MP	0	≤25	25-75	>75
15	35	5,7	0	18,8	15,6	46,9	8,5	18,6	10,2	15,3	0	62,5	15,6	9,4	12,5
25	29	34,5	0	39,3	21,4	32,1	14,3	42,9	25	17,9	0	57,1	14,3	21,4	7,1
35	24	66,7	20,8	54,2	4,2	20,8	16,7	54,2	8,3	20,8	0	41,7	41,7	4,2	12,5
45	19	100	31,6	57,9	10,5	0	26,3	68,4	0	5,3	0	47,4	26,3	21,1	5,3
55	16	81,3	50,0	43,8	6,3	0	31,3	43,8	0	18,8	6,3	50	25	12,5	12,5
65	10	100	33,3	66,7	0	0	0	100	0	0	0	44,4	44,4	11,1	0
75	6	100	33,3	66,7	0	0	0	66,7	0	16,7	16,7	66,7	33,3	0	0
85	3	100	100	0	0	0	66,7	33,3	0	0	0	100	0	0	0
95	3	66,7	66,7	33,3	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0
Total	145														
Média			33,7	38,2	6,1	10,4	16,5	52,9	4,6	9,8	2,8	57,0	20,3	8,3	5,4

Em que: N = número de árvores; Nr% = Número de árvores reprodutivas em porcentagem; D = dominante (recebe plena luz lateral e direta); CD = codominante (recebe apenas luz direta); I = intermediária (recebe apenas alguma luz direta ou lateral); S = suprimida (nenhuma luz direta); CP = forma da copa circular completa; B = Forma circular, porém irregular; I = meia-copa; P = menos do que meia copa; MP = presença de apenas um ou menos galhos.

A análise da produção total e individual por classe diamétrica (Figura 3) indicou que as árvores mais produtivas apresentaram um diâmetro entre 60 a 70 cm com uma produção de 200,9 kg, que correspondeu a 34,1% da produção total de sementes. A produção média por árvore, nessa classe diamétrica, foi de 20,9 kg.

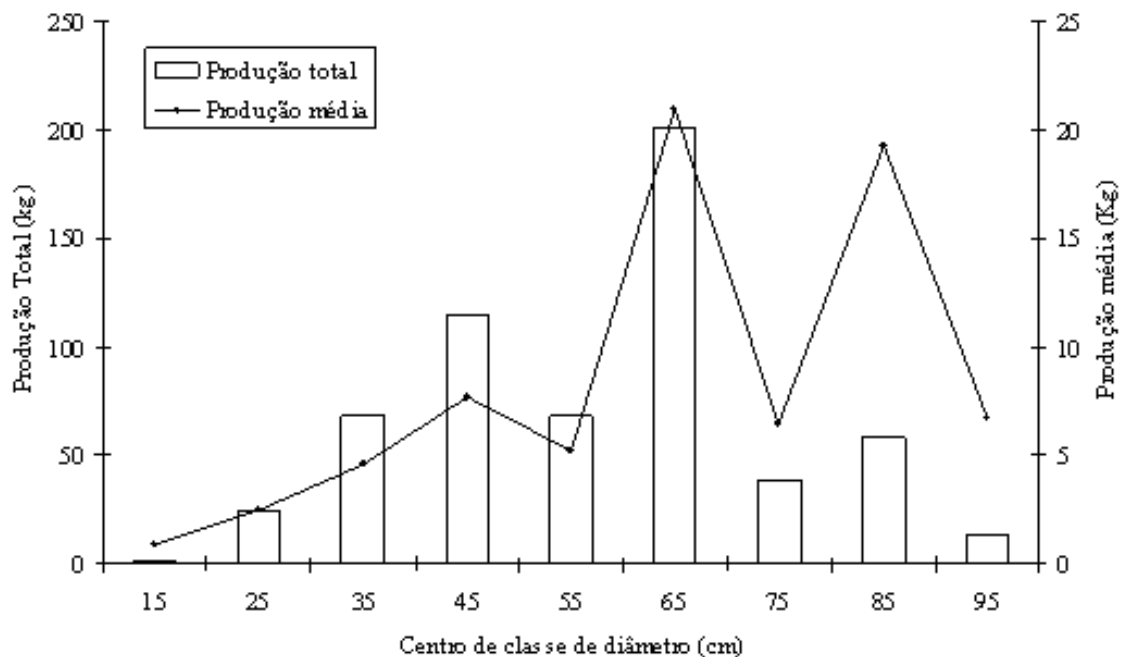


FIGURA 3: Produção total e individual de árvores de andiroba por classe diamétrica.

