

Contribuição para o Estudo Biológico e Ecológico das Podostemonaceae do Salto de Piracicaba *

Walter Radamés Accorsi

Prof. de Botânica da E. S. A.
"Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo

ÍNDICE

Introdução	59	Dessecação dos Rizomas	91
Apinagia Accorsii Toledo	67	Polinização	92
Produção de Estolhos	71	Mniopsis Glazioviana Warmg	93
Frutos e Sementes	73	Placenta	93
Germinação das Sementes	73	Sementes	94
Embrião	76	Embrião	94
Morfologia dos "Seedlings"	76	Descrição dos "Seedlings"	96
Tecido placentário e Reservas Nutritivas	78	Polinização	97
Gemas Floríferas e seu Desenvolvimento	82	Resumo e Conclusões	100
Desprendimento dos Caules	85	Summary	104
		Bibliografia consultada	105

I — INTRODUÇÃO

As plantas da família Podostemonaceae, hidrófitas herbáceas, em consequência da sua acentuada adaptação à vida aquática nas correntezas, cascatas e cataratas dos rios tropicais, constituem um dos mais interessantes grupos, dentre as

(*) Recebido para publicação no dia 4 de dezembro de 1944.

Dicotiledôneas. Seus órgãos vegetativos são profundamente modificados e estão em correspondência com as condições do meio onde medram (2, 7). Por tais circunstâncias, assumem importância biológica e oferecem, também, interesse ecológico.

Da sistemática das Podostemonaceae ocuparam-se RICHARD, MARTIUS, LINDLEY, SCHULTZ, MEISSNER, BONGARD, WEDDEL e outros (4). Dos tipos brasileiros incumbiu-se o botânico francês LUIZ RENATO TULASNE, do Instituto de França (1). WARMING, em fins do século passado, publicou diversos trabalhos sobre tão curiosa família, levando em consideração os aspectos sistemático e anatômico (5, 6).

Embora a posição sistemática da família Podostemonaceae não esteja ainda bem definida, ela representa, contudo, um excelente campo de indagações biológicas e ecológicas, principalmente àquelas espécies que se mostram bem modificadas por influência do meio ambiente.

Nesta primeira contribuição, faço o estudo biológico e ecológico das espécies *Apinagia Accorsii* Toledo nov. sp. (*) e *Mniopsis Glazioviana* Warmg., que vivem no salto do rio Piracicaba, situado na cidade do mesmo nome. Dedico-me, principalmente, à primeira espécie, por ser a que revela maior transformação de toda a parte vegetativa, ao lado de grande soma de caracteres de regressão, como a redução do sistema condutor, ausência de estômatos, a simplificação da estrutura do caule e das folhas, e preponderância da multiplicação vegetativa (3). Vegeta, ainda, no mesmo habitat, a espécie *Tristicha hypnoides* (St. Hil.) Spreng. var. *Halarii* Tul. É possível que, numa exploração mais detalhada do salto, possam ser encontradas outras espécies de Podostemonaceae.

(*) As plantas foram determinadas pelo botânico Joaquim Franco de Toledo. Chefe da Secção de Fitoteca do Instituto de Botânica do Estado de São Paulo, que fez, também, a diagnose e a descrição da nova espécie de *Apinagia*, as quais com a devida vênia, publico a seguir:

(*) **APINAGIA ACCORSII** Toledo nov. sp. (an sect. *Hymenolacis*?) — Herba perennans, rhizomate repente depresso crasso, false dichotome ramoso-lobato, ab initio caules steriles ramosos emittente, dein deformiter incrassato et ramoso, tunc post glutinationem cicatricium caulium delapsorum fasciculos florum ex gemmulis sopitis gerente; caulibus apice frondiformibus ramulosis multifido-capillaceis; foliis genuinis minimis, tantum quod ex innovationibus vix conspicuis, mox evanescentibus vel infra ramos inferiores raro persistentibus; spathellis alabastrique erectis, rarius incurvis; floribus pedicellatis 3-4-andris; capsulis saepissime 12-costulatis.

Planta satis robusta. Rhizoma arrhizum adpectu illius *Zingiberis officinalis*. ad scopulos arcte adhaerens; ramificationibus brevibus sinuatis apice emarginatis, ubi caules novellos scorpiodeos vel interdum stolones clongatos ramosos emittentibus; partibus junioribus supra, ut lincis pro-

minulis notatis et alternatim dispositis, vestigium squamarum rhizomatis exhibitibus; dein, valde inodinatim conformatum et incrassatum, non raro ramulis superpositis sese anastomosantibus. Caules teretes alternatim dispositi ascendentes, longitudine maxime variabili, majores usque 30 cm., basi plus minusve dilatati, false dichotome ramosi, internodiis longiusculis sed sursum sensim brevioribus, superne ut in axe principali ramis ramusculisque repetite in lacinias tenuissimas subdivisis instructi. Folia squamaeformia carnulosa pauca vel nulla ad partem superiorem caulis, sed illa innovationum axillarium ramusculiferarum arte imbricata et gemmulas plus minusve globosas constituentia. Spathellae tubulosae subhyalinae, 5-10 mm. longae, apicem versus dilatatae, ore 3-lobatae, lobis triangularibus acutis, ex fossis rhizomatis exserentes sed saepius deliquescentes. Flores demum erecti vel decumbentes, pedicellis (plane auctis) vulgo 3-3,5 cm. longis et 1 mm. crassis suffulti, in fasciculis 3-8-floris scorpioideo-dispositi; tepalis 5-6 membranaceis, anguste-lanceolatis, apice acutis vel raro bifurcis, ovarium aequantibus vel brevioribus; staminibus 3-4, ovario longioribus, filamentis subulatis 4-5 mm. longis, antheris luteolis oblongis apice obtusis, basi ca. 1/3 longitudinis amarginatis, 2-2,5 mm. longis et 1 mm. latis; ovario testaceo subnitido ellipsoideo vel ovoideo, 2,5 mm. longo, stigmatibus ramis basi brevissime coalitis plus minusve divaricatis, 2 mm. longis. Capsulae fuscae ellipsoideae apice et basi acutiusculae, rarius 13-14-costulatae, costulis obtusis, stigmatibus marcescentibus vel eorum basi coronatae, pedicellis capillaceis rigidis suffultae; semina numerosa minutissima ferruginea, ex compressione mutua angulata, texta subtilissime rugulosa.

Habitat ad scopulos cataractae "Piracicaba" prope urbem eodem nomine, in Provincia St. Pauli, Brasilia, ubi legit cl. **W. R. Accorsi**, 15-9-1943. Typus sub n.º 48.947, in herbario Instituti Botanicae St. Pauli asservatus. Descriptio, ex specimine in liquido "alcoholico", elaboratur.

OBS. I — Habitu proprio distinctissimo, haec species maxime insignis est inter *Apinagias*, praecipue caulibus sterilibus ex rhizomate assurgentibus, demum delapsis; quum fasciculi florum ex gemmulis dormientibus unrumpet. Attamen planta Accorsiana cum *Apinagia membranacea* (Bong) Tul. comparada.

OBS. II — A *Apinagia Accorsii* Toledo caracteriza-se, principalmente, como planta relativamente robusta, possuindo um rizoma rastejante, achatado, grosso e ramoso-lobado, em consequência de falsa dicotomia. A principio esse rizoma emite para cima caules estéreis e ramosos, tornando-se depois irregular, disformemente engrossado e ramificado. Os caules, com as extremidades frondiformes, ramulosas e capiláceo-multifendidas, são caducos ou marescentes depois de certo tempo. Junto às cicatrizes que deixam com a queda ou desaparecimento — as quais muitas vezes são imperceptíveis e contribuem para a irregularidade acima referida — surgem os feixes de flores das gemas adormecidas. As verdadeiras fôlhas são muito reduzidas, mas podem ser perfeitamente constatadas nos brotos produtores de ramos; logo mais desaparecem com o crescimento destes, ou não raramente persistem sob a base dos ramos inferiores. As "espatelas" — ou conjunto de hipsofilas concrecidas num invólucro comum e tubuloso, protetor de botões — são, de regra, eretas como os últimos ou mais raramente curvas. As flores, sustentadas por pedicelos, possuem 3 ou 4 estames. As capsulas são ornadas por 12 nervuras longitudinais, raramente 13 ou 14.

RIZOMA — Como os da maioria das Podostemonaceae, não possui raízes e adere fortemente à rocha, por incrustação. Pelo aspecto geral faz lembrar o de "gingibre", em proporções menores. As ramificações são curtas e arredondadas, dando-lhe o aspecto sinuoso ou lobado de que falámos; consequentemente, apresentam reentrâncias nas partes apicais, af

onde dão formação a rebentos escorpioideos ou, mais raramente, estolhos compridos e ramificados, que também estão sujeitos a processos irregulares de tuberização. Nas partes novas providas de caules estéreis ainda intactos, pode-se observar, com frequência, os vestígios de escamas rizomáticas, que apenas são perceptíveis sob a forma de saliências lineares pouco acentuadas e dispostas em zig-zag ou, mais precisamente, em disposição bisseriada e obliquamente um tanto imbricada. Finalmente, o rizoma adquire tal irregularidade que, muitas vezes, ramos laterais superpondo-se a outros, anastomosam-se como se houvessem aderido ao próprio substrato normal.

CAULES — São do tipo frondiforme, embora apresentem folhas legítimas escamiformes, geralmente bastante fugazes com o desenvolvimento dos brotos. A natureza frondiforme do caule nos é revelada pela subdivisão em numerosas lacínias capiláceas, que se dá no próprio ápice da haste principal. A ramificação dística, que o caracteriza, apresenta-se sob a forma de uma falsa dicotomia, em consequência do maior desenvolvimento de certos ramos e da flexão alternada que se opera na região dos nós. Os entrenós inferiores são roliços e mais ou menos compridos, sendo o mais inferior implantado no rizoma em base geralmente bastante dilatada; os superiores são gradualmente mais curtos e menos roliços, até se tornarem comprimidos, mais para as extremidades. Os últimos ramúsculos são fimbriados em segmentos tenuíssimos e comprimidos, dando, ao caule todo, o aspecto frondiforme já assinalado. Quanto às dimensões, variam os caules tanto em comprimento como em espessura; e encontramos alguns com 30 cm. de comprimento. Mas, de regra, são sempre mais curtos.

FÓLHAS — São rudimentares e pouco numerosas, um tanto carnosas e hialinas, apresentando uma forma geralmente variável entre quase orbicular e abatido-triangular. A margem livre é levemente crenada ou crespa e a base de inserção é muito larga. Nos brotos novos normais ou adventícios sobre os ramos velhos, adotam uma disposição imbricada e bisseriada, funcionando como verdadeiras pérulas protetoras e constituindo gemas mais ou menos globosas ou oblongas. Em geral, apenas persistem as folhas que dão origem aos primeiros ramos; tôdas as demais desaparecem com o crescimento do caule e ramos. As que perduram na base dos ramos inferiores nunca estão implantadas segundo um plano de simetria comum a ambos, mas sempre um tanto lateralmente no sentido dorsal do caule.

ESPADELAS — São tubuloso-infundibuliformes e semitransparentes, com o ápice geralmente trilobado, e os lobos triangulares agudos e valvares na prefoliação. As espátelas formam-se em número variável (até cerca de 8) em fossas do rizoma; desenvolvem-se sucessivamente, pelo que assinalam a natureza escorpioidea da inflorescência. As mais desenvolvidas contam-se entre 1 cm. de comprimento e as menores, entre 1/2 cm.. Muitas delas são deterioradas antes do completo crescimento e apenas se evidenciam por resíduos dentro das citadas fossas.

FLORES — São sustentadas por pedicelos variáveis em tamanho, sendo os maiores com 3 até 3,5 cm. de comprimento. A espessura é para todos de 1 mm. Tais pedicelos são eretos ou decumbentes, conforme a localização sucessiva na inflorescência. As tépalas são membranáceas, estreito-lanceoladas, direitas ou mais ou menos flexuosas, agudas ou raramente bifurcadas no ápice. São em número de 5 ou 6 e as maiores chegam a atingir o ápice do ovário. Os estames em número de 3 ou 4, excedem o ovário em comprimento; possuem filêtes subulados com até 4 ou 5 mm. de comprimento, sustentando anteras amareladas, oblongas, obtusas no ápice e chanfradas em cerca de 1/3 da base, com 2 a 2,5 mm. de comprimento por 1 mm. de largura. O ovário com côr de tijolo é um tanto lustroso, elipsóide ou

O salto de Piracicaba, devido à sua favorável situação topográfica e às facilidades de acesso que apresenta durante todo o período de baixa do rio e mesmo no início da enchente, permitiu-me seguir o comportamento das espécies referidas, sob a variação do volume d'água e apreciar, "in loco", as fases do seu crescimento e desenvolvimento. Dest'arte, pude observar e registrar, durante pouco mais de um ano, tôdas as modificações e produções apresentadas pelas plantas, no decurso dos ciclos vegetativo e floral, cujos resultados estão consignados nesta contribuição. Pretendo prosseguir, ainda, nesse terreno, coligindo observações que serão divulgadas futuramente, ao lado de um estudo anatômico dos órgãos vegetativos e florais de *Apinagia Accorsii* Toledo.

O leito do rio Piracicaba, em tôda a região do salto, é formado de rochas diabásicas, que constituem o substrato apropriado ao desenvolvimento das Podostemonaceae. Como acontece com substratos dessa natureza, em lugares semelhantes, o bloco rochoso possui uma configuração bem irregular, tanto em superfície como em espessura, produzindo o desdobramento da massa líquida em inúmeras correntezas, cada uma com características próprias de volume, velocidade e arejamento.

ovoideo, com 2,5 mm. de comprimento, encimado pelos dois ramos, um tanto divaricados, do estigma, os quais atingem 2 mm. de comprimento.

