

---

DISTRIBUIÇÃO RADICULAR DE ESPÉCIES  
FLORESTAIS PLANTADAS NA REGIÃO DE MANAUS,  
AMAZÔNIA

---

LUÍS MAURO S. MAGALHÃES  
Dr. Prof. Adjunto, DCA - IF - UFRRJ  
WINFRIED E. HUBERT BLUM  
Dr. Prof. Catedrático, Univ. Für  
Bodenkultur, Viena, Austria

R E S U M O

A distribuição radicular de espécies florestais tem sido pouco estudada, principalmente em regiões tropicais. Neste trabalho são apresentados os resultados de um estudo sobre o sistema radicular de duas nativas (*Carapa guianensis* e *Cedrelinga catenaeformis*) e duas exóticas (*Eucaliptus deglupta* e *Gmelina arborea*), plantadas em experimento ao norte de Manaus. Por meio de escavações foram registrados o diâmetro, o comprimento e feito um croqui de localização das raízes de oito árvores. Em plantas diferentes, de três destas espécies, foi feita uma coleta de raízes de diâmetro maior do que 5 mm, sendo determinada sua massa de matéria seca. Os resultados mostraram que *C. guianensis*, *C. catenaeformis* e *E. deglupta* têm arquitetura semelhante, com pivotantes bifurcadas, ao contrário de *G. arborea*, que apresentou um sistema sem pivotante, com ramificações radiais a partir da base do tronco. Esses dados permitem uma melhor compreensão da ocupação do solo por estas espécies, bem como um planejamento mais adequado de plantios destas espécies, na região.

**Palavras- chaves:** arquitetura radicular, *Carapa guianensis*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Eucaliptus deglupta*, *Gmelina arborea*.

ROOT DISTRIBUTION OF PLANTED  
FOREST SPECIES IN MANAUS, AMAZONIA

ABSTRACT

The results of the roots systems architecture of two indigenous species (*Carapa guianensis* and *Cedrelinga catenaeformis*) and two exotic species (*Eucaliptus deglupta* and *Gmelina arborea*) planted 60 km north from Manaus, Amazonia, are presented and discussed. After soil scraping was measured length and diameter of roots and a draw of localization of each root in the soil. For others trees was

collected all the roots with diameter bigger than 5 mm for dry weight determination. In the opposite of the others species *G. arborea* shows a system without pivotant in these plantations. The results indicate that some soil characteristics affect the root distribution and must be considered on land occupancy and planning of silvicultural systems of this region.

**Key words:** Root distribution, *Carapa guianensis*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Eucalyptus deglupta*, *Gmelina arborea*.

## INTRODUÇÃO

Na relação entre o solo e a floresta, as raízes se constituem em uma das partes mais importantes, desempenhando papel significativo na sustentação, suprimento de água e nutrientes para a planta e influenciando as próprias características edáficas, através de diferentes processos de interação. Diversos autores têm observado estas relações, no que se refere à atuação dos sistemas radiculares na estabilidade e fixação das árvores no solo (COUTTS, 1983; DEANS & FORD, 1983), bem como à presença de rochas ou camadas compactadas, aeração deficiente e baixa disponibilidade de água e nutrientes como fatores limitantes para o crescimento radicular (MERRITT, 1968; ROGERS & HEAD, 1969; PHILIPSON & COUTTS, 1977; COUTTS & PHILIPSON, 1977; SINGH & SRIVASTAVA, 1985; VOGT et. al., 1996).

Os sistemas radiculares podem ser caracterizados sob dois aspectos. O primeiro se refere ao hábito radicular, à sua arquitetura, que está relacionada à forma, direção e distribuição das raízes maiores; o segundo se refere à intensidade, que está relacionada às pequenas raízes de absorção (KAHN, 1977; PRITCHETT, 1979). De acordo com KAHN (1977), as "macrorrhizas" são lenhosas, maiores, mais grossas e funcionam na condução de solutos e na expansão (e arquitetura) do sistema como um todo; e as "brachyrhizas" são menores, têm anatomia essencialmente primária, ausência de medula, duração transitória e atuam principalmente na absorção de bioelementos, podendo formar micorrizas.

