

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

Walter Radamés Accorsi

Prof. de Botânica Geral e Descritiva da E. S. A. "Luiz de Queiroz"

ÍNDICE

I — Introdução	400
II — Dados pluviométricos de 1 de Setembro de 1944 até 31 de Dezembro de 1944	402
III — <i>Apinagia Accorsii</i> Toledo	402
IV — Resumo e Conclusões	417
V — Summary	420
VI — Agradecimento	421
VII — Bibliografia consultada	421
VIII — Legendas	422

INTRODUÇÃO

Na minha primeira contribuição sobre as Podostemoneaceae, que vivem no Salto de Piracicaba (ACCORSI 1944), resaltei o comportamento biológico e ecológico das espécies *Apinagia Accorsii* Toledo e *Mniopsis Glazioviana* Warmg., num período de pouco mais de um ano, tempo esse suficiente para que as plantas pudessem realizar o seu ciclo biológico e revelar as modificações sofridas, em consequência dos fatores ambientais, notadamente a água com suas características químicas, físicas e biológicas.

Os estudos limnológicos levados a efeito, entre nós, por KLEEREKOPER (1944), fornecem abundantes e preciosos dados sobre as condições biológicas da água, nas formas mais diversas. Particularmente interessantes, ao fim que tenho em vista, são as características das correntezas. A propósito, escreve KLEEREKOPER (1944):

"A correnteza cria condições ecológicas tão especiais que a biocenose dessas águas possui característicos morfológicos e fisiológicos inconfundíveis. Esses característicos são extraordinariamente desenvolvidos em águas torrenciais como cascatas, cachoeiras, corredeiras, etc., enquanto em locais com menor correnteza tais característicos são menos pronunciados para desaparecer nos locais de correnteza mais fraca". (p. 141).

.....

"A correnteza, em suas diversas intensidades, cria condições tão rudes para os organismos que habitam a água e seu leito, que adaptações especiais são necessárias para que esses organismos possam se manter em tais condições". (p. 142).

.....

"As condições ecológicas da água de grande correnteza, de cachoeiras, corredeiras, etc., são frequentemente analisadas na literatura. A significação da correnteza para os organismos encontrados nessas águas ainda não foi descoberta. A quase totalidade desses organismos não sobrevive em água de menor correnteza ou em água parada, mesmo quando um bom arejamento é garantido. Correnteza e agitação causam contínuo arejamento da água onde o

oxigênio e gás carbônico se encontram sempre em equilíbrio com a tensão desses gases no ar." (pp. 149-150).

As observações que fiz, posteriormente, abrangendo o período de 14 de setembro de 1944 a 19 de junho de 1945 e que poderão considerar-se complementares das que publiquei (ACCORSI 1944), vêm confirmar as conclusões a que cheguei sobre a biologia e a ecologia de tão curiosas plantas, que: "levam um modo de vida peculiar, único entre os Fanerógamos". (WILLIS 1945). Demais, outros aspectos do problema foram considerados e esclarecidos, tais como: o estado pastoso do rizoma de *Apinagia Accorsii* e sua função de substrato, destinado à retenção das sementes e das platinhas; a germinação das sementes de ambas as espécies *Apinagia Accorsii* e *Mniopsis Glazioviana* no habitat; a regeneração dos rizomas parcialmente dessecados de *Apinagia Accorsii*, quando em presença de condições favoráveis, além do papel dos estolhos, já assinalado na minha primeira contribuição, quanto à propagação vegetativa da espécie, etc., etc..

Os dados meteorológicos, constantes da tabela anexa, referem-se ao período de 1 de setembro de 1944 a 31 de dezembro do mesmo ano.

Na exposição do assunto, segui a ordem cronológica das investigações feitas no Salto. Para melhor interpretação das modificações morfológicas e compreensão das fases de desenvolvimento das plantas em estudo, julguei conveniente relatar as condições mesológicas vigentes na data de cada observação.

Além das espécies citadas, vivem ainda, nas rochas diabásicas do Salto de Piracicaba, mais duas: *Tristicha hypnoides* (St. Hil.) Spreng. var. *Hilarii* Tul. e *Mourera aspera*. (Bong.) Tul.. A última foi encontrada em maio de 1944, por ocasião de uma visita que realizei por toda a região do Salto, situada entre a ponte e a queda d'água. A distribuição desta espécie circunscreve-se bem a montante da cachoeira, nas proximidades da ponte, onde chega a formar grupos compostos de grande número de indivíduos, incrustados às rochas. A *Tristicha hypnoides*, entretanto, tem uma distribuição variável. De quando em vez, pequenas associações de platinhas eram encontradas sobre rochas dispostas em vários lugares como no declive, a jusante e mesmo a montante do Salto.

As espécies que têm ampla distribuição local são: *Apinagia Accorsii* Toledo e *Mniopsis Glazioviana* Warmg.. A primeira é dominante em toda a região da queda d'água, ao passo

que a segunda se estende por tôdas as pedras, a montante da cachoeira.

A família Podostemonaceae está bem representada no Salto de Piracicaba, pois nêle medram quatro espécies de gêneros distintos. Tal ocorrência permite, ainda, fazer-se um estudo ecológico e biológico comparativo das espécies mencionadas, uma vez que tôdas se desenvolvem no mesmo habitat, de fácil acesso durante o período de vazante do rio e mesmo no início da fase de enchente. Todavia, no presente trabalho, ocupo-me, mais uma vez, das espécies *Apinagia Accorsii* Toledo e *Mniopsis Glazloviana* Warmg., principalmente da primeira.

As espécies *Tristicha hypnoides* e *Mourera aspera* serão estudadas oportunamente, pois pretendo observar o seu comportamento biológico, em face dos fatores ecológicos, no decurso do ano de 1946.

II — DADOS PLUVIOMÉTRICOS DE 1 DE SETEMBRO DE 1944 ATÉ 31 DE DEZEMBRO DE 1944

mês	dias	chuva	duração	n.º de dias	média das médias
setembro	1-15	5,2	4,30	3	22,0
	16-30	8,1	4,20	2	23,6
outubro ...	1-15	49,6	3,50	2	26,7
	16-31	134,2	13,40	8	24,6
novembro	1-15	110,3	30,25	9	22,6
	16-30	149,8	15,50	5	22,3
dezembro .	1-15	148,9	21,25	4	23,7
	16-31	9,8	5,35	4	26,1

Dados fornecidos pelo Posto Meteorológico da E. S. A. "Luiz de Queiroz" — Piracicaba.

III — APINAGIA ACCORSII TOLEDO

1 — Duração, regeneração e produções dos rizomas

A 14 de setembro de 1944, o Salto de Piracicaba estava com as águas baixas (pleno período de vazante), expondo avultada

porcentagem de rochas à atmosfera (Figs. 1 e 2). Muitas plantas encontravam-se inteiramente a descoberto, de modo que poucos rizomas se conservavam vivos, justamente os que emergiram por último, com a descensão do nível água.

No leito do canal mais acessível às observações que costumamos fazer, não havia rizomas, embora as pedras se conservassem submersas. A razão de tal fato prende-se à redução do volume e da velocidade da água, que se tornou, por isso mesmo, pouco arejada; o referido canal passou a constituir simples corredeira, de condições ecológicas impróprias ao desenvolvimento de *Apinagia Accorsii*. Todavia, em pequenas gargantas naturais, onde a água conservou a velocidade e o arejamento (abundância de espuma) (Fig. 3), os rizomas continuavam vivos e em plena atividade vegetativa, comprovada pela produção de caules e de rizomas recém-formados (Fig. — 21 B, C, D, E, J, K), ao lado de rizomas primitivos.

Em outros setores do Salto, de corredeiras mais rápidas e bem arejadas, o leito continuava atapetado de numerosas placas rizomáticas, algumas desprovidas de caules, mas com grande quantidade de gemas floríferas ainda fechadas, por se encontrarem submersas (Fig. 21-A,C). Das observações feitas, resulta que a duração do sistema vegetativo de *Apinagia* está condicionada à velocidade, ao volume e ao arejamento da água porque, na mesma época e em locais do Salto bem próximos uns dos outros têm-se comportamentos distintos da mesma espécie, determinados pelos fatores ecológicos.

Nas faces verticais das grandes rochas, situadas no declive da cachoeira, e batidas por apreciável volume água bem arejada, assim como nas faces horizontais das que se dispunham a jusante do Salto, suportando a enorme pressão da massa líquida (Fig. 4), havia notável quantidade de rizomas, dos quais pendiam longos caules, com cerca de 30 cms. de comprimento (Fig. 11). Os caules, como se vêem na fig. 11, são bem desenvolvidos; subdividem-se em secundários, terciários, etc., cujas extremidades se constituem de numerosas lacinias capiláceas. A haste principal, de forma ligeiramente cônica, apresenta-se encurvada, voltando-se a curvatura contra a correnteza. Na figura 21, os rizomas B, C, D, E, I, J e K mostram muito bem a curvatura dos caules; alguns, como D, J e K revelam gemas ramíferas, com disposição alternada.

As plantas que permaneceram constantemente sob considerável volume de água, em boas condições de velocidade e de arejamento, como sucede na zona da cachoeira, nada sofreram do ponto-de-vista vegetativo. Contudo, suas gemas floríferas

não chegaram a desabrochar, em consequência da ação exercida pelo fator água.