FIGURE 3: Total and individual seed yield of andiroba for diametric class.

A análise da correlação (Tabela 3), indicou significância entre a produção de sementes, o diâmetro do tronco e a posição das copas das árvores, ou seja, produziram mais sementes as árvores localizadas nas posições superiores do dossel. Observa-se na Tabela 2, que a maioria das árvores adultas ($DAP \geq 30$ cm) encontram-se nas posições superiores do dossel.

Existem vários estudos disponíveis na literatura que procuraram estudar o efeito da exposição da copa à luz sobre o crescimento diamétrico de espécies florestais em florestas naturais (SILVA *et al.*, 1995; FINEGAN e CAMACHO, 1999), sendo raros os que estudaram o efeito sobre a produção de frutos. No entanto, segundo Chapman (1992) o DAP é um indicador de tamanho que reflete a habilidade de uma árvore em produzir frutos.

TABELA 3: Coeficiente de Correlação de Spearman para as variáveis produção de sementes (P), forma da copa (FC), posição da copa (PC), diâmetro do tronco (D) cipó na copa (CC) e altura total (H).

TABLE 3: Spearman Coefficient of Correlation among seeds yield (P) crown form (FC), Crown position (PC), diameter at breast height (D) crown liana load (CC) and total height (H).

Variável	CC	D	FC	H	P	PC
CC	1	-0,082	-0,020	-0,095	-0,215	-0,109
D		1	-0,188	0,363**	0,442**	-0,563**
FC			1	-0,140	-0,217	0,298*
H				1	0,026	-0,122
P					1	-0,247*
PC						1

Em que: ** = correlação é significativa a 0,01 de probabilidade de confiança; * = correlação é significativa a 0,05 de probabilidade de confiança.

Distribuição espacial

Ao analisar toda a população ($DAP \geq 10$ cm) o padrão de distribuição espacial foi o agregado ($R = 1,23$; $I = 1,23$ $P = 0,03$). Os indivíduos jovens ($DAP < 30$ cm) apresentaram padrão agregado ($R = 1,25$; $I = 1,59$ $P = 0,02$) e os adultos, distribuição regular ou aleatória ($R = 1,11$; $I = 1,21$; $P = 0,17$).

Em florestas tropicais, o agrupamento de indivíduos jovens em torno dos adultos é comum, porém, varia em intensidade entre espécies (FORGET *et al.*, 1999). Em estudos com a distribuição espacial de *Carapa* sp., os resultados têm sido controversos, o que pode indicar comportamento distinto entre diferentes

regiões na Amazônia, ou simplesmente refletir o emprego de diferentes metodologias de coleta de dados e análise da distribuição espacial.

Henriques e Sousa (1989) observaram um padrão de distribuição espacial aleatório para a população adulta no Maranhão. Forget *et al.*, (1999) e Boufleuer (2004) observaram um padrão agrupado em área sujeitas a inundações e aleatório em terra-firme na Guiana Francesa e no Acre respectivamente. Já Leite (1997) e Klimas (2006) observaram distribuição agrupada independente do tipo de habitat no Pará e no Acre respectivamente.

Segundo Forget *et al.*; (1999), em áreas hidromórficas na Guiana Francesa, onde a *C. procera* encontra-se em situação favorável ao recrutamento, o padrão de distribuição espacial é agrupado. Em área de terra firme, a população adulta apresenta uma distribuição espacial dependente de pequenas clareiras que resulta em uma distribuição espacial aleatória.