CAPSULAS — São escuras, elipsoideas, um pouco aguçadas na base e no ápice, com as nervuras relativamente largas, salientes e obtusas, algumas das quais não atingindo o ápice. As vêzes, as cápsulas são coroadas pelos estigmas ou apenas pela base concrecida dêstes. As sementes ferrugíneas, excessivamente miudas, são angulosas por compressão mútua e apresentam a testa finamente rugulosa. O aspecto capiláceo e rígido dos pedicelos capsulares tem origem pela desagregação do tecido cortical, pon-do à mostra o cilindro central lenhoso.

Vive esta espécie nas rochas do Salto de Piracicaba, deante da cidade de igual nome, no Estado de São Paulo, Brasil, onde a coligiu **W. R. Accorsi**, em 15-9-1943. O tipo, sob n.º 48.947, encontra-se conservado no herbário do Instituto de Botânica de São Paulo. A descrição foi baseada em espécime conservado em solução alcoólica.

É espécie eminentemente distinta entre as *Apinagiae*, pelo próprio hábito peculiaríssimo e, principalmente, por possuir caules estéreis que surgem do rizoma e depois caem ou murcham, quando então surgem os feixes de flores das gemas adormecidas. Entretanto, a planta de *Accorsi* deve ser comparada com *Apinagia membranacea* (Bong.) Tul., cuja descrição deixa transparecer afinidade, através das flores fasciculadas e cápsulas 12-nervadas. Nesta espécie, porém, o caule é dado como "frons crassa in membranam difformem irregularem, quasi fungosam et quoquo-versus porrectam distendetur, etc."

São Paulo, 18 de Abril de 1944.

J. F. Toledo

(Do Instituto de Botânica de S. Paulo)

Por essa razão, tem-se, na mesma época e num só local, uma grande diversificação de meios, possibilitando, assim, uma apreciação melhor do comportamento das plantas sob a influência da variação dos fatores ambientais.

Para maiores esclarecimentos, junto os dados meteorológicos correspondentes ao período em que foram feitas as observações (vide tabela), bem assim o início e duração das enchentes e vazantes do salto, expressos pela média de um período de 10 anos (*) (vide gráfico).

Na exposição do assunto, achei prudente conservar a ordem das datas em que foram feitas as observações, cercadas das circunstâncias mesológicas ocorridas nas respectivas épocas. Dessa maneira, a apreciação do trabalho se torna mais fácil.

O autor agradece ao Prof. F. G. Brieger, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz.", as sugestões e críticas apresentadas. O Prof. Brieger, segundo me informou, já havia recolhido, acêrca de quatro anos, algum material de Podostemonaceae do salto de Piracicaba.

Ao botânico Joaquim Franco de Toledo, do Instituto de Botânica do Estado, o autor consigna seus agradecimentos pela determinação das plantas de Podostemonaceae, bem como pela nímia gentileza com que se houve em denominar *Apinagia Accorsii*, a nova espécie de Podostemonaceae que vive no salto de Piracicaba.

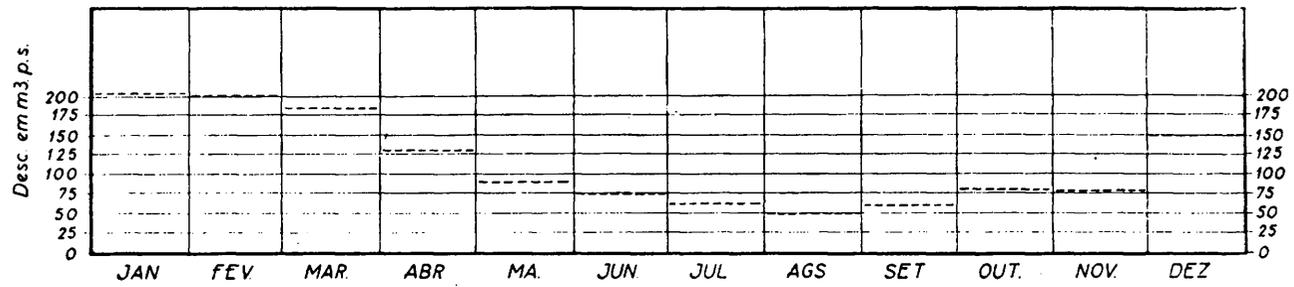
(*) Os dados que serviram de base à confecção do gráfico, que representa a média mensal durante o período de 1934 a 1943, da descarga em metros cúbicos por segundo do rio Piracicaba, em Carioba, foram cedidos gentilmente pela The Southern Brasil Electric Company, Ltd., a quem o autor agradece na pessoa do Dr. M. J. Nigro.

Dados meteorológicos de Agosto de 1943 a Julho de 1944

MÊSES	Dias	Altura m/m	Duração Horas	N.º de dias de chuva	Média das médias	Dias em que ocorreram geadas
1943 Agosto	1 a 15	1,6	0,40	1	17,6	30
	16 a 31	11,9	3,10	2	18,7	--
Setembro	1 a 15	32,3	12,40	3	19,6	15
	16 a 30	40,7	16,45	5	19,5	--
Outubro	1 a 15	108,1	33,10	8	21,4	--
	16 a 31	106,9	20,35	6	22,1	--
Novembro	1 a 15	58,2	11,25	4	24,0	--
	16 a 30	96,1	14,00	3	22,6	--
Dezembro	1 a 15	141,9	16,30	5	23,7	--
	16 a 31	218,0	32,35	10	21,4	--
1944 Janeiro	1 a 15	62,3	7,40	6	25,7	--
	16 a 31	56,4	7,45	8	23,6	--
Fevereiro	1 a 15	7,5	2,35	4	24,1	--
	16 a 29	207,7	54,13	11	23,6	--
Março	1 a 15	150,6	18,40	7	24,4	--
	16 a 31	32,3	6,55	3	24,4	--
Abril	1 a 15	10,9	2,20	5	22,1	--
	16 a 30	12,1	4,30	3	20,6	--
Maio	1 a 15	0,3	0,15	1	18,7	--
	16 a 31	0,6	0,30	2	18,4	--
Junho	1 a 15	3,1	1,20	1	17,0	--
	16 a 30	10,0	5,20	3	19,0	--
Julho	1 a 15	2,7	4,30	2	16,4	8
	16 a 31	0,0	0,0		17,4	9
TOTAL		1372,2	334,03	103	21,1	4

ESTUDO HIDROGRÁFICO DO RIO PIRACICABA EM CARIOBA

MÉDIA MENSAL DE 1934-1943.



2 — APINAGIA ACCORSII TOLEDO

Em Agosto e princípios de Setembro de 1943, (antes da chuva intensa caída a 12-9-943, que determinou a queda de temperatura e a produção de geada a 15 de 9), o salto de Piracicaba se apresentava com grande porcentagem de rochas expostas, em virtude da seca prolongada que atravessamos. A baixa do rio começou em Maio. Pude observar, nessa ocasião, que a superfície exposta das rochas se achava recoberta de rizomas achatados, dessecados e alguns decompostos, de *Apinagia Accorsii* Toledo, trazendo, entretanto, grande quantidade de frutos do tipo cápsula, de côr marron, ovóides, super-tados por um pedicelo (Fig. 8-c). Lembram, pela forma, os escrocos dos musgos. Em outras rochas, os frutos chegavam a cobrir superfícies enormes, parecendo nascer da própria pedra, uma vez que os rizomas achatados já se achavam completamente destruídos, em consequência da prolongada exposição ao ar. Nas faces laterais das rochas banhadas pela água corrente, porém, com pouca velocidade, cresciam inúmeros rizomas verdes, achatados, em forma de placas, de superfície variável, contórno irregular, assemelhando-se a talos de hepáticas (Fig. 4-e). Traziam grande produção de gemas floríferas (Figs. 6-7) e flores (Fig. 8-A) em tôdas as fases de desenvolvimento. Encontrei, também, certa porcentagem de frutos. O interessante é que determinados rizomas achatados apresentavam poucos caules novos; outros, entretanto, mostravam caules recém-produzidos e, finalmente, alguns rizomâs despídos completamente. Todavia, as rochas situadas em tôda a extensão do declive, sob ação de forte correnteza (arejamento intenso) exibiam as superfícies salientes completamente revestidas de *Apinagia Accorsii* Toledo, ricas de caules bem desenvolvidos, os quais se dividem, por seu turno, em caules secundários, terciários, etc., tendo o principal a curvatura voltada contra a direção da correnteza d'água (Fig. 1-c). As plantas colhidas nesse local traziam apenas caules grandes, ao lado de outros em vários estágios de desenvolvimento, porém, não possuíam nem flores e nem frutos. Nas extremidades dos caules existem numerosas expansões laminares, muito delgadas, longas e estreitas; são as lacínias capiláceas dos ramúsculos (Figs. 1, 2-a).

Os caules novos são de forma cônica, com gemas (Fig. 3) alternas e localizadas em sua porção extrema (Fig. 1-c-e). Em virtude da pouca resistência e da sua flexibilidade, os caules se inclinam sôbre a superfície dos rizomas achatados, na di-

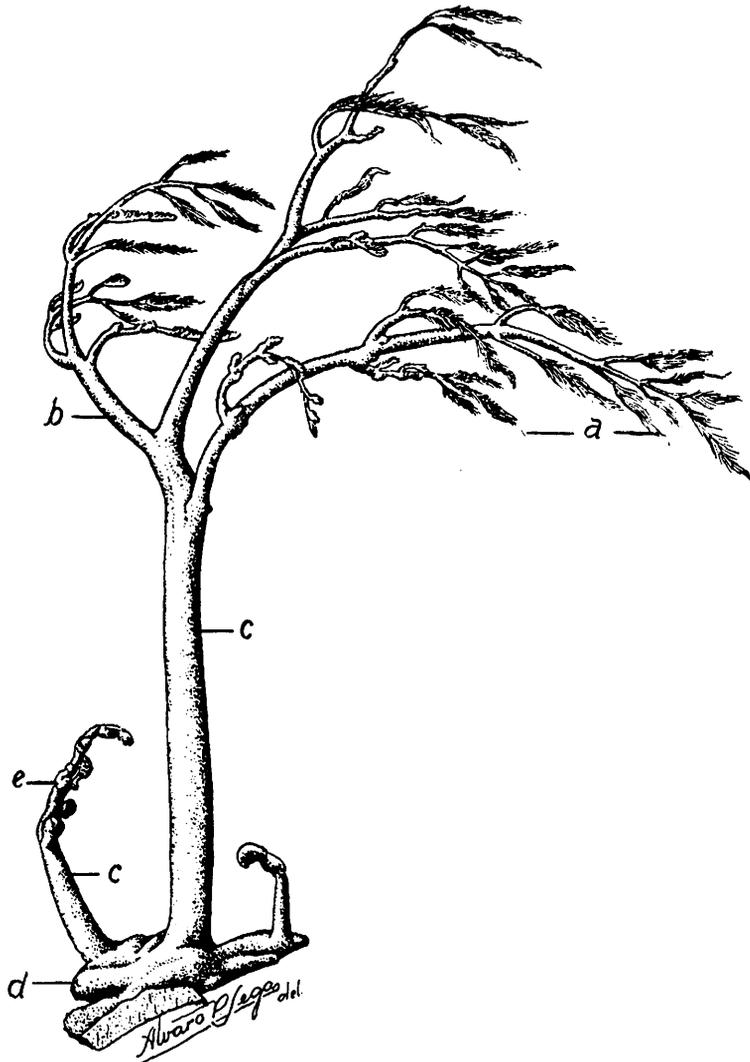


Fig. 1 — Fragmento de planta, em posição natural. Aumento 2x. (Original)
 a — lacínias capiláceas dos ramúculos; b — ramo secundário; c — haste principal; d — rizoma achatado; e — gemas.

reção da correnteza. Todavia, à medida que vão crescendo, se elevam e assumem a forma de arco, cuja convexidade avança contra a correnteza; os caules secundários, quando bem desenvolvidos, ostentam o mesmo aspecto do principal, de sorte que as extremidades e as respectivas lâminas filamentosas flutuam ao sabor das águas.

Das observações feitas na época citada, pude verificar que.

- 1 — nas rochas situadas em tôda a extensão do declive, submetidas, portanto, à ação contínua da correnteza, em sua velocidade máxima, as plantas de *Apinagia* estavam abundantemente revestidas de caules, porém, não traziam flores e nem frutos.
- 2 — nas faces laterais das rochas localizadas nas proximidades da queda d'água, em lugar onde a correnteza é menos intensa, embora com desenvolvimento vegetativo igual ao das primeiras, as plantas produziam flores e frutos, e apresentavam apenas esboços de caules. Parece que essas diferenças de produção estão ligadas com o arejamento, velocidade e pressão da massa líquida.

Tais plantas não se conservam fora d'água, por causa da dessecação que sofrem, em virtude da transpiração (verdadeira evaporação, porque, não possuindo estômatos, e com cutinização quase nula, a perda de água é um fenômeno puramente físico); logo depois, a planta começa a decompor-se, podendo entrar, mesmo, em putrefação. Ademais, a água que se precipita salto abaixo é fortemente arejada, por ser elevada a velocidade da correnteza nesse local. Aliás, a abundante espuma produzida pelo esboroar das águas de encontro às superfícies pétreas, justifica plenamente tal asserção. O arejamento se impõe, portanto, como uma das condições essenciais à vida das Podostemonaceae e, talvez, seja êle uma das causas que favorecem o desenvolvimento de tais plantas, em habitat tão peculiar, como sejam as quedas d'água.

Pude verificar, em laboratório, que a desintegração dos rizomas se iniciava nas camadas superiores (compreendendo o parênquima assimilador), cujos tecidos sofriam verdadeira dissociação celular. As células se separavam com muita facilidade, guardando, entretanto, a sua estrutura, conforme pude averiguar ao microscópio.

As plantas de *Apinagia Accorsii* Toledo que ficaram expostas ao ar, recebendo sol direto, mostravam seus rizomas dessecados, com aspecto de crosta pardacenta. O interessante é

que em alguns rizomas assim alterados se notava grande número de frutos, formando, às vezes, densos agrupamentos, fortemente presos à superfície das rochas, de sorte que a sua extração só era possível mediante o auxílio de uma lâmina bem afiada. Mesmo depois de umedecidos, quer pelas águas do rio, quer pelas chuvas, a fixação dos frutos mantinha-se firme e oferecia, ainda, enorme resistêncnia à extração.