Acresce que, em condições favoráveis ao desenvolvimento e ao crescimento, há, ainda, a possibilidade de se formarem novos rizomas à custa de pequenos fragmentos vivos de rizomas remanescentes, exparsos pelas rochas (Fig. 15-B). Trata-se de um processo regenerativo, que visa assegurar a permanência da espécie no habitat. Anotei numerosas formações de rebentos produzidos segundo o processo citado.

A regeneração das partes vegetativas, entre as Podostemonaceae, foi assinalada, também, por TOBLER (1933), que estudou, resumidamente, a biologia e a ecologia das espécies *Mounera aspera* (Bong) Tul., *Lophogine arcuifera* Tul. et Wedd., *Lophogine helicandra* Tul., *Mniopsis scaturiginum* Mart. e *Tristicha hypnoides* Tul. encontradas no Rio Guandú, Estado do Espírito Santo, Brasil, chegando a registrar a ocorrência de algumas formas de regeneração, tanto de crescimento lateral como emergências de superfície, que foram interpretadas como aproveitamento de reações traumáticas, para aumentar a superfície; deste modo, elas revelariam na ontogenia as mesmas tendências que regeram a filogenia.

Verifiquei, ainda, em rizomas que não chegaram à dessecação completa e que conservavam algumas partes vivas, a formação de novos rebentos que se orientavam segundo a direção da correnteza. Os rebentos que não submergiram apresentavam flores e frutos, fato êsse que vem confirmar que o desenvolvimento do ciclo floral se realiza fora da ação do fator água.

Em 29 de setembro de 1944, na superfície horizontal de uma rocha, próximo a uma pequena queda d'água, havia numerosos rizomas que produziram rebentos (Fig. 15-B), os quais ostentavam caules e gemas floríferas, em pleno desenvolvimento, além de numerosas flores e frutos (Fig. 22-A,B,C,D,I). De permeio com essas produções vegetativas e florais, encontrei pequenos fragmentos de rizomas encurvados, com uma das extremidades dessecadas, enquanto a outra continuava a produzir brotos, caules e gemas floríferas. Tratava-se, por conseguinte, da regeneração de partes de rizomas que, embora tivessem permanecido em contacto com a atmosfera, não perderam a faculdade regenerativa. Em outras rochas, cobertas de resíduos rizomáticos dessecados, anotei partes verdes e vivas, em plena atividade vegetativa, o que comprova ser a duração das plantas dependente do fator água, uma vez satisfeitas as condições de velocidade, arejamento e pressão. Em tais circunstâncias, numerosos fragmentos de rizomas vivos e banhados continua-

mente se achavam em franco desenvolvimento vegetativo (Fig. 15).

2 — Estolhos e sua função

A par da regeneração vegetativa dos rizomas (Fig. 15-B) devo recordar o importante papel que cabe aos estolhos, quanto à multiplicação do número de indivíduos no habitat. Os estolhos são emitidos pelos rizomas primitivos. São órgãos hemi-cilíndricos, estreitos e alongados, providos de uma goteira na face ventral (Fig. 15-E). A luz da goteira obstrui-se, aos poucos, devido ao acúmulo, por sedimentação, de partículas terrosas trazidas pela água, as quais, agindo como cimento, concorrem para a fixação dos estolhos na superfície das rochas (Fig. 15-E). Demais, a parede da goteira produz pêlos unicelulares, longos, de membrana espessa, cuja função é servir de órgãos de fixação.

Dos flancos dos estolhos e com disposição alternada, originam-se rizomas, os quais, desde as primeiras fases de sua formação, aderem à superfície das rochas (Fig. 15 — A, C, D, E). Convém ter em mente que os rizomas produzidos por via vegetativa, à custa dos estolhos, são idênticos aos que provêm do desenvolvimento dos "seedlings" (Fig. 15 — A, C, D, E; Fig. 18 — A, B, C.).

As gemas ramíferas dos rizomas novos desenvolvem-se, rapidamente, em caules, que logo se orientam contra a direção da correnteza (Fig. 16 — A). Elas podem ser prontamente localizadas, ao longo dos estolhos, na forma de pequenas protuberâncias laterais (Fig. 15).

Além das gemas ramíferas, os jovens rizomas produzem, no seio dos seus tecidos, as gemas floríferas que aguardam, apenas, condições favoráveis (exposição ao ar) para entrar em desenvolvimento (Fig. 22 — E, F, G, H, M, N, O). Os rizomas estão, por conseguinte, desde os primeiros estágios de sua formação, capacitados, biologicamente, para enfrentar os meios água e ar, tão indispensáveis ao desenvolvimento das Podostemonaceae. As duas fases, a vegetativa e a floral, estão muito próximas, fisiologicamente. Aguardam, apenas, a ação do meio ambiente para que uma ou outra entre em atividade.

Torna-se desnecessário, portanto, à fase vegetativa, atingir o estado adulto para entrar em atividade a fase floral, como sucede com a maioria das plantas fanerogâmicas, porque ambas estão igualmente em condições de agir, segundo o meio que vigorar na ocasião. Deve haver, pois, uma espécie de equilíbrio fisiológico que pode pender para uma ou para outra das

fases, conforme as condições ecológicas vigentes no habitat. Pelo fato de estarem em contacto com a atmosfera, alguns rizomas bem novos, que se achavam ligados ainda aos estolhos, revelavam flores e frutos, em vários graus de desenvolvimento, ao lado de caules jovens (Fig. 22 — E, F, G, H, M, N, O). Aliás, os rizomas de plantas originárias de sementes revelam igual comportamento biológico. Tão logo mudava a natureza do meio ambiente, as plantas paralisavam uma das fases para ativar a outra.

Essa adaptação é importantíssima para a garantia da espécie no habitat, de condições ecológicas relativamente variáveis, mormente em determinadas épocas do ano.

3 — Dessecação dos rizomas

A 10 de outubro de 1944, a séca intensa ainda continuava. Havia meses que não chovia regularmente. Nunca o Salto mostra tão grande quantidade de pedras (Fig. 5). Secaram muitos canais, inclusive os que traziam, em seu leito de pedra, rizomas já desprovidos de caules. Nas rochas expostas à atmosfera, só havia plantas desseccadas, ao lado de numerosas impressões, contornos de rizomas. etc..

Sobre algumas pedras existia, cêrca de vinte dias atrás, certa porcentagem de rizomas parcialmente expostos, a par de outros já em contacto com a atmosfera e que demonstravam reinício de atividade vegetativa (Fig. 14). A 10 de outubro, entretanto, como persistisse a séca, os rizomas vieram a morrer. Todavia, a quantidade de frutos era enorme. Apenas em poucos lugares, de correnteza mais atenuada, medravam rizomas, que ostentavam ainda seus caules.

A 17 de outubro de 1944, após o temporal desabado a 13 e da intensa chuva caída a 16, o nível das águas do Salto elevou-se o suficiente para banhar os rizomas que, até então, permaneciam a descoberto. Contudo, dias depois, sendo novamente expostos à ação direta do sol, tornaram a dessecar-se. Possivelmente, as camadas mais profundas dos rizomas que menos sofreram a ação solar e a falta de água, continuavam vivas. Inúmeros rizomas com nova produção de caules e que não ficaram totalmente fora d'água (prova de que a duração das plantas é uma função do fator correnteza), desenvolviam-se normalmente.

Resulta, pois, que os rizomas de *Apinagia Accorsii*, quando permanecem expostos à atmosfera, por muito tempo, como sucede durante o período de baixa do rio, sem receber umidade,

acabam por dessecar-se e por transformar-se em placas duras. Ao contrário, se, durante o período de vazante, os rizomas forem convenientemente umedecidos, então se terá uma massa pastosa. Este último estado do rizoma é favorável à fixação e à germinação das sementes.

As Podostemonaceae são absolutamente incapazes de viver em substrato arenoso ou lodoso, bem como em água parada. Fora do seu habitat, as plantas de *Apinagia* murcham, adquirem uma coloração escura e secam completamente. Quando conservadas em água parada, decompõem-se logo.

4 — Função dos frutos fixados nas rochas

No dia 31 de outubro de 1944, devido às pesadas chuvas caídas, o nível das águas elevou-se, outra vez. Quase tôdas as rochas submergiram (Fig. 6). As poucas que ainda se expunham na atmosfera mostravam apenas agrupamentos de frutos, pois os rizomas morreram completamente, em consequência da longa permanência ao sol; em seu lugar, permaneciam somente placas secas, de cor parda (Fig. 7). Estas que, dias atrás, continuavam incrustadas às rochas emersas, foram inteiramente eliminadas pela impetuosidade das águas (Fig. 8). Entretanto, milhares de frutos mantinham-se firmemente fixados às pedras, apesar de estarem sob forte correnteza. Seus pedicelos curvavam-se tanto que as cápsulas tangenciavam as rochas.

Como consequência final do ciclo biológico de *Apinagia*, no habitat, restam somente os frutos que continuam implantados ao substrato. É extraordinariamente notável que a fixação seja tão perfeita que permita aos frutos resistirem à enorme pressão da água e à intensíssima vibração ocasionada pela correnteza, durante dias, semanas e até meses, a-fio. Em tais condições, as sementes, para a propagação da espécie, só poderão encontrar meio favorável e adequado dentro das cápsulas frutíferas (ver o capítulo correspondente). A passagem das plantinhas para o substrato definitivo dar-se-á segundo o mecanismo já descrito (1). Dadas as condições de enchente do Salto, em hipótese alguma as sementes poderiam permanecer no meio externo, porque seriam fatalmente arrastadas pela excessiva velocidade da água (ver fig 10)).

