

ARQUITETURA VEGETAL I

Edileuza Lopes Sette Silva (1)

RESUMO: Este trabalho é parte de uma síntese do tema: Arquitetura Vegetal, conforme apresentado por Hallé, Oldeman e Tomlinson, em seu livro Tropical Trees and Forests. Tem como objetivo servir de introdução aos interessados no assunto. No texto foram selecionados exemplos da flora brasileira, familiares aos botânicos que trabalham na Amazônia.

ABSTRACT: This work is part of a synthesis of the subject of plant architecture, as presented by Hallé, Oldeman and Tomlinson in their book, Tropical Trees and Forests. It also serves as an introduction for those who are interested in the subject. The text presents selected examples of the Brazilian flora which are familiar to those botanists who have traveled in Amazonia.

1 Botânica do MIRR

1. INTRODUÇÃO

Quando se estuda a vegetação tropical há várias possibilidades de abordagem no tratamento das plantas e do conjunto que elas formam. Pode-se tratá-las como unidade taxonômica, fisiológica, reprodutiva, etc. Pode-se também combinar métodos de análise enfocando aspectos de fisionomia, distribuição, diversidade em relação a descritores ecológicos etc.

No estudo da arquitetura vegetal a planta é tratada como um indivíduo sensível às flutuações climáticas, variações ambientais, ataque de predadores e que reage à presença de outras plantas em suas proximidades, numa mútua interação.

Uma planta se desenvolve a partir de uma semente onde estão armazenadas todas as características genéticas que determinarão sua forma adulta. Geneticamente também, está armazenada toda a história da modelagem dessa forma, todas as fases transicionais porque passará antes da "expressão final".

Essa organização ou programa genético para a forma existe obviamente em todos os vegetais. Em determinados organismos é bastante bem documentada pelas facilidades do trabalho em laboratório ou pelo reduzido tamanho dos indivíduos. Tal não ocorre entretanto, com as árvores, por três razões principais:

- a) a questão de seu tamanho: para estudo da arquitetura uma árvore não pode ser guardada in totum, em um herbário, deve ser estudada no ambiente onde vive;
- b) o problema da variação da forma: uma árvore tropical somente expressa todas as suas formas nos trópicos, ou seja, longe dos grandes centros botânicos, onde os estudos são mais intensivos. Além disso somente examinando grande número de árvores de uma determinada espécie se pode concluir sobre o modelo arquitetural da mesma;
- c) a reiteração: o padrão genético de crescimento de uma árvore é constantemente perturbado por fatores ambientais exógenos. Como uma árvore tem longa vida, tais distúrbios ocorrem repetidas vezes ao longo de sua vida.

2. ARQUITETURA E MODELO

A expressão morfológica do projeto genético de uma planta em qualquer tem

po é definida como arquitetura. Representa cada uma das fases efêmeras reais e observáveis em determinados momentos. Ao analisarmos o crescimento de uma planta sob este ponto de vista, vemos que muitas espécies tem a mesma arquitetura. As semelhanças e diferenças não são uma questão taxonômica.

O modelo é um conceito abstrato, tomado visível através de uma série de arquiteturas. Às vezes pode ser de difícil reconhecimento porque a arquitetura momentânea de uma árvore pode não estar se conformando com seu modelo, devido ao stress contínuo a que está submetido. O modelo fica obscurecido então, pelas reações adaptativas, ou seja, pela reiteração. Para se documentar um espectro de fases arquiteturais completo, é desejável que a planta seja acompanhada a partir da semente, estabelecendo-se o ciclo das variações arquiteturais desde a germinação até a floração e dispersão das sementes, Fig. 5.

Um modelo geralmente não é considerado completo no sentido de que o plano de construção da planta esteja completo porque a essência do modelo é a variação. Parece bastante evidente, portanto, que uma única observação não é suficiente para esclarecer a dinâmica da construção, pois arquitetura e modelo são conceitos dinâmicos que não se confundem com tamanho ou fisionomia. Uma planta herbácea pode ter o mesmo modelo de uma gigante florestal.

Para entender o modelo arquitetural deve-se observar a árvore em diferentes idades, desde a germinação, em condições ambientais ótimas de modo que o modelo possa se expressar livremente. Os arbustos na mata estão em ótimas condições para serem observados. Entretanto um jardim botânico também é uma boa fonte de observações pois o desenvolvimento da planta pode ser acompanhado com facilidade e regularidade. Para se cultivar plantas no jardim botânico com essa finalidade, as sementes devem ser coletadas juntamente com uma amostra de herbário da planta parental. A semente e todas as fases do desenvolvimento devem ser documentadas por desenhos e fotografia.

Hallé, Oldeman & Tomlinson (1978), distribuem os modelos arquiteturais num continuum uniforme de 23 modelos, onde estão organizadas milhares de plantas entre ervas e árvores.

3. ARQUITETURA DAS HERBÁCEAS

B. Museu Integrado Forquilha, Boa Vista, 1 (1): 17 - 37, out./nov./dez., 1990

A arquitetura das ervas não é bem conhecida. Até agora a diferença entre árvore e erva é basicamente anatômica por redução de atividade cambial. A característica principal do hábito é a produção de grande número de ramos sexualmente determinados, ou seja, terminados em flores e inflorescências. Em muitos casos uma planta é herbácea apenas por não produzir um meristema de longa duração nem ter a habilidade de superimpor meristemas de curta existência como uma árvore de construção modular. Portanto muitas ervas tropicais são quase árvores.

A abordagem deste tema assume dois aspectos: filogenético e ontogenético. No primeiro, podemos observar as relações evolutivas entre erva e árvore e em que medida uma pode ser derivada da outra. No segundo, que inclusive está aberto à experimentação, considera-se o modo pelo qual os complexos reiterativos são progressivamente reduzidos em tamanho, durante o desenvolvimento individual.

Foi sugerido por vários autores que muitas ervas de clima temperado são derivadas de árvores tropicais ancestrais, como parte de uma tendência geral para a diminuição de tamanho das plantas vasculares. Isso pode se dar por neotenia ou por fragmentação.

Quando por neotenia, há antecipação das fases ontogênicas, como, por exemplo, a ocorrência de sexualidade precoce na maioria dos eixos aéreos. O desenvolvimento neotênico de uma árvore só pode ser observado quando esta mantém o modelo visível, entretanto se a neotenia obscurece o modelo original e, além disso, faltam formas intermediárias, a arquitetura da herbácea descendente fica truncada. Nesse caso, seria possível determinar o modelo experimentalmente, retardando a floração das espécies neotênicas. Um exemplo interessante é o da *mangífera índica* L. (Starrone, 1969), que produz inflorescência terminal na planta monocaule de menos de um metro de altura, indicando que a neotenia pode ser induzida em outras espécies arbóreas.