Em 19 de Setembro de 1943, visitando o local, encontrei o mesmo aspecto acima descrito, apenas as águas haviam subido um pouco de nível, devido às chuvas caídas em 12 e 13 do mesmo mês.

Além da *Apinagia Accorsii* Toledo, cuja distribuição vegetativa abrange uma área compreendida por algumas dezenas de metros antes da queda d'água, até as primeiras rochas que se seguem ao declive, portato, em toda a extensão do salto onde a velocidade, volume e arejamento da água são elevadíssimos, encontrei a espécie *Mniopsis Glazioviana* Warmg., cujos frutos (Fig. 13-A), menores que os de *Apinagia*, lembram, também, os esporocarpos dos musgos, e a espécie *Tristicha hypnoides* (St. Hil.) Spreng. var. *Hilarii* Tul. Nessa época do ano havia grande quantidade de frutinhas de *Mniopsis* fixados às pedras, estando a parte vegetativa completamente destruída, em consequência, talvez, de ter ficado fora d'água e recebido sol. Em outras rochas que permaneceram expostas por muito tempo, notei vestígios das plantinhas de *Mniopsis* que ali viveram, pois que, em sua superfície, estavam impressas faixas esbranquiçadas, longas, estreitas, bem secas e ramificadas, apresentando, aqui e acolá, séries de frutinhas marrons, curtamente pedicelados. Os mesmos vestígios foram encontrados em rochas situadas a, mais ou menos, 60 metros acima da cachoeira, nas proximidades da margem direita e em vários outros lugares.

A espécie *Tristicha hypnoides* (St. Hil.), var. *Hilarii* Tul. apresentava, nessa ocasião, flores de cor marron, sobre raminhos longos, finos, bem ramificados e com folhas espiraladas.

Em 10 de Novembro de 1943 (período de chuvas), as águas do salto subiram de nível, submergindo as rochas que, no início das minhas investigações, se achavam completa ou parcialmente expostas ao ar. Devo frisar que, a princípio, observei somente o trecho do salto situado perto de um paredão de pedras, na margem direita do rio. Verifiquei, então, que as plantas de *Apinagia* desenvolveram notavelmente seus caules e ampliaram, sobremodo, seus rizomas, forrando completamente a superfície das pedras; tal crescimento se estendeu, também, à

superfície lateral de algumas rochas que mostravam, no período de seca, apenas alguns rizomas achatados, mas que, então, traziam inúmeros caules.

O interessante é que a produção de caules se deu abundantemente nos rizomas que revestem as rochas situadas nos lugares onde a velocidade da correnteza é máxima. Não observei, nessa época, produção de flores, mas tão somente o desenvolvimento acentuado da parte vegetativa. Houve, também, aumento considerável de rizomas, pois, durante o período de seca, o seu desenvolvimento era bem menor. Todas as rochas que se encontravam na zona do declive e que recebiam fortes jactos d'água, estavam com suas superfícies literalmente cobertas de caules novos e curvados, cujas extremidades acompanhavam a direção da correnteza (hidrotropismo negativo). Houve, por conseguinte, nessa fase da enchente, um intenso desenvolvimento vegetativo, isto é, crescimento dos rizomas e dos caules. Aliás, os caules foram encontrados, também, no período de águas baixas, porém, nos lugares de correnteza mais intensa; assim, as plantas de *Apinagia* que cobriam as rochas do declive, apresentavam caules. O crescimento vegetativo se relaciona com a velocidade, intensidade e arejamento da massa d'água, realizando-se, por conseguinte, no período das enchentes, enquanto que a produção de flores ocorre quando as águas estão baixas. Anotei, ainda, o crescimento dos rizomas e a emissão de caules nos restos dos indivíduos que permaneceram nas rochas, após a colheita de material para estudo. Esse fato evidencia a possibilidade do crescimento e do desenvolvimento dos indivíduos remanescentes.

Em 15 de Novembro de 1943, as águas baixaram mais que em 10 do mesmo mês, devido à falta de chuvas. Em consequência dessa pequena estiagem, houve maior exposição de rochas ao ar do que no dia 10, ficando a descoberto enorme quantidade de plantas de *Apinagia* que, até então, estiveram parcialmente submersas, exceção feita, naturalmente, aos seus caules, os quais, mesmo anteriormente, eram bem visíveis à flor d'água. Nessas condições, pude apreciar e avaliar o grande desenvolvimento vegetativo que as plantas de *Apinagia* realizaram, tanto em área (quase todas as rochas estavam cobertas por elas), como em produção de caules, desde o início do período da enchente.

PRODUÇÃO DE ESTOLHOS

Nas faces laterais de algumas rochas que examinei com mais frequência, devido à facilidade de acesso, encontrei número-

sos estolhos estreitos, hemicilíndricos, aderentes à superfície da pedra, longos e de coloração ligeiramente avermelhada (Fig. 5-f). Partiam de rizomas achatados, primitivos, como se fossem raízes (Fig. 4-c). Os estolhos emitem, alternadamente e dos seus flancos, novos rizomas (Fig. 4-a; Fig. 3-b), de tamanhos crescentes, a partir da sua extremidade. Dessa maneira fica assegurada a propagação vegetativa, pela produção de grande número de indivíduos. Cada pequeno rizoma lateral, começa a emitir, desde cedo, caules, tais como os exemplares já desenvolvidos (Fig. 4-b; Fig. 5-d). Interessante é que os esto-

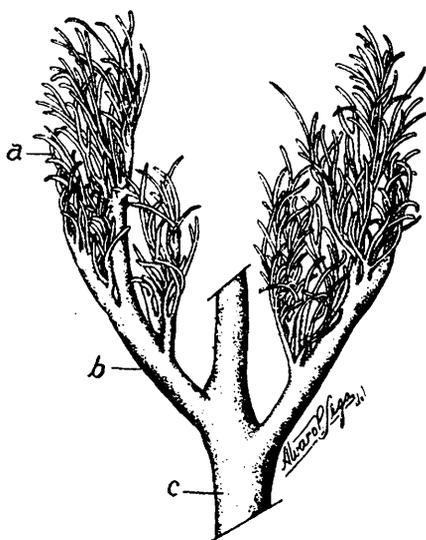


Fig. 2 — Segmento terminal de caule, muito aumentado. (Original).

a — lacínias capiláceas dos ramúsculos;
b — ramo secundário; c — haste principal.

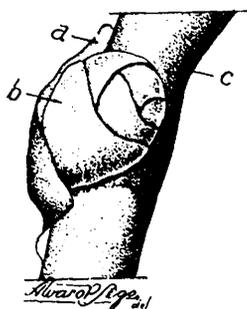


Fig. 3 — Gema ramífera, muito aumentada. (Original).

a — fôlha escamiforme, bastante fugaz; b — péculas da gema; c — caule.

lhos, hemicilíndricos, não produzem caules; seu papel consiste, apenas, em proporcionar um aumento de novos rizomas. A medida que os rizomas laterais crescem, separam-se do estolho primitivo e passam a constituir novos indivíduos. Em restos de rizomas adultos, que ainda permaneceram nas rochas após as raspagens que fiz pela primeira vez para colher mate-

rial, pude verificar que também estavam emitindo estolhos em várias direções. Parece que ao lado do desenvolvimento dos caules há, também, um desenvolvimento de novos indivíduos por via vegetativa, tudo isto se realizando no período da enchente. Havia notado nos primeiros rizomas, examinados em princípios de Agosto, que a sua superfície, além de ser bem irregular, mostrava umas espécies de nervuras (que mais tarde se desenvolveriam em estolhos) (Fig. 4-f).

Nessa ocasião, não encontrei flores, porém, a quantidade de caules era grande — fase de crescimento vegetativo. Parece, pois, que os estolhos estão incumbidos da propagação vegetativa durante o período da enchente. Tal fato confirma, ainda, a hipótese de que a massa d'água aliada a outros fatores, age como um fator estimulante do crescimento e do desenvolvimento das plantas de *Apinagia Accorsii* Toledo, de vez que elas vivem em cachoeiras e revelam acentuado desenvolvimento na época das enchentes.

FRUTOS E SEMENTES

Os frutos são cápsulas elipsoidais, de coloração escura, com ápice e base ligeiramente aguçadas, providas de costulas; no ápice da cápsula se encontram, às vèzes, os estigmas murchos ou, então, apenas as bases concrecidas dêles. As cápsulas são sustentadas por pedicelos capiláceos e rígidos (Fig. 8-c; Fig. 10).

As sementes são ferrugíneas e excessivamente pequenas, medindo 405 micra de comprimento, por 234 micra de largura (média de várias mensurações). A testa é sutilmente rugulosa. (Fig. 9-B).

GERMINAÇÃO DAS SEMENTES

Em 16 de Novembro, ao examinar o material colhido, encontrei, com bastante surpresa, vários frutos contendo em seu interior sementes em germinação, e mesmo alguns "seedlings" bem desenvolvidos (Fig. 11) de *Apinagia Accorsii* Toledo. Achei, ainda, grande quantidade de cápsulas de *Mniopsis Glazioviana* Warmg. cobertas de "seedlings" que provinham do interior dos frutos parcialmente deiscentes (Fig. 15). As sementes germinaram, pois, dentro dos frutos, como no caso de *Apinagia*. Algumas cápsulas estavam literalmente revestidas de "seedlings", a-ponto-de dar a impressão de um conjunto de fôlhas suportadas por um pedicelo. Além disso, colhi abundante material composto de restos de partes vegetativas de *Mniopsis*, inclusive

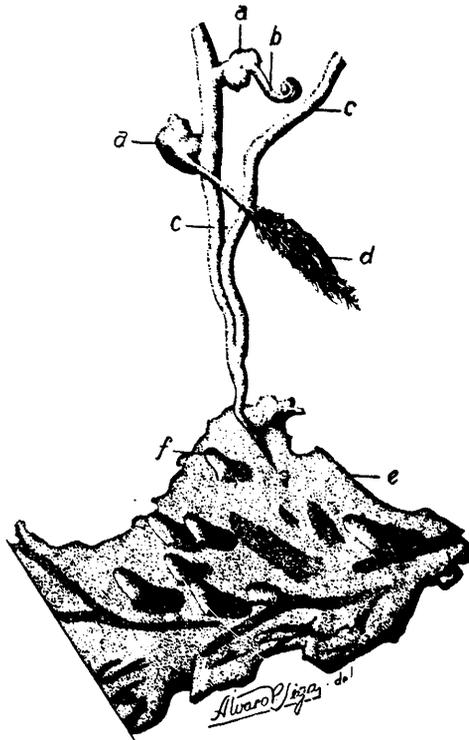


Fig. 4 — Rizoma com produção de estolhos. Aumento 1,5 x. (Original).
 a — rizoma em desenvolvimento; b — caule jovem; c — estolho; d — lacínias capilares dos ramúsculos; e — rizoma adulto; f — estolhos em formação.

frutos ainda fechados, apresentando certa porcentagem de “seedlings”, o que demonstra a possibilidade de as sementes poderem germinar, também, em ambiente externo (Fig. 14). Nas plantinhas de *Mniopsis* se destaca, logo, uma raiz, de cujos flancos nascem formações foliáceas.

As raízes de *Mniopsis*, como os estolhos de *Apinagia*, mostram dorsiventralidade.

Em virtude de ser a propagação por sementes comum às duas espécies, trato, neste capítulo, do assunto em conjunto.

A passagem das plantinhas da superfície do fruto, onde se

desenvolveram, para a pedra onde deverão crescer, pode ser explicada assim: o pedicelo dos frutos de *Mniopsis* é, em geral, muito curto, com poucos milímetros de comprimento, de modo que as plantinhas fixadas na cápsula, quando atingirem certo desenvolvimento, se encostarão com facilidade na rocha, cuja superfície áspera favorece a aderência das raízes. Ademais, os frutos, quando são parcialmente submersos ou, então, umidecidos pela correnteza, tem seus pedicelos mais flexíveis, e, sob a ação da pressão d'água, curvam-se, permitindo que as cápsulas venham a encostar-se à superfície da rocha, processando-se a fixação definitiva das jovens plantas. Estes fatos puderam ser observados "in loco". Comportamento idêntico verifica-se com inúmeros frutos de *Apinagia*, mormente nas faces laterais de algumas pedras. Na hipótese de os seedlings" se desprenderem dos frutos, ficarão retidos entre os caules ou nas reentrâncias dos rizomas achatados, onde se fixarão; allás, a presença de várias plantinhas sôbre os caules, rizomas, etc., confirma tal asserção.

Em 23-11-943, o rio estava bastante baixo, pois não chovia havia vários dias. Na face de uma rocha banhada pelas águas encontravam-se inúmeros frutos de *Apinagia*, deitados sôbre a superfície e presos, ainda, pelo pedicelo. Sôbre as cápsulas havia algumas plantinhas desenvolvidas, com o rizoma bem constituído e vários caules novos. É evidente que a plantinha, aumentando de pêso, em virtude do seu desenvolvimento, e devido à flexibilidade do pedicelo, obrigue a cápsula a encostar-se à superfície da rocha, à qual, pouco a pouco, o rizoma vai aderindo.

Os "seedlings", desde as primeiras fases do desenvolvimento do embrião, são verdes, portanto, capazes de elaborar a síntese das substâncias orgânicas, pois na água sempre há, em dissolução, elementos necessários à vida das plantas. Ademais, nessa época do ano, as águas do rio estão carregadas de elementos minerais provenientes da lavagem dos solos, de modo que as Podostemonaceae podem realizar, com maior intensidade, o crescimento vegetativo.