CONCLUSÕES

Após a realização deste trabalho pode-se concluir que:

a) A população estudada apresentou alta densidade e distribuição diamétrica do tipo J Invertido com grande predominância de indivíduos nas menores classes de diâmetro, o que indica alto potencial para o manejo sustentável da espécie para a produção de frutos e madeira.

b) O estudo da produção de sementes durante o ano de 2006 indicou uma produção de 65,4 kg.ha⁻¹, na qual 56,5% do número total de árvores produziram. A produção de sementes por árvore apresentou grande variação, sendo em média de 8,3 kg.árvore⁻¹ com um mínimo de 300 g e um máximo de 63,9 kg.

c) Observou-se que o diâmetro de 30 cm pode ser considerado limite para a produção comercial de sementes, permitindo estratificar a população em jovens (DAP ≤ 30 cm) e adultos (DAP > 30 cm).

d) Foi observada uma correlação significativa entre a produção de sementes, o diâmetro do tronco e a posição das copas das árvores, sendo mais produtivas as árvores localizadas entre 60 e 70 cm de diâmetro e nas posições dominantes do dossel.

e) O padrão de distribuição espacial foi agregado para toda a população (DAP ≥ 10 cm). Os indivíduos jovens (DAP < 30 cm) apresentaram padrão agregado e os adultos distribuição regular.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho faz parte do projeto Kamukaia: Manejo de Produtos Florestais Não Madeireiros na Amazônia. Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio financeiro e aos colegas Adebaldo Sampaio Teles e José de Anchieta Moreira da Costa pela colaboração e dedicação na coleta dos dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOUFLEUER, N. T. **Aspectos ecológicos da andiroba (*Carapa guianensis* Aublet. Meliaceae) subsidios para o manejo.** 2004. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco.
- BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL.Folha NA.20 Boa Vista e parte das folhas NA 21, Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB 21:** geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1975, 428 p
- CARVALHO, J. O. P. **Distribuição diamétrica de espécies comerciais e potenciais em floresta tropical úmida na Amazônia.** Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1981. (Documentos, n.23). 34 p.
- CHAPMAN, C. A. Estimator of fruit abundance of tropical trees. **Biotropica**, Washigton, v. 24, n. 4, p. 527-531, Dec. 1992.
- FAO. **Global forest resources assessment 2005: progress towards sustainable forest management.** Roma: FAO, 2006, 175 p.
- FAZOLIN, M.; ESTRELA, J. L. V PESSOA, J. S. Avaliação do uso do óleo de andiroba *Carapa guianensis* Aubl., no controle da *Ceratomyxa tingonarius* Bechynebem em feijoeiro no Acre. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE DEFENSIVOS AGRÍCOLAS NATURAIS, 1., 2000. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Academia Paraense de Ciências, 2000.
- FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C.; SAMPAIO, P. T. B. Sementes e plântulas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl. e *Carapa procera*, D.C): aspectos botânicos, ecológicos e tecnológicos. **Acta Amazonica**, Manaus v. 32, n. 4, p. 647-661, abr. 2002.