A fragmentação pode ser observada naquelas plantas herbáceas, que, por sua arquitetura, parecem ser resultantes da propagação indefinida de uma unidade estrutural de uma determinada árvore parental. O melhor exemplo disto nos ofere

ce o gênero *Euphorbia*, que apresenta muitas árvores e ervas. Assim *E. abyssinica* J. F. Gmel. é uma árvore, modelo de Rauh, enquanto que muitas plantas rasteiras deste mesmo gênero se apresentam como se fossem um ramo, um fragmento do modelo, da possível ancestral arbórea.

4. REITERAÇÃO

As árvores florestais raramente se apresentam no estado ideal dos modelos, daí a dificuldade para um reconhecimento imediato. São numerosos os fatores que interferem no seu desenvolvimento, tais como perda eventual de galhos, ataque de insetos, fungos, herbívoros, diferentes suprimentos energéticos na trajetória da copa através dos diversos estratos, etc. Todos esses fatores podem ser contornados pela árvore através da regeneração ou da reiteração.

A *reiteração* é um processo morfogenético ou de ajuste arquitetônico, pelo qual a planta se adapta ao meio ambiente. Pode ser uma modificação em resposta a um dano, ao stress ambiental ou condições superiores ao ótimo. Não implica necessariamente em reparação de um sistema orgânico mecanicamente perturbado. E nisso difere da regeneração que é exatamente um processo de reposição de algo perdido. Ou seja, a regeneração pode ter um caráter reiterativo, mas a reiteração é o processo mais geral. E, por isso, podemos ainda definir a reiteração como um processo de adição de um novo sistema de galhos numa árvore inicial de acordo com um modelo previamente expresso pela árvore. E isto ocorre porque a reiteração coloca em atividade os meristemas apicais que geralmente não estão envolvidos na expressão do modelo, mas que ao serem ativados podem envolver modificação na orientação do tronco ou ramo, como por exemplo, passando de plagiotropia a ortotropia.

Do exposto acima podemos inferir que deve haver alguma alteração na arquitetura porque a "nova árvore" não se origina de uma semente. Além disso, considerando-se que a maior parte das variações são quantitativas e envolvem mudanças em tamanho ou vigor de crescimento das partes novas adicionadas, principalmente por brotamentos de tocos e, como nenhum desses parâmetros foi levado em consideração na definição dos modelos originais, podemos aceitar que o galho

reiterado se conforma ao mesmo modelo do parental, como aliás se pode atestar na prática.

Ocasionalmente a reiteração pode levar a modificações extremas que transformem uma planta de um modelo em outro. Entretanto isso é raro, o normal é que a reiteração copie o modelo de modo mais ou menos fiel.

5. CRITÉRIOS PARA ESTABELECIMENTO DO MODELO

Neste ítem procuraremos definir sucintamente alguns termos usuais no estudo da arquitetura vegetal, que são básicos para o entendimento da descrição dos modelos.

a) Meristema apical

A parte aérea de uma árvore é construída pela atividade do meristema apical. Este pode dar origem a ela de quatro modos diferentes:

a.1. Sozinho, por atividade contínua. O meristema da plântula é único através de toda a vida da árvore. Esta produz um único eixo que permanece não ramificado. Exemplo: Algumas palmeiras do modelo de Holtum, *Schinus molle* Krause, também modelo de Holtum, (W. Rodrigues, 1962), *Carica papaya* L., modelo de Corner.

a.2. Por multiplicação, dando outros meristemas de igual potencial, sem diferenciação entre tronco e galho. Neste caso temos uma construção modular, onde o meristema inicial se prolifera por divisão simpodial e os novos meristemas repetem o padrão do meristema parental, em sentido morfológico preciso. A árvore é então construída por uma série de unidades morfológicas equivalentes repetidas indefinidamente. Neste tipo de construção modular, geralmente os módulos formam simpódios. Quando o simpódio é linear a árvore fica parecendo não ramificada. Exemplo: *Plumieria rubra* L., *Manihot esculenta* Krantz, modelo de Leeuwenberg, *Himatanthus articulatus* (Vahl) Woods, modelo de Koríka.

a.3. Por multiplicação, produzindo outros meristemas de potenciais diferentes, uns produzindo troncos, outros galhos. O tronco pode então ser um monopódio produzido por um único meristema apical ou um simpódio, produto de uma

sucessão de meristemas apicais, cada um originado como uma ramificação do meristema parental. Desse modo o tronco pode ser entendido como uma sucessão de "eixos substituídos". Exemplo: *Cordia nodosa* Lam., modelo de Prévost, *Quararíbea guianensis* Aubl., modelo de Fagerlind.

- a.4. Por multiplicação, produzindo meristemas de igual potencial, mas misturados, que podem produzir tronco ou galho. São as árvores com meristemas ditos mistos, ou seja, o mesmo meristema contribui para a construção de tronco e galho. Isto se dá por uma mudança fisiológica e de orientação espacial do eixo. Exemplo: *Jambosa longifolia* Brongn., modelo de Mangenot, *Crescentia cujete* L., modelo de Champagnat.

b. Tipo de crescimento

- b.1. Crescimento rítmico: É aquele em que o ramo ou tronco apresenta uma marca da periodicidade endógena em extensão. Uma ótima indicação de crescimento rítmico em um galho maduro é a segmentação mais ou menos pronunciada dos eixos. Estes ficam com uma aparência de segmentos articulados. Exemplo: *Ceiba pentandra* Gaertn., modelo de Massart, *Goupia glabra* Aubl., modelo de Roux.
- b.2. Crescimento contínuo: É aquele em que os ramos não apresentam periodicidade no crescimento em extensão, ou seja, estão "sempre crescendo". Exemplo interessante é o das *Arecaceae*, e do dendê, *Elaeis guineensis* Jacq., em particular, em que há uma produção contínua de folhas, ou seja produção e perda sob taxa constante. Para cada folha iniciada a folha mais velha é perdida e a copa se compõe de uma série contínua de representantes de todos os estados de desenvolvimento foliar. Em *Rhizophora mangle* L. há uma contínua produção de folhas, com a queda das mais velhas quando um novo par é formado.

c. Terminologia da ramificação

- c.1. Ramo ortotrópico: É um ramo erecto, geotropismo negativo, com simetria essencialmente radial, filotaxia espiral ou decussada, ramificação tridimensional. Um ramo ortotrópico é mais massivo próximo ao tronco, onde se po

de notar um nítido conflito entre o modelo e o efeito do peso das folhas, mas no ápice assume gradualmente a direção vertical. Exemplo: *Anacardium occidentale* L., modelo de Scarrone, *Scheffera morototoni* (Aubl.) Frondin, modelo de Leeuwenberg.

c.2. Ramo plagiotrópico: É um ramo mais ou menos horizontal, diageotrópico, simetria dorsiventral, filotaxia dística, ou secundariamente em um plano, ramificação bidimensional. Exemplo: *Xylopia discreta* Spr. & Hutch., modelo de Roux, *Ocotea guianensis* Aubl., modelo de Massart.

c.3. Ramificação simpodial: O crescimento dos ramos plagiotrópicos por divisão simpodial pode ocorrer de duas maneiras:

c.3.1. Plagiotropismo por substituição: durante o crescimento do ramo, o meristema terminal se diferencia em flor ou inflorescência e é substituído por um meristema lateral. Ou seja, cada módulo do ramo é hapaxântico. Exemplo: *Tachigalia bracteolata* Dwyer, modelo de Petit, *Euphorbia pulcherrima* Auct., modelo de Prévost.

c.3.2. Plagiotropismo por aposição: durante o crescimento do ramo, o meristema terminal é deslocado para o lado, continuando seu crescimento vegetativo como um pequeno galho. O ramo continua se expandindo em extensão através de um outro meristema axilar. Exemplo: *Terminalia amazonica* Exell., modelo de Aubréville, *Duroia aquatica* (Aubl.) Brem., modelo de Fagerlind.

