

**ESTUDOS SOBRE ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA II.
A CONSTITUIÇÃO DO ESTRÓBILLO (*)**

**STUDIES ON THE BRAZILIAN PINE II. THE STROBILUM OF
ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA**

RALPH J. G. HERTEL (**)

RECEBIDO EM 14/6/76

APROVADO EM 13/7/76

I. INTRODUÇÃO

A literatura concernente ao gênero *Araucaria* é pródiga em informações incorretas. Os motivos para esse fenômeno seguramente residem no fato de se aplicar irrefletidamente os conceitos e termos geralmente válidos para as Coniferae e, pelo menos em parte, para as Gymnospermae. Assim se procede por questão de simples comodidade. Admite-se implicitamente que *Araucaria* seja uma ginósperma do grupo das coníferas (17) e se nega tomar conhecimento de tantos fatos que demonstram não ser esta a verdade. Parcas as ocasiões em que são externadas vagas dúvidas a esse respeito (15), apesar de sérias ponderações de há muito publicadas (Seward & Ford, 1906 in 32) e que sem titubeios vão às últimas consequências taxinômicas. Assim mesmo aquele procedimento pode parecer lógico aos autores que jamais tiveram oportunidade de examinar material em estado propício, mas não é justificativa para tantos outros. Consequência é a notória discrepância entre o material biológico e os dados contidos na bibliografia do que resulta a absoluta impossibilidade de interpretar com acerto as estruturas realmente existentes. E não só para o leigo isto é válido.

Certamente o aspecto mais desconcertante incide na frutificação. Além do "eterno" problema sobre o que representa o estróbilo;

*) A primeira parte publicada no Boletim do Instituto de História Natural, S.A., n.º 4, Curitiba, s/d.

**) Doutor em Botânica pela Universidade Federal do Paraná; Professor Titular no Departamento de Botânica da UFP; em RETIDE.

se flor ou se inflorescência, o minguado conhecimento sobre a **Araucaria** conduz à afirmativas verdadeiramente espantosas. Assim há quem afirme não se poder distinguir "formas tão semelhantes como os estróbilos de **Abies** e de **Araucaria**" (18, pg 725). Na realidade nada existe que uma legitimamente o estróbilo de **Araucaria** ao de qualquer das *Gymnospermae*.

Nem por isto evita-se transferir termos e aplicar conceitos a ponto de impossibilitar conhecimento mais profundo da constituição real. Refere-se "escamas imbricadas, cada uma aderente a uma bráctea e trazendo um óvulo invertido e inserido no centro" (16, 19, 23). Afirma-se serem as sementes concrescidas ou adnatas à escama (1, 3, 16, 23). O mais superficial exame do material de **Araucaria angustifolia** (Bert.) O. Kt. de imediato revela nada disto ocorrer. Outro fato comum na literatura é a não distinção entre estróbilo e amento ou, melhor dito, o uso do termo estróbilo tanto para as estruturas femininas como para as masculinas (5, 13, 18, 21, 23, 24, 25).

Objetivo do presente trabalho é apresentar estudo pormenorizado dos constituintes normais do estróbilo de **Araucaria angustifolia**. Qual a natureza dos constituintes normais? Esta é realmente a pergunta fundamental, de vez que a opinião geral parece ser a de não existirem primariamente diferenças entre os mesmos. Decker (2, pg. 532) assim se expressa: "... Logo depois da polinização e consequente fecundação inicia-se um crescimento muito intenso que exerce, de todos os lados, uma forte pressão nos próprios carpelos o que tem como consequência uma intensa compressão dos carpelos frutíferos. Assim se cria o lugar necessário para os carpelos dotados de óvulos em pleno desenvolvimento." Expressões ainda mais explícitas são encontradas: "... No caso dos pinhões chôchos, possivelmente, haja fecundação dos óvulos, porém, a pressão dos demais componentes da pinha, ... , não permite que cada um se desenvolva entre as duas escamas" (17, pg 184). Ainda recentemente esta mesma ideia é esposada (29), quando as "falhas" são interpretadas como "óvulos não polinizados e que não se desenvolveram por falta de espaço". A noção transmitida por trechos como os transcritos, é a de se estabelecer com o desenvolvimento, apreciável pressão interna na pinha. Porém, tal não ocorre em nenhuma fase do desenvolvimento pois, se ocorresse, o fenômeno culminaria logicamente com o desenvolvimento total. Conseqüentemente a disseminação resultaria da pressão produzida e possuiria caráter explosivo. A realidade é bem outra: a "debulha" natural da pinha (disseminação) ou o "falhamento", é fenômeno passivo e tranqüilo, determinado pela perda de água e conduzido pela gravidade. Os

elementos da pinha simplesmente escorregam para fora, nunca sendo lançados violentamente.

A improcedência de semelhante opinião sobre o desenvolvimento é demonstrada primeiramente pela mecânica do crescimento e depois pela própria estrutura morfo-anatômica dos elementos da pinha. Importante também é o fato de poderem ocorrer em elevado número, pinhões chôchos num mesmo estróbilo. O número máximo destes, até aqui demonstrado estatisticamente, é de 146. Isto significa ser possível teoricamente encontrar-se pinha sem um só pinhão bom. Na prática constatou-se a ocorrência de pinhões chôchos na quantidade mínima de 15 e máxima de 146, jamais tendo sido observado qualquer reflexo morfológico do fato.

Em relação à fisiologia da reprodução faz-se igualmente simples transferência dos conceitos relativos às Ginospermas, sem qualquer preocupação em averiguar se há ou não coincidência de fenômenos (17,25).

II. MATERIAL E MÉTODOS

Foram usados estróbilos intactos, perfeitamente desenvolvidos e a debulharem ainda na mesma estação. Via de regra o material foi colhido durante os meses de abril e maio, mantendo-se as pinhas provenientes de uma mesma árvore em lotes separados.

Os métodos aplicados variaram de acordo com o objetivo específico da pesquisa. Dois foram os objetivos primordiais: reconhecer o sistema de construção do estróbilo e, segundo, identificar a natureza estrutural dos elementos constituintes. Quanto ao primeiro, o estudo das **parásticas** parecia promissor. Para tanto usou-se alfinetes que eram introduzidos nas superfícies losangulares das borraínas (9), de modo que cada parástica resultou marcada separadamente. A seguir, os alfinetes da parástica foram ligados por meio de fio, tendo-se tomado o cuidado de prendê-lo com laçada de nó em cada alfinete. Desta sorte os elementos participantes da parástica resultaram firmemente ligados quando a pinha veio a debulhar. Assim foram preparadas três pinhas e obtidas cerca de 58 parásticas. Submetidas a diversas análises, infelizmente revelaram-se incapazes de desvendarem sua natureza constitucional. Porém, a introdução dos alfinetes, simplesmente com os dedos, conduziu a um resultado novo e totalmente inesperado: revelou uma possibilidade de detectar na pinha fechada, os elementos férteis, conforme se relata na parte IV.

A arquitetura do estróbilo mostrou-se suscetível à compreensão através do estudo da filotaxia teleomática que, paralelamente, vi-

nha sendo interpretada. Assim também foram revelados os motivos que determinam o fracasso da tentativa mediante as parásticas: estas são secundárias, formadas por elementos cuja origem não é seqüente mas que, por processo de acomodação espacial acabam formando linhas que simulam ser parásticas. O assunto, contudo será exposto em trabalho próprio.