A arquitetura radicular de espécies florestais tem sido pouco estudada, principalmente em regiões tropicais, e a sua compreensão permitiria o uso de espécies mais adaptadas às características regionais, bem como um melhor aproveitamento do solo. KAHN (1977), em trabalhos sobre a análise estrutural de sistemas radiculares de plantas lenhosas da floresta tropical úmida, aponta três tipos de sistemas. O primeiro tem uma fase ortotrópica, que elabora um sistema plagiotrópico. O segundo tipo, designado misto, apresenta uma tendência à regressão do aparelho primário e desenvolvimento de um sistema secundário, constituído de raízes saídas do caule (KAHN, 1977). No terceiro, chamado de sistema secundário, típico de monocotiledoneas, o sistema primário aborta ou não se exprime e, em seu lugar, aparece um sistema secundário também a partir do caule.

Estes tipos se assemelham, em grande parte, aos apresentados por PRITCHETT (1979), sendo que o primeiro tipo de sistema tem a presença de pivotante, o segundo com raízes superficiais e sem pivotante e o terceiro também sem pivotante e com a ramificação radial e inclinada a partir da base do tronco, respectivamente. De acordo com este autor, a arquitetura e a flexibilidade destes sistemas podem determinar a capacidade de adaptação e crescimento da espécie em diferentes ambientes. Sistemas pivotantes poderiam penetrar mais profundamente o solo e se adaptar melhor às restrições hídricas; raízes superficiais se adaptariam melhor a solos rasos.

Na região de Manaus foram plantadas diferentes espécies arbóreas, em áreas experimentais, visando estudar o seu comportamento silvicultural. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivos caracterizar o tipo de arquitetura apresentado por algumas destas espécies, conhecer melhor como estas ocupam o solo e subsidiar futuras pesquisas para o uso e manejo de sistemas silviculturais a agrossilviculturais nestas áreas. Estas informações irão permitir um planejamento mais adequado de plantio, a profundidade atingida por estes sistemas, a sua capacidade em ocupar o espaço do solo e as possibilidades de ajustar estas plantas a sistemas de policultivos.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na Estação Experimental de Silvicultura Tropical, do INPA, (3' 08" S e 60' 10" W), a cerca de sessenta quilômetros ao norte de Manaus.

O clima é do tipo Am, pela classificação de Köppen: quente, úmido, isotérmico, com precipitação alta (acima de 2000mm por ano), mais concentrada nos meses de dezembro a maio (RIBEIRO, 1976). Os solos estão caracterizados na tabela 1; são da classe Podzólico Vermelho Amarelo, sendo que o solo da área S1 apresenta textura mais arenosa, menores valores de ph, saturação de bases, carbono orgânico e nitrogênio total. A saturação em alumínio é alta para os dois.

As espécies estudadas foram *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (cedrorana) Leguminosae Mimosoideae, *Carapa guianensis* Aubl. (andiroba) Meliaceae, *Gmelina arborea* Roxb., Verbenaceae e *Eucalyptus deglupta* Blume, Mirtaceae, em três parcelas experimentais, de quatro anos de idade, em espaçamento de 3x3m, com dezesseis árvores em cada parcela. *Gmelina* é originária da Índia e Birmânia, *E.deglupta* tem ocorrência natural nas Filipinas, Indonésia e Nova Guiné. As outras duas espécies são

nativas da Amazônia, com ocorrência frequente na área de estudo.

Para a determinação da forma e direção radicular, foi feita escavação com auxílio de enxadas, a partir do tronco da árvore estudada, de modo a localizar todas as raízes presentes em um dos lados da planta. As raízes foram "seguidas" através do solo, sendo feito um croqui de campo com a sua localização. Foram tomadas medidas do comprimento e diâmetro destas raízes, após limpeza de sua superfície. Foram feitas escavações em um indivíduo na área denominada S1 e um na área S3, para cada espécie, dando um total de oito indivíduos analisados.

O estudo da distribuição radicular foi feito em três espécies (*C. catenaeformis*, *C. guianensis* e *E. deglupta*), com árvores distintas das que foram utilizadas para a determinação da arquitetura. Neste caso foram coletadas todas as raízes presentes em uma trincheira de 40 cm de profundidade, 300 cm de comprimento e 40 cm de largura, a partir do tronco, de três árvores de cada espécie, em cada área. Estas trincheiras também foram escavadas com o auxílio de enxadas. O material coletado foi levado para laboratório, seco em estufa com ventilação forçada a 60°C e foi feita a determinação da massa de matéria seca de raízes, com diâmetro acima de 5 mm.