- FERRAZ, I. D. K.; CAMARGO, J. L. C.; SAMPAIO, P. T. B. **Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.; *Carapa procera*, D.C) Meliaceae**. Manaus: INPA., 2003, 6 p. (Manual de sementes da Amazônia, n.1)
- FINEGAM, B., CAMACHO, M. Stand dynamics in a logged and silviculturally treated Costa Rica rain Forest, 1988-1996. **Forest Ecology and Management**, Dorchester, v. 121, p. 177-189, Aug. 1999.
- FORGET, P. M.; MERCIER, F.; COLLINET, F. Spatial patterns of two rodent-dispersed rain forest trees *Carapa procera* (Meliaceae) and *Vouacapoua americana* (Caesalpiniaceae) at Paracou, French Guiana. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 15, p. 301-313, Dec. 1999.
- FORGET, P. M.; JANSEN, P. A. Hunting increases dispersal limitation in the tree *Carapa procera*, a nontimber forest product. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 21, n. 1, p. 106-113, Feb. 2007.
- FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADO DE RORAIMA. **O Brasil do hemisfério norte: Diagnóstico científico e tecnológico para o desenvolvimento**. Boa Vista: Ambitec, 1993, 512 p.
- GUARIGUATA, M. R.; ADAME, J. J. R.; FINEGAN, B. Seed removal and fate in two selectively logged lowland forests with contrasting protection levels. **Conservation Biology**, Cambridge v. 14, n. 4, p. 1046-1054, Aug. 2000.
- HENRIQUES, R. P. B.; SOUSA, E.C.E.G. Population structure and microhabitat regeneration of *Carapa guianensis* in northeastern Brazil. **Biotropica**, Washington, v. 21, n. 3, p. 204-209, Sept. 1989.
- KREBS, C.J. **Ecological Methodology**. New York: University of British Columbia, 1989, 653 p.
- KLIMAS, C.A. **Ecological review and demographic study of *Carapa guianensis***. 2006, 65 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade da Flórida, Gainesville.
- LEITE, A. M. C. **Ecologia de *Carapa guianensis* Aublet. (Meliaceae) “andiroba”**, 1997. 181 f. Tese (Doutorado em Biologia Ambiental) - Universidade federal do Pará/Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.
- LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F.; ALENCAR, J. C. **Essências madeireiras da Amazônia**. Manaus: INPA/SUFRAMA, 1979, 187 p. v. 2.
- LOUMAN, B., VALERIO, J., JIMÉNEZ, W. Bases ecológicas. In: LOUMAN, B., QUIRÓS, D., NILSSON, M. **Silvicultura de bosques latifoliados húmedos com ênfase em América Central**. Turrialba: CATIE, 2001, p. 21-78.
- MACHARGUE, L.A.; HARTSHORN, G. S. Seed and seedling ecology of *Carapa guianensis*. **Turrialba**, Turrialba v. 33, n. 4, p. 399-404, Oto./Dic. 1983.
- MENDONÇA, A. P. **Potencialidade da produção de óleo de andiroba (*Carapa procera* D.C e *Carapa guianensis* Aubl.) no estado do Amazonas**. 2004, 90 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) - Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- MELLINGER, L. L. **Aspectos da regeneração natural e produção de sementes de *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba) na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã (AM)**. 2006. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto Nacional de Pesquisas Amazônicas/Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- PENNINGTON, T. D.; STYLES, B. T.; TAYLOR, D. A. H. **Meliaceae**. 1981. 470 p. (Flora Neotropica Monograph, n.28).
- PLOWDEN, C. The Ecology and harvest of andiroba seeds for oil production in the Brazilian Amazon. **Conservation & Society**, Bangalore, v. 2, n. 2, p. 251-270, Mar. 2004.
- RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. **Botânica econômica brasileira**. São Paulo: EPUSP, 1976, 207 p
- SAMPAIO, P. T. B. Andiroba In: CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. T. B., CLEMENT, C. R. **Biodiversidade amazônica: exemplos de estratégias de utilização**. Manaus: INPA, 2000 p.243-251.
- SCARANO, F. R.; PEREIRA, T. S.; RÔÇAS, G. Seed germination during floatation and seedling growth of *Carapa guianensis* a tree from flood-prone forests of the Amazon. **Plant Ecology**, Amsterdam, v. 168, p. 291-296, Sept. 2003.
- SHANLEY, P. Andiroba (*Carapa guianensis*, Aublet.). In: SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica**. Belém: Cifor, 2005, p.41-50.
- SILVA, J. N. M. *et al.* Growth and yield of a tropical rain Forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. **Forest Ecology and Management**, Dorchester v. 71, n. 3., p. 267-274, Apr. 1995.
- ZUIDEMA, P. A. **Demography and management of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*)**. FALTA Local e editora 2003, 111 p. (PROMAB Scientific Series, n.6)
- WADT, L. H. O.; KAINER, K. A.; GOMES-SILVA, D. A. P. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 211, p. 371-384, June 2005.