Digno de nota é o fato de o rizoma, à medida que vai crescendo, englobar a cápsula, que fica, assim, completamente embutida no seio d'ele, dando, muitas vêzes, a impressão de que as plantinhas são providas de um pedicelo. Dessa maneira se explica a propagação por sementes de *Apinagia Accorsii* Toledo e de *Mniopsis Glazioviana* Warmg. no local onde vivem, processo bastante interessante. Naturalmente, as plantinhas podem desprender-se do fruto, onde se realizou a germinação da semen-

te, e fixar-se em outra parte, como no pedicelo, ou, ainda, sobre os rizomas adultos dos indivíduos que vivem nas imediações, conforme atestam os numerosos exemplos encontrados. Todavia, o caso mais geral que talvez seja o processo natural da biologia de tais plantas, é o de que a germinação da semente e as primeiras fases do desenvolvimento das plantinhas se realizem no interior do fruto (Figs. 11-12) que, não só oferece as condições de proteção necessárias à garantia do crescimento das jovens plantas num meio tão instável, qual seja uma queda d'água, como proporciona ao embrião os alimentos armazenados na placenta, uma vez que as sementes são desprovidas de endosperma.

EMBRIÃO

De tamanho microscópico, o embrião mostra uma configuração simples, mais se parecendo a um U bem fechado, cujos ramos pontudos são os cotilédones. Não se distinguem radícula e caulículo, constituindo a volta ou arco do U o hipocótilo (Fig. 9-A e C). Na maturidade da semente e por ocasião da sua germinação, o embrião é esverdeado.

MORFOLOGIA DOS "SEEDLINGS"

Conforme já assinalai, as sementes das espécies de Podostemonaceae em estudo germinam, em geral, dentro do fruto e sobre a placenta (Figs. 11-15); todavia, a germinação pode efetuar-se, também, em meio exterior, sobre as amplas e anfratuosas superfícies rizomáticas, nos detritos e restos vegetais que se acumulam entre os caules de *Apinagia*, bem como nas paredes externas das cápsulas e nos pedicelos dos frutos, etc.. Foi nesse meio que encontrei numerosos "seedlings" em pleno desenvolvimento, sempre fixados sobre o substrato. É óbvio, entretanto, que o meio exterior não pode oferecer as mesmas probabilidades de êxito para a garantia da germinação, como as apresentadas pelo interior do fruto, em virtude das razões apontadas.

Os "seedlings", que nesse estágio são bem clorofilados, mostram os dois longos cotilédones (720 micra de comprimento por 112,5 de largura, a região de inserção do eixo hipocótilo levemente recurvados (Fig. 12). Continuam a apresentar a mesma configuração de U do embrião, de ramos longos (cotilédones) e juxtapostos, cujas extremidades são bem afiladas. O hipocótilo, constituído de radícula e caulículo morfológicamente indistintos, ocupa todo o vértice engrossado do

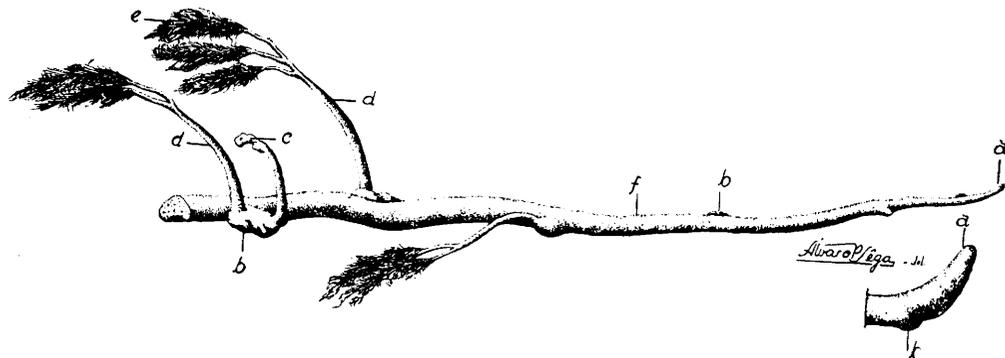


Fig. 5 — Estolho. Aumento 1,5 x. (Original).

a — ápice vegetativo do estolho; b — rizomas em desenvolvimento; c — extremo de um caule novo, frondiforme; d — caules jovens; e — lacínias capiláceas dos ramúsculos; f — estolho.

U, e tem 225 micra de largura por 180 de comprimento. Um tufo denso de longos pêlos (360 micra de comprimento) unicelulares cobre toda a superfície adstrita à curva do U.

Os "seedlings" parecem ser constituídos inteiramente de parênquima clorofiliano, porém, de células estreitamente unidas entre si, isto é, sem meatos; apresentam, em secção ótica, forma poligonal. Revestindo o parênquima clorofiliano, vem uma epiderme formada de uma camada de células, bem juxtapostas, exibindo secção retangular. A epiderme contém, também, cloroplastídeos; não possui cutícula, nem estômatos.

Não pude distinguir no seio do parênquima clorofiliano organização de feixes libero-lenhosos, sendo, pois, simples a estrutura dos "seedlings". Em linhas gerais, êsse é o aspecto morfológico dos "seedlings" em sua primeira fase de desenvolvimento.

TECIDO PLACENTARIO E RESERVAS NUTRITIVAS

Em virtude de grande parte da germinação das sementes se operar no interior do fruto e sobre a placenta (ver desenhos) e, pelo fato de as mesmas não possuírem endosperma, fui levado a investigar a natureza do tecido placentário, mesmo porque, a placenta se apresenta bem desenvolvida, de forma ovóide e se mostra esverdeada. O tecido placentário é de natureza parenquimatosa, em cujas células existem cloroplastídeos, de forma aproximadamente esférica.

No parênquima placentário dos frutos novos encontram-se, a princípio, apenas cloroplastos, faltando os grãos de amido. Por essa razão, a cor da placenta é de um verde intenso. Com o progredir da maturação do fruto e das sementes, percebe-se a formação de amido no interior dos cloroplastos, o que pode ser demonstrado prontamente pela reação de Lugol, ou pelo exame microscópico; ademais, a coloração verde da placenta vai se tornando menos pronunciada. Numa fase de maturação mais adiantada, os grãos de amido estão completamente formados, consistindo de tipos simples e alguns compostos de 2, 3, 4 e mesmo 5 grãos. Os grãos de amido são pequeníssimos; suas dimensões variam entre 5,1 e 5,2 micra para os menores e 10,8 micra para os maiores. A forma é variável; alguns se assemelham aos grãos de amido do trigo, outros, aos da mandioca. Contudo, os maiores são praticamente lenticulares. O hilo é central e fissurado, podendo ser simples ou ligeiramente ramificado; às vezes, assume o aspecto de uma pequena depressão. A luz polarizada, há formação da figura de in-

terferência, característica do amido; a intersecção dos braços da cruz coincide com a região do hilo.

Fica esclarecido, assim, mais um detalhe curioso das Podostemonaceae, isto é, que o fruto, além de constituir as condições necessárias para a germinação das sementes, possui, ainda, a placenta com reservas nutritivas para a alimentação do embrião, até que a plantinha possa conseguir a sua independência fisiológica. Ademais, o embrião possui cloroplastos desde as fases iniciais da germinação da semente, podendo, por conseguinte, realizar a fotossíntese. É por essa razão que os embriões podem desenvolver-se, também, em outros substratos.

O parênquima cortical do pedicelo da flor também possui notáveis reservas de amido, de aspecto idêntico ao encontrado na placenta. Mais tarde, o parênquima cortical se destroi, permanecendo apenas o cilindro central, que funciona como pedicelo do fruto. No tegumento das sementes, cujas células são grandes e de paredes finas, há, também, grãos de amido simples e compostos, em grande número, da mesma forma e tamanho dos já assinalados.

As placentas são volumosas, de forma ovóide, ocupando posição central no fruto; pela base se fixam no ponto de inserção do pedicelo na cápsula (Fig. 10). Desempenham, pois, o papel de órgãos de reserva, em virtude do que ficou exposto, e da presença de "seedlings" fixados em seus tecidos, por meio dos pêlos absorventes (Fig. 11).

Os pêlos absorventes, que se formam em grande número na extremidade do hipocótilo (Fig. 12-c), funcionam como haustórios se os "seedlings" se desenvolvem sobre a placenta, porque, então, se introduzem no parênquima placentário de onde retiram as reservas nutritivas, ou desempenham, apenas, o papel de elementos de fixação, se a germinação se der no meio exterior. Aliás, colhi "seedlings" de ambas as espécies de Podostemonaceae, desenvolvendo-se muito bem sobre rizomas, caules, etc., de *Apinagia*, e, ainda, em restos vegetativos de *Mniopsis*, bem como em detritos orgânicos existentes no meio ambiente. No primeiro caso, haveria uma espécie de semiparasitismo, pois que os "seedlings" clorofilados estão vivendo à custa de um tecido vivo. Por outro lado, tenho encontrado "seedlings" fora dos frutos, presos aos ramos, aos rizomas achatados e mesmo em restos de vegetais, o que atesta a possibilidade de sua independência fisiológica.

* * *

Em 9 de Dezembro de 1943, visitei o salto pela manhã;

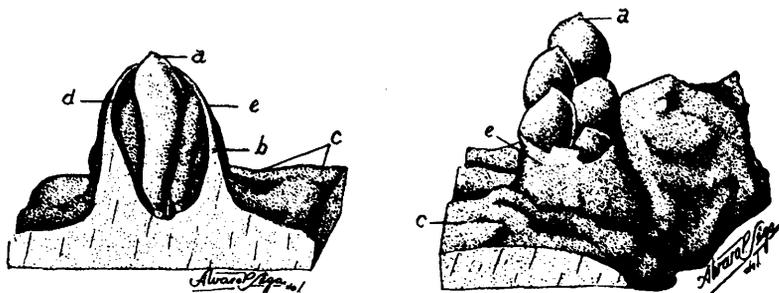


Fig. 6 — Gema florífera, em corte longitudinal, bem aumentada. Fig. 7 — Gema desabrochada, mostrando 5 flores, bem aumentada. (Originais).
 a — flor envolta na espatela; b — parede da escama; c — rizoma; d — interior da gema (câmara florífera); e — escama.

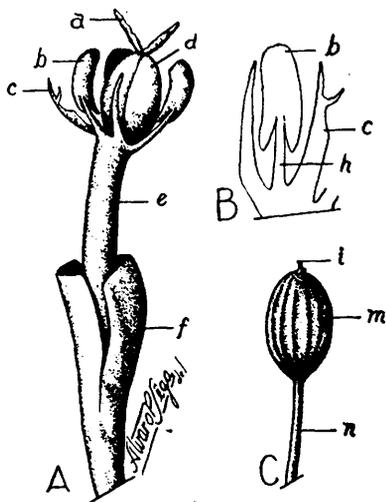


Fig. 8 — Flor (A) e estame (B), muito aumentados. Fruto (C), aumentado 4x. (Originais).
 a — estigma; b — antera; c — tépalas membranáceas; d — ovário; e — pedicelo da flor, provido de córtex; f — espatela; h — filête; i — estigma dessecado; m — parede da cápsula; n — pedicelo.

águas baixas, muitas rochas expostas, com grande quantidade de plantas de **Apinagia** que se achavam, nessa ocasião, com grande desenvolvimento de caules; estes, quando em contacto com a atmosfera, porém, banhados constantemente pela correnteza, apresentavam aspecto normal, ao passo que os que estavam fora da ação da água se mostravam pardacentos por causa da ação dos raios solares e da evaporação. Aliás, as plantas de **Apinagia** não resistem em outro meio que não seja o da água corrente e arejada, conforme pude deduzir das observações feitas em laboratório, no próprio salto, e em lugares que permaneceram secos por vários dias. Procurei conservar algumas plantas em água parada, sem conseguir, contudo, resultado positivo, a-pesar-da renovação contínua do meio; a decomposição logo se iniciava, mesmo no caso da **Apinagia** estar aderente à pedra. Em vista da seca ocorrida ocasionalmente durante vários dias, num mês chuvoso, como o de Dezembro, quando o salto já devia estar cheio, grande parte da superfície das rochas ficou exposta ao ar, permitindo-me verificar, em extensa área, o enorme desenvolvimento realizado pelas plantas de **Apinagia**.

Em 30 de Janeiro de 1944, a 9 e 16 de Fevereiro, visitei o salto. As águas estavam baixas, em virtude de uma pequena estiagem; por essa razão, apreciável quantidade de rochas recobertas de **Apinagia**, em pleno desenvolvimento vegetativo, se expoz à atmosfera. Períodos assim, isto é, águas baixas em fins de Janeiro e começos de Fevereiro, não são comuns, por ser precisamente nessa época que o salto se apresenta em plena fase de enchente. Estas variantes do meio ambiente são importantes, pois permitem apreciar o crescimento e o desenvolvimento realizado pelas Podostemonaceae, o que seria muito difícil, de outra forma, porque as plantas deveriam estar completamente submersas. Nas faces de diversas rochas voltadas para o nascente houve acentuado crescimento vegetativo, tanto de rizomas achatados como de caules, inclusive boa produção de estolhos providos de rizomas em formação.

O gênero **Mniopsis** encontra-se, também, em pleno desenvolvimento vegetativo, emitindo, por sua vez, raízes hemicilíndricas (Fig. 17), em grande número e em várias direções. Por conseguinte, a exposição temporária das rochas veio mostrar que durante o período de enchente as Podostemonaceae realizam o crescimento vegetativo.

O maior desenvolvimento de **Apinagia** se deu nas rochas situadas no declive da queda d'água e nas primeiras rochas contíguas, onde a produção de caules era deveras enorme.

Em 25-2-944, após um período anormal de sêca, ocorrido em plena época das águas, seguiram-se dias a-fio de chuvas; o nível do rio elevou-se, submergindo, outra vez, as plantas de **Apinagia**.

Durante o mês de Março, as chuvas foram pouco abundantes, exceção dos primeiros dias; a última chuva ocorreu a 19-3-944. Nestas condições, as águas do salto baixaram, expondo ao ar, outra vez, as Podostemonaceae; a distribuição de **Apinagia Accorsii** Toledo, na superfície das rochas (faces laterais e superiores) era bem grande, sendo, entretanto, maior na zona da queda d'água.