6. DESCRIÇÃO DOS MODELOS

6.1. Modelo de Holtum

A planta é constituída de um único eixo, com um único meristema apical, permanecendo vegetativa e não ramificada durante a maior parte de sua vida. Na fase reprodutiva, o meristema apical se diferencia inteiramente em inflorescência. Após a liberação dos frutos e dispersão das sementes, a planta morre. Tais plantas são conhecidas como monocárpicas ou hepaxânticas. Este modelo é frequente entre as monocotiledôneas, tais como Bromeliaceae e Musaceae. Entre as dicotiledôneas arbóreas podemos citar *Sohnreyia excelsa* Krause, uma Rutaceae da Amazônia, documentada pela primeira vez por Williams Rodrigues, e *Tachigalia*

myrmecophylla Ducke, uma Leguminosae conhecida como "tachi preto", que teve seu modelo identificado por J. Murça Pires. Fig. 1.

6.2. Modelo de Corner

O corpo da planta resulta do crescimento vegetativo de um único meristema apical que produz um eixo não ramificado, com inflorescências (ou esporófilos, nas não angiospermas) laterais. Portanto é um modelo de plantas pleonânticas, ou de crescimento indeterminado. Entre as monocotiledoneas citaremos *Elaeis guineensis* Jacq. e *Mauritia flexuosa* Benth. & Hook. Entre as dicotiledôneas podemos exemplificar com *Caryca papaya* L. e *Theobroma mariae* K. Schum. Fig. 1.

6.3. Modelo de Tomlinson

A arquitetura resulta do desenvolvimento repetido de módulos ortotrópicos equivalentes, na forma de ramos basais, com crescimento contínuo, raramente rítmico. A inflorescência pode ser terminal ou lateral. Nesse modelo, cada novo eixo cresce a partir da base do eixo anterior, desenvolvendo um sistema radicular próprio, o que lhe dá uma autonomia fisiológica suficiente para uma rápida consolidação. Este modelo é frequente nos ambientes alagadiços do norte da América do Sul. Como exemplo, podemos citar *Euterpe oleracea* Mart., *Bactris gasipaes* HBK., *Phenakospermum guianense* (L.F. Rich.) Miq. Fig. 1.

6.4. Modelo de Schoute

Neste modelo os meristemas produzem eixos ortotrópicos ou plagiotrópicos que se bifurcam a intervalos regulares por dicotomia. A inflorescência é sempre lateral. Trata-se de um modelo raro. Podemos exemplificar com duas palmeiras: *Hyphaene tbaïca* Mart., *Allagoptera arenaria* Kuntze, a primeira da África tropical e a segunda, para o Brasil. Fig. 1.

6.5. Modelo de Chamberlain

A arquitetura do modelo é um simpodium linear, ou seja, o eixo é aparentemente não ramificado, de fisionomia monocaule. Todos os módulos são equivalentes e geralmente ortotrópicos. Cada um é hapaxântico, produzindo o módulo subsequente a partir do meristema axial de uma folha distal. Neste modelo há uma constante repetição dos estágios vegetativo e reprodutivo, em eixos sucessivos. Essa ramificação distal, acrótona, é a maior diferença para o

modelo de Tomlinson. Como exemplo, podemos citar *Talisia mollis* Kth. ex Camb. e *Dieffenbachia picta* Schott. Fig. 1.

6.6. Modelo de McClure

Neste modelo a arquitetura apresenta eixos mistos do tipo sigmóide, onde o primeiro, originado por ramificação basal vai originar o ramo que dará as folhas. Outro modelo também relativamente raro, mas que engloba gramíneas do gênero *Bambusa*, além de *Asparagus officinalis* L., planta cultivada, e *Polygonum cuspidatum* Sieb. & Z., uma Polygonaceae do Himalaia, dentre outras. Fig. 3.

6.7. Modelo de Leewenberg

Arquitetura de módulos ortotrópicos equivalentes, cada um com crescimento determinado por inflorescência terminal, sempre repetindo a construção do eixo parental. A ramificação é tridimensional devido à produção de vários módulos correlacionados com a inflorescência. Este modelo é semelhante ao de Chamberlain, com a diferença que produz mais de um eixo de substituição abaixo da inflorescência. *Schizolobium excelsum* Vog., uma Caesalpiniaceae brasileira, apresenta uma perfeita sincronização dos sucessivos eventos deste modelo, com desfolhação (é uma espécie decídua), floração, refolhação e frutificação nos módulos superiores. Nela se pode, inclusive, determinar a idade com precisão, pelo número de forquilhas ou articulações do tronco. Esta sincronização é também conhecida, por exemplo, no gênero *Rhus*, uma Anacardiaceae de zona temperada, onde cada módulo é produzido numa estação de crescimento. Como outros exemplos podemos citar *Nerium Oleander* L., *Tabernaemontana undulata* Vahl., *Psychotria bracteata* DC., etc. Fig. 1.

6.8. Modelo de Koriba

Arquitetura modular, cada eixo ortotrópico se ramifica tridimensionalmente, produzindo uma série de módulos inicialmente equivalentes. Logo em seguida, um deles se torna erecto e dominante, funcionando como um eixo de substituição, ou unidade de tronco, formado simpodialmente. Os outros módulos permanecem ramiformes. A inflorescência é terminal e a ramificação está relacionada com ela ou, nos estágios estéreis, com o aborto do ápice. Cada eixo repete o padrão original. Dentre os inúmeros possíveis exemplos, podemos citar: *Himatanthus*

articulatus (Vahl.) Woods, *Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng., etc.

Fig. 2.

6.9. Modelo de Prévost

Arquitetura modular, com dois módulos distintos formando respectivamente tronco e ramos ortotrópicos. O módulo do ramo se origina por silepsis na região subapical do módulo do tronco. Os troncos sucessivos são prolépticos e subsistais, isto é, se originam abaixo do conjunto dos ramos. Os ramos são plagiotrópicos por substituição. Os módulos são hapaxânticos, mas a inflorescência do módulo do tronco é geralmente vestigial ou abortada. Como exemplo podemos citar: *Cordia tetrandra* Aubl., *Euphorbia pulcherrima* Auct., etc. Fig. 2.