A altura total da árvore foi determinada com o auxílio de blume leiss e o diâmetro da copa com o auxílio de trena.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1 a 4 encontram-se representadas as raízes de *C. guianensis*, *C. catenaeformis*, *E. deglupta* e *G. arborea*. Essas espécies apresentam padrões diferenciados, de acordo com as tipologias de KAHN (1977) e PRITCHETT (1979).

Cedrorana, andiroba e eucalipto apresentam

um sistema pivotante, onde a raiz principal apresenta bifurcações e injúrias na profundidade abaixo de 40 cm. Pouco abaixo da superfície do solo ocorrem ramificações horizontais ou com alguma inclinação em relação à essa superfície (Figuras 1 a 3). A árvore de cedrorana na área mais arenosa (S1) apresenta a pivotante interrompida e ramificações laterais naquele ponto, o que pode indicar uma capacidade de recuperação e reorientação na ocupação do espaço do solo (Figura 2).

Cedrorana e andiroba são citadas como de ocorrência natural em áreas úmidas, ao longo de riachos, sendo que a segunda é encontrada em menor frequência também em vertentes de colinas (LOUREIRO et al., 1979). Os solos de ocorrência natural de cedrorana, na região de Manaus, são arenosos e com baixa capacidade de retenção de água, a exemplo dos que ocorrem na área do experimento, como observado por MAGALHÃES et al. (1986/1987).

*Gmelina arborea arborea* apresenta outro tipo de arquitetura, sem pivotante, com ramificações saindo radialmente a partir da base do tronco e com direção inclinada em relação à superfície do solo.

Cedrorana apresentou uma árvore com a pivotante interrompida aos 40 cm e outra bifurcada, atingindo uma profundidade de 1,0m (Figuras 2). Esta espécie apresentou 4 a 6 ramificações laterais, atingindo 1,60 a 3,60 m. Andiroba apresentou todas as árvores com pivotantes bifurcadas, com comprimento de 0,80 a 1,30 m; teve 4 a 5 ramificações laterais, atingindo comprimentos maiores, de 1,20 a 5,50m, (Figura 1).

Considerando as exóticas, o eucalipto também apresentou os três sistemas bifurcados, atingindo de 1,0 a 1,4 m de comprimento. Teve de 4 a 5 ramificações laterais, com 0,90 a 5,50 m de comprimento (Figura 3). *Gmelina arborea* apresentou 5 e 8 raízes com comprimentos variando de 1,00 a 4,50 m (Figura 4).

*C. guianensis* e *C. catenaeformis* apresentam

boa parte da ramificação radicular fora do raio de projeção da copa, principalmente na área mais arenosa. *E. deglupta* e *G. arborea*, por outro lado, apresentam boa parte do sistema radicular dentro do raio de projeção. *C. catenaeformis* apresenta um comprimento menor das ramificações, se comparada com as outras espécies.

A tortuosidade e bifurcação das pivotantes pode indicar restrições relacionadas ao suprimento de água, aos baixos teores de bases, baixo pH e/ou aos altos teores de alumínio. De acordo com MAGALHÃES et al. (1986-87), esses fatores estão relacionados ao crescimento radicular e aéreo de essências florestais, nesta região. FOY (1992) destaca que o pH e a saturação de alumínio podem Ter forte influência na distribuição radicular.

As Figuras 5, 6 e 7 apresentam a massa de matéria seca de raízes (com diâmetro superior a 5 mm), das árvores amostradas em cada área, bem como a altura total média da parte aérea de todas as árvores da espécie, presentes na área. Estes resultados dão uma indicação da capacidade de expansão e ocupação do espaço do solo por estas espécies, mas as diferenças observadas, conduzem à necessidade de uma amostragem mais intensiva para que se possa obter dados mais conclusivos. A distribuição radicular apresenta diferenças pronunciadas entre as espécies, reforçando a necessidade de se investigarem as adaptações destas às condições edáficas. No solo da área S1 apenas cedrorana foi capaz de ocupar a profundidade de 20-40 cm. Esta espécie mostra um bom desenvolvimento da parte aérea e de raízes pequenas em três tipos de solo (MAGALHÃES e BLUM, 1984), bem como uma boa expansão, nas três áreas estudadas, de raízes maiores. Além disto, o aumento do peso de raízes secas grandes no solo mais argiloso não refletiu em seu crescimento aéreo, indicando uma relação parte aérea/raiz menor no solo da área S3.