Em fins do mês de Abril, as águas do salto começaram a declinar de volume devido às poucas chuvas caídas ultimamente (o período de baixa do rio já começou), descobrindo novamente grande porcentagem de rochas, as quais exibiam denso revestimento de **Apinagia Accorsii** Toledo, formado durante o favorável período da enchente, revelando, ainda, notável desenvolvimento de caules. As plantas completaram nessa fase o seu crescimento vegetativo e alcançaram a maior distribuição em área no seu habitat. Assim, as rochas pareciam atapeçadas por um imenso manto verde (rizomas), densamente provido de franjas (caules).

Em 27-4-944 observei que as plantas de **Apinagia Accorsii** Toledo situadas nas rochas parcialmente expostas, havia alguns dias, devido à baixa do nível d'água, se encontravam em franco período de florescimento e de frutificação (Fig. 8-A-C), havendo, ainda, sôbre os novos rizomas (formados durante o período da enchente) largamente achatados, numerosas gemas floríferas, em diversos estágios de desenvolvimento, distribuídas irregularmente; localizam-se, com freqüência, nos bordos do rizoma, que lembra, pelo aspecto de conjunto, uma pequena maquete de terreno, de configuração acidentada, cheio de colinas.

GEMAS FLORÍFERAS E SEU DESENVOLVIMENTO

As gemas floríferas formam-se no seio dos tecidos do rizoma, onde ocupam tôda a espessura compreendida entre as suas faces superior e inferior (Figs. 6-7). A medida que se desenvolvem, vão se salientando na superfície do rizoma, e adquirem o aspecto cônico já assinalado; em sua constituição percebem-se duas escamas carnosas, concrecentes pelos bordos laterais, sendo as partes terminais mais delgadas e de disposição embricada. Uma linha sinuosa no dorso da gema confir-

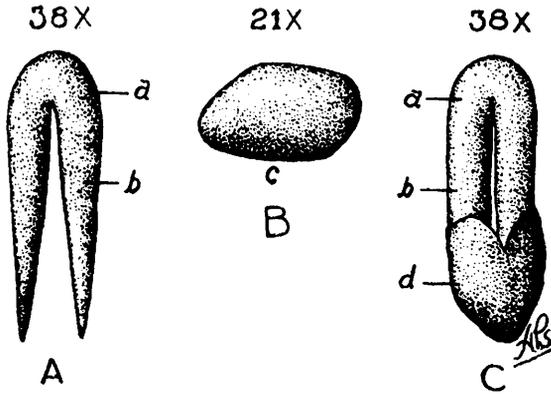


Fig. 9 — Embrião isolado (A); aumento 38 X. Semente (B); aumento 21 X. Semente em germinação (C); aumento 38 X; (Originais).
a — hipocótilo; b — cotilédones; d — tegumento da semente.

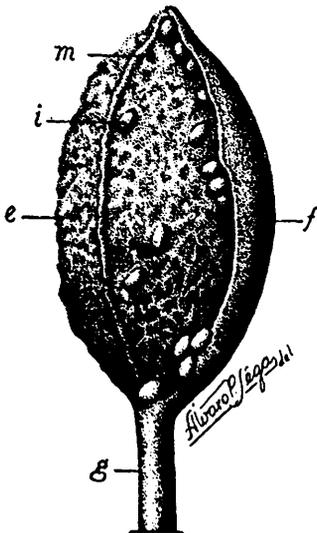


Fig. 10 — Fruto sem um dos opérculos. Aumento 17,5 X. (Original).
e — placenta; f — parede da cápsula; g — pedicelo; i — semente.

ma tal estrutura. Frequentemente, encontram-se sobre os flancos de cada escama (pérula) um caule, cuja inserção pode estar no centro ou na base da escama; em geral, êsses caules jovens não chegam a se desenvolver completamente, devido ao afastamento posterior das escamas ou, então, por causa da sua destruição parcial, por ocasião da abertura das mesmas. As gemas abrigam, em média, de 3 a 5 flores; estas se inserem, pelos seus pedicelos, na base da câmara florífera (interior da gema), que, por sua vez, está em contacto com a face do rizoma que adere às rochas (Fig. 6). Esta inserção é importante, pois garante a fixação dos frutos na rocha, após a dessecação do rizoma.

A abertura (desabrochar) das gemas se dá em consequência da pressão interna exercida nas escamas pelas flores em pleno crescimento, principalmente pela maior, a qual, um tanto recurvada, aplica-se diretamente na região onde os bordos livres das escamas se imbricam; dêsse modo, uma fenda mais ou menos elíptica, que se alarga progressivamente, surge no cimo da gema, através da qual, pouco a pouco, passam as flores em seu crescimento. Mais tarde, as câmaras onde se formaram e desenvolveram as flores, se constituem nas fossas do rizoma. As plantas florescem e frutificam unicamente em contacto com a atmosfera.

Observando as plantas de *Apinagia Accorsii* Toledo ainda submersas, nessa ocasião, verifiquei que a superfície dos rizomas apenas exhibia um aspecto rugoso, em virtude das inúmeras gemas floríferas, tôdas fechadas, mas em vários estágios de desenvolvimento.

Parece, pois, que sob as novas condições de meio, a floração e a consequente frutificação são aceleradas, assegurando a perpetuação da espécie no local. Aliás, dessa época em diante, os rizomas estarão sujeitos a uma constante dessecação, devido ao período de baixa do rio estar em andamento. As plantas perdem, continuamente, água por evaporação, embora recebam, de vez em quando, jactos das correntezas que se chocam contra as rochas e a-pesar-de ser elevado o grau higrométrico da atmosfera, nas vizinhanças das Podostemonaceae parcialmente expostas. Corroborando essa hipótese estão os rizomas novos, recém-formados pelos estolhos durante o período de baixa, com suas gemas floríferas abertas, ostentando flores e mesmo frutos. Ademais, a ação direta dos raios solares durante grande parte do dia, concorre para aumentar a dessecação e a posterior destruição das plantas que estão em contacto com a atmosfera. Dessa maneira, aos poucos, tôda a parte

vegetativa de *Apinagia Accorsii* Toledo (rizomas, caules, etc.), vai murchando e se destruindo, ficando apenas os frutos presos à rocha pelos pedicelos, pois, conforme já assinalei, as flores se fixam à base da câmara florífera, bem em contacto com as rochas. Assim, ficam os frutos implantados sobre as pedras, durante todo o período de baixa do rio, até que, no início das novas enchentes, se dê a germinação das sementes, segundo o processo já explicado.

DESPRENDIMENTO DOS CAULES

Nesta fase do desenvolvimento das plantas de *Apinagia Accorsii* Toledo em grande parte expostas, observa-se, em vários indivíduos, o desprendimento dos caules flutuantes, principalmente os que se acham sob a ação contínua da correnteza. Fato semelhante mostram as plantas semiexpostas e que recebem, ainda, jactos intermitentes d'água. Na região básica dos caules percebe-se que os tecidos se estão dilacerando em grande extensão, ora em sentido longitudinal (parecem lançados), ora em sentido circular, ora na zona de inserção com o rizoma ou um pouco mais acima; o mesmo fenômeno ocorre, ainda, nas subdivisões dos caules, isto é, nas imediações dos nós dos ramúsculos. A desintegração dos tecidos parenquimatosos da zona básica dos caules aumenta gradativamente; na fase quase final desse processo, apenas os feixes vasculares, cuja ruptura pode dar-se a qualquer momento, ligam os caules ao rizoma. Bem antes da queda, os caules perdem as extremidades frondiformes ramulosas e capiláceo-multifendidas.

Sobre o rizoma ficam, então, as cicatrizes caulinares, de cor clara a princípio, cuja forma em geral é circular, mostrando um número variável de pontuações correspondentes aos feixes vasculares. Mais tarde, com a cicatrização da ferida, ainda se percebem os vestígios dos feixes vasculares. No caso de o rompimento dos caules se dar acima da superfície do rizoma, o tóco remanescente vai, aos poucos, se desgastando, até desaparecer quase por completo. Dest'arte, a superfície do rizoma fica mais irregular, em consequência dos restos caulinares.

Parece provável que a causa principal da ruptura dos caules, além de outras que serão oportunamente investigadas, seja a constante vibração a que estão submetidos, porque, nessa ocasião, estão flutuando (ao passo que na fase de submersão eles são estirados continuamente pelas águas, mormente quando o rio está meio alto) de modo que a região basal suporta os

efeitos de uma espécie de torsão constante, provocando, então, a dilaceração dos tecidos. O comportamento referido dos caules flutuantes e dos submersos, que vivem na região da correnteza, pode ser observado repetidas vèzes, "in loco". Contudo, nem sempre èles se desprendem dos rizomas, pois, em plantas onde o fenômeno se verifica, há muitos caules que, devido à sua situação e vigor mais acentuado que os outros, não se destacam, nem revelam destruição dos tecidos nos pontos assinalados. Ademais, nessa época, uma grande parte da superfície das rochas está completamente fora d'água e fora do alcance das ondas, de sorte que os caules estarão sujeitos a uma posterior destruição por dessecação, assim como os rizomas. Aliás, já é bem visível um amarelecimento geral nas plantas de *Apinagia Accorsii* Toledo que vivem fora d'água.

A direção dos caules principais é determinada pela própria direção da correnteza, o que pode ser comprovado examinando-se os numerosos braços d'água em que se divide o rio Piracicaba, quando atinge a crista da cachoeira, onde se encontram grandes quantidades de caules de *Apinagia*, orientados segundo aquelas direções. A curvatura dos caules está sempre voltada contra a direção da água. As extremidades frondiformes, ramulosas e capiláceo-multifendidas (Figs. 1-2-a) também se desprendem, nessa época, ficando os caules com as pontas nuas.

Com a acentuação da baixa do rio, em fins de Maio, o número de rochas expostas aumentou; algumas, mormente as mais salientes, chegaram a perder completamente o contacto com a correnteza. Em consequência da constante exposição ao ar, as plantas de *Apinagia Accorsii* Toledo perderam totalmente os caules, permanecendo sôbre a superfície das pedras apenas as placas rizomatosas, que oferecem, nesse estado, grande semelhança com incrustações liquênicas.

Os rizomas expostos pouco a pouco vão sendo destruídos, por causa da ação dos raios solares e do dessecação contínuo a que estão sujeitos; percebe-se tal fase de decomposição, pela mudança de cor do rizoma que, a principio, é verde-escuro, depois, passa a amarelo, e, finalmente, a pardo-marron. Contudo, as flores estão adultas e a porcentagem de frutos é grande. Deduz-se, pois, que as plantas de *Apinagia Accorsii* Toledo (como as demais *Podostemonaceae*) teem uma duração condicionada ao período da enchente, isto é, ao período em que as plantas permanecem submersas.

O aspecto oferecido pelas rochas um tanto proeminentes e que não perderam o contacto com a água, já é bem outro, pois

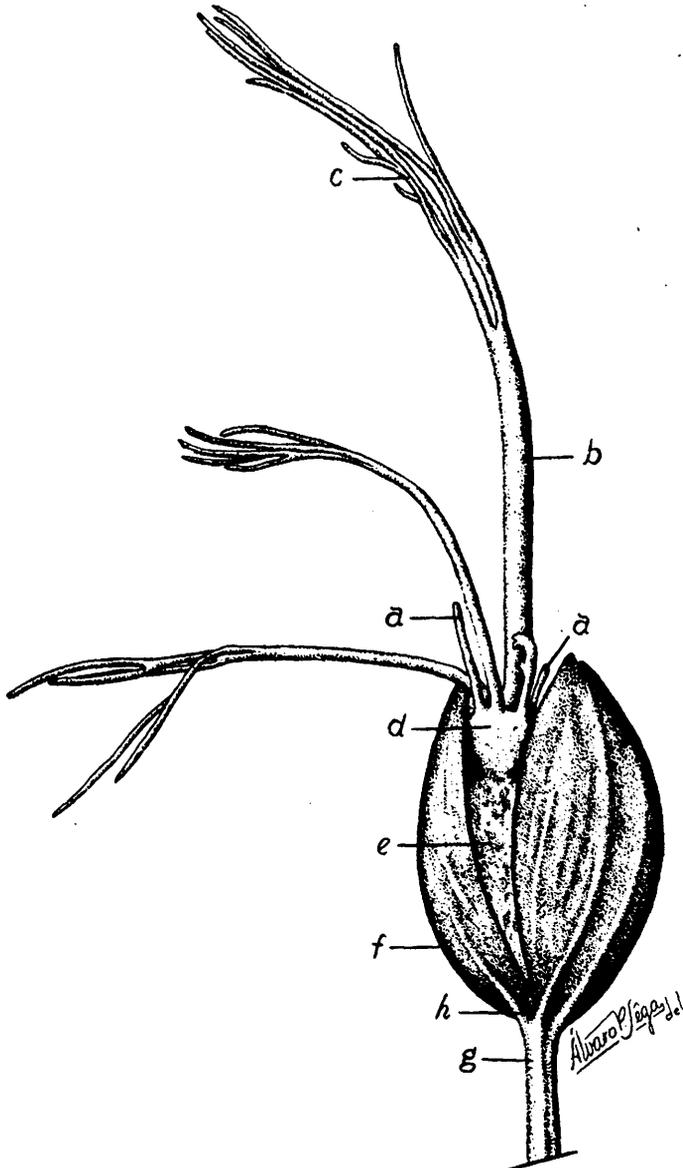


Fig. 11 — Fruto mostrando um "seedling" sobre a placenta. Aumento 17 X. (Original).

a — cotilédones; b — haste principal; c — lacínha capilácea do ramúsculo; d — rizoma jovem; e — placenta; f — parede da cápsula; g — pedicelo; h — nervura da cápsula.

revelam um intenso revestimento de plantas, com seus caules arqueados, embora existam vários claros no conjunto, devido à queda de alguns caules. O contraste revelado entre as rochas completamente secas e as que ainda são banhadas ligeiramente pelas águas é enorme, a-pesar-de as plantas terem praticamente a mesma idade e o mesmo desenvolvimento. A duração das últimas continuará até que, pela baixa mais acentuada das águas, venham a se expôr completamente, e, então, sofrerão igual comportamento assinalado para as primeiras. Finalmente, as rochas que formam o leito de largos braços d'água, cuja velocidade ainda é grande, mostram um denso revestimento de plantas de *Apinagia* submersas que, por sua vez, estão perdendo seus caules, tais quais as outras. Parece provável que a queda dos caules, por dilaceração dos tecidos, esteja ligada, também, à duração da planta, porque ela se verifica numa época em que as condições mesológicas se tornaram desfavoráveis ao seu desenvolvimento.