Exceto as pedras que, por sua situação, estavam ainda revestidas de rizomas as demais revelavam somente frutos, em grande quantidade, porque a parte vegetativa se destruíra inteiramente, devido à prolongada exposição ao ar e ao sol. O

revestimento vegetativo dessas rochas só será possível, à custa de plantas que provenham de sementes e isso no próprio local, devendo a germinação realizar-se unicamente no interior das cápsulas, sobre os pedicelos, de acôrdo com o mecanismo assinalado.

Encontrei, também, muitos frutos deitados sobre a rocha, por causa da flexibilidade do pedicelo, cujas cápsulas ostentavam plantinhas desenvolvidas, ao lado de grande número de indivíduos, em várias fases de desenvolvimento.

5 — Rizoma em estado pastoso

O rizoma, antes de dessecar-se, transforma-se em pasta. Mas, com a contínua permanência ao sol, a pasta endurece, formando placas rijas. Entretanto, por causa das chuvas periódicas ou devido à variação do nível d'água, o rizoma pode permanecer em estado pastoso e desempenhar importante papel no processo de fixação dos pedicelos dos frutos sobre as rochas. A massa rizomática constitui, ainda, excelente meio para a germinação das sementes, conforme se verá mais adiante. Quanto maior fôr o grau de secação da massa rizomática, tanto mais firme será a fixação dos pedicelos na rocha.

Em virtude da conformação topográfica do Salto, encontram-se rochas em tôdas as posições, quanto ao nível d'água, isto é, rochas submersas (em pequeno número durante a seca), semi-expostas e expostas, cada qual com o revestimento vegetativo compatível com os fatores do meio ambiente. Portanto, havia rizomas verdes sem caules, mas com gemas floríferas (Fig. 13), rizomas em estado pastoso e rizomas completamente dessecados, reduzidos a placas secas, com aspecto de líquens. De acôrdo com o grau de exposição dos rizomas, na atmosfera, têm-se os diferentes estágios de florescimento e de frutificação, pois as gemas floríferas só se desenvolvem e se abrem quando em contacto com a atmosfera.

Embora as águas lavem muito bem as rochas, principalmente durante a época de chuvas prolongadas como as que ocorrem no início das enchentes, fica sempre certa porção de substância rizomática na base dos pedicelos dos frutos, em quantidade suficiente para promover a sua fixação. Esta é tão perfeita que os frutos não se desprendem, mesmo quando submersos, seja qual fôr a velocidade da água, conforme pude verificar "in loco".

6 — Germinação das sementes, fixação e desenvolvimento dos “seedlings” nos substratos

A perpetuação das plantas, através da germinação das sementes, tem sido assinalada, de modo geral, por todos quantos se dedicaram ao estudo da biologia das Podostemonaceae, como se processando sobre as rochas em restos de “talos” velhos incrustados na sua superfície, conforme se depreende dos trabalhos de ENGLER (1930), WARMING (1882), WILLIS (1915 e 1926), RAUH (1937), etc.. Todavia, nenhum deles faz menção a respeito da germinação das sementes sobre as placentas, nas paredes internas e externas das cápsulas frutíferas, nos pedicelos, nas partes vegetativas, etc., etc.

A propósito da germinação das sementes e do desenvolvimento dos “seedlings”, WILLIS (1902; segundo RAUH 1937, p. 422) assim descreve a espécie *Lawia Ceylanica* :

“As sementes sem tecido nutritivo germinam, imediatamente, quando umidecidas, sobre pedras e restos de talos velhos. Há formação de dois cotilédones grandes e um hipocótilo grosso, que se fixa ao substrato por meio de pêlos radiculares. Não há formação de radícula, por ser uma espécie que pertence ao grupo das Podostemonaceae que não têm raiz, em qualquer fase do desenvolvimento. O hipocótilo forma depois um tubérculo que se transforma diretamente em caule taloso “shoot thallus”, de crescimento plagiotrópico. Durante a primeira fase do crescimento ortotrópico, as folhas como também os cotilédones, são simétricas, aparecendo a assimetria na fase plagiotrópica, que se traduz, finalmente, por um dimorfismo.

Na margem do talo e no plano dos cotilédones, encontram-se grandes folhas ovais, ao passo que na superfície existem folhas pequenas e estreitas, localizadas em duas fileiras. Mais tarde, aparecem muitos ramos endógenos com internós curtíssimos, de modo que as folhas estreitas e lineares são dispostas em roseta. Esses galhos são de estrutura radial, quando se desenvolvem na superfície do talo, e, dorsiventral, quando na margem. As flores são marginais ou dispostas na superfície do talo, especialmente quando um dos brotos se transforma numa inflorescência. A natureza caulinar do talo torna-se clara com o estudo da ontogenia. O aspecto da planta adulta é semelhante ao de *Ceylanicum olivaceum*, onde a ontogenia mostra ser o talo de origem radicular”.

Na minha primeira contribuição (ACCORSI 1944), relatei a ocorrência de numerosos casos de sementes, de ambas as espécies, que germinaram nas partes dos frutos assinaladas; no presente trabalho, apresento abundantes exemplos, que confirmam a hipótese de que a germinação das sementes nos substratos citados, tais como: placentas (Figs. 23 e 24), paredes internas e externas das cápsulas frutíferas (Figs. 16, 17, 18, 20 e 25), pedicelos, etc., constitui o processo mais seguro para a garantia da espécie no habitat.

Durante a germinação das sementes, o embrião, que não emite raiz principal, produz, à volta de toda a extremidade do hipocótilo, enorme quantidade de pêlos radiculares (Fig. 26 e 27), cuja função é servir de órgãos de fixação.

Sobre a fixação das plantas nas pedras, assim se exprime WILLIS (1915) :

"A fixação das plantas sobre as rochas é feita por meio de pêlos radiculares ou, mais frequentemente, por "haptera". * Estes são órgãos adesivos especiais, provavelmente de natureza radicular, que aparecem geralmente como protuberâncias exógenas da raiz ou do caule e se curvam para a rocha, onde se fixam e se achatam, segregando uma substância viscosa".

Por meio dos pêlos radiculares, os "seedlings" fixam-se ao substrato, onde se desenvolvem e crescem até que as plantinhas sejam transferidas para a rocha.

Em muitas placas rizomáticas providas de elevada quantidade de frutos, encontrei diversas cápsulas que sofreram a deiscência. As sementes que foram retidas pelas placas chegaram a germinar. Procedendo ao exame do material colhido nesse local, constante de frutos e massa rizomática, verifiquei a existência de vários "seedlings" fixados às paredes externas e internas das cápsulas e (Figs. 16, 17 e 18), alguns, presos à massa rizomática. Esta tem se revelado excelente meio para a germinação das sementes, no habitat. A aderência das sementes, à massa rizomática, é facilitada, sobretudo, pela configuração sutilmente rugulosa da sua testa. Evidencia-se, assim, o papel que desempenha a massa dos rizomas em decomposição.

Das numerosas observações feitas, conclui-se que a germi-

* O termo "haptera" plural e "hapteron" singular foi proposto por WAR-MING (4).

nação das sementes no habitat pode realizar-se nos seguintes substratos: placenta dos frutos, quando parcialmente deiscen-tes; paredes internas e externas das cápsulas e (Figs. 16, 17 e 18), finalmente, a massa pastosa dos rizomas decompostos.

É improvável que as sementes possam fixar-se às pedras nuas, conquanto de superfícies rugosas e ásperas, devido às contínuas lavagens (Fig. 8) a que estão submetidas, provocadas pelas correntezas e pelas chuvas.

WILLIS (1915), fazendo considerações em tórno da origem das Tristichaceae e Podostemonaceae, escreve o seguinte, a propósito das sementes:

“As sementes, com uma ou duas exceções entre as espécies mais modificadas das ordens, são muito numerosas, diminutas, exalbuminadas, com o tegumento externo constituído de células que se tornam mucilaginosas em presença da água. Estão contidas em cápsulas que se abrem, unicamente, ao ar seco. Estas sementes são singularmente mal adaptadas ao modo de vida que caracteriza estas famílias. Elas caem sobre as rochas expostas e enxutas, nos primeiros dias da estação seca, que, em muitas regiões, onde estas famílias crescem, dura poucas semanas. Antes de findar-se a estação de seca, a grande maioria das sementes já terá sido levada pelo vento e, uma vez fora das rochas, a possibilidade de alcançarem um ponto conveniente para se fixar e crescer é praticamente nula. Mas algumas sementes permanecem e, quando as águas sobem, o restante será arrastado por elas.

No caso das plantas de *Hydrobium olivaceum* ou *Lawia zeylanica*, que eu calculo produzir (onde crescem bem) de 20.000 a 30.000 sementes, em média, o número de “seedlings” — ou rejuvenescimentos — que podem surgir é, raramente, pouco mais que dois ou três, às vezes dez e muitas vezes um ou mesmo nenhum. Não fôra a regeneração do talo velho, tem-se a impressão de que a sobrevivência de algumas das espécies altamente modificadas, como estas, seria problemática. Mesmo que as sementes cheguem a germinar, muitos dos “seedlings” são lavados e julgo não ser muito exagêro dizer que, seis meses após a germinação, cada planta mãe estará, no geral, representada não mais que por um ou dois novos indivíduos”.