*Carapa guianensis*, com o aumento no teor de argila do solo, apresenta altura da parte aérea crescente e peso de raízes de 0-20 cm decrescente. No solo mais arenoso andiroba

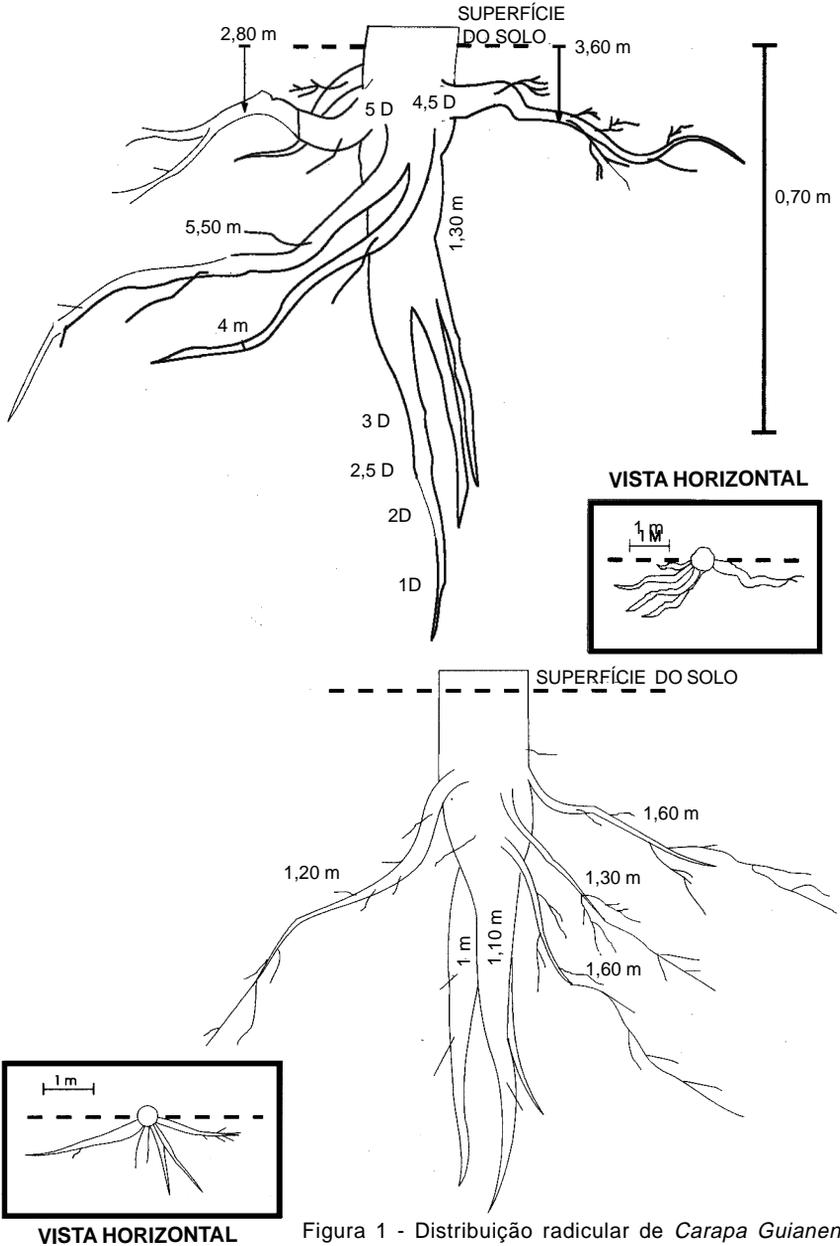


Figura 1 - Distribuição radicular de *Carapa Guianensis* (ANDIROBA) em plantios na região de Manaus - Amazonia (a - área S<sub>1</sub> e b - área S<sub>2</sub>)