6.10. Modelo de Fagerlind

Tronco monopodial ortotrópico, com crescimento rítmico, os ramos são de construção simpodial e modular, plagiotrópicos por aposição, filotaxia espiral ou decussada. Geralmente os módulos dos ramos são hapaxânticos. Exemplo: *Quararibea guianensis* Aubl., *Miconia* sp, *Genipa americana* L, etc. Fig. 1.

6.11. Modelo de Petit

Tronco monopodial, ortotrópico, crescimento contínuo, produzindo ramos plagiotrópicos de forma contínua e difusa, filotaxia espiral ou decussada. Os ramos são modulares, hapaxânticos, plagiotrópicos por substituição. Este modelo se diferencia de Fagerlind apenas por apresentar crescimento contínuo no tronco. Como exemplo podemos citar: *Sclerolobium* sp, *Tachigalia paniculata* Aubl., *Gossypium hirsutum* L., etc. Fig. 1.

6.12. Modelo de Nozeran

Arquitetura modular, tronco ortotrópico. Cada unidade simpodial com um conjunto de ramos plagiotrópicos distais. Crescimento do tronco e dos ramos pode ser rítmico ou não. As flores, no tronco ou nos ramos, não influenciam modelo. Este modelo se diferencia de Prévost pela plagiotropia dos ramos. Nas árvores velhas é comum a perfuração do tronco, como em *Minquartia guianensis* Aubl., Exemplos: Podemos ainda citar: *Mabea caudata* Pax & Hoffm., *Teobroma cacao* L., etc. Fig. 1.

6.13. Modelo de Aubréville

Tronco monopodial, com crescimento rítmico, filotaxia espiral ou decussada, ramos verticilados. Os ramos são modulares, com crescimento rítmico, plagiotrópicos por aposição, inflorescência lateral, crescimento indeterminado. Difere de Fagerlind apenas pelo modo de crescimento dos módulos dos ramos. Por causa do crescimento plagiotrópico por aposição, cada pequeno módulo do ramo se torna erecto e funciona como um pequeno tronco com crescimento rítmico monopodial, com internós que se alongam. Com isso, cada ramo consiste de uma série de rosetas de folhas, distribuídas dentro de toda a copa e não restrita à periferia, dando, portanto, uma maior capacidade fotossintética. Exemplo: *Terminalia* spp, *Ocotea rodiaei* Mez, *Manilkara bidentata* (DC.) Chev. Fig. 1.

6.14. Modelo de Massart

Tronco monopodial, ortotrópico, crescimento rítmico, ramos plagiotrópicos por arranjo foliar ou simetria, nunca por aposição. A posição da flor não influencia o modelo. Exemplo: *Araucaria* spp, *Ceiba pentandra* Gaertn. *Ocotea guianensis* Aubl., *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. etc. Fig. 1.

6.15. Modelo de Roux

Tronco monopodial, crescimento contínuo, ramos plagiotrópicos, arranjo foliar espiral no tronco, porém dístico nos ramos. A posição das flores não influencia o modelo. Este modelo é encontrado com muita frequência na submata e também em lugares abertos, portanto, trata-se de um modelo adaptado a lugares de clima constante. Se diferencia do modelo de Massart pelo crescimento contínuo. Exemplos: *Xylopia discreta* Spr. & Hutch., *Bertholetia excelsa*, Humb. & Bonpl., *Cassytha filiformis* L., *Siparuna guianensis* Aubl. etc. Fig. 1.

6.16. Modelo de Cook

Tronco monopodial, crescimento contínuo, filotaxia espiral ou decussada, ramos filomórficos (semelhantes folhas). A inflorescência não influencia no modelo. Este se diferencia do modelo de Massart pelos ramos filomórficos. Exemplos: *Tapura guianensis* Aubl., *Phyllanthus* spp., etc. Fig. 1.

6.17. Modelo de Scarrone

Tronco ortotrópico, indeterminado, com um conjunto de ramos complexos, ortotrópicos, ramificados simpodialmente em consequência da floração terminal.

A complexidade do modelo reside no fato de que cada ramo produz um modelo de Leewenberg inteiro na extremidade. Exemplos: *Mangífera indica* L. *Anacardium* L., *Jacaranda mimosaeifolia*, etc. Fig. 2.

6.18. Modelo de Stone

Tronco ortotrópico, com crescimento contínuo, ramos ortotrópicos, crescimento contínuo ou difuso. Os ramos se dividem simpodialmente abaixo da inflorescência terminal. O tronco pode ter inflorescência terminal ou não. Exemplos: *Mikania cordata* (Burm.) Rob., *Leandra solenifera* Cogn. etc. Fig. 4 .

6.19. Modelo de Rauh

Tronco monopodial, com crescimento rítmico. Os ramos são morfogeneticamente iguais ao tronco. As flores são sempre laterais, não interferindo no crescimento do sistema de galhos. Exemplos: *Couma guianensis* Aubl., *Tetragastris altissima* Aubl., *Persea americana* Mill., etc. Fig. 2.

6.20. Modelo de Attins

Arquitetura determinada por eixos de crescimento contínuo, diferenciados em troncos e ramos monopodiais e equivalentes, de crescimento contínuo ou difuso. As flores se desenvolvem lateralmente, não influenciando o crescimento do sistema de galhos Exemplo: *Avicennia germinans* (L.) L., *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd., *Turnera ulmifolia* L., etc. Fig. 2.

6.21. Modelo de Mangenot

O meristema apical produz inicialmente uma parte basal vertical seguida por uma parte distal horizontal. A superposição indefinida de tais eixos, associada à mudanças de filotaxia espiral para dística, de folhas pequenas para grandes, fazem a arquitetura da planta. A reorientação do eixo é abrupta, com um raio de curvatura ao nível da mudança de direção muito pequeno. Esta é uma arquitetura muito bem adaptada ao desenvolvimento de trepadeiras, promovido pelo prolongamento da fase orto, tal como ocorre em *Strichnos*, onde há especialização morfológica do tipo gavinha. Este modelo é frequente na submata, onde o plagiotropismo parece adaptativo, se expressando no hábito escandente. Exemplos: *Moururi crassifolia* Sagot, *Hirtella cauliflora* Hub., *Vismia ferruginea* H.B.K., etc. Fig. 2.

6.22. Modelo de Champagnat

Arquitetura determinada pela superposição indefinida de eixos ortotrópicos, com filotaxia espiral. Cada eixo de substituição surge na superfície superior da curva inicial do eixo anterior que se tornou pêndulo em virtude do próprio peso. A parte distal do eixo de renovação se transforma num ramo, enquanto que a parte proximal se torna parte do tronco. Exemplos: *Crescentia cujete* L., *Cordia tomentosa* Lam., *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Swartz, *Andira inermis* (Sw.) H.B.K., etc. Fig. 2.

6.23. Modelo de Troll

Todos os eixos são plagiotrópicos e continuamente superpostos. A parte proximal se torna erecta formando o tronco, enquanto que a parte distal pode ter crescimento determinado ou não. A planta cresce em altura pela superposição indefinida de eixos similares e pela habilidade da parte basal de cada ramo de se tornar erecto após a perda das folhas, por crescimento secundário. Este é um modelo muito plástico e, de todos, o mais freqüente, abrangendo 20 a 30% de todas as árvores. Exemplos: *Annona muricata* L., *Erythroxylum coca* Lam., *Lecythis pisonis* Camb., *Hymenaea courbaril* L., *Pentaclethra macrophylla* Benth., etc. Fig. 2.

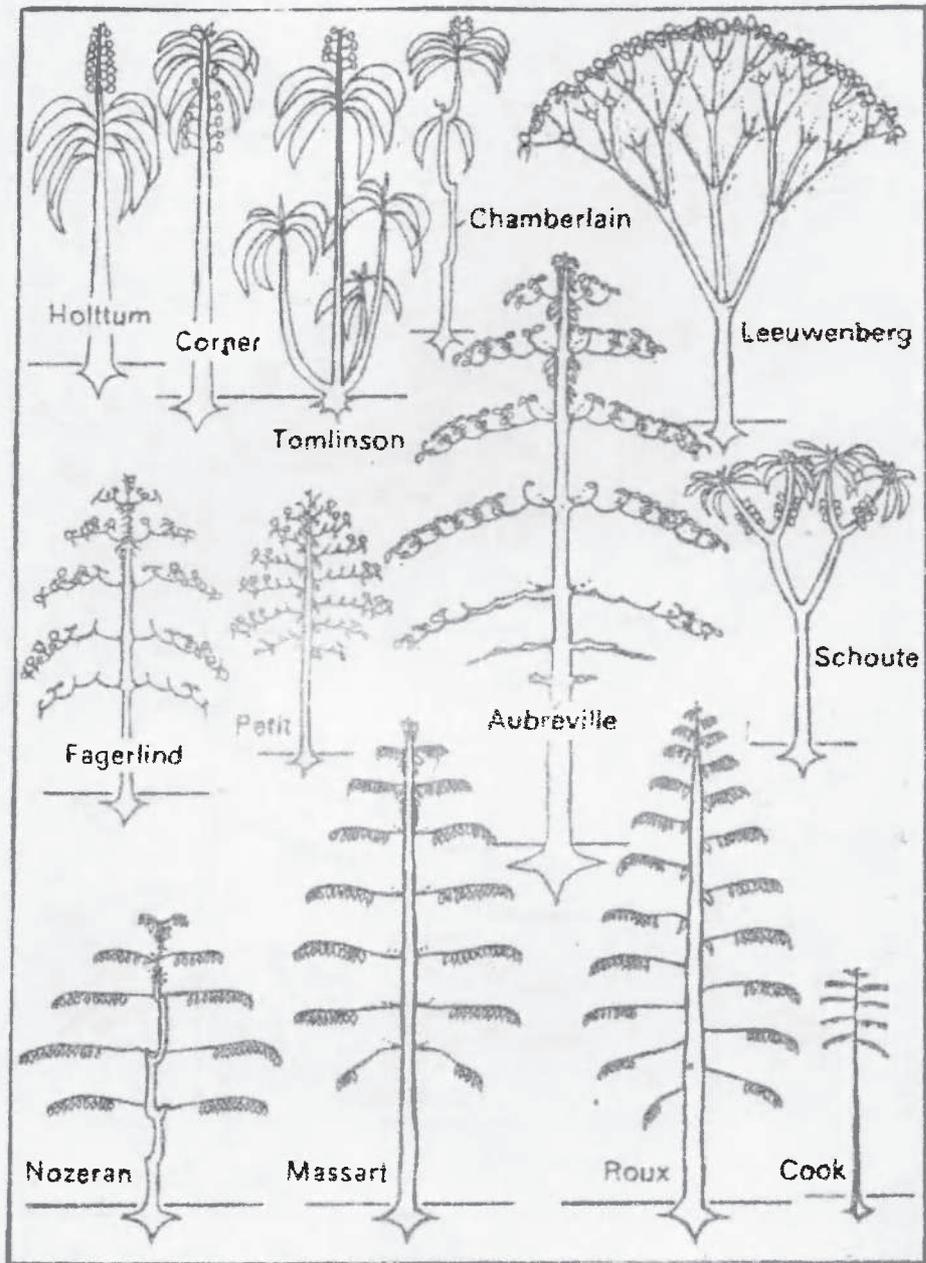


Fig. 1 - Hallé & Oldeman, 1970; Oldeman, 1974

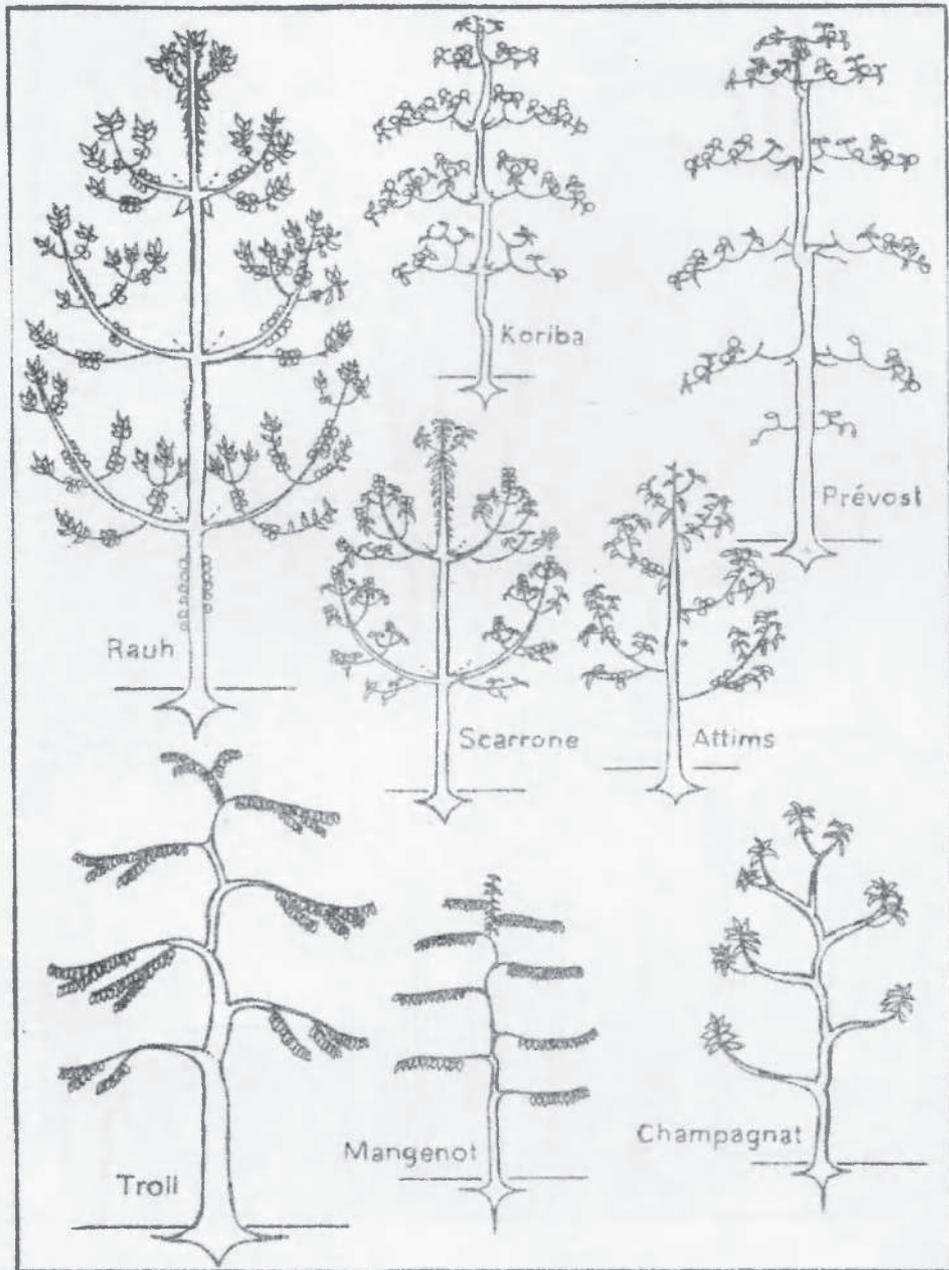


Fig 2 - Hallé & Oldeman, 1970; Oldeman, 1974

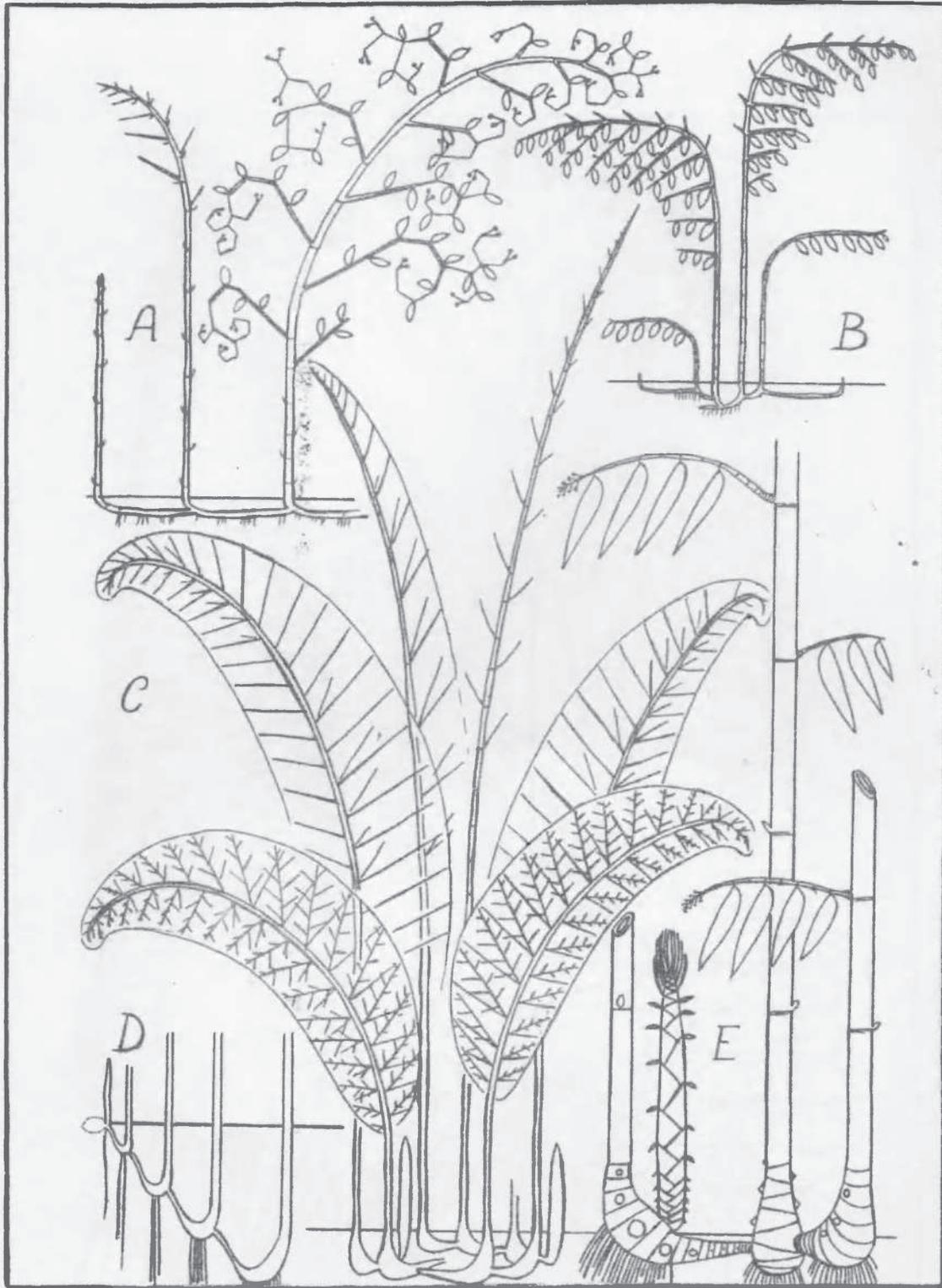


Fig 3 - Hallé, Oldeman & Tomlinson, 1978. Modelo de McClure

- 1 - *Hypselodelphis violacea* (K. Schum.) Milne-Redhead (Maranthaceae)
- 2 - *Polygonum cuspidatum* Sieb. and Z. (Polygonaceae)
- 3 - *Bambusa arundinacea* Retzius (Poaceae)
- 4 - *Dendrocalamus Strictus* (Rouburg/Nees (Poaceae))
- 5 - *Bambusa vulgaris* Schrader ex Wendland (Poaceae)

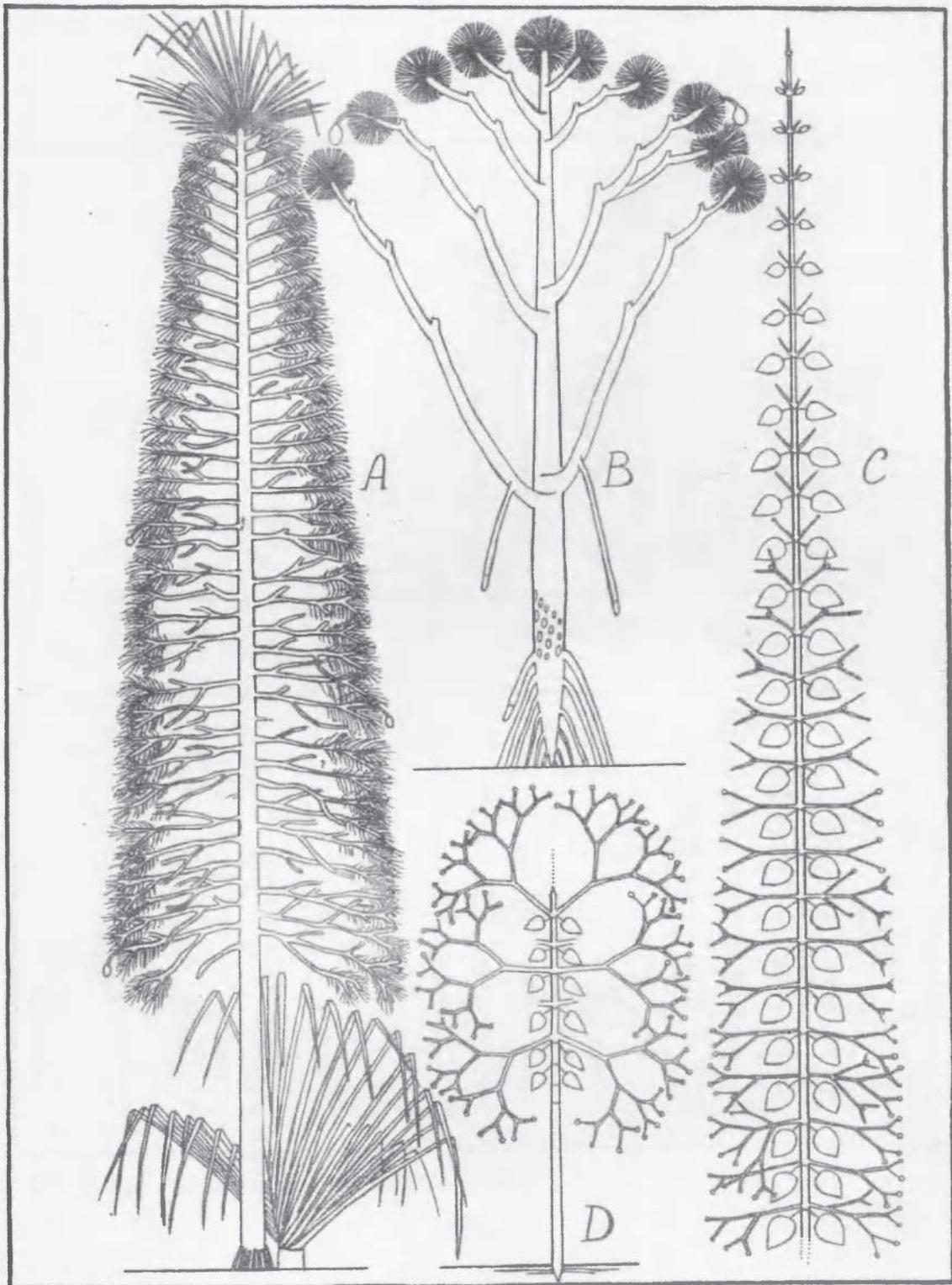


Fig 4 - Hallé, Oldeman & Tomlinson, 1978. Modelo de Stone

A - *Pandanus* aff. *pulcher* Martelli (Pandanaaceae)

B - *Pandanus* *tectorius* Solander (Pandanaaceae)

C - *Mikania* *cordata* (Burm.f.) B.L. Robinson (Arteraceae)

D - *Sigesbeckia* *orientalis* L. (Arteraceae)

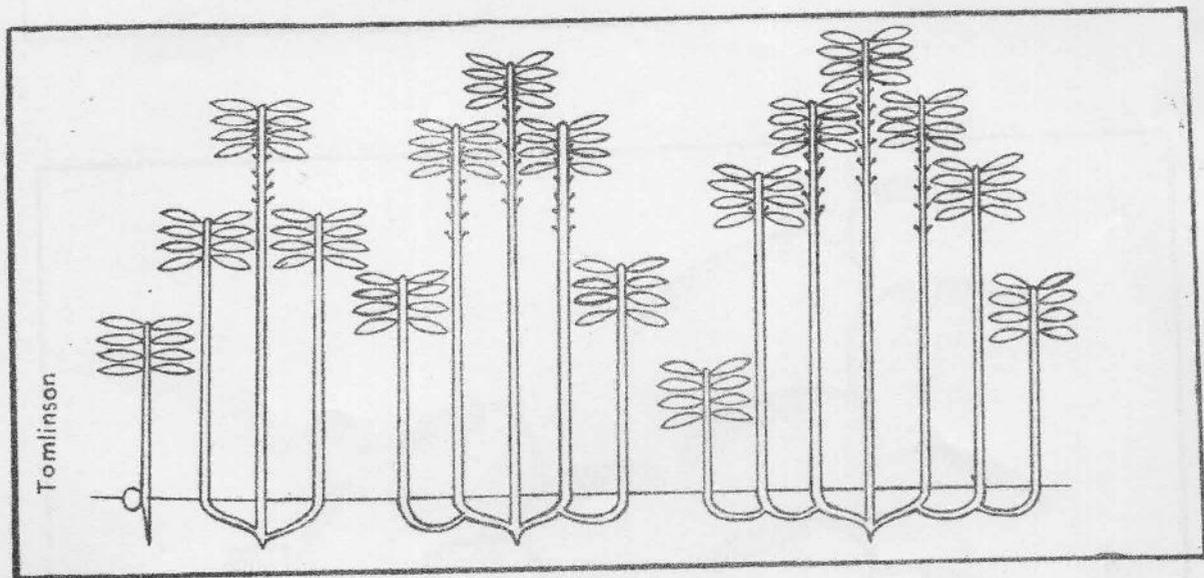
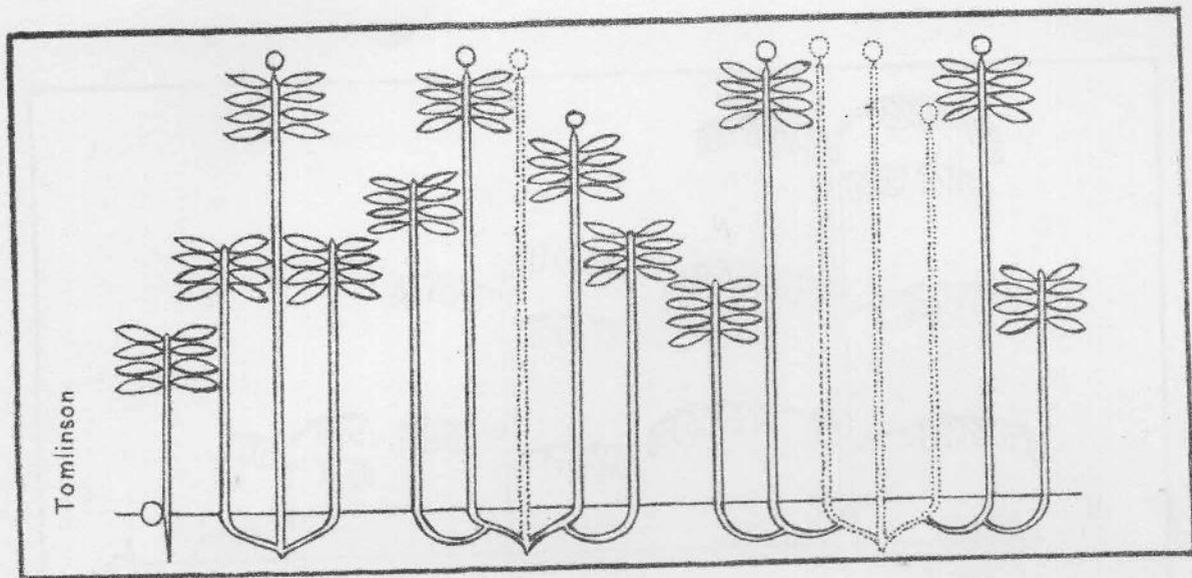


Fig 5 - Hallé, Oldeman & Tomlinson, 1978.

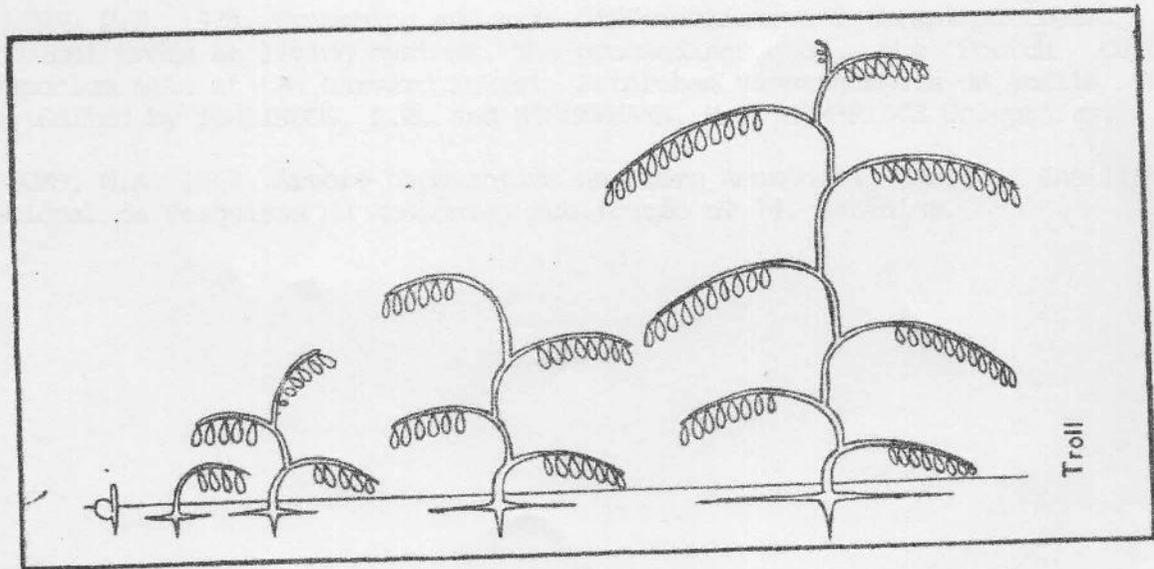
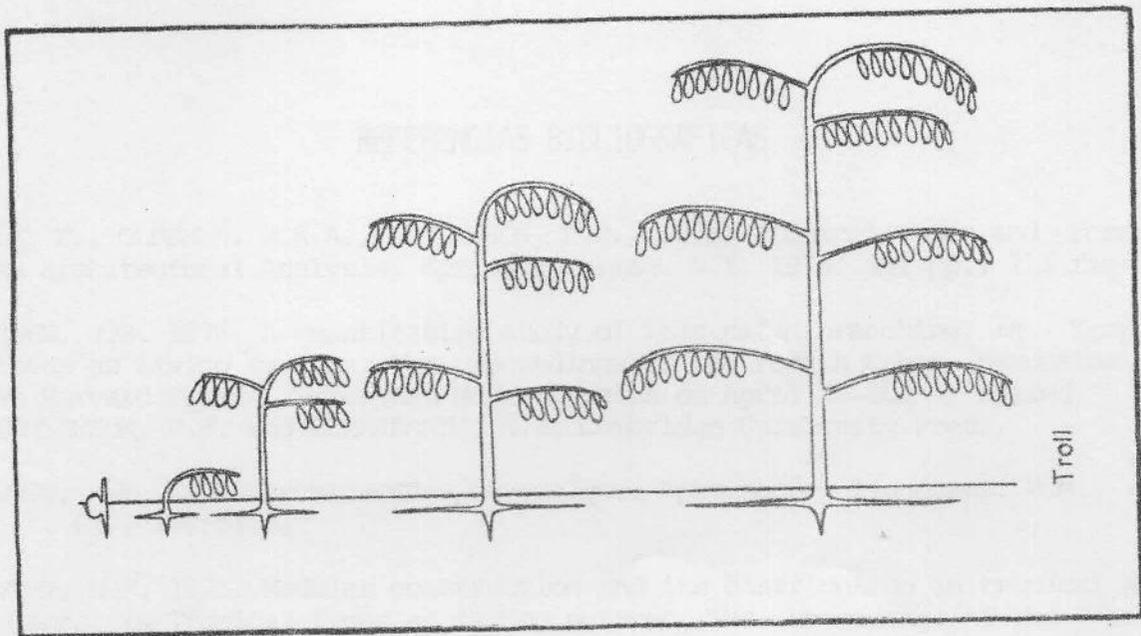


Fig 6 - Hallé, Oldeman & Tomlinson, 1978.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- HALLÉ, F., OLDEMAN, R.A.A., TOMLINSON, P.B., 1978, Tropical trees and Forests. An architectural Analysis. Springer Verlag. N.Y. 1978. 441 pp., 111 figs.
- FISCHER; J.B. 1976. A quantitative study of *Terminalia* branching. *in* Tropical trees as living systems. The proceedings of the Fourth Cabot Symposium held at Harvard Forest, Petersham Massachusetts on April 26-30. Edited by TOMLINSON, P.B. and ZIMMERMANN, M.H. Cambridge University Press.
- PRÉVOST, M-F. 1967. Architecture de quelques Apocynacées ligneuses. *Mém. Soc. Bot. Fr.*, 114:24-36.
- PRÉVOST, M-F. 1976. Modular construction and its distribution in tropical Woody plants. *in* Tropical trees as living systems. The proceedings of the Fourth Cabot Symposium held at Harvard Forest, Petersham Massashussets on April 26-30. Edited by TOMLINSON, P.B. and ZIMMERMANN, M.H.. Cambridge University.
- TOMLINSON, P.B. 1978. Branching and axis differentiation in tropical trees. *in* Tropical trees as living systems. The proceedings of the Fourth Cabot symposium held at the Harvard Forest, Petersham Massashussets on april 26-30. Edited by TOMLINSON, P.B. and ZIMMERMANN, M.H. CAMBRIDGE University.
- RODRIGUES, W.A. 1962. Árvore hapaxantica na Flora Amazônica. CNPQ, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, publicação nº 14. Botânica.