Com o fim de reconhecer a natureza estrutural e funcional dos elementos constituintes do estróbilo, tiveram aplicação diversos métodos. Observação de várias fases ontogenéticas dos elementos; observação de estróbilos em desenvolvimento; raderação e abiração dos elementos completamente desenvolvidos.

Desenhos feitos pelo autor a mão livre, mantendo as proporções corretas. Dimensões obtidas mediante paquímetro; pesos determinados em balança analítica Mikrowa; volumes mensurados mediante imersão em água. Superfícies pequenas (porção hipótoma dos nomófilos e inserção dos esporófilos) foram determinadas mediante desenhos à câmara clara, uso de óptica conveniente e molde de papel.

III. RESULTADOS

Os elementos constituintes da pinha, ou seja, do estróbilo da **Araucaria angustifolia**, pertencem à duas "linhagens": uma estéril e outra fértil. Esta divisão, porém, abre um problema especial que diz respeito à fertilidade de todos os elementos do estróbilo. Spegazzini (26), descrevendo **Araucarites mirabilis** diz claramente que que a diferença genérica principal entre o seu material fóssil e as araucárias viventes é o fato de serem férteis em sua maior parte os elementos da pinha fóssil, enquanto que nas viventes dá-se exatamente o contrário (aquele autor conhecia de visu a **Araucaria araucana**). Dos aproximadamente 500 elementos da pinha de **Araucarites** seguramente eram estéreis apenas 3 a 5 apicais e número não indicado dos basais. Não faz alusão a elementos estéreis no corpo da pinha.

Em **A. angustifolia** existem, para cada elemento fértil, em média 7 elementos estéreis. É de se admitir que as formas arcaicas possuissem estróbilo quase totalmente fértil, segundo o esquema comportamental analisado em outra oportunidade (10). Desde aquelas formas fósseis até as viventes foi sendo gradualmente reduzida a fertilidade, aumentando sincronicamente o volume do estróbilo e o número de elementos componentes (máximo observado: 1.260). Este fato torna compreensíveis as semelhanças morfo-estruturais entre pinhões e falhas, caracterizando estas últimas como elementos es-

téreis por aborto. Fica por esclarecer o mecanismo de inibição o qual entre outras conseqüências, parece evitar a ocorrência de férteis em grupos próximos.

No gênero **Araucaria** a alternância cíclica na produção de folhas vegetativas (trofófilos) e das férteis (esporófilos), não apenas confina a formação destes a galhetos terminais, mas determina acentuado estaucamento do eixo portador, do que resultou enorme incremento numérico das folhas envolvidas no processo. Note-se, porém, que estes processos filogenéticos são acompanhados por outro processo evolutivo que evita a corticação típica para a foliação vegetativa. Estes são os fatos que orientam todo e qualquer trabalho interpretativo dos elementos estrobilares típicos, os quais conseqüentemente revelam-se folhas hipobaras.

Para uma necessária sistematização do desenvolvimento foliar proponho, a título experimental, usar as seguintes denominações conceituais, abrangendo os casos possíveis.

Ambi-bara é a folha com ambas as porções (hipótoma e epítoma) plenamente desenvolvidas com expressão morfológica individualizada. Trata-se, portanto, de folhas pecioladas ou não, mas providas de estípulas, bainha ou ócrea. Como exemplo cito a folha de **Zea mays**.

Epi-bara é a folha constituída pela porção epítoma podendo ser sésil ou apiciolada, porém, não apresentando estípulas nem bainha ou ócrea. A folha vegetativa da **Araucaria** é deste tipo.

Hipo-bara é a folha constituída pela porção hipótoma, possuindo ou não estrutura representativa da porção epítoma não desenvolvida. A "bráctea" de **Bambusa**, de **Zantedeschia** e a folha fértil de **Araucaria** (fig. 6) fornecem exemplos claros.

A-bara é a folha destituída das porções que motivam a presente classificação. O exemplo que no momento se apresenta mais claramente é o fornecido pelos embriófilos (cotilédons) da **Araucaria** e grande número de fanerógamas.

Por conseguinte o estróbilo da **Araucária** é constituído exclusivamente por folhas hipobaras, férteis em pequena proporção, estéreis em sua grande maioria. Evidente que se distinga entre as férteis, as nas quais a fecundação foi bem sucedida, constituindo pinhões bons, viáveis, das que tiveram frustrada a fecundação (pinhões chôchos, que jamais são viáveis a despeito de afirmativa em contrário, 29).

A base do estróbilo revela aspectos da transformação gradua-
cional dos nomófilos (epíbaros) em esporófilos (hipobaros), fenome-
no no qual estão envolvidos elementos cujo número total é relati-
vamente elevado. Obviamente é nesta zona de transição na qual se
processa a retirada da porção foliar hipótoma do fenómeno da cor-
ticação do caule vegetativo, quando este se adapta às funções an-
tomáticas. Concomitantemente se faz sentir o inevitável estaucamento
e os elementos aqui formados em grande número, mas sobre exten-
são caulinar reduzida, revelam-se de difícil contagem. Acresce ainda
o fato destes elementos jamais serem abrangidos pelo fenómeno da
debulha: permanecem firmemente ligados ao eixo de origem (fig.
5). Dos esforços envidados pelo autor resulta como certo que o total
destes elementos transicionais entre as funções vegetativas (trofó-
filos) e as reprodutivas (esporófilos) pode ser superior a 168.

Pelo exposto evidencia-se o tipo hipobaro da quase totalidade
dos elementos constituintes da pinha, enquanto que cerca de 14%
do valor numérico daqueles elementos é acrescentado para efetuar
a transição graduaclonal das folhas epíbaras para as hipobaras. É
claro que entre estas encontram-se formas, as mais diversas, refle-
tindo as sucessivas fases daquela passagem; não há necessidade
para distinguí-las pormenorizadamente.

As folhas hipobaras, entretanto, exigem toda a atenção, pois
entre elas ocorrem tipos diversos devidos aos aspectos funcionais da
geração (as efetivamente férteis, as que tiveram a fecundação frus-
trada e as que sofreram abortamento da função generativa) ou ao
significado morfológico de uma folha terminal, testemunhando o
crescimento limitado e definido do estróbilo. Portanto devemos dis-
tinguir no que segue os seguintes elementos: 1. o fértil consumado
(pinhão); 2. o fértil frustrado (pinhão chôcho); 3. o estéril por abor-
to (falha); 4. a folha terminal (até aqui todos genuinamente hipo-
baros); 5. as folhas da base do estróbilo, transicionais entre epi e
hipobaras. Finalmente, o elemento morfológico sobre o qual todos
aqueles se inserem: 6. o antaxônio ou eixo.

A participação percentual dos diversos elementos constituintes
varia entre certos limites. Foram examinadas 21 pinhas, provenientes
de três árvores. A totalização das contagens forneceu o seguinte qua-
dro (computados apenas os elementos que se desprendem natural-
mente):

1.567 pinhões bons, dos quais 114 estavam parasitados pela *Laspeyresia araucariae*. Média de 74 (mínimo 10 e máximo 140).

1.272 pinhões chôchos, dos quais apenas 4 apresentaram endosperma incipiente. Média de 60 (mínimo 15 e máximo 146).

17.091 falhas. Média de 814 (mínimo 588 e máximo 1.068).

19.930 elementos, no total das 21 pinhas examinadas.

É de lamentar que, devido ao planejamento próprio à pesquisa recentemente publicada (29), seu copioso material (mais de 400 pinhas) não sirva para melhor iluminar a participação dos elementos.

III.1. O protocarpo (elemento fértil consumado ou pinhão).

A descrição morfológica deste elemento foi objeto do primeiro trabalho desta série (9) e, afora os conceitos alinhavados em outro trabalho (10), nada se faz necessário acrescentar em relação à morfologia. Útil será uma complementação estrutural focalizando especificamente a nervação.

Cada esporófilo (fig. 1 a, b, c) é inervado a partir de um dos feixes vasculares axiais (fa) que percorrem o antaxônio estrobilar. O feixe foliar ou primário (fpr), derivado do axial, sofre uma ou duas dicotomizações no seu percurso inicial dentro do esporófilo, para o que gasta reduzidíssima extensão. Deste modo se explica o fato de, ao se desprender a folha do antaxônio, neste poderem ser expostos 1, 2 ou mais ramos do feixe (fig. 9). Estes são os que percorrem a região axial do protocarpo e ao longo do seu percurso sofrem número levemente variável de novas dicotomizações (em geral 5 ou 6 no conjunto de todas as nervuras). Deste modo originam-se ao longo do percurso fascicular na metade abaxial do protocarpo, entre 7 e 13 feixes independentes e isentos de anastomoses visíveis macroscopicamente (fig. 1 a). O local de terminação destes feixes é distinto. Um feixe mediano (fm) penetra na projeção apendicular (porção epítoma do esporófilo) percorrendo-a em boa extensão e aí se extinguindo; 6 ou 7 constituem os feixes parietais (fpa), correndo paralelamente ao mediano, indo terminar na região subsuperficial da borraina. Mais notável e importante é o comportamento dos feixes laterais extremos. Logo após terem sido individualizados por dicotomia, alojam-se no degrau que marca a sutura entre as faces dorsal e ventral do protocarpo, constituindo os feixes comissurais

(fc) que contornam lateralmente a cápsula fibrosa (cfb, fig. 6) até a região abaxial. Nesta região ambos correm dentro de sulco próprio, um em direção ao outro em geral sem se encontrarem. Aproximadamente na porção mediana a cápsula apresenta superfície contínua,

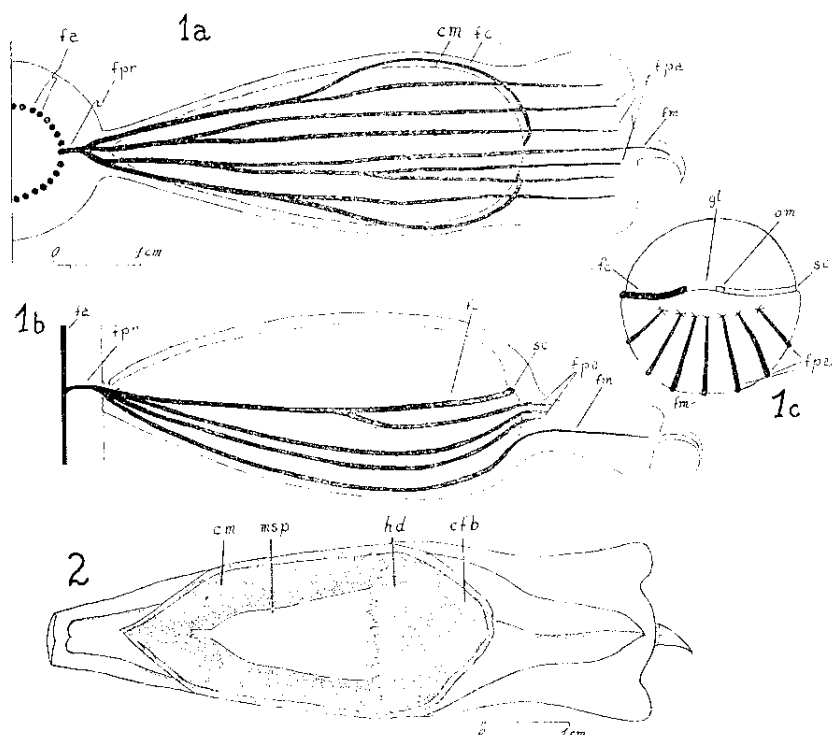


FIG. 1. Esporófilo fértil mostrando o comportamento dos feixes vasculares, expostos por raderação. 1a. em vista ventral (da base estrobilar); 1b. em vista lateral; 1c. fundo da cápsula fibrosa (cfb na fig. 6), em vista abaxial.

Signifscado das letras: fa — feixes axiais, desenvolvendo-se longitudinalmente no antaxônio; fpa — feixes parietais e fm — feixe mediano, originados por dicotomização; fc — feixes comissurais (os mais externos dos parietais) dirigindo-se ao fundo da cápsula fibrosa; cm — indicação da cavidade macrosporangial; sc — sulco comissural ou sutura entre as duas porções "bracteis"; om — orifício ou foramen macrosporangial; gl — gínglimo.

FIG. 2. Esporófilo fértil frustrado (pinhão chôcho), aberto por corte longitudinal, mostrando: cfb — cápsula fibrosa; hd — histônio difusor; msp — macrosporangio e cm — cavidade macrosporangial.

sem sulco, constituindo o gínglimo (gl) com 1 até 5 milímetros de comprimento e em cujas extremidades se encontram um ou mais orifícios (om) através dos quais os feixes comissurais (fc) penetram na cavidade macrosporangial (cm, fig. 1 a), dentro da qual se perdem no histônio difusor (hd, fig. 2). A porção dorsal do protocarpo (fig. 1 b) é totalmente desprovida de feixes demonstráveis por raderação.

A cápsula exposta por raderação (remoção mecânica, parcial e diferencial dos tecidos), permite sejam realizadas mensurações que contudo, em vista da curvatura irregular, encerram algo de subjetivo. No entanto, a fig. 1 c o mostra claramente, a participação das duas porções, superior e inferior em relação ao sulco comissural e ao gínglimo, evidencia valores diferentes: é maior para a inferior, num valor médio entre 7 e 8%. As cifras obtidas para a superior variam entre o mínimo de 21 mm e o máximo de 27 mm, enquanto que na inferior estão compreendidas entre o mínimo de 25 mm e o máximo de 32 mm. A média da participação percentual é de 45,4% para a superior e 53,7% para a inferior. A participação predominante da inferior, aliada ao percurso dos feixes vasculares, permite afirmar que o esporângio é originado por esta porção do esporófilo.

III.2. O pinhão chôcho, protocarpo frustrado (fig. 2).

É elemento da maior importância nos trabalhos interpretativos. O fato de ser chôcho ou oco se deve à falta de fecundação, tanto quanto ao não desenvolvimento do endosperma. Recém colhido da pinha deixa-se abrir facilmente, cortando-o no sentido longitudinal. Evidente que mostre constituição semelhante a do pinhão fértil, exceção feita da "amêndoa". Veja-se a figura 2, comparando também com a fig. 1 do trabalho (9). Internamente ressalta a grande cavidade (cm), dentro da qual se encontra teso, porém oco, o macrosporângio (msp) em cujo interior deveria ter-se desenvolvida a amêndoa endospermica. O macrosporângio assenta sobre um histônio difusor (hd), de textura frouxa e que facilmente colabe e se aglutina quando em estado fresco. Em direção abaxial o histônio difusor assenta sobre a porção estrutural mais resistente do pinhão: a cápsula fibrosa (cfb), através da qual penetram os feixes condutores.

É oportuno analisar, face a estrutura do pinhão chôcho facilmente acessível ao exame, indicações referentes ao "óvulo" da **Araucaria angustifolia** contidas na literatura. Há quem afirme poder a pinha ou estróbilo conter até 1.200 óculos rudimentares (25, pg 168). Para que tal afirmativa fosse correta, face aos números aqui apresentados e aos existentes na literatura (cf. 29, tabelas e gráficos de números 7 e 8), seria necessário que todos os elementos constituin-

tes fossem férteis. Isto absolutamente jamais ocorre, pois a média da relação fértil: estéril é de 1:7.

Diversas vezes deparamos com a descrição do "óvulo concrecido" com a escama (3;23), ou com a afirmativa que o mesmo tenha origem na base (17;23) ou na axila (13) do esporófilo. Também estas informações não procedem. Mais embaraçosa contudo é a asserção muito frequente de o óvulo, em *Araucaria*, ser invertido ou anátropo (3;7;16;17;19;23;24;31). Mesmo abstraindo o fato de não existir "óvulo" ou rudimento seminal segundo os conceitos tradicionais, no gênero em foco, convém deixar claro sob que condições um rudimento seminal há de ser classificado como anátropo ou invertido. São três essas condições irredutíveis:

- 1.^a Deve existir um funículo morfológicamente caracterizado.
- 2.^a O funículo deve apresentar, na região próxima à calaza, curvatura suficientemente acentuada para rotar de 180° todo o corpo do rudimento seminal.
- 3.^a Deve existir concrescência do funículo com a porção lateral do rudimento seminal, concrescência que constitui a *rafe*, característico fundamental da anatropia.

A estrutura araucariana, que os autores insistem em denominar "óvulo", tomada exclusivamente sob o ponto de vista funcional, não possui funículo e se implanta em ampla base, desenvolvendo-se de maneira absolutamente reta (fig. 2). O simples fato de ser orientada radialmente com sentido ao eixo de origem do esporófilo, tendo a sua base voltada para a periferia do estróbilo, de modo algum justifica ser tomada como formação anátropa. Igualmente não ocorre concrescência lateral ou longitudinal, muito embora autores o afirmem. Nem feixe vascular recebe. Não há como evitar reconhecê-la estrutura perfeitamente átrota ou ortótropa.

III 3 A "falha" ou o estéril por aborto (fig. 3 a,b).

Está claro que devido a natureza funcional destes elementos, nitidamente caracterizada como sendo de "preenchedores" ou compactantes da estrutura estrobilar, a forma destes elementos é extremamente variável. Existem, entretanto, certos traços comuns a todos eles. Inicialmente sublinhe-se o fato de todos os elementos estéreis por aborto possuírem borraina que aparentemente em nada se distingue da dos elementos férteis. Segundo: nenhum destes elementos possui, no seu corpo laminar, espessura apreciável (máxima de 2.4 mm, mínima de 0.5 mm; média de 50 falhas: 0.8 mm). Terceiro: a grande maioria das falhas é laminarmente cuneiforme, mostran-

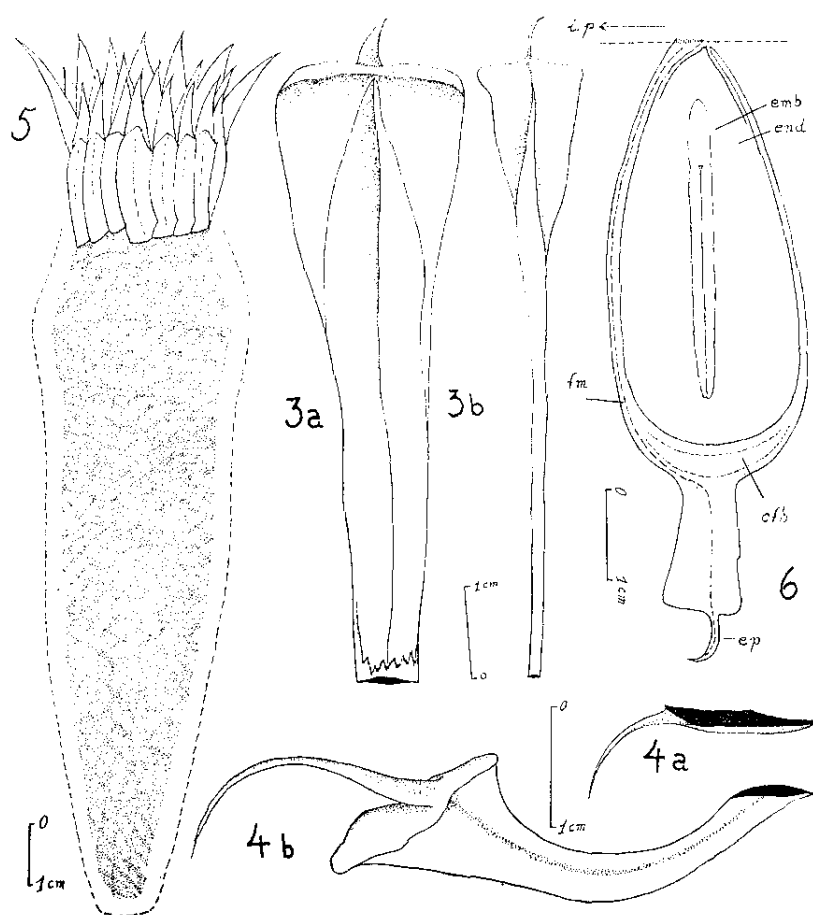


FIG. 3. Esporófilo estéril por aborto das estruturas sexuais ("falha"). 3.a em vista dorsal (do ápice estrobilar); 3.b em vista lateral.

FIG. 4. Folhas de transição entre as situações teleomática e automática. 4.a estágio epibaro e 4.b estágio hipobaro (área de inserção em preto).

FIG. 5. Antaxônio (eixo do estróbilo) mostrando, na base (para cima) as folhas transicionais persistentes, e os losângulos de inserção. A linha pontilhada traduz a contração que motiva a debulha.

FIG. 6. Corte longitudinal do esporófilo fértil fecundado (pinhão bom). im — sentido para a inserção da pinha; fm — percurso do feixe mediano; cfb — cápsula fibrosa; ep — porção epitona (todo o restante é a hipótona); end — endosperma ou amêndoa e emb — embrião.

do a maior largura da lâmina no terço ou quarto abaxial. Quarto: percentagem significativa das falhas não é plana, mas apresenta desvios, em parte acentuadíssimos (cerca de 38,8%).

O conjunto desses fatores permite concluir tratar-se de elementos secundariamente adaptados à função de entremear os elementos férteis, evitando a formação de ocos.

A evolução ontogenética do estróbilo de **Araucaria** constitui assunto fascinante, justamente devido ao elevado número de elementos participantes, inseridos num eixo de crescimento definido e limitado. O corpo resultante se aproxima muito da forma esférica. A forma globosa da frutescência não é muito frequente e, entre as Coniferae (**Cunninghamia**, **Cryptomeria**, **Cupressus**) é alcançada com pequeno número de elementos. Mais comum, quase normal é o cone, para o qual não é difícil demonstrar-se que o "tamanho" (comprimento) é função do número de peças constituintes. Em **Araucaria** reconhecemos o diâmetro como função do número de peças, fato do qual resultam condições especiais influentes na mecânica do desenvolvimento do estróbilo.