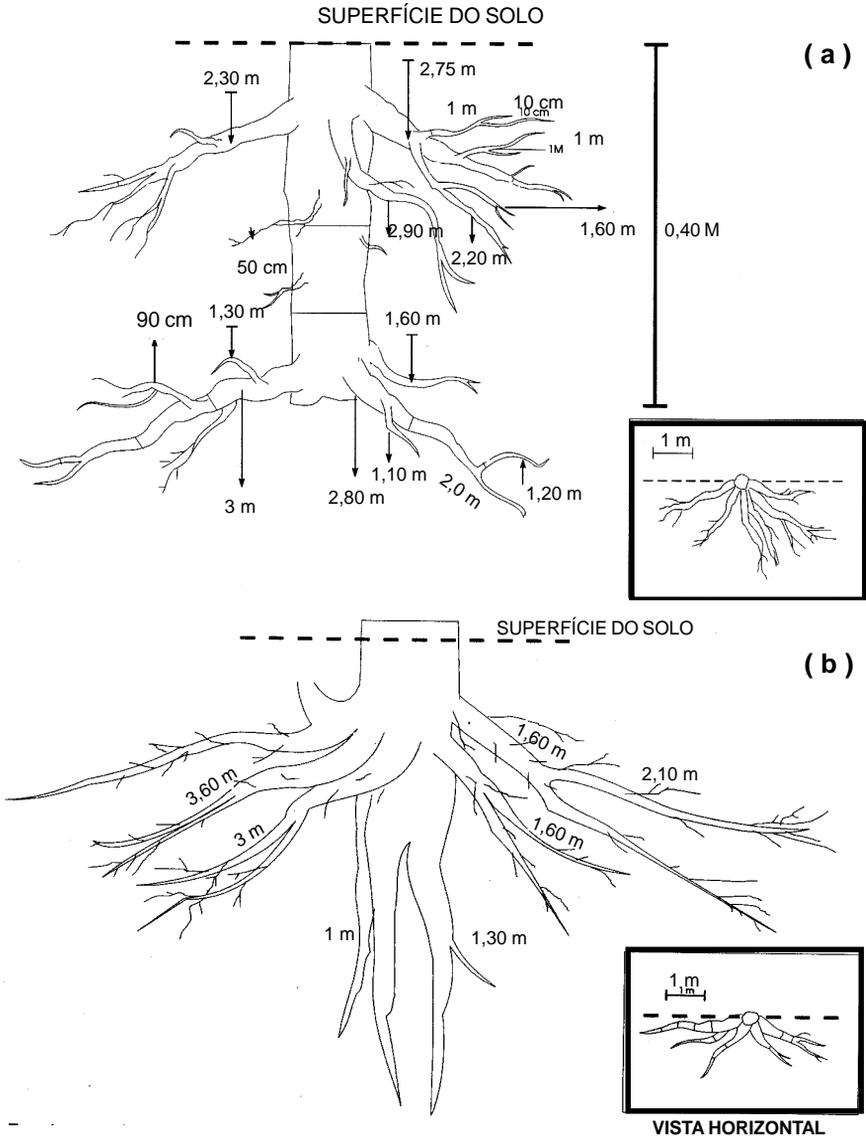


Figura 2 - Distribuição radicular de *Cedrelinga catenaeformis* (CEDRORANA) em plantios na região de Manaus, Amazônia. (a – área S<sub>1</sub> e b área S<sub>2</sub>)