Ademais, as plantas de *Apinagia Accorsii* Toledo já completaram, nessa ocasião, seu ciclo vegetativo, estando algumas em pleno período de florescimento e mesmo de frutificação, de sorte que, a perpetuação da espécie por meio de sementes está assegurada.

Placas rizomatosas desprovidas de caules, mas formando superfícies apreciáveis, podem ser facilmente observadas por transparência, em certos canais do salto, onde o volume d'água é pouco espesso, porém, com arejamento e velocidade suficientes. Entretanto, com a posterior baixa do rio e conseqüente diminuição do arejamento, velocidade e quantidade d'água, no canal considerado, as próprias placas rizomatosas já sem caules, entraram em desintegração, sem que se desenvolvessem, primeiramente, as suas gemas floríferas. Tal comportamento é idêntico ao que se obtém, quando se pretende conservar os rizomas em laboratório, embora submersos e sob a ação da água corrente.

Nas plantas submersas, as gemas floríferas ainda não desabrocharam, ao passo que os indivíduos parcialmente expostos já se encontram em plena fase de frutificação.

Em 16-6-944, o aspecto das plantas de *Apinagia Accorsii* Toledo, ainda sob o alcance das águas, está mais modificado, porque agora os claros notados na vegetação são mais pronunciados, por causa do acentuado desprendimento dos caules. É por essa razão que já apareceram numerosas superfícies rizomáticas nuas, isto é, despidas completamente de caules. Outra parte dos caules está deitada sobre os rizomas, ou, então,

se mantêm recurvados, em forma de arco; nas faces verticais de algumas rochas, os caules estão em posição pendente. Os caules, em geral, já não possuem ramúsculos laciniados, estando reduzidos ao segmento principal e a alguns secundários. O fato é que a queda dos caules se torna cada vez mais acentuada, principalmente nas plantas que se afastaram do seu habitat natural. Todavia, muitas ostentam, ainda, aspecto normal, exibindo um belo conjunto de caules, mas, à medida que as condições mesológicas se forem transformando, com a diminuição contínua do nível d'água, elas irão perdendo, também, seus caules e, mais tarde, o próprio rizoma se destruirá, por ocasião da sua permanência ao ar e sob a ação solar. Os caules flutuantes das plantas de *Apinagia* submersas e situadas no declive, estão como que podados, reduzidos ao segmento principal e aos dois imediatos. Em outros lugares, entretanto, como nos leitos de pedra dos diversos canais já assinalados neste trabalho, em que a água tem uma espessura de poucos centímetros, as extensas superfícies rizomáticas estão completamente despidas de caules, percebendo-se, ainda, pela diferença de cor, pequenas áreas correspondentes à queda recente dos mesmos. Das observações supra conclue-se que a queda dos caules é parcial ou total; é um fenômeno geral na espécie em questão, e que se realiza após o completo desenvolvimento vegetativo, estando diretamente relacionado à idade da planta e ao fator água, o qual age no sentido de acelerar o referido desprendimento. É lógico que as plantas que se transferiram quase bruscamente do meio aquático para o meio sêco, em virtude da baixa constante do rio, perderão seus caules por dessecação e posterior destruição por decomposição, inclusive o próprio rizoma.

Os rizomas despídos dos seus caules e fora do alcance direto da correnteza, embora constantemente umidecidos, já se encontram em franco período de florescimento e mesmo de frutificação, ao passo que os que permaneceram submersos ainda trazem suas gemas fechadas. Entrementes, com a exposição ao ar, devido à baixa do rio, as gemas floríferas vão entrando em atividade. Tal comportamento pode ser atestado examinando-se os flancos de pedra dos inúmeros braços d'água, onde os rizomas expostos ao ar estão floridos e os submersos, não.

Depreende-se que o fator água impede ou dificulta o desabrochamento das gemas floríferas. Enormes superfícies rizomáticas, em que metade está submersa e metade exposta ao ar, confirmam o fato supra, pois a parte exposta está em florescimento, enquanto que a submersa, não. Toda a superfície

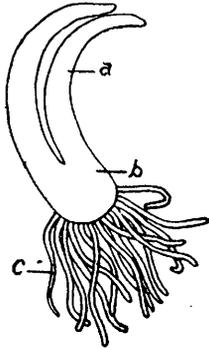


Fig. 12 — Seedling jovem, encontrado sôbre a placenta; muito aumentado. (Original).. a — cotilédones; b — hipocótilo; c — pêlos absorventes

do salto está coberta de enormes quantidades de detritos, sujeiras, restos de árvores, em larga escala, material êsse que fica retido, em parte, por causa dos caules de *Apinagia*, *Mniopsis* e *Tristicha*, sôbre os quais se acumula.

No trecho que se segue à queda, já se notam enormes blocos de pedra aflorando, cujas superfícies, antes literalmente recobertas de plantas de *Apinagia* com abundante produção de caules, mostram, agora, o tópo exposto com placas rizomatosas, enquanto que as plantas providas de caules se restringem às partes que ainda estão ao alcance das águas.

Em outro setor do salto, com certa superfície de rochas expostas, mesmo no trecho do declive, os rizomas de *Apinagia Accorsii* Toledo estão se dessecando, em consequência da prolongada permanência fora do seu habitat. Esse aspecto é visível mesmo à distância, porque os rizomas, de verdes que são, passam a um verde-amarelo, e adquirem, depois, uma tonalidade chocolate. Contudo, já produziram frutos, os quais, presos às rochas, se encarregarão de cooperar na perpetuação da espécie "in loco", quando as condições propícias de novo se apresentarem.

A duração vegetativa das plantas de *Apinagia Accorsii* Toledo, *Mniopsis Glazioviana* Warmg. e *Tristicha hypnoides* (St. Hil.) Spreng var. *Hilarii* Tul., está intimamente ligada à presença do fator água, como plantas aquáticas que são, de sorte que, uma vez expostas ao ar, começam a sofrer o processo de dessecação que lhes pode causar a morte, se a permanência na atmosfera fôr muito prolongada. Todo o desenvolvimento vegetativo se processa durante o período de enchente, conforme ficou assinalado, bem como a formação de gemas floríferas.

Para completar as observações que venho fazendo sobre as Podostemonaceae do salto de Piracicaba, realizei, em 19-6-944, uma detalhada excursão, a pé, numa grande extensão do leito rochoso do rio, logo abaixo da ponte, até chegar ao local do declive. Embora as águas estivessem baixas, encontrei certas dificuldades para vencer a sua resistência, em virtude das várias correntezas e dos múltiplos acidentes naturais.

Todo o trato do rio situado antes da queda d'água, mostra suas rochas literalmente cobertas por um denso revestimento de **Mniopsis Glazioviana** Warmg. em plena fase de florescimento: todavia, somente as formações vegetais das rochas expostas, isto é, em contacto com a atmosfera, é que mostravam grande porcentagem de flores desabrochadas (vide desenhos), permanecendo, ainda, nas espatelas, as flores das plantas submersas. Para a espécie **Mniopsis Glazioviana** Warmg., como em **Apinagia Accorsii** Toledo, o fator água parece exercer certo controle sobre o crescimento das flores, o qual só se completa quando as plantas estiverem fora d'água, conforme investigações feitas em centenas de rochas, em contacto com a atmosfera.

DESSECAÇÃO DOS RIZOMAS

A quantidade de indivíduos de **Apinagia** expostos é grande, de modo que, nessa região do salto, o número de rizomas, em vários estados de dessecação é enorme, encontrando-se, mesmo, todas as fases que vão desde o rizoma inalterado morfológicamente, até o seu desaparecimento completo, por destruição e dessecação. Fica, no estágio final da dessecação, sobre a superfície da rocha, uma placa marron chocolate, com o contorno do rizoma. A placa, por seu turno, também desaparece com o tempo, de sorte que a presença dos frutos pedicelados, fixados fortemente à rocha, é que pode indicar o local onde se desenvolveram as plantas de **Apinagia Accorsii** Toledo. Antes que se dê o desaparecimento completo do rizoma, ficam assegurados o desenvolvimento das flores e a conseqüente formação de frutos. Ademais, assim que o rizoma começa a ter contacto com a atmosfera, as flores entram imediatamente em desenvolvimento mais acentuado (por deixar de atuar o fator água, inibidor do desenvolvimento das gemas e flores) de modo que há tempo suficiente para que todos os processos fisiológicos referentes ao período de floração e frutificação se completem.

O dessecação do rizoma exposto ao ar é óbvio, por várias razões: em primeiro lugar, sendo um órgão adaptado ex-

clusivamente à vida submersa (água), possui uma estrutura tôda própria que lhe permite viver, normalmente, em tal meio. Desta maneira, quando o rizoma passa para o meio sêco, êle perderá, continuamente, água, por falta de dispositivos adequados à sua proteção. É evidente que a passagem do meio aquático ao meio sêco não se faz bruscamente, pois a baixa do rio é um processo lento e depende do regime de chuvas que vigorar durante a época de estiagem. Todavia, mesmo quando as chuvas se reduzem ao mínimo nesse período, como está acontecendo neste ano, a baixa do nível d'água se faz lentamente, permitindo a passagem gradativa do rizoma de um meio a outro. É durante êsse período de transição que se dá o rápido desenvolvimento das flores, a polinização, fertilização, frutificação, isto é, todo o ciclo floral, etc.. Em segundo lugar, a ação da luz solar se torna cada vez mais importante, no processo de dessecação dos rizomas que estão emergindo da água, quer pela incidência direta sôbre êles, durante várias horas no dia, quer pelo aquecimento das rochas, as quais, pela quantidade de calor que retêm, desempenhariam o papel de verdadeiros secadores. Deste modo se opera o dessecação dos rizomas, fenômeno que será tanto mais rápido quanto mais tempo permanecerem sob as condições do ambiente externo (sêco).

POLINIZAÇÃO

Conforme referências feitas no capítulo correspondente, o número de flores em cada gema varia de 3 a 8, estando cada uma revestida de uma spatela (Figs. 6-7) que, por sua vez, se dilacera (Fig. 8-f) quando se iniciar o desenvolvimento das flores, aos primeiros contactos com a atmosfera. Como em *Mniopsis Glazioviana* Warmg. e, possivelmente, em *Tristicha hypnoides* (faltam-me observações sôbre esta espécie), a polinização se dá em plena atmosfera, quando as anteras enxutas e suficientemente desseçadas sofrem a deiscência longitudinal. Os grãos de pólen se apresentam ligeiramente tetraédricos, aproximando-se, contudo, da forma esférica. A exina é lisa e mostra, em geral, três poros. A polinização é direta, porque as flores são hermafroditas, e em virtude, também, da proximidade e da posição das anteras, em presença do estigma, condição essa decorrente do contacto íntimo que os órgãos sexuais sempre tiveram durante a fase em que permaneceram no interior da spatela. Intervém, ainda, no caso presente, a ação da gravidade, porque as flores reunidas possuem seus pedicelos florais com tamanhos diferentes, facilitando a queda do pólen

sobre o estigma da flor subjacente. Finalmente, parece que a anemofilia pode ser, também, invocada, embora em pequena escala, tal como para o *Mniopsis Glazioviana*.

3 — *MNIOPSIS GLAZIOVIANA* WARMG.

Em 9 de Dezembro de 1943, examinando a face vertical de uma grande rocha, bem exposta ao ar, voltada para o nascente, notei, na parte banhada constantemente pela correnteza, extensas formações de plantinhas de *Mniopsis Glazioviana* Warmg. provenientes de sementes, ao lado de inúmeros frutos de pedicelos curtíssimos, a-ponto-de a cápsula tocar a superfície da pedra. Os frutos colhidos continham, em seu interior, sementes em germinação (Fig. 15). As plantinhas apresentavam a organização já descrita para o *Mniopsis*, isto é, são constituídas de uma raiz hemicilíndrica (dorsiventral), aderente à pedra, de cor verde, trazendo em seus flancos uma série regular de produções foliares. Na extremidade da raiz percebe-se, nitidamente, a coifa (Fig. 17). A porção da rocha que não recebia água, a-pesar-de possuir grande quantidade de frutinhos, não apresentava nenhuma plantinha. Na face horizontal de uma rocha vizinha e constantemente banhada pela correnteza, havia muitas plantinhas em desenvolvimento, a par de alguns frutinhos.

O material colhido no local citado era constituído, além de frutos, "seedlings", (Fig. 16), partes vegetativas, (Fig. 13-B), de restos de *Mniopsis* que ali viveram, etc., de permeio com filamentos de algas. Alguns frutos exibiam notável quantidade de "seedlings" em sua superfície, atestando que as sementes germinaram em seu interior. Em outros frutos que sofreram a deiscência, o opérculo (o fruto se compõe de 2 opérculos ligeiramente desiguais, sendo um, persistente), preso ao pedicelo, trazia em seu interior, certo número de "seedlings". Na superfície de algumas cápsulas, ainda fechadas, havia elevado número de "seedlings", ao lado dos restos dos tegumentos das sementes (Fig. 14); estas, naturalmente, foram ali levadas pela própria água. Finalmente, notei grande número de "seedlings" sobre restos de raminhos velhos e de fôlhas mortas.

PLACENTA

Os frutos de *Mniopsis* possuem uma placenta ovóide, que se assemelha, pela inserção e textura, àquela de *Apinagia*. Nas anfratuosidades de sua superfície implantam-se numerosas e

diminutas sementes. A coloração da placenta é verde, devido à presença de inúmeros cloroplastídeos, ligeiramente esféricos, existentes nas células do parênquima que a constitui. Sobre os cloroplastídeos puderam ser identificados grânulos de amido.

SEMENTES

São ovóides, de côr marron. Suas dimensões são:

Eixo maior: 230 micra.

Eixo menor: 180 micra.