III. 4. A folha terminal.

Características próprias deste elemento demonstram tratar-se de folha que termina a seqüência formacional do estróbilo. Isto equivale a dizer que, contrariamente aos cones típicos, o estróbilo da **Araucaria** tende a um crescimento definido e limitado.

O comportamento morfológico deste elemento apical é variável e até o momento de compreensão algo difícil. A dificuldade decorre principalmente do pequeno número examinado. Nem sempre existe. Ocorre com formas que cobrem ampla gama: desde a de simples fio até a que possui borraina, cuja conformação pode ser triangular ou nitidamente quadrangular. Nenhum ainda foi observado com a forma losangular, típica para os outros elementos.

A presença desta folha terminal reveste-se de grande importância. Mesmo sem se poder afirmar que sempre exista ou em que condições deixa de se apresentar, traduz a tendência para o crescimento definido do estróbilo, que assim se aproxima da forma esférica. De amplo levantamento publicado (29) resultam valores diferentes para os diâmetros basapical e transversal, com predominância relativa da-quele. Das mensurações em 414 pinhas resultaram: o mínimo de 11,46 cm para ambos os diâmetros; os máximos de 21 cm para o basapical e de 19,42 cm para o transversal. Os valores médios são: 16,24 cm para o basapical e 15,46 em para o transversal. Percebe-

se discretamente a probabilidade da diferença entre os diâmetros tender para zero.

Quase que naturalmente surge a pergunta a respeito da forma primitiva que tenha originado a quase esfera da **Araucaria**. É assunto a ser discutido conjuntamente com os problemas da construção do estróbilo (11). Convém adiantar que em nenhuma hipótese a forma primitiva teria sido semelhante ao cone das coníferas, nem seria a mesma para os dois tipos de estróbilo. Os fatos que autorizam tal afirmativa derivam, entre outros aspectos, do caráter morfo-fisiológico das folhas, do número destes e da perda evidente de fertilidade sofrida pela maioria destes elementos.

III.5. A folha transicional (fig. 4 a,b)

No estróbilo da **Araucaria** existem numerosas folhas implicadas no processo transicional que efetua a passagem das folhas epíparas (teleomáticas) para as hipóparas (antomáticas). A quantidade destas folhas oscila levemente de um para outro estróbilo em torno de oito por parástica. Grosso modo pode-se encontrar um total entre 147 e 189 destas folhas transicionais por estróbilo. (Convém lembrar que, em **Pinus** os estróbilos grandes podem conter pouco além de 273 folhas, das quais umas 52 basais podem ser inférteis, com o que se acentua a enorme desproporção entre os dois tipos de estróbilos.)

A expressão morfológica destas folhas traduz a progressão do processo de transição. As folhas mais simples evidentemente são as menos abrangidas pelo processo e se assemelham proporcionalmente às folhas teleomáticas (fig. 4 a). Larga e longa superfície de inserção (representada em preto) marca a extensão da porção hipótone. Contudo, a folha com toda esta porção é removida sem dificuldades, o que demonstra já ter sido abrangida pelo fenómeno transicional tanto quanto a porção epítone que ela suporta. Na fig. 4 b está representada outra forma, mais freqüente, ainda caracterizada por ampla inserção, porém com a porção hipótone quase totalmente liberada. O corpo desta porção é maciço com leve crista em ambos os lados, prenunciando a forma laminar. Já existe nítida borraina a qual, entretanto, ainda não mostra superfície em losango. Tanto entre ambas as formas descritas, quanto entre as folhas da forma b e as "normais" do estróbilo, existem formas intermediárias fornecendo perfeita noção de como se processa o fenómeno transicional.

III.6. O antaxônio ou eixo de origem (fig. 5).

Elemento de natureza caulinar, é portador de modificações adaptativas muito notáveis. De início devem ser ressaltadas duas propriedades, talvez as mais importantes em comparação com o caule

teleomático. É a tal ponto encurtado que percorre apenas dois terços ou quatro quintos da altura do estróbilo; é também notavelmente engrossado de modo a representar cerca de 23% do diâmetro transversal da pinha. Este exatamente é o conceito emitido para o fenômeno que propusemos denominar **estaucamento** (8). Em relação ao estróbilo o estaucamento é de suma importância, como se demonstra a seguir.

No caule teleomático (isto é vegetativo) cada 10 cm de extensão suportam, em média, de 70 a 80 folhas. Cada folha se distancia da outra por sua porção hipótoma com que reveste o caule, participando da corticação. O antaxônio, ou seja o caule na esfera antomática, suporta em média 1.000 folhas na mesma extensão de 10 cm, o que representa um aumento para além de 1.300% na capacidade de inserção foliar. Evidente que ampliação desta ordem não decorre apenas do estaucamento, mas é sustentada eficientemente por outro fenômeno, aqui denominado "decorticação".

O nomófilo implanta-se no caule teleomático mediante toda a sua porção hipótoma, enquanto que na implantação dos esporófilos no caule antomático a porção hipótoma é reduzida a menos da metade. Os valores médios da superfície correspondente à região hipótoma revelam 16.5 mm quadrados para a folha teleomática e apenas 8 mm quadrados para a folha antomática, fértil ou estéril; a redução, portanto, é levada ao nível dos 48.5% da folha vegetativa.

Outro aspecto de importância é o da esponjosidade decorrente da estrutura anatômica, perfeitamente constatável ao tacto mas exclusivamente em estado fresco, recém colhido. Nestas condições constata-se igualmente estrutura relativamente laxa e elevado grau de umidade. Estes são os fatores que determinam o mecanismo da "debulha". Maduros os pinhões ou destacada a pinha da árvore, inicia-se a perda da água, sincronicamente acompanhada de contração radial do antaxônio. A contração pode atingir valores numéricos de mais de 6 mm, correspondendo a cerca de 17% do diâmetro do eixo ou a 4.8% do diâmetro transversal da pinha (na fig. 5 a contração é indicada pelo contorno pontilhado). Em qualquer caso o valor da contração é suficiente para desgarrar os elementos do eixo central, assim possibilitando a sua queda. É possível que a variedade **indehiscens** da *Araucaria angustifolia*, descrita por Mattos (apud 17;22) careça deste mecanismo pelo qual não debulha. Porém também é possível que a disseminação seja impedida por aderência entre os elementos ou entre estes e o antaxônio. É assunto que aguarda estudo mais profundo.

IV. A detecção dos elementos férteis no estróbilo intacto.

Este assunto poderá vir assumir importância em futuros estudos embriológicos, admitindo-se como ideal uma situação que permita retirar do estróbilo em observação, os elementos férteis na medida em que a pesquisa o exigir. No atual estado de coisas, cada observação exige o sacrifício de uma pinha. Caso se revele possível a retirada gradativa dos elementos férteis sem reação inconveniente da pinha, os trabalhos seriam realizados com maior economia de material biológico.

Até o momento são conhecidos três meios que permitem localizar, na pinha fechada, todos os elementos potencialmente férteis. No primeiro deles é a própria pinha que acusa, mediante mudança de cor a localização dos pinhões. O fenômeno é conhecido do povo que o denomina "pintar da pinha". Relacionado com a fisiologia da maturação, consiste na passagem da cor verde para a castanha, processada na borraína dos elementos férteis antes que na das falhas. Assim aparecem losangos escuros sobre o fundo verde, prenunciando a debulha iminente. Marcados à medida em que iam "pintando", revelaram-se cerca de 96% dos elementos férteis, não se distinguindo entre bons e chôchos.

Um segundo meio é oferecido pela anatomia dos elementos férteis. Toda a porção abaxial da folha fértil e das falhas é de consistência mais ou menos esponjosa e pode facilmente ser esmagada entre os dedos. Por este motivo deixa-se atravessar sem dificuldade por alfinete conduzido pelos dedos. Porém, as estruturas férteis propriamente ditas estão contidas em espécie de cápsula fibrosa (o uso do termo cápsula aqui é anatômico, significando envoltório) esclerosada e bastante resistente (fig. 2 e 6, cfb). Oferece notável resistência ao alfinete, diferente em suas diversas regiões. As diferenças resistenciais se tornam patentes através procedimento trivial no uso bromatológico do protocarpo: o cozimento do pinhão. Suficientemente cozida, a amêndoa frequentemente assume a forma representada na fig. 7. Nítida é a expansão de toda a porção cônica e nítida também a contenção da porção abaxial, demonstrando indiretamente a presença e ação da cápsula.

A resistência oferecida ao alfinete introduzido pelo centro da borraína permite caracterizar o elemento fértil. Numa das pinhas assim "resolvida", deixando permanecer o alfinete ao encontrar resistência, foram detectados 221 elementos tidos como férteis. Após a debulha constatou-se a marcação de 138 pinhões bons, 43 chôchos e 40 falhas (através das quais o alfinete havia atingido uma cápsula).

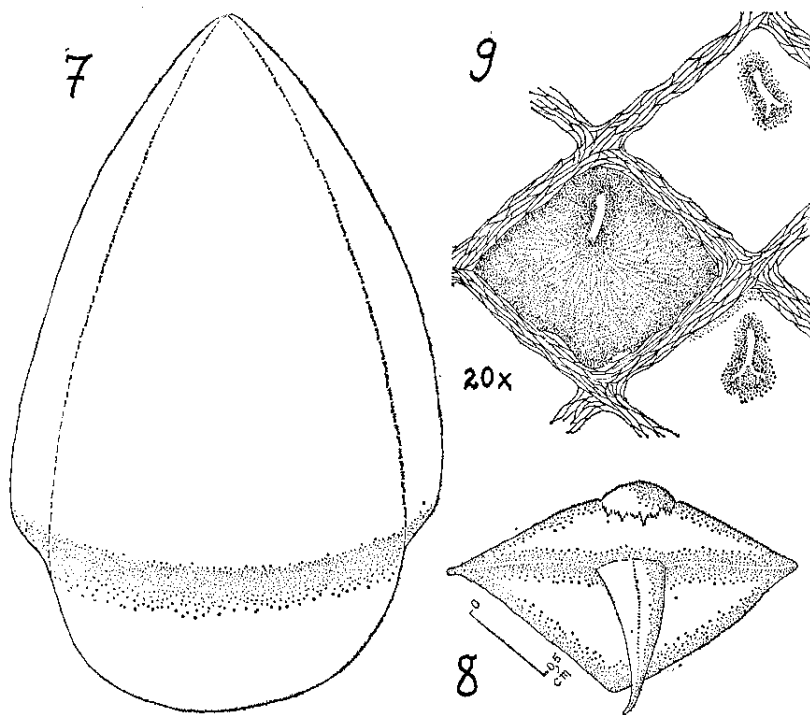


FIG. 7. Amêndoa endospermica de pinhão muito bem cozido revelando a forma que adota por entumescimento do amilo, ao qual se opõe a cápsula fibrosa. A linha pontilhada corresponde à amêndoa crua.

FIG. 8. Estrutura superficial da borraína, mostrando a projeção laminar em forma de capuz frangeado, que sempre indica esporófilo fértil, fecundado ou não.

FIG. 9. Detalhe dos losângulos de inserção dos esporófilos no antaxônio (veja fig. 6), com os feixes vasculares remanescentes.

O total dos férteis nesta pinha foi de 193, dos quais foram marcados 181 (93.8%) e apenas 12 (6.2%) se subtraíram à detecção.

A terceira possibilidade de detecção, puramente visual, deriva de uma particularidade morfológica. Infelizmente este fenômeno não permitiu por hora reconhecer nenhuma regularidade fixa. Quando se apresenta não o faz em todos os férteis do estróbilo, nem em todos os estróbilos de um mesmo pinheiro e não ocorre em todos os pinheiros. Trata-se do comportamento da projeção laminar da assim chamada "escama fértil" (veja em 9). Nos casos normais tal projeção mantém-se aquém da superfície da borraína, de modo a não ser visível na superfície. No caso excepcional que interessa, surge na superfície da borraína, constituindo espécie de pequeno capuz frangeado, localizado no ângulo superior do losango da borraína (fig. 8). Até o momento observou-se este fenômeno exclusivamente em elementos férteis.

Uma quarta possibilidade parece surgir de um aspecto estatístico, evidenciado pelos estudos em andamento visando a mecânica de crescimento do estróbilo. A análise geométrica da área superficial da pinha, ao nível contínuo revelou áreas diferentes nas borraínas das falhas e dos elementos férteis. Os valores médios apurados são os seguintes: para as falhas 102 mm quadrados (mínimo de 72 mm² e máximo de 126 mm²) e para os férteis 72.7 mm quadrados (mínimo de 47 mm² e máximo de 196 mm²).

V. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Em relação ao gênero *Araucaria* a literatura botânica, nacional e estrangeira, é pródiga em afirmações e informações incorretas e mesmo falsas. Explicação para este fenômeno pode ser encontrada principalmente nas premissas duvidosas acerca da "naturalidade" dos taxones Gymnospermae e Coniferae, bem como na da pertinência do gênero às últimas. Aquelas premissas autorizam os autores a fazerem transferências de conceitos e levam-nos a se pouparem o exame do material. Assim se torna compreensível a situação reinante, caracterizada por discrepâncias importantes entre o que consta na bibliografia e a realidade material expressa pela planta. Se a causa pode ser compreendida, jamais poderá justificar a situação.

As discrepâncias aludidas abrangem ampla gama de assuntos, desde a simples constituição morfológica, através da interpretação das estruturas até problemas filogenéticos. Aliás, por diversas vezes já se alertou para a necessidade do exame mais consciencioso do nosso material, inclusive nos trabalhos de taxinomia pura.

No que toca a **Araucaria**, o problema principal é o de se reconhecer se é ou não conífera e, com isto, definir a sua situação dentro do sistema. Esta a pergunta vital do problema: sua configuração estrutural corresponde à normalidade característica para as Coniferae ou imprime-lhe individualidade taxônica própria, **fundamentalmente diversa** daquele grupo tradicional?

Os fatos expostos no presente trabalho permitem discutir pelo menos dois pontos de importância: 1.º a natureza bracteal dos elementos estrobilares e 2.º a natureza "ovular" das estruturas sexuais femininas. Porém, para discutí-los proveitosamente convém acertar ponto de vista que permita aproveitamento razoável dos fatos observados.

As coníferas indiscutivelmente autênticas são próprias, em sua grande maioria, do hemisfério Norte. Participam, em proporção variável, das floras cujo estudo vem sendo esmiuçado sob os mais diversos ângulos há pelo menos século e meio. Não existem motivos para duvidar das interpretações dadas às estruturas anátomo-morfológicas daquelas floras. Este evidentemente, não é o caso de flora brasileira que, a mais rica do Mundo atual, é insuficientemente conhecida e cuja interpretação praticamente aguarda ser iniciada. Nos casos que isto permitirem, devemos confiar totalmente nos autores boreais, sempre quando se reportem às formas vegetais dos seus países. Com a mesma naturalidade entretanto somos, em princípio obrigados a desconfiar tão logo estes mesmos autores professem sobre elementos da nossa flora. Salvo raríssimas exceções, chegam a "conhecer" certos elementos dela sob condições profundamente inapropriadas: mumificados ou cultivados nas casas de vegetação, que jamais conseguem imitar os ambientes naturais. Ao revés, botânicos brasileiros, obrigatoriamente haveremos de corresponder de maneira absoluta àquela responsabilidade inerente aos autores do outro hemisfério. Com isto, é claro, não se admite aprioristicamente a possibilidade interpretativa da nossa flora pela aplicação acrítica dos moldes válidos nos países daqueles autores. Conseqüentemente havemos de contar com freqüentes e profundas divergências o que entretanto, a ninguém deve estranhar posto que a situação resulta da própria diversidade florística. As limitações inevitáveis são dadas apenas pela perspicácia de que somos capazes no trato desses problemas.

V.1. A natureza bracteal dos elementos estrobilares.

O significado filogenético das folhas que coinstituem os cones vem sendo discutido largamente e há muito tempo na literatura. As

argumentações partem principalmente do sistema de esgalhamento das Coníferas, prevendo a formação de microclados inseridos sobre macroclados. Um gênero paradigmático dentro de tal sistema é o **Pinus**. As deduções mais convincentes mostram ser a sua folha estrobilar de natureza dupla, comportando uma porção inferior, a escama bracteal ou escama mãe, tectriz ou suporte; outra superior denominada escama fértil, por suportar o ou os óvulos. Enquanto se reconhece na escama suporte autêntica **bráctea** (isto é, uma folha em cuja axila nasce uma gema), a escama fértil representa aquela gema involuída. Trabalhos de Brown, Schleiden, Braun, Baillon, Van Tieghem, Mohl, Celakovsky e Stenzel (todos **apud** 21) demonstraram estes fatos. A prova mais convincente da independência das duas porções é a inervação independente de ambas. Esta de fato ocorre, tendo sido demonstrada por Van Tieghem e por Hagerup(**apud** 4) sendo que este último mostrou existirem espécies de **Arthrotaxis** cujas folhas estrobilares recebem dois feixes vasculares em disposição serial, enquanto que em outras a evolução já suprimiu o feixe superior. Esta a situação encontrada na maioria das coníferas viventes, observando-se ainda ampla liberdade das duas escamas, permitindo que uma ou outra domine morfológicamente.

Em **Araucaria angustifolia** cada folha estrobilar, fértil ou estéril, é inervada por um só feixe vascular axial, o qual sofre dicotomização colateral dentro da própria folha. Nenhuma estrutura existente permite ser interpretada como escama ovulífera ou suporte. Cabe apenas o conceito de esporófilo fértil ou estéril, isento de toda e qualquer formação bracteal e constituído pela porção foliar hipótoma a qual, nas folhas vegetativas, é envolvida na corticação. Qualquer interpretação nos moldes válidos para as coníferas (17) absolutamente não procede e deve ser evitada. Os fatos observados e descritos neste trabalho são de natureza convincente.

V.2. A natureza ovular das estruturas sexuais femininas.

Em torno deste aspecto os autores praticamente estão concordes: nas Coniferae existe óvulo ou seja, rudimento seminal autêntico. Pode-se talvez perceber algumas dúvidas em relação aos integumentos. Originados da própria estrutura, são integrantes do rudimento seminal e não apresentam nenhum fato que autorize interpretação como elemento macrosporangial típico. Não constam interpretações contraditórias de importância.

Em **Araucaria angustifolia** a estrutura sexual feminina é autêntico macrosporângio em cujo interior evolui protalo que, no entanto, nunca foi observado transformando-se francamente em endosperma

sem prévia fecundação. Note-se contudo que a formação da amêndoa endospermica pode não ser dependente diretamente da fecundação. A deposição do material de reserva parece antes ser estimulada pela embriogênese, pois nunca vimos amêndoa desenvolvida sem que contivesse embrião perfeito.

VI. CONCLUSÕES

Entre as conclusões possíveis merecem ser destacadas as seguintes:

1. A literatura internacional tanto quanto a brasileira contém muitas informações incorretas acerca da ***Araucaria angustifolia***. Destacam-se nesse sentido as afirmações referentes à presença de óvulo, que seria anátropo e condescido com a escama portadora. No material em foco existe autêntico macrosporângio, de inserção abaxial e com o ápice voltado para o eixo do estróbilo; afora sua inserção basal é totalmente livre.

2. A amêndoa endospermica, cujo eixo longitudinal é ocupado pelo embrião, deriva diretamente de um protalo nu, apenas contido pelo esporângio. Este é que assenta num histônio difusor. O comportamento dos feixos vasculares, bem como a participação diferencial das porções inferior e superior da "casca" do protocarpo, evidenciam a origem do esporângio a partir da porção inferior ("bráctea" dos autores).

3. A formação ontogenética da pinha é inteligível apenas através a atuação de alguns fenômenos importantes. São eles: o estaucamento do eixo inflorescencial, acompanhado da tendência de limitar o seu crescimento em extensão e de um aumento considerável no número de folhas, bem como do processo da decorticação. Este último consiste essencialmente na inibição da porção foliar epítota correlata com o favorecimento da porção hipótota.

4. Primordialmente todas as folhas participantes do estróbilo são esporófilos. Em média apenas um sétimo do total de esporófilos desenvolvê as estruturas generativas, tornando-se potencialmente férteis. Cerca de um oitavo do total das folhas estrobilares está envolvido diretamente no processo de decorticação, do qual reflete as diversas fases seqüentes.

5. O estróbilo é constituído por: a) folhas potencialmente férteis (cerca de 12%); b) folhas efetivamente estéreis por aborto das estruturas generativas (cerca de 76%); c) folhas transicionais entre as teleomáticas e as antomáticas (cerca de 11%); d) uma folha terminal (nem sempre existente); e) um eixo inflorescencial.

6. As parásticas, claramente visíveis na hemisfera basal do estróbilo, em número absolutamente constante de vinte-e-uma, ora se desenvolvendo em sentido levógiro, ora em destrógiro, em proporção aproximadamente equitativa, têm a sua constituição deturpada em consequência de processos acomodativos dos elementos foliares. Primário é apenas o seu número: o sétuplo da seqüência formacional das folhas teleomáticas (em tríade), sem constituir verticilos.

7. Existem quatro possibilidades de detectar-se, na pinha intacta, os elementos férteis. A primeira, calcada na fisiologia da maturação, consiste no "pintar" da pinha. Uma segunda, condicionada à estrutura anatômica, traduzida na resistência oferecida pela "cápsula fibrosa" à penetração de um alfinete. A terceira, sem a constância das anteriores, reside em fenômeno morfológico, seguro no significado porém inconstante na ocorrência, dando-se segundo fatores ignotos. Uma quarta possibilidade baseada em valores estatísticos, revela as borraínas dos elementos estéreis com superfície maior que a dos férteis.

VII. AGRADECIMENTOS

Prazeirosamente o autor agradece o interesse com que há vários anos vem colaborando principalmente na obtenção do material o Colega Paulo K. C. Carneiro Monteiro. Diversos aspectos do presente trabalho obtiveram melhor fundamentação graças à paciência, interesse e correção com que a Monitora Snra. Maria Aparecida São Felice Silveira desincumbiu-se das tarefas que lhe solicitamos.

VIII. RESUMO

Retifica-se informações errôneas, largamente constantes na literatura, acerca da **Araucaria angustifolia**. Apresenta-se os fenômenos morfológicos que elucidam a formação do estróbilo característico e descreve-se os cinco elementos que o constituem. As parásticas, em número constante de 21, são reconhecidas como secundariamente influenciadas por acomodação dos numerosos elementos do estróbilo. Descreve-se quatro possibilidades de detectar os elementos férteis no estróbilo firmemente fechado.

Palavras chave: **Araucaria angustifolia** (Bert.) O. Ktze. Estrobilo.

SUMMARY

Some erroneous informations about **Araucaria angustifolia**, widely spread in the literatura, are rectified here. The morphological

phenomena which elucidate the formation of the characteristic strobile are presented and the elements which constitute it are described. The parastichies, in the constant number of 21, are recognized as secondarily influenced by accommodation of the numerous elements of the strobile. Four possibilities for detecting the fertile elements in the still firmly closed strobile are described.

Key words: *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Strobile.

RÉSUMÉ

On rectifie dans la littérature des fausses informations pour l'*Araucaria angustifolia*. On présente les phénomènes morphologiques qui éclairent la formation de la strobile caractéristique et l'on décrit les cinq éléments qui la constituent. Les parastichies, au nombre constant de 21, sont reconnues comme secondairement influencées par une accommodation des nombreux éléments du strobile. On décrit quatre possibilités de détecter les éléments fertiles dans la strobile encore fermement serrée.

Mots-clés: *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze L. Strobile.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. DALLIMORE, W. & BRUCE JACKSON, A. — *Handbook of Coniferae*. Edward Arnold & Co. London, 2nd. ed., 1931.
2. DECKER, J.S. — *Aspectos biológicos da Flora Brasileira*. São Leopoldo, RS, Ed. Rotermond & Cia., 640 pp, 1936.
3. EICHLER, A.W. — Coniferae in: *Die natuerlichen Pflanzenfamilien*. W. Engelmann, Leipzig, 116 pp, 1889.
4. EMBERGER, L. — *Les plantes fossiles dans leur rapports avec les végétaux vivants*. Masson & Cie., Paris, 489 pp, 1944.
5. FERREI, M.G. — *Botânica: Morfologia externa das plantas*. Ed. Melhoramentos, São Paulo, 149 pp, 1966.
6. FIRBAS, F. — *Tratado de Botanica*, E. Strasburger. Manuel Marín Editor, Barcelona. Tradução da 20.^a ed. alemã, 741 pp, 1949.
7. GOTHAN, W. & WEYLAND H. — *Lehrbuch der Palaeobotanik*. Akademie- Verlag, Berlin, 535 pp, 1954.
8. HERTEL, R.J.G. — Contribuição para a fitologia teórica. II. Alguns conceitos na carpologia. *Humanitas*, Curitiba, IV(4), 1959.
9. HERTEL, R.J.G. — Estudos sobre *Araucaria angustifolia*. I. Descrição morfológica do fruto; a germinação. *Bol. Inst. de História Natural, S.A.*, Botânica n.º 4, 25 pp, Curitiba, s/d.
10. HERTEL, R.J.G. — Uma interpretação filogenética da lígula. *Acta Biol. Par.*, Curitiba, 3(1, 2, 3 e 4): 55-71, 1974.
11. HERTEL, R.J.G.H. — Estudos sobre *Araucaria angustifolia*. III. A construção do estróbilo (in litteris).
12. HOLMAN, R.M. & ROBBINS, W.W. — *Botânica General*. Union Tipografica Editorial Hispano Americano, México, Trad. da 4.^a ed. Inglesa, 632 pp, 1961.
13. JOLY, A.B. — *Botânica: Introdução à taxonomia vegetal*. Comp. Editora Nacional, São Paulo, 634 pp, 1966.
14. KARSTEN, G. — Gymnospermae in: *Handbuch der Naturwissenschaften*. Verlag Gustav Fischer, Jena, 10 vols., 1914.

15. LAWRENCE, G.M. — *Taxonomy of Vascular Plants*. The Macmillan Comp., New York, 823 pp, 1951.
16. LEMÉE, A. — *Dicticnaire des genres des plantes phanérogames*. Brest, Imprimerie Commerciale et Administrative, 1941.
17. MATTOS, J.R. — *O pinheiro brasileiro*. Ed. particular, São Paulo, S.P., 618 pp, 1972.
18. NEGRI, G. — *Spermaphyta* in: *Tratado de Botânica*. Gola-Negri-Cappelletti, Ed. Labor, Buenos Aires, 1943 e 1965.
19. PILGER, R. & MELCHIOR, H. — *Gymnospermae* in: *Syllabus der Pflanzenfamilien* v. Engler, I vol. Borntraeger, Berlin, 1954.
20. RAWITSCHER, F.K. — *Elementos básicos de Botânica Geral*. 1.ª ed. Cia. Melhoramentos, São Paulo, 224 pp, 1940.
21. RAWITSCHER, F.K. — *idem*, 5.ª ed. revista e atualizada por B. Beigelmann, Comp. Ed. Nacional, São Paulo, 388 pp, 1968.
22. REITZ, R. & R.M. KLEIN — *Araucariáceas. Flora Catarinense*. L. parte, ARAU. Itajaí, SC., 1966.
23. RENDLE, A.B. — *The classification of flowering plants*. vol. I. Cambridge Univ. Press, 412 pp, 1930.
24. SCHULTZ, A.R. — *Estudo prático da Botânica Geral*. Ed. Globo, Porto Alegre, 230 pp, 1967.
25. SCHULTZ, A.R. — *Botânica na Escola Secundária*. Ed. Globo, Porto Alegre, 1.ª ed., 1968.
26. SPEGAZZINI, C. — *Coniferales fossiles patagonicas*. *Ann. Soc. Cien. Argentina*, Buenos Aires Tomo **XCVIII**: 125-139, 1924.
27. STRASBURGER, E. — *Das botanische Praktikum*. Gustav Fischer Verlag, Jena, 3.ª ed., 739 pp, 1897.
28. SWINGLE, D.B. — *A textbook of Systematik Botany*. McGraw-Hill Book Co., New York, 343 pp, 1946.
29. VERNALHA, N. M. et alii. — *Considerações sobre a semente da Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. *Acta Biol. Par. Curitiba*: 1(3/4):39-96, 1972.
30. WETTSTEIN, R. — *Tratado de Botânica Sistemática*. Editorial Labor, Buenos Aires-Montevideo, 1039 pp, 1944.
31. WALTER, H. — *Einfuehrung in die Phytologie*. II. Grundlagen des Pflanzensystems. Eugen Unger Verlag, Stuttgart, 264 pp, 1952.
32. WODEHOUSE, R.P. — *Pollen grains*. MacGraw-Hill Co., New York, 574 pp, 1935.