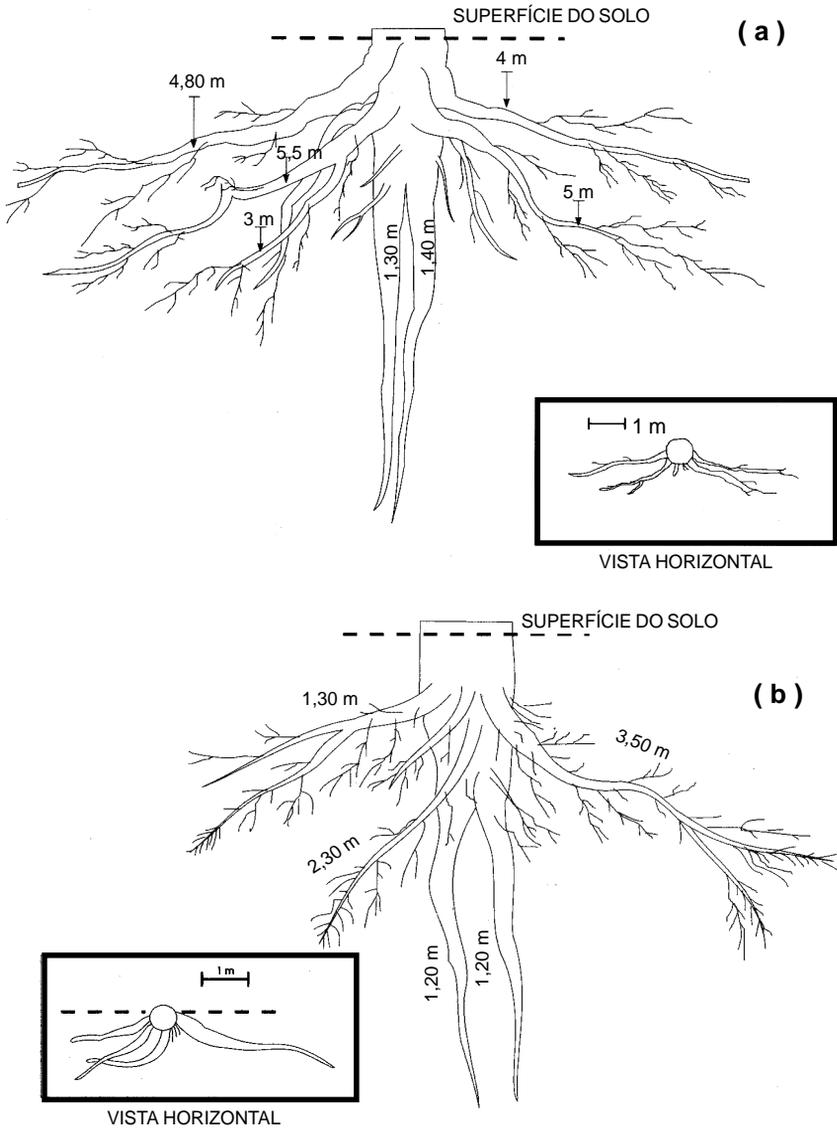
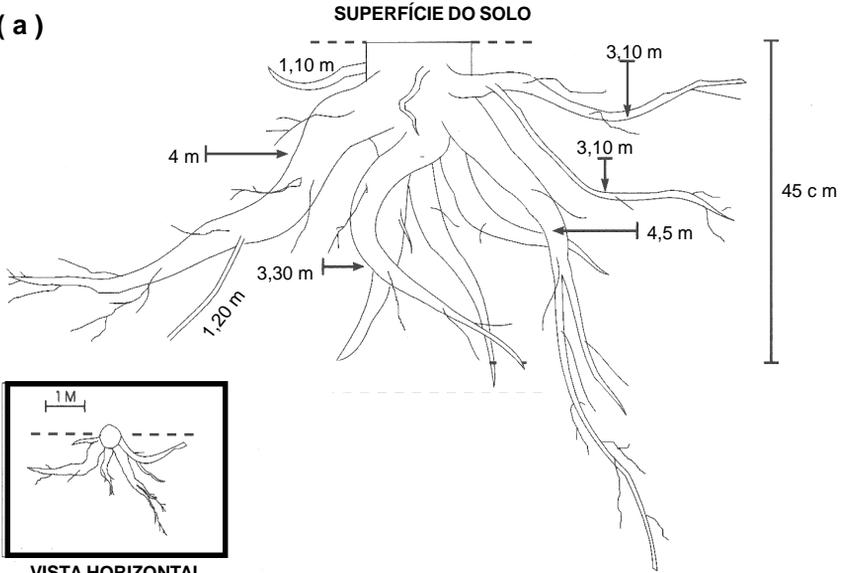


Figura 3 - Distribuição radicular de *Eucalyptus deglupta* em plantios na região de Manaus, Amazônia. (a – área S<sub>1</sub> e b área S<sub>3</sub>)

(a)



(b)