EMBRIÃO

Os embriões, examinados ao microscópio, revelaram a presença do pincel de pêlos absorventes, cujo papel é idêntico ao assinalados para a *Apinagia*, isto é, funcionam como haustórios, quando os "seedlings" crescem sobre a placenta e, como elementos de fixação, se os "seedlings" se desenvolvem sobre o substrato exterior. Confirmando essa hipótese, existem numerosos exemplos de "seedlings" bem desenvolvidos, aderentes ao substrato, desprovidos de pêlos, sendo a região a eles correspondentes achatada e de uma coloração pardacenta. Talvez, os pêlos sejam destinados mais para a fixação do que para a função de absorção, pois que os "seedlings" são verdes desde as suas primeiras fases de desenvolvimento, podendo, no meio

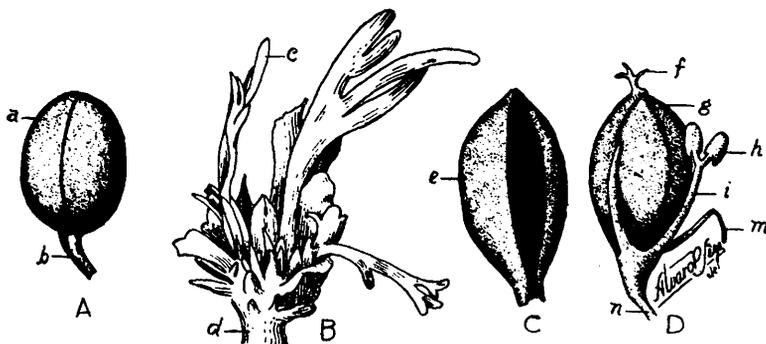


Fig. 13 — Fruto (A); aumento 10 X. Parte vegetativa (B); aumento 3 X.

Espatela (C); aumento 12,5 X. Flor nova (D); aumento 12,5 X.

a — parede do fruto; b — pedicelo do fruto; c — folha; d — ramo; e — spatela isolada; e — estigma; g — ovário; h — anteras; i — filête; m — tépalas membranáceas.

aquático onde vivem, realizar a fotossíntese. No mais, o aspecto e a constituição morfológica do embrião são semelhantes aos de *Apinagia*, razão por que deixo de entrar em descrição detalhada.

* * *

Acompanhei, também, o comportamento e o desenvolvimento vegetativo da espécie de *Mniopsis Glazioviana* Warmg., no mesmo período em que foram observadas as plantas de *Apinagia Accorsii* Toledo e verifiquei, então, que durante a fase de submersão (período de enchente) houve notável crescimento vegetativo, com formação de ramos, folhas botões blorais. A produção de raízes ainda continua, o que significa nova formação de "núcleos" de *Mniopsis*, destinados a ampliar a sua distribuição local.

A espécie *Mniopsis Glazioviana* Warmg. emite, de plantas já adultas, raízes com aspecto de cordões hemcilíndricos providos de uma goteira na face em contacto com a superfície de pedra; tais como nos estolhos de *Apinagia*, inúmeros rebentos (formações radicais), aos pares, se dispõem em ordem crescente, a partir da extremidade da raiz. Entretanto, em *Mniopsis*, cada rebento já desenvolve um grupo de formações foliáceas (produções radicais). A ponta da raiz principal, responsável pela produção de novos indivíduos, traz uma coifa com aspecto de telha, disposta apenas na face superior; a coifa tem contacto com a extremidade da raiz somente por uma pequena superfície, enquanto que sua região posterior é livre e um tanto alevantada, de sorte que faz, com ela, um ângulo agudo. (Fig. 17).

Portanto, as espécies *Mniopsis Glazioviana* e *Apinagia Accorsii*, se propagam vegetativamente por meio de raízes e estolhos, respectivamente.

O período de florescimento e frutificação ocorre paralelamente ao de *Apinagia*, de vez que as duas espécies vivem quase que associadas no mesmo local, estando submetidas, portanto, à ação dos mesmos fatores.

As plantinhas de *Mniopsis* que se encontram expostas na atmosfera, portanto, sob a ação direta dos raios solares, estão perecendo; a princípio, começam por ficar amarelas e, depois, suas folhas murchas se destacam, restando, no final, os raminhos que sustentam os frutininhos pedicelados, aderentes à rocha. Mais tarde, a parte vegetativa desaparece completamente, permanecendo, nos respectivos lugares, os frutininhos, como se estivessem implantados na pedra.

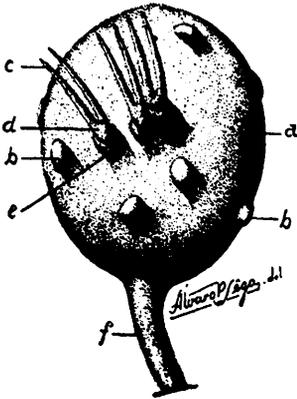


Fig. 14 — Fruto com sementes e "seedlings" desenvolvendo-se sobre suas paredes; aumento 18 X. (Original).

a — parede do fruto; b — semente; c — cotilédones; e — tegumento da semente; f — pedicelo do fruto.

DESCRICAÇÃO DOS "SEEDLINGS"

Entre os restos vegetais acumulados sobre as formações de *Mniopsis Glazioviana* foram encontrados numerosos "seedlings" (Fig. 16) fixados ao substrato, por meio de um tufo de pêlos absorventes; contudo, não pequena é a quantidade de sementes que germinaram no interior dos frutos (Fig. 15), sobre as paredes das cápsulas (Fig. 14-c, d, e), etc., conforme foi assinalado.

O eixo hipocótilo (158 micra de comprimento), de forma ligeiramente cilíndrica, é reduzidíssimo em relação aos cotilédones (585 micra de comprimento por 180 micra de largura na região média); não se distingue nele diferenciação morfológica entre caulículo e radícula. Da sua extremidade um tanto curva saem numerosos pêlos absorventes (112,5 micra de comprimento) que, no interior do fruto, teriam a propriedade de absorver as reservas contidas no tecido placentário (haustórios) e, no meio exterior, a finalidade de fixar a plantinha ao substrato. Frequentemente, quando a plantinha já está bem adaptada ao substrato por meio dos pêlos absorventes, o hipocótilo se dilata um pouco na extremidade, assumindo, então, a configuração de um disco (225 micra de largura). Ao hipocótilo, e fazendo corpo com êle, seguem-se os dois longos cotilédones, de aspecto foliáceo, ligeiramente afastados entre si, lembrando, o conjunto, a figura de um peteca. O hipocótilo mede, nessa região um pouco deprimida, 202,5 micra de largura. As extremidades dos cotilédones se afinam ligeiramente (Fig. 16).

Nesse estado de desenvolvimento, é comum a presença de uma fôlha entre os cotilédones, da mesma forma que êles, embora um tanto mais alongada (167 micra de comprimento). Convém salientar que a plantinha é constituída, também, de um tecido fundamental verde, envolvido por uma epiderme, tal como nos "seedlings" de *Apinagia Accorsii* Toledo.

POLINIZAÇÃO

A deiscência longitudinal das ateras se opera nas flores plenamente desabrochadas (isto é, cujas espatelas já se dilaceraram) na atmosfera e suficientemente sécas. É assim que milhares de pequeninas flores mostram suas anteras esbranquiçadas, devido ao pólen abundante (em relação ao tamanho das flores), que se espalha ao mais leve toque. Examinando numerosas flores nas condições supra, com o auxílio de uma lupa, notei que as anteras abertas estavam deitadas, em grande parte, sobre o estigma da flor, produzindo-se, assim, a polinização direta. O contacto natural da antera com o estigma deve-se ao fato de os estames estarem bem encostados ao gineceu, quando a flor ainda se encontra dentro da espatela, de modo que, ao se processar a ruptura desta última, por ocasião do desenvolvimento da flor, na atmosfera, os estames se mantêm por certo tempo, naquela posição, de sorte que, ao se dar a deiscência os grãos de pólen caem sobre o estigma. A par da polinização direta, é viável, também, que se opere a polinização anemófila, pois que as flores são nuas, hermafroditas e as plantinhas formam associações compactas. A polinização hidrófila está, por natureza, excluída, devido ao fato de que as flores só completam o seu desenvolvimento quando na atmosfera, época favorável à deiscência das anteras, desde que se estabeleçam condições de relativa secura, conquanto estejam nas proximidades da superfície líquida. Não notei a presença de insetos nas plantinhas, durante as minhas observações, motivo pelo qual êste fator biológico também está afastado como causa da polinização. A presença esporádica de alguns insetos no local visitado não é suficiente para admiti-los como agentes de polinização. A ventilação que, em geral, se forma na superfície das rochas aquecidas pelos raios solares, parece-me que pode ser levada em conta como fator auxiliar da polinização, facilitando, ao mesmo tempo, o enxugamento das anteras que ainda não se abriram. É natural que a água, atingindo de leve a superfície do estigma polinizado, só pode favorecer a retenção e a germinação do pólen; é o que acontece em

algumas flores, cujas plantinhas estão semisubmersas. A área de distribuição local de *Mniopsis* é, pois, vastíssima.

A medida que me aproximava da zona do declive, observei progressiva diminuição das formações de *Mniopsis Glazioviana* e, cada vez mais numerosas, as formações de *Apinagia Accorsii*. A distribuição local mais intensa de *Apinagia Accorsii* se circunscribe à massa rochosa que constitui a espaçosa fachada frontal do salto, em toda a largura, abrangendo, também, as faixas situadas aquém e além da queda d'água; aqui pude apreciar melhor o notável desenvolvimento assumido pelas plantas de *Apinagia Accorsii*, em virtude da multiplicidade de meios constituídos pelas amplas e variadas superfícies rochosas, algumas, submersas, outras, semisubmersas, e intei-

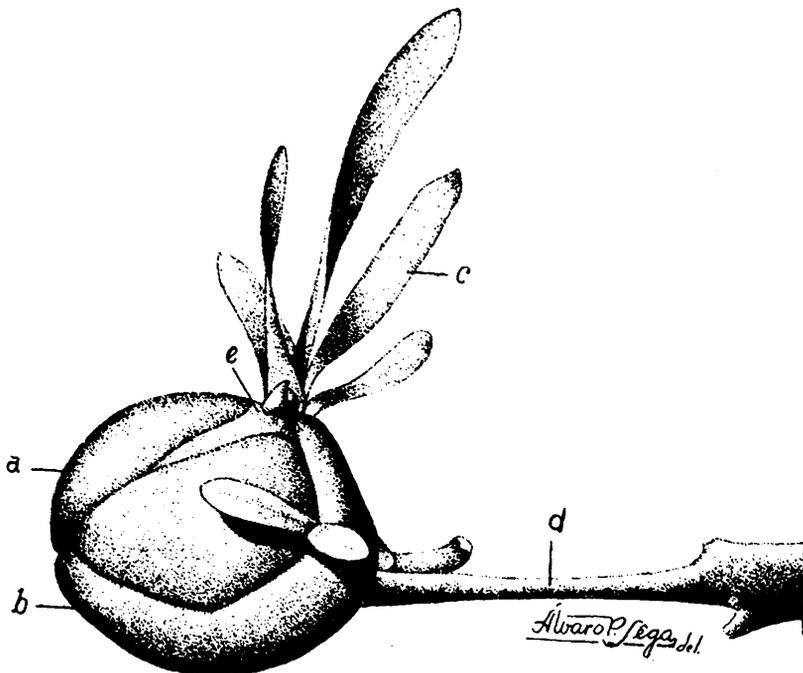


Fig. 15 — Fruto mostrando um "seedling" em desenvolvimento na placenta, cuja raiz, provida de produções foliáceas, contorna parte da cápsula; aumento 19 X. (Original).

a — parede da cápsula; b — raiz aderente à parede da cápsula;
c — folhas novas.

ramente expostas, outras. A configuração assumida pelos rizomas expostos, na sua quase totalidade sem caules, depende muito da natureza da superfície onde eles se desenvolvem e do número de indivíduos, se crescem associados ou isolados, isto é, independentes. Poucas são as plantas que ainda trazem caules, apenas as que estão ainda submersas. Em geral, quando isolados e em superfícies planas, os rizomas assumem o aspecto ligeiramente elíptico, com dimensões variáveis, tais como: 20 x 25 cms., 30 x 30 cms., etc., mostrando bem dispostas as suas ramificações curtas e sinuosas. Se eles formam associações, então oferecem um contórno e amplitude variáveis, de acôrdo com o número de indivíduos reunidos.

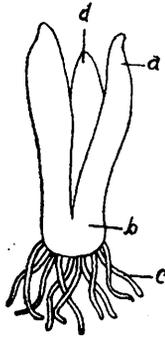


Fig. 16 — "Seedling" jovem, encontrado no interior do fruto; muito aumentado. (Original).
a — cotilédono;
b — hipocótilo; c — pêlos absorventes.

Confirma-se, aqui, a observação feita no lugar sito junto ao paderão, com respeito à floração, isto é, que os rizomas em contacto com a atmosfera estão com suas gemas floríferas em vários estados de abertura, e, o florescimento, em pleno desenvolvimento, havendo, também, boa porcentagem de frutos. Todos esses estágios evolutivos se observam num mesmo rizoma. Os rizomas que possuem parte de sua superfície fora d'água e outra ainda submersa, apresentam flores e frutos na parte exposta.

* * *

A autor agradece ao sr. Alvaro P. Segal, a execução dos desenhos que ilustram esta contribuição, os quais foram baseados em material vivo.

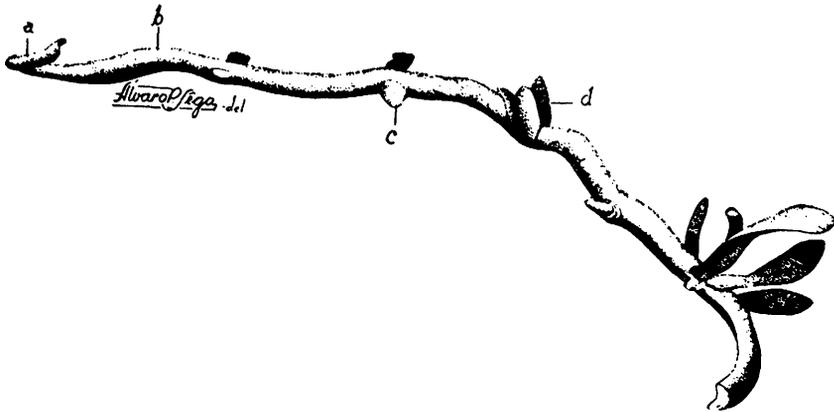


Fig. 17 — Raiz em pleno desenvolvimento; aumento 3,5 X. (Original).
a — coifa; b — raiz; c, d, — formações foliáceas provenientes de gemas radicais.

4 — RESUMO E CONCLUSÕES

O Autor estuda, nesta contribuição, os aspectos biológicos e ecológicos das plantas *Apinagia Accorsii* Toledo nov. esp. e *Mniopsis Glazioviana* Warmg., Podostemonaceae que vivem incrustadas nas rochas do salto do rio Piracicaba, situado em frente à cidade de igual nome.

Refere-se, principalmente, à espécie *Apinagia Accorsii* Toledo, por mostrar grande transformação de toda a parte vegetativa, ao lado de inúmeros caracteres de regressão, como: redução do sistema condutor, ausência de estômatos, simplificação da estrutura dos caules e das folhas, preponderância da multiplicação vegetativa, etc.. Entretanto, põe em paralelo as principais modificações e produções apresentadas por ambas as espécies, sob a variação dos fatores ambientais, no decurso de pouco mais de um ano, período em que se processaram os ciclos vegetativo e floral.

Durante o período de baixa do rio, as rochas, completa ou parcialmente expostas ao ar, se achavam recobertas de plantas de ambas as espécies, que exibiam notável desenvolvimento vegetativo, formado enquanto permaneceram submersas. Por essa razão pode ser avaliado o comportamento das plantas, quer as expostas na atmosfera, quer as submersas e, ainda, das que participaram de um ambiente intermediário, isto é,

parte ao ar e parte sob as águas. As plantas que permaneceram inteiramente a descoberto mostravam, como é natural, alterações, devido à dessecação (a perda de água é por evaporação porque as plantas não possuem a menor proteção contra a transpiração) e da ação dos raios solares. Dest'arte, os rizomas de *Apinagia Accorsii* se apresentavam dessecados, porém, exibiam abundantes formações de frutos, semelhantes a esporocarpos de musgos. As plantas umidecidas por contínuos jactos d'água, embora expostas à atmosfera, tinham seus rizomas verdes, com aspecto de talos de hepáticas, providos de numerosas gemas floríferas e flores em vários estágios de desenvolvimento; todavia, mostravam poucos caules adultos e em formação; existiam, ainda, numerosas placas rizomatosas nuas. Finalmente, os rizomas situados na região do declive (água velocíssima e arejamento intenso) exibiam densas formações de caules adultos e ramificados; a curvatura da haste principal voltava-se contra a correnteza; não possuíam flores e nem frutos.

A área local de distribuição da espécie *Mniopsis Glazioviana* Warmg. situa-se acima da cachoeira; na região da queda d'água poucas são as rochas que apresentam exemplares de *Mniopsis*.

A conservação de ambas as espécies fora do seu habitat não é possível, mesmo que as plantas se conservem sôbre as pedras e se renove diariamente a água.

Após a destruição da parte vegetativa de *Mniopsis*, ficam gravados sôbre as rochas os vestígios das plantinhas, em forma de faixas esbranquiçadas, estreitas, longas, ostentando aqui e acolá séries de frutinhas marrons menores que os de *Apinagia*, de forma esférica e curtamente pedicelados.

Das observações feitas conclue-se que:

- 1 — as plantas submersas e sob a ação de fortes correntezas, bem arejadas, desenvolvem os órgãos vegetativos;
- 2 — as plantas semiexpostas a atmosfera mostram, na parte do rizoma que está fora d'água, gemas floríferas em vários estágios de abertura, flores e frutos;
- 3 — as plantas completamente a descoberto exibem flores e frutos; a parte vegetativa está condenada à morte, porque sujeita à evaporação e à ação solar.

Fora do habitat as plantas paralisam o seu crescimento vegetativo (e não poderia ser de outra forma, pois deixam de

viver no seu meio natural) ativando-se, sobretudo, o desenvolvimento floral e a conseqüente formação de frutos.

Iniciada a enchente, as plantas vão, aos poucos, submergindo; nota-se, então, intenso crescimento de toda a parte vegetativa, fato êsse que pode ser verificado em conseqüência de uma estiagem, quando as plantas vieram à tona e revelaram o extraordinário desenvolvimento que alcançaram, tanto em rizomas quanto em produção de caules.

Os rizomas de **Apinagia** produzem estolhos que se encarregam de aumentar o número de indivíduos. Os estolhos são cordões hemecilíndricos, aderentes à superfície das rochas e emitem, lateral e alternadamente, novos rizomas, de tamanhos crescentes, a partir da extremidade. Sobre os jovens rizomas já se notam caules em desenvolvimento. A medida que os rizomas recém-formados aumentam de tamanho, vão se despreendendo dos estolhos e passam a desenvolver-se normalmente sobre as pedras. As plantinhas de **Mniopsis Glazioviana** Warmg. produzem, ao invés, raízes hemecilíndricas, aderentes ao substrato; em sua extremidade, e na face superior, dispõe-se a coifa, presa apenas por um ponto.

Dos flancos das raízes se originam formações foliáceas, provenientes de gemas radicais.

Conforme foi assinalado, a frutificação se processa em épocas diferentes, porque o desenvolvimento das flores e a conseqüente fecundação se realizam na atmosfera. Por êsse motivo, há, no habitat, frutos com todas as idades e, por conseguinte, sementes em diversos graus de maturação. Por ocasião da enchente, a germinação pode operar-se sobre a placenta de frutos parcialmente abertos, na parede interna e externa das cápsulas e, finalmente, nos resíduos de rizomas. O embrião de **Apinagia** é microscópico, em forma de U, cujos ramos pontudos são os cotilédones; a radícula e o caulículo são indistintos. Por ocasião da germinação da semente, o embrião já é bem clorofilado, podendo realizar, pois, a fotossíntese. O embrião de **Mniopsis** só difere do de **Apinagia** apenas na forma; no mais, comporta-se de modo idêntico.

Os "seedlings" possuem, desde os primeiros estágios de desenvolvimento, um tufo de pêlos absorventes revestindo a extremidade do hipocótilo, cuja finalidade principal parece ser a de fixação. Nessa fase êles conservam, ainda, a forma de U do embrião.

No caso de a semente germinar sobre a placenta, conforme atestam os exemplos encontrados, as reservas nutritivas contidas no tecido placentário podem ser utilizadas pelos "see-

dlings. Se as plantinhas se desenvolvem no interior dos frutos ou em sua superfície externa, a passagem para a rocha se dará em consequência do aumento de pêso, decorrente do crescimento vegetativo, de sorte que o pedicelo, já flexível pela ação da água, se curva, pondo a cápsula sôbre a pedra; feito êsse contacto, observado em numerosos exemplos, o rizoma facilmente se incrustará na rocha.

As placentas ovóides, constituídas de parênquima clorofilado quando novas, mostram-se, na maturidade, esbranquiçadas por causa das reservas amiláceas. Os grãos de amido podem ser simples ou compostos; a forma é um pouco variável, dominando, porém, a lenticular.

Os novos rizomas de *Apinagia*, formados durante a fase de enchente, possuem caules e gemas floríferas; estas abrigam de 3 a 8 flores, cada qual coberta por uma espatela. As gemas estão embutidas no seio do rizoma e são protegidas externamente por duas escamas embricadas. O desabrochar das gemas se dá em plena atmosfera, quando as escamas se afastam para dar passagem às flores. Sobrevindo o período de baixa do rio, os caules de *Apinagia* vão de desprendendo aos poucos, em consequência da prolongada vibração a que estiveram submetidos, enquanto submersos, devido à intensa velocidade e pressão d'água. Em geral, o desprendimento se dá junto à inserção no rizoma; todavia, a ruptura pode realizar-se um pouco acima dêste, de modo a formarem-se pequenos tocos de caules. Os caules, antes da queda, perdem as suas extremidades frondiformes e capiláceo-multifendidas. Sôbre os rizomas ficam as cicatrizes correspondentes aos caules que se desprenderam.

A duração, pois, dos órgãos vegetativos de ambas as espécies está condicionada, lógicamente, ao fator água, porque, uma vez expostas na atmosfera por muito tempo e sob a ação dos raios solares, a morte das plantas sobrevirá. Contudo, deve-se levar em conta a velocidade e o grau de arejamento da água, pois foram encontradas inúmeras plantas submersas em lugares desprovidos dos fatores assinalados e que sofreram, também, o processo de desintegração.

A medida que os rizomas cheios de gemas floríferas e sem caules se forem descobrindo, entram em dessecação, porque estão sujeitos à ação dos fatores do meio externo. Em muitos rizomas forma-se, em consequência da dessecação, uma massa pegajosa que se transformará, mais tarde, em crosta delgada sôbre a pedra. Antes, porém, dessa fase final, as gemas se desenvolvem, as flores se expandem na atmosfera, e, após a polinização e consequente fertilização, surgirão os frutos que per-

manecerão fixos à rocha; no próximo período de enchente as sementes germinarão nos meios apontados, garantindo, assim, a perpetuação da espécie no habitat.

A polinização de ambas as espécies, de acordo com as observações feitas, é direta, realizando-se em plena atmosfera, quando as anteras enxutas e suficientemente dessecadas sofrem a deiscência, libertando o pólen.

A espécie *Mniopsis Glazioviana* Warmg. comporta-se de igual modo que *Apinagia Accorsii* Toledo sob o aspecto referente à ação entre planta e habitat.

5 — SUMMARY

In the present paper biological and ecological studies are made of two Podostemonaceae, namely *Apinagia Accorsii* Toledo (n. sp.) and *Mniopsis Glazioviana* Warmg. which live attached to the rocks of Piracicaba's fall. (At Piracicaba, E. de S. Paulo, Brasil).

For revealing great modification in all vegetative parts aside from many regression characters as reduction of the conducting system, absence of stomata, simplification of the structure of the caules and leaves, prevalence of vegetative propagation and so forth special reference is made to *Apinagia Accorsii* Toledo.

All the observation refer to a period a little longer than an year, comprising the vegetative and floral cycles.

The local distribution of both the species is the following:

- 1 — *Apinagia Accorsii* Toledo in the rocks situated just in the water fall where velocity and aeration of the liquid are very high.
- 2 — *Mniopsis Glazioviana* Warmg. in the rocks some distance upwards in the current.

Out from the water the Podostemonaceae very soon will dry up and die, specially if they are directly under the action of the sun rays.

The plants flourish and fructify only when in contact with the air. Pollinization is direct. Notwithstanding the complete destruction of the whole vegetative part due to a prolonged exposition to the air (in the dry period) the fruits attach themselves to the rocks by means of a pedicel.

In *Apinagia Accorsii* the buds having from 3 to 8 flowers are embedded in a flat rhizome. Externally they are recovered

with two imbricate scales. The rhizomes of **Apinagia** give rise to transitory caules of frondiform nature ramified and terminated by many capillaceous lacinias. After the detachment of the caules the corresponding scars can be seen on the rhizomes.

The vegetative propagation of **Apinagia** is performed by hemicylindrical stolons attached to the surface of the rocks, which by a process of tuberization produce laterally and alternately new rhizomes disposed in an increasing order up from the extremity.

The plants of **Mniopsis**, on the contrary, produce hemicylindrical roots from whose flanks radicular buds give rise to folliaceous formations disposed into pairs.

According to our observation the proper means for seed germination are:

- 1 — The placent of parcially open fruits.
- 2 — The external and internal walls of the open capsules.
- 3 — The pedicel of the fruits, the rest os **Apinagia's** rhizomes and finally vegetative residues of **Mniopsis**.

The embryo, charged with chororophyll at the time of germination of the seeds, is a microscopical structure provided with two long cotyledons. The radicule and caulicule are indistinct. In the seedlings the extremity of the hypocotyl develops a fascicle of unicellular hairs, whose principal function seems to be fixation.

Due to the weight of the fruit and the flexibility of the pedicel the capsules charged with the seedlings establish, under the action of the flow, contact with the rock's surface thus allowing the young plants to attach themselves more and more to their definitive substratum.

6 — BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1 — CAMINHOA, J. M. — 1877. Elementos de Botanica Geral e Medica. Pg. 2939. Tipografia Nacional — Rio de Janeiro.
- 2 — GOLA, NEGRI E CAPPELLETTI — 1936. Trattato di Botanica. Pg. 850. Ed. Italiana Unione Tipografico — Editrice Torinese — Torino.
- 3 — LUBIMENKO, V. N. — 1928. Traité de Botanique Générale

- le. 2.º Vol. Pg. 1003. Trad. do Russo p. Mlle Anna Joukov. Gauthier-Villars et Cie. Editeurs. Paris.
- 4 — MARTIUS, C. F. PH. — 1872-1873. Flora Brasiliensis. Vol. IV-Pars. I, Pg. 230. Moachii in Typographia Regia C. Wolf et Fil. et in Offic. Lithograph. S. Minsinger.
- 5 — WARMING, E — 1901. Sixième Mémoire Sur la Famille des Podostemonacées. Memoires de l'Academie Royale des Sciences et lettres de Danemark, Copenhague. 6me. Série, Section de Sciences, t. XI, n.º 1 — Kobenhavn. 1901.
- 6 — WARMING, E. — 1882. Études sur la Famille des Podostemonacées. Deuxième Mémoire. II - Organes Végétatifs du *Castelnavia princeps*. Tul. & Wedd. Kgl. Danske Vidensk. Selsk Skv. 6.a Série. II-3. 1882.
- 7 — WETTSTEIN, R. — 1927. Botanica Sistemática. 2.º Vol. Pg. 216. Ed. Italiana. Unione Tipografico-Editrice Torinese. Torino.