Das observações que tenho feito sobre a germinação das sementes das espécies *Apinagia Accorsii* e *Mniopsis Glazioviana*

na, nos substratos citados, isto é, cápsulas frutíferas (Figs. 16, 17, 18 e 20), pedicelos, restos vegetativos, massa rizomática, etc., etc., cheguei à conclusão de que o número de plantas que se obtém por esse modo, é bem maior do que o assinalado por WILLIS (1915), embora eu não tenha procedido, ainda, a uma contagem para verificar qual a média de "seedlings" produzidos por planta. Todavia, na época da germinação e durante todo o tempo em que venho estudando e observando o comportamento biológico e ecológico das Podostemonaceae citadas, a quantidade de "seedlings" que pude colher é suficientemente grande para garantir, por si só, a perpetuação das espécies no habitat. Demais, na ocasião de secas prolongadas, quando grupos de rochas são totalmente expostos à atmosfera, por muitas semanas, sob intensa ação solar, a-ponto-de se destruir toda a parte vegetativa, somente os frutos permanecem em sua superfície, de sorte que, no próximo período de enchente, as novas plantas só poderão originar-se da germinação das sementes. Segue-se, pois, que para as espécies citadas e principalmente a *Apinagia Accorsii*, que revela grande adaptação ao meio água, não existe aquêle perigo apontado por WILLIS (1915), isto é, "não fôra a regeneração do talo velho, tem-se a impressão de que a sobrevivência de algumas espécies altamente modificadas, como estas, seria problemática".

7 — Propagação das plantas por meio de sementes

A propagação das espécies, por sementes, é tão viável quanto qualquer dos processos vegetativos de multiplicação como: estolhos, regeneração de rizomas (*Apinagia*) (Fig. 15); raízes com gemas que se desenvolvem em novas plantinhas (*Mniopsis*) (Fig. 19). Em condições extremas de seca, a propagação por sementes chega a constituir o único processo capaz de responder pela sorte da espécie no habitat, porque a parte vegetativa se destroi, inteiramente, permanecendo incrustados às rochas quentes e enchutas apenas os frutos que encerram, em sua maioria, sementes. Tive ocasião de observar grande número de rochas, que possuíam durante toda a época de seca apenas frutos e que, após o período de enchente, se recobriram de rizomas.

A 6 de novembro de 1944, por falta de chuvas, o nível das águas baixou, em relação ao apresentado em 31 de outubro, o que determinou a exposição de elevada porcentagem de rochas e com elas os numerosos agrupamentos de frutos que se mantinham bem inclinados, devido à ação da correnteza. Percebia-

se, claramente, ter sido intenso o fenômeno de lavagem das rochas, enquanto permaneceram submersas, pois os resíduos de rizomas antes existentes sobre as pedras foram eliminados (Fig. 9). Nenhum rizoma novo se desenvolveu entre os numerosos agrupamentos de frutos. Contudo, a germinação das sementes prosseguia, conforme ficou demonstrado pelo exame do abundante e excelente material colhido a 31 de outubro de 1944. Entretanto, as rochas que se encontravam sob a correnteza e que não chegaram a emergir totalmente, estavam cobertas de rizomas novos, formados por via vegetativa.

A 11 de novembro de 1944, o Salto encontrava-se, outra vez, bem cheio porque nos dias 5 e 6 chovera bastante. A fase de enchente estava em curso. Com poucas exceções, tôdas as rochas submergiram (Fig. 10). Sobre algumas pedras, que ainda se conservavam expostas, havia somente frutos e em grande quantidade, uma vez que tôda a parte vegetativa se destruiu.

Nos dias 2 e 3 de dezembro, choveu o dia todo. A grande maioria das rochas cobriu-se de um lençol d'água relativamente espesso. Diversas pedras que, ao submergirem, só possuíam densos agrupamentos de frutos, revelavam, nesta data, abundantes formações de *Apinagia Accorsii*, com os caules arqueados, estando a curvatura dirigida contra a correnteza; as extremidades dos ramúsculos conservavam ainda as lacínias capiláceas (Fig. 11 e Fig. 21 — B, D, E, J, K).

As pedras, que assinaliei durante o período de baixa do rio e que estavam revestidas exclusivamente de numerosas associações de frutos, mostravam, na ocasião da observação, elevado número de plantinhas situadas entre os pedicelos. O farto material colhido nessas rochas revelou, ao binocular, a presença de numerosos "seedlings", em vários estágios de desenvolvimento. Alguns estavam fixados sobre restos de rizomas, em estado pastoso. Outros cresciam no interior das cápsulas frutíferas (Ver figs. 16, 17 e 18). Muitas plantinhas desenvolviam-se normalmente sobre as pedras. A princípio, os restos de rizomas serviram para a fixação dos pedicelos no substrato; mais tarde, com a absorção de água, transformaram-se em massa pastosa adequada à fixação e à germinação das sementes. Dest'arte, os resíduos dos rizomas desempenham importante papel no ciclo biológico de *Apinagia Accorsii*.

A 16 de dezembro de 1944, as águas do Salto baixaram de nível, por falta de chuvas; por êsse motivo, muitas rochas emergiram, permitindo-me verificar a presença de novas plantas de *Apinagia*, nos lugares onde, primitivamente, só havia formações de frutos. Coletado e examinado o material, identifi-

quei numerosos "seedlings" no interior das cápsulas, ao lado das plantinhas fixadas na pedra. Anotei ainda que a germinação das sementes ocorreu, em grande parte, no interior das cápsulas (Figs. 16, 17, 18 e 20).

Muitas sementes haviam germinado também nos resíduos pastosos dos rizomas, acumulados ao redor dos pedicelos dos frutos. É óbvio que as sementes não podiam aderir à superfície nua das rochas, embora estas apresentassem textura anfractuosa, pois, com a ascensão do nível d'água, as correntezas tornaram-se extremamente intensas (Fig. 6).

A perpetuação da espécie, nesse caso, só é possível e viável à custa de sementes que germinaram no interior das cápsulas, no substrato pastoso (resíduos de rizomas) e, ainda, na superfície dos rizomas.

Do exposto, fica definitivamente demonstrado o processo de propagação por sementes das espécies *Apinagia Accorsii* (Figs. 16, 17 e 18) e *Mniopsis Glazioviana* (Fig. 20), no habitat. As espécies *Mourera aspera* e *Tristicha hypnoides* serão encaradas, sob o mesmo prisma, nas próximas observações.

8 — Disseminação das sementes no habitat

De permeio com os restos pastosos de rizomas de *Apinagia*, cresciam numerosos "seedlings" de *Mniopsis Glazioviana*, conquanto não existissem, nas imediações, frutos desta espécie. Esse fato prova a possibilidade do transporte das pequeninas sementes pela água ou pelo vento que, às vezes, se torna relativamente forte, no Salto. Os pássaros, que normalmente frequentam a cachoeira, à procura de insetos e de larvas de borrachudo (*Simulium* spp.) etc., para a sua alimentação, constituem, possivelmente, outros fatores de disseminação das sementes, pois larvas e casulos de borrachudo são encontrados aos milhares sobre rizomas, caules, ramúsculos, flores e frutos de *Apinagia*, bem como em plantinhas de *Mniopsis* e de *Tristicha*, de sorte que é bem provável que frutos e sementes sejam comidos por eles e, posteriormente, eliminados com as dejeções. Estas se encontram em quantidade apreciável sobre as pedras. Resta, todavia, para se ter certeza, verificar se existem sementes ou mesmo frutos nesses resíduos. É o que pretendo fazer.

Dos pássaros mais comuns que visitam o Salto de Piracicaba pude registrar os seguintes: Bem-Te-Vi (*Pitangus sulphuratus maximiliani*), Martim Pescador ou Pica-peixe (*Megasceryle torquata*), Andorinha Grande ou Taperá (*Progne cha-*

lybea domestica). Esta última espécie, segundo IHERING (1940), é única e exclusivamente entomófaga, necessitando de 60 a 80 insetos para a sua refeição diária. Demais, as pequeninas sementes e mesmo as cápsulas poderiam ser retiradas pelas patas dos pássaros, ao pousarem sobre as plantas.

9 — Desenvolvimento das plantas durante o período de enchente

A primeiro de janeiro de 1945, visitei o Salto, cujas águas estavam tão baixas como nos dias de vazante. Havia dias que não chovia. Como consequência, avultado número de rochas emergiu, exibindo notável desenvolvimento vegetativo, bem como a distribuição local das plantas de *Apinagia Acorsii* e de *Mniopsis Glazioviana* realizados durante o período de submersão. Em virtude de tal exposição, muitas plantas novas morreram, por causa da dessecação que sofreram. Entretanto, havia ainda frutos fechados sobre as rochas, de maneira que a propagação da espécie, por sementes, estava garantida. Essa observação se aplicava igualmente à espécie *Mniopsis Glazioviana*.

10 — Desprendimento dos caules

É durante o período de submersão que os rizomas de *Apinagia* produzem os seus caules, os quais podem atingir até 30 cms. de comprimento.

A permanência dos caules sobre os rizomas depende do volume e da velocidade da água. Decorrido certo tempo, variável com as características da correnteza, os caules desprendem-se ou se partem, segundo a intensidade das vibrações a que estiveram submetidos. Conforme o local onde se desenvolveram, os rizomas, antes de emergir, podem perder ou conservar os seus caules. Em trechos do Salto, de correnteza atenuada, era comum a presença de rizomas ostentando caules, que não chegavam a se destacar, embora fossem posteriormente expostos ao ar; nestas condições, os caules persistiam dessecados. Todavia, os rizomas, que se desenvolviam em lugares batidos por forte correnteza, por muito tempo, acabavam perdendo seus caules, porque não resistiam às suas vibrações.

Os caules podem destacar-se, à superfície do rizoma, ficando, em seu lugar, as cicatrizes (Fig. 22 — A, B, I, J, K); outras vezes, a dilaceração dos tecidos (traumatismo) ocorre ao longo da haste, em extensão e nível variáveis (Fig. 21 — A, C, F, G, H, I). Para detalhes sobre o assunto, ver ACCORSI (1944).

11 — Estado geral do desenvolvimento das plantas, durante o período de vazante

A 8 de maio de 1945, as águas começaram a declinar de volume. O período de baixa do rio já se iniciara. Sua duração se estenderá, provavelmente, até fins de setembro e mesmo mais tarde, conforme o regime de chuvas que vigorou.

O aspecto geral do Salto era bastante variado, revelando rochas em todos os níveis e posições, quanto ao meio água. Confrontei atentamente o comportamento das plantas de **Apinagia**, em relação ao fator água e suas condições ecológicas, em toda a região da cachoeira. Assim, os rizomas de algumas plantas recém expostas à atmosfera e que já não possuíam caules mostravam desenvolvimento de gemas floríferas (Fig. 12); outros estavam com produção de frutos, ao lado de muitos rizomas em diversos graus de dessecação, segundo o tempo de permanência das plantas ao contacto do ar. Havia, por conseguinte, no Salto e, na mesma época, porém, nos mais diversos meios, plantas em vários estágios evolutivos, como reflexo da ação dos fatores ecológicos, destacando-se, em primeira plana, a correnteza. É evidente que houve necessidade de as plantas permanecerem submersas durante certo tempo — período de enchente — para que se realizasse o seu desenvolvimento vegetativo; todavia, as plantas jovens podem, antes de atingir o estado adulto, acelerar o seu ciclo biológico, produzindo flores e frutos, conforme os numerosos e excelentes exemplos encontrados durante as detalhadas observações feitas "in loco".

A espécie **Mniopsis Glazioviana** achava-se, nessa ocasião, em franco período de desenvolvimento vegetativo e floral. Seu ciclo biológico se processou paralelamente ao de **Apinagia**.

Penso que o comportamento biológico das *Podostemonaceae* que vivem no mesmo habitat se realiza de modo semelhante, respeitadas naturalmente as características específicas. É o que pretendo verificar no Salto de Piracicaba. Mais tarde, compararei os resultados a que cheguei com aqueles que serão obtidos do estudo das espécies que se desenvolvem em outras cachoeiras do Estado de São Paulo.

Quanto à espécie **Mniopsis Glazioviana**, nada tenho que acrescentar às observações gerais consignadas na minha primeira contribuição (ACCORSI 1944).

A partir de 19 de junho de 1945, choveu tão intensamente em Piracicaba, durante vários dias, que o nível do rio subiu rapidamente para mais de dois metros, submergindo todas as rochas da cachoeira. O Salto apresentava-se como nos dias de

enchente. Ocorrência idêntica registrou-se há 29 anos, segundo informações que obtive. As Podostemonaceae encontravam-se, por ocasião dessa enchente esporádica, em diversas fases de desenvolvimento tanto vegetativo como floral, de acordo com o local.

É evidente que tal variação nas condições mesológicas e surgida de modo inesperado, em pleno período de seca, deve-se acelerar o ciclo vegetativo, em detrimento do ciclo floral, porque um e outro exigem para o seu desenvolvimento meios apropriados e fundamentalmente opostos. Com a baixa posterior do nível d'água, entretanto, restabeleceram-se as condições mesológicas primitivas, isto é, vigentes durante o período de seca, de sorte que as plantas reiniciaram as suas atividades normais.

Registro, abaixo, os dados pluviométricos do período anormal ocorrido entre 18 de junho e 7 de julho de 1945.

JUNHO		JULHO	
Dias	Chuvas	Dias	Chuvas
18	1,1	4	0,4
19	0,1	5	24,2
20	28,9	6	2,4
21	77,7	7	2,6
23	26,5		
24	31,2		
25	18,1		
26	2,3		

IV — RESUMO E CONCLUSÕES

Resumindo as observações feitas sobre a biologia e a ecologia das espécies *Apinagia Accorsii* Toledo e *Mniopsis Glazioviana* Warmg., Podostemonaceae que vivem incrustadas às rochas diabásicas do Salto de Piracicaba, durante os anos de 1943, 1944 e 1945, cheguei às conclusões seguintes :

a) Com o início do período de enchente do Salto de Piracicaba, variável de ano para ano, mas que, no geral, começa com as primeiras chuvas de outubro e se prolonga até fins de março, processa-se o desenvolvimento vegetativo das Podostemonaceae, com a formação de estolhos (Fig. 15-B) dotados de gemas produtoras de novos rizomas (Fig. 16-A,C,D,E) e regeneração dos rizomas primitivos (Fig. 15-B), quando em determinadas condições, em *Apinagia Accorsii*; raízes hemicilindri-

cas com produções faliáceas, dispostas aos pares. (Fig. 19-A,B, C,D,E,F,G,H), provenientes de gemas, em *Mniops's Glazioviana*. Demais, em ambas as espécies realiza-se ainda a germinação das sementes nos seguintes substratos: placentas, cápsulas e pedicelos de frutos (Figs. 16, 17, 18 e 20), resíduos orgânicos de várias procedências, inclusive os provenientes das próprias *Podostemonaceae*, que se acumulam em quantidade apreciável entre as plantas e sobre as rochas, etc. A *Apinagia Accorsii*, além desses meios, conta ainda com os resíduos rizomáticos, com os caules e mesmo com a superfícies dos rizomas (Fig. 21-H). A massa rizomática constitui excelente meio para a retenção e germinação das sementes.

b) A deiscência dos frutos dá-se ao contacto do ar seco. As sementes podem fixar-se aos substratos citados, devido à transformação do tegumento externo em mucilagem.

c) Dentre os substratos para a germinação das sementes, o mais importante e mesmo decisivo, em determinadas circunstâncias, para a garantia da espécie no habitat, é o fruto. Após a deiscência, algumas sementes podem colar-se às paredes internas da cápsula e aos pedicelos, graças à mucilagem do tegumento externo, ao passo que outras permanecem sobre a placenta.

d) Os "seedlings" não apresentam raiz principal. Todavia, à volta de toda a extremidade do hipocótilo, produz-se enorme quantidade de pêlos radiculares, cuja principal função é servir de órgãos de fixação. A incrustação das plantas ao substrato é feita por meio de pêlos radiculares, ou, mais frequentemente, por "haptera". Segundo WILLIS (1915), "os "haptera" são órgãos adesivos especiais, provavelmente de natureza radicular, que aparecem como protuberância exógenas da raiz ou do caule e se curvam para a rocha, onde se fixam e se achatam, segregando uma substância viscosa".

e) Os "seedlings", que se desenvolvem sobre as cápsulas, pedicelos, etc., encontrando condições ecológicas favoráveis, transformam-se rapidamente em plantas jovens; os novos rizomas já começam a produzir caules e em tudo se assemelham aos rizomas provenientes dos estolhos. É o que se observa no habitat, por ocasião da germinação das sementes.

f) As transferências das plantinhas, que se desenvolvem nos substratos citados para a superfície da rocha, realiza-se quando elas alcançarem o peso suficiente para curvar o pedicelo do fruto. (Figs. 17 e 18), promovendo, assim, o contacto da cápsula com a rocha. Daí por diante, o novo rizoma vai aderindo ao substrato natural, através da produção dos órgãos especiais de fixação, isto é, pêlos radiculares e "haptera". O mecanismo da

Devido a um pequeno engano na feitura dos clichés, os aumentos das figuras 15, 16, 19 e 20, constantes da legenda, passarão a ser respectivamente :—
1,9 — 1,65 — 2,3 e 2,9.

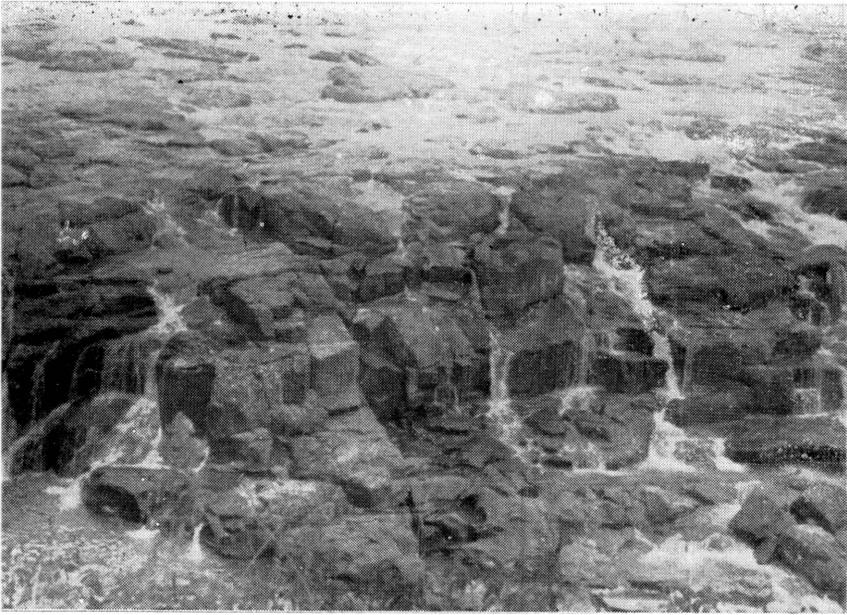


Fig. 1



Fig. 2

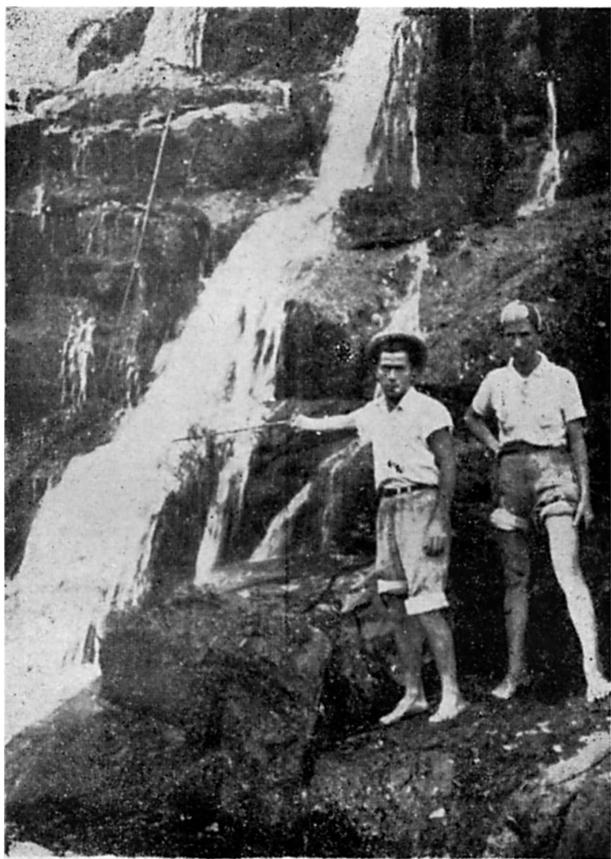


Fig. 3



Fig. 4

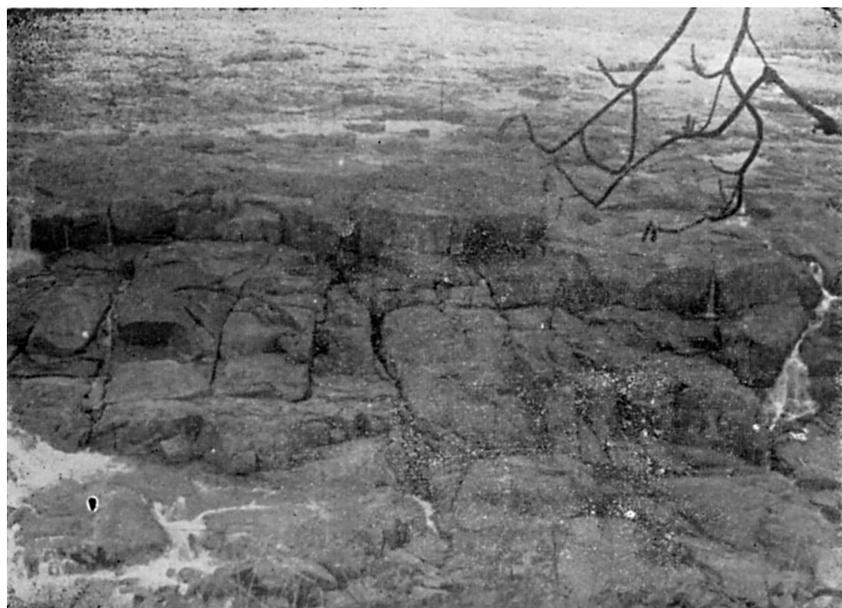


Fig. 5

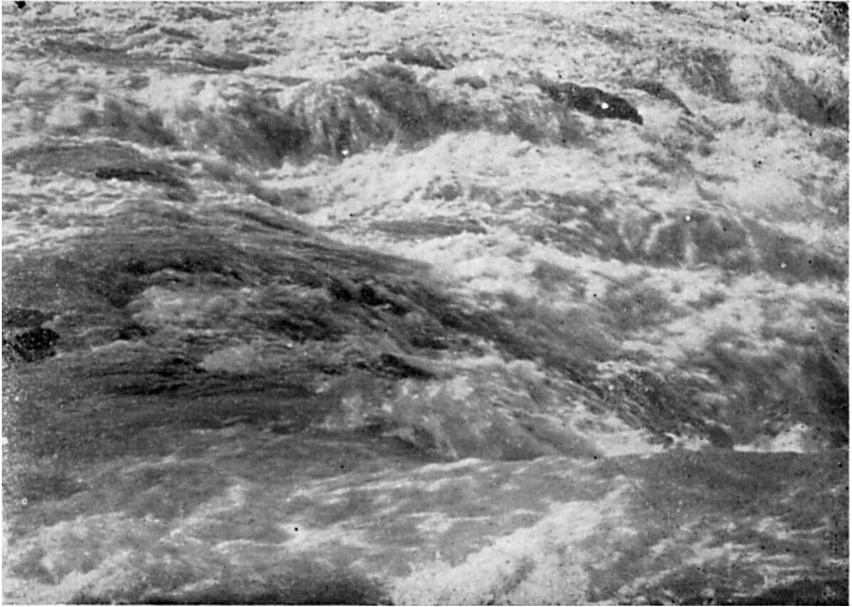


Fig. 6



FIG. 7



FIG. 8



Fig. 9



Fig. 10



Fig. 11

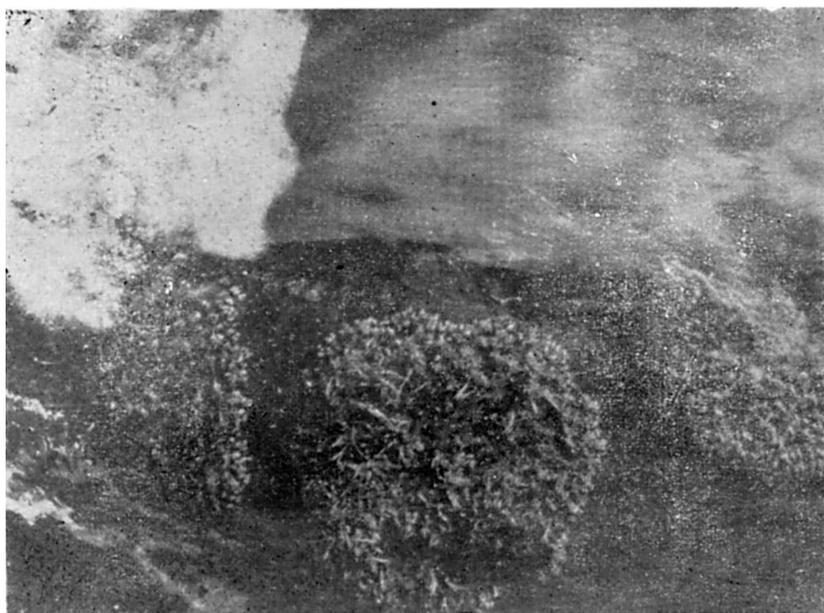


Fig. 12



Fig. 13

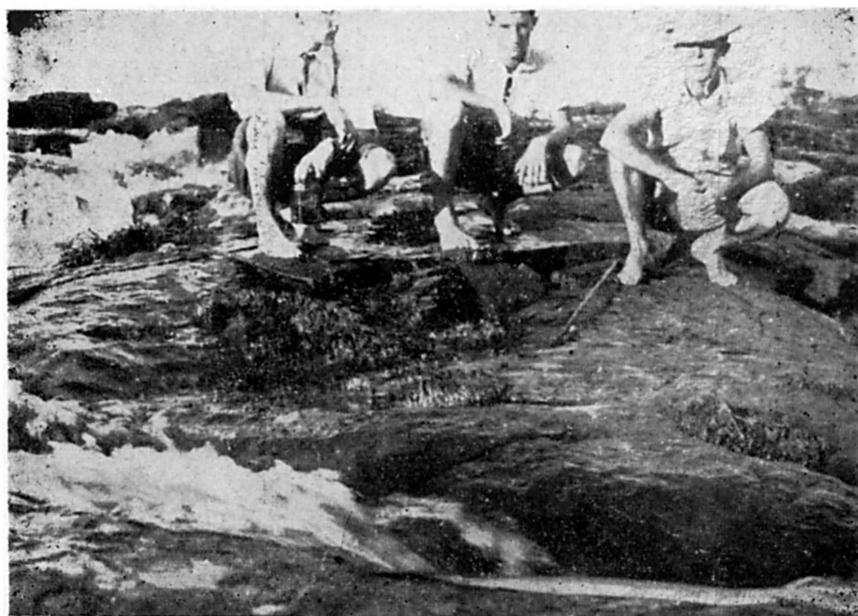


Fig. 14

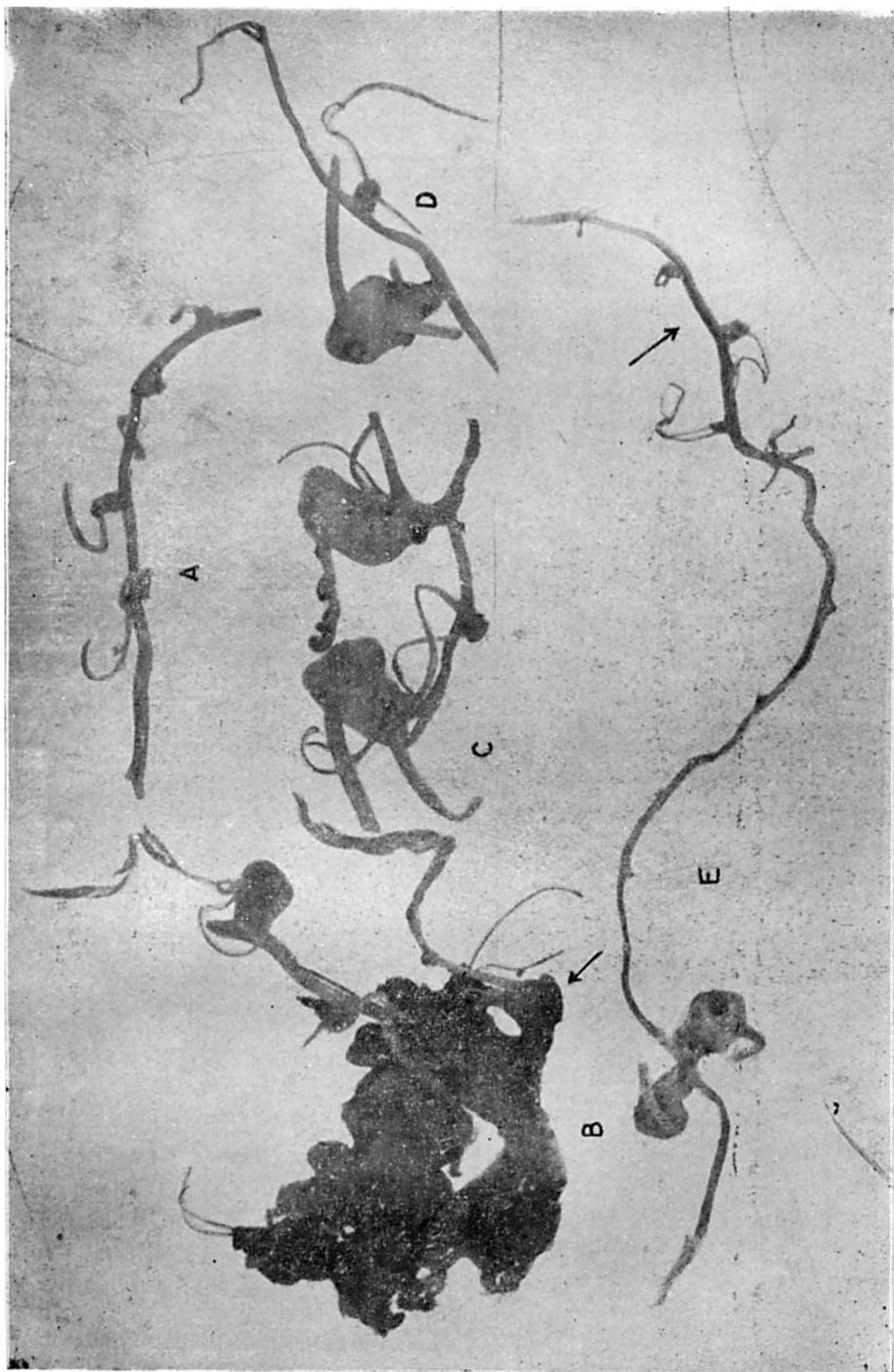


FIG. 15

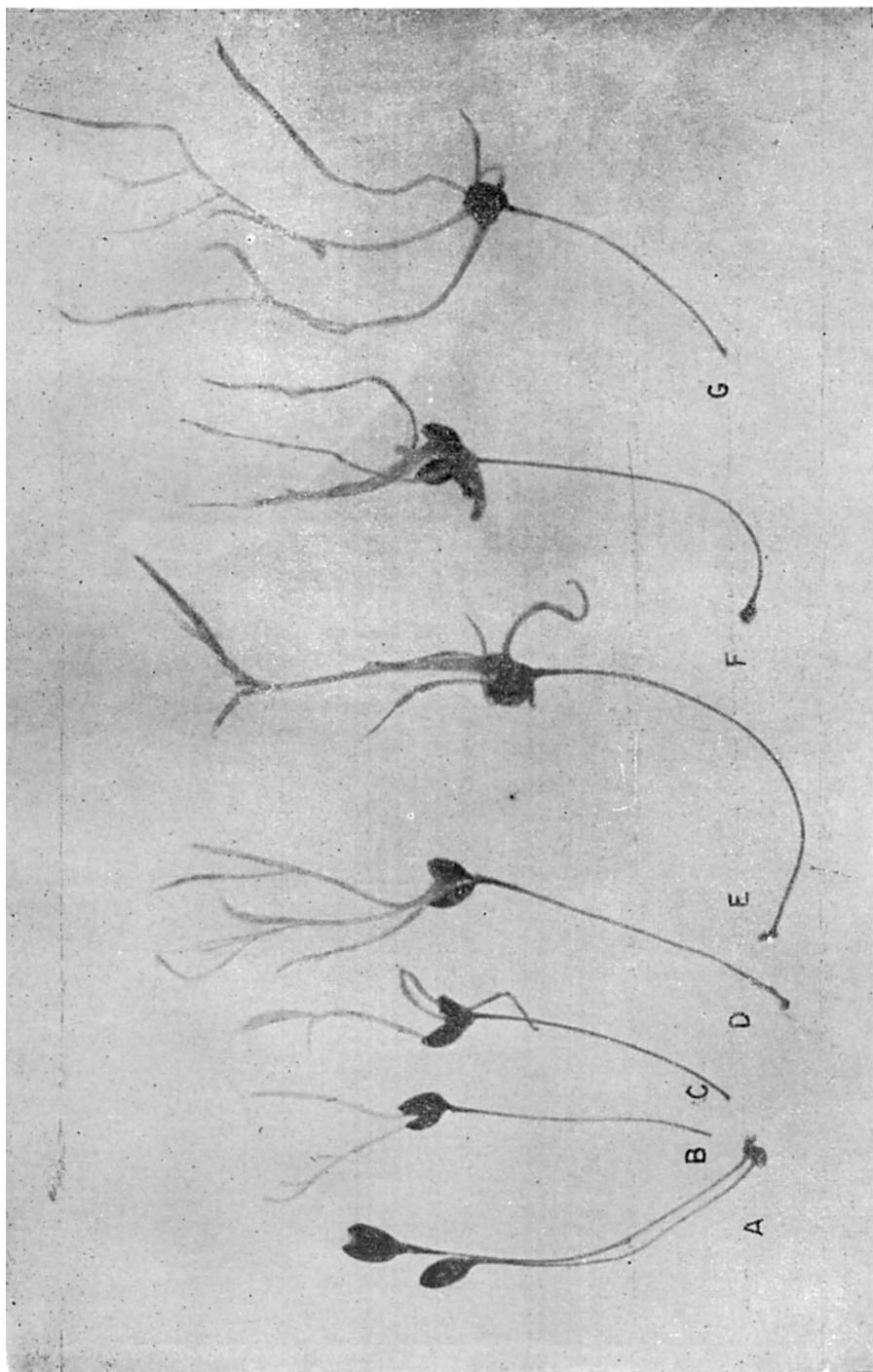


Fig. 16

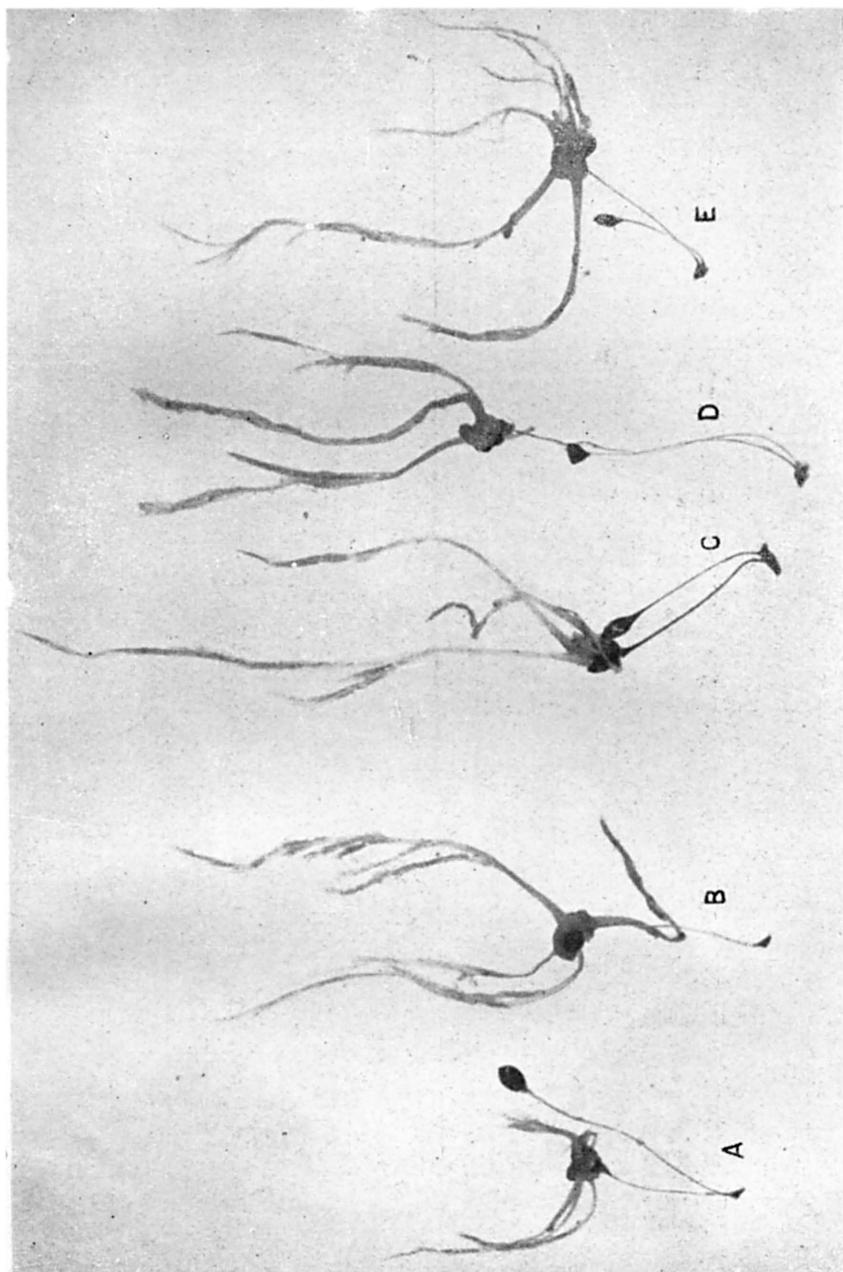


Fig 17

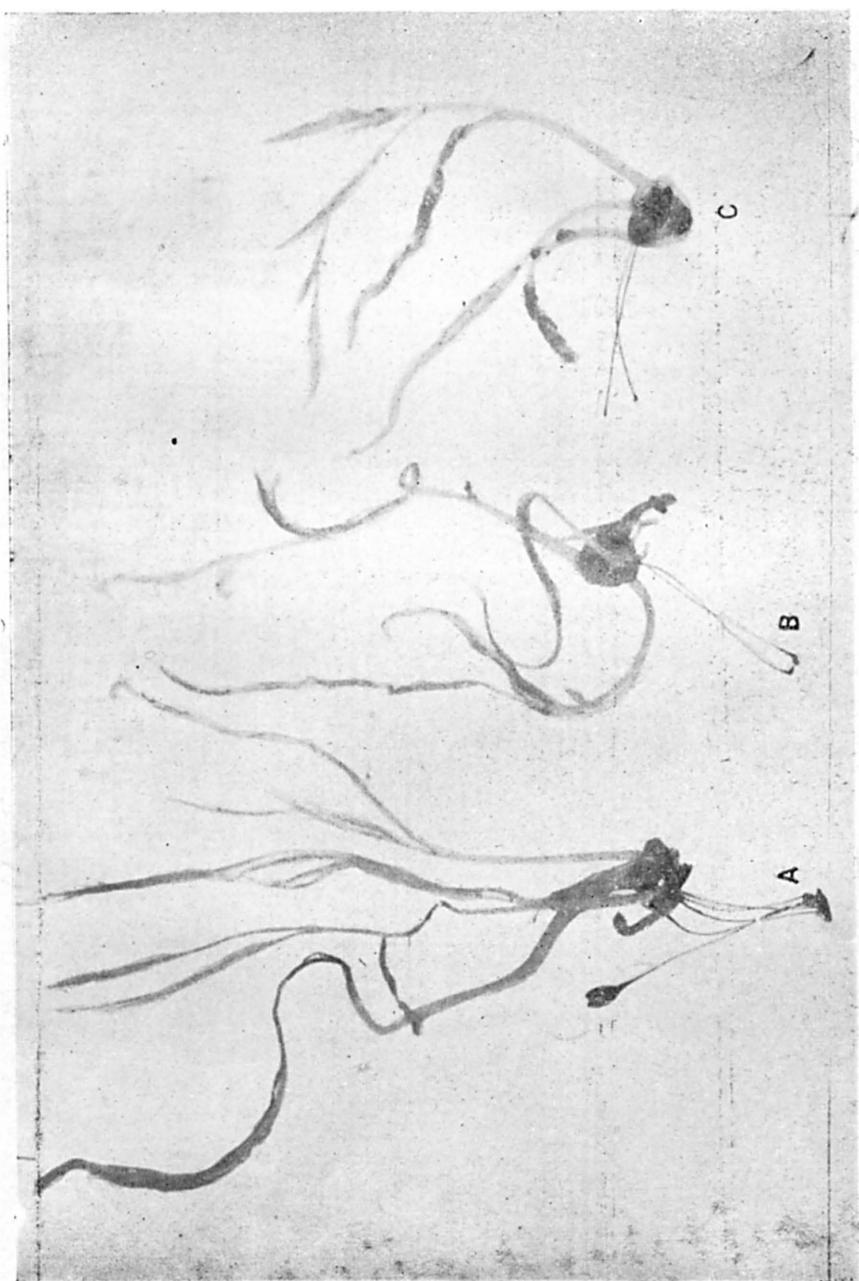


FIG. 18

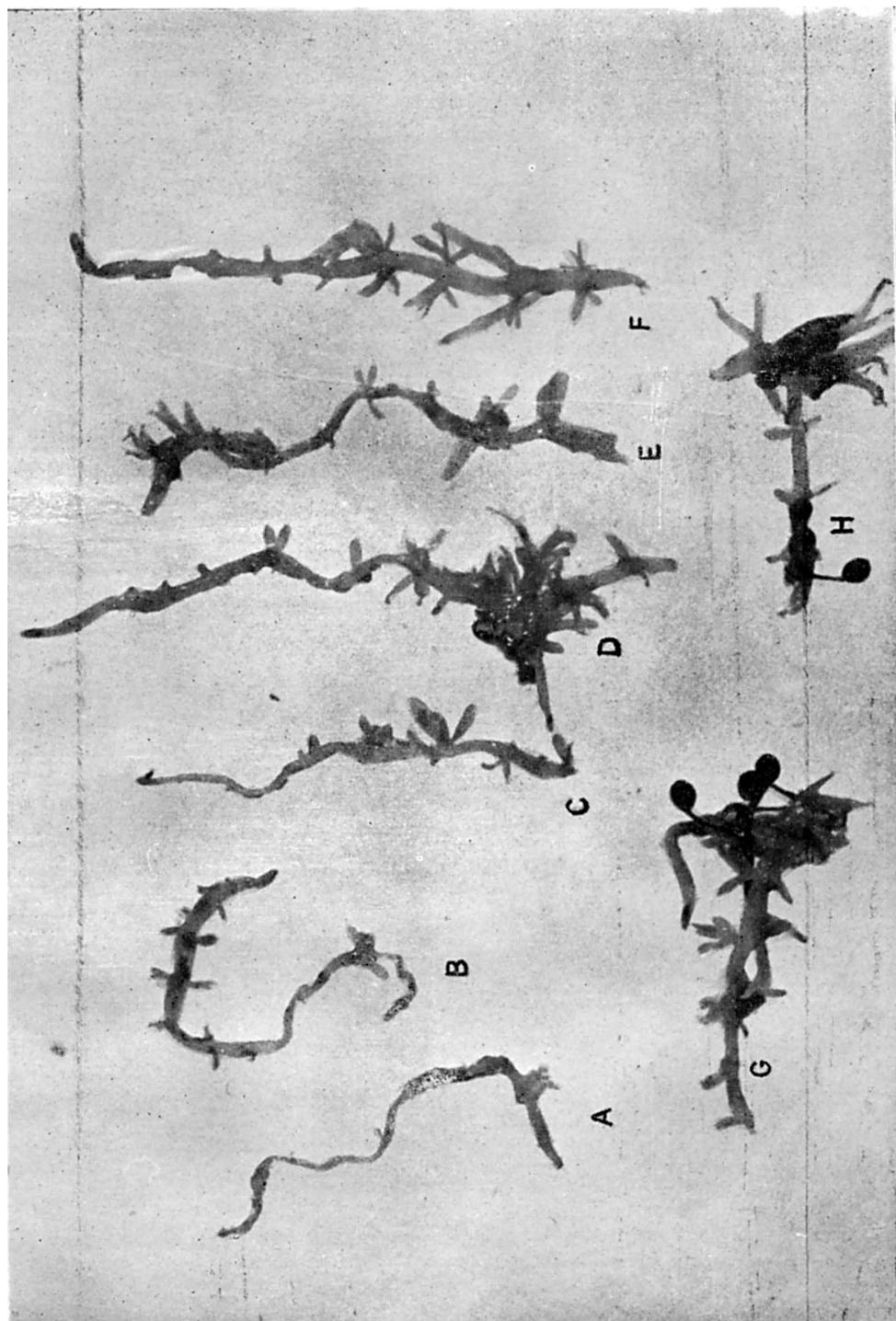


FIG. 19