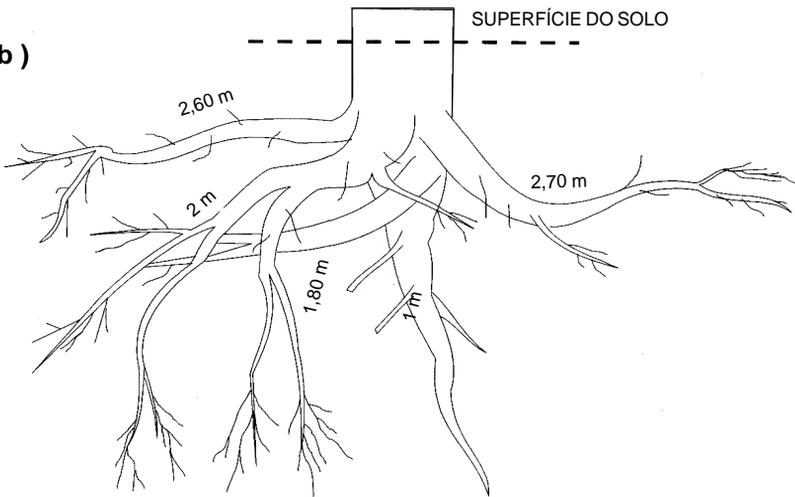


Figura 4 - Distribuição radicular de *Gmelina arborea* em plantios na região de Manaus, Amazônia. (a - área S<sub>1</sub> e b área S<sub>3</sub>)

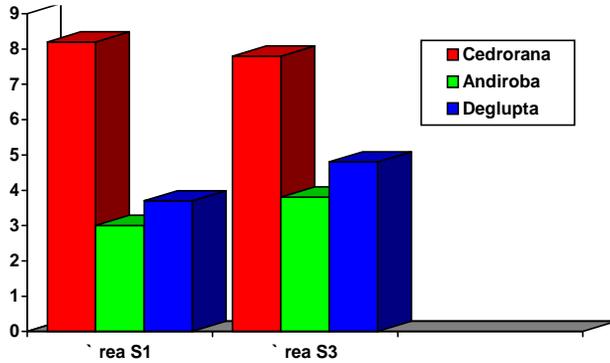


Figura 5 - Altura total média (m) da parte aérea de espécies arbóreas, plantadas em áreas experimentais, na região de Manaus.

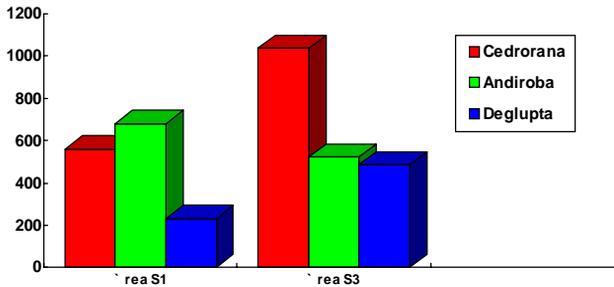


Figura 6 - Massa de raízes secas (g), na profundidade de 0-20 cm, em plantios experimentais de espécies de arbóreas, na região de Manaus.

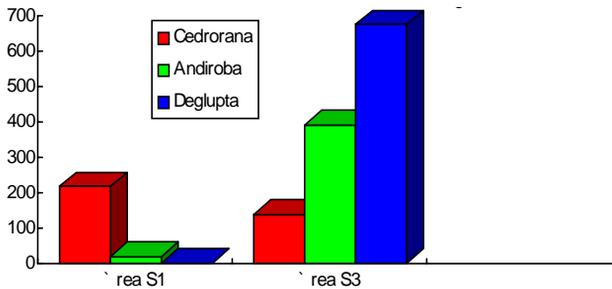


Figura 7 - Massa de raízes secas (g), na profundidade de 20-20 cm em plantios experimentais de espécies de arbóreas, na região de Manaus.

Tabela 1. Características dos solos nas áreas de plantio de *Carapa guianensis*, *Cedrelinga catenaeformis*, *Eucalyptus deglupta* e *Gmelina arborea*, na região de Manaus.

Profundidade (cm)	Granulometria					Ph (H2O)	Satura <sup>ão</sup>		N total (%)
	Argila (<2)	Silte (2-20)	Areia fina (20-200)	Areia grossa (200-2000)	Em bases Troc. (me%)		Alumínio (%)	Orgânico (%)	
S1	0-20	15,9	2,5	15,4	66,2	4,1	0,89	73	0,90
	20-40	25,8	2,3	16,5	55,4	4,4	0,59	79	0,79
	40-80	29,8	2,2	13,8	54,6	4,5	0,64	74	0,61
S3	0-20	27,5	0,7	13,7	58,1	4,4	0,96	73	1,22
	20-40	41,2	2,0	12,4	44,4	4,3	0,59	75	0,89
	40-80	40,4	3,3	11,5	44,8	4,5	0,63	74	0,87

apresentou peso seco menor de raízes, aumentando no solo arenoso e diminuindo de novo no solo argiloso.

As maiores diferenças foram observadas em *E. deglupta*. No solo mais arenoso apresentou crescimento aéreo três vezes menor e peso de raízes de 0-20 cm seis vezes menor do que no argiloso.

### CONCLUSÕES

*C. catenaeformis* e *C. Guianensis* apresentam sistemas radiculares pivótantes. *G. arborea* se diferencia destas, apresentando ramificações radiculares partidas do tronco;

Em todos os sistemas estudados as raízes pivótantes apresentaram injúrias e/ou ramificações;

A distribuição da massa de raízes secas parece indicar uma boa relação com as características edáficas, para todas as espécies estudadas.

### LITERATURA CITADA

COUTTS, M. P. Root architecture and tree stability. *Plant and Soil*. v. 71, 1983, p.171-188.

COUTTS, M. P. & PHILIPSON, J. J. . The influence of mineral nutrition on the root development of trees. III. Plasticity of root growth in response to changes in the nutrient environment. *Journal of Experimental Botany*. v. 28, n.106, 1977p.1071-1075.

DEANS, J. D. & FORD, E. D. Modelling root structure and stability. *Plant and Soil*. v. 71, 1983, p. 189-195.

FOY, C. D. Soil Chemical Factors Limiting Plant Root Growth. *Advances in soil Science* v. 19, 1992, p.97-150. Edt. J. L.

- Hatfield e B. A. Stewart. p.864-871.
- KAHN, F. Analyse structurale des systèmes racinaires des plantes ligneuses de la forêt tropicale dense humide. *Candollea*. v. 32, n. 2, 1977, p.321-358.
- LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. da & ALENCAR, J. C. Essências madeireiras da Amazônia. Vol. 1. INPA. Patrocínio da Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA. 1979, 245p. Manaus.
- MAGALHÃES, L. M. S. & BLUM, W. E. H. Nodulação e crescimento de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke em plantios experimentais na região de Manaus - AM. *Pesquisa Agrop. Bras.*, v. 19 s/n°:159-164 (1984).
- MAGALHÃES, L. M. S.; BLUM, W. E. H. & FERNANDES, N. P. Características edáfico-nutricionais de plantios florestais na região de Manaus. 1. Crescimento de *Eucalyptus deglupta* Blume em solos de diferentes texturas. *Acta Amazônica*, 16/17 (n° único): 509-522 (1986/87).
- MERRITT, C. Effect of environment and heredity on the root-growth pattern of Red Pine. *Ecology*. v. 49, n. 1, 1968, p.34-40.
- PHILIPSON, J. J. & COUTTS, M. P. The influence of mineral nutrition on the root development of trees. II. The effect of specific nutrient elements on the growth of individual roots of siltka spruce. *Journal of Experimental Botany*. v. 28, n. 106, 1977, p.864-871.
- PRITCHETT, W. L. Properties and Management of Forest Soils. JOHN WILEY & SONS. 500pgs. ilustr. New York, Chichester, Brisbane, Toronto. 1979
- RIBEIRO, M. de N.G. Aspectos climatológicos de Manaus. *Acta Amazônica*, v. 6, n. 2, p.:229-233.
- ROGERS, W. S. & HEAD, G. C. Factors affecting the distribution and growth of roots of perennial woody species. In: Root Growth. Edit Whittington W.J. p.280-291. 15<sup>th</sup> Easter School. Londres. 1969
- SINGH, K. P. & SRIVARTAVA, S. K. Seasonal variations in the spatial distribution of root tips in Teak (*Tectona grandis* Linn. f.) plantations in the Varanasi Forest Division, India. *Plant and Soil*. v. 84, 1985, p.93-104.
- VOGT, K. A., VOGT, D. J., PALMIOTTO, P. A., BOON, P., O'HARA, J., ASBJORSEN, H. Review of root dynamics in forest ecosystems grouped by climate, climatic forest type and species. *Plant and Soil*. v.187, 1996, p.159-219.

## AGRADECIMENTOS

Trabalho realizado com apoio e recursos do INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA-INPA. Os autores agradecem aos funcionários da EEST-INPA e em especial a Antônio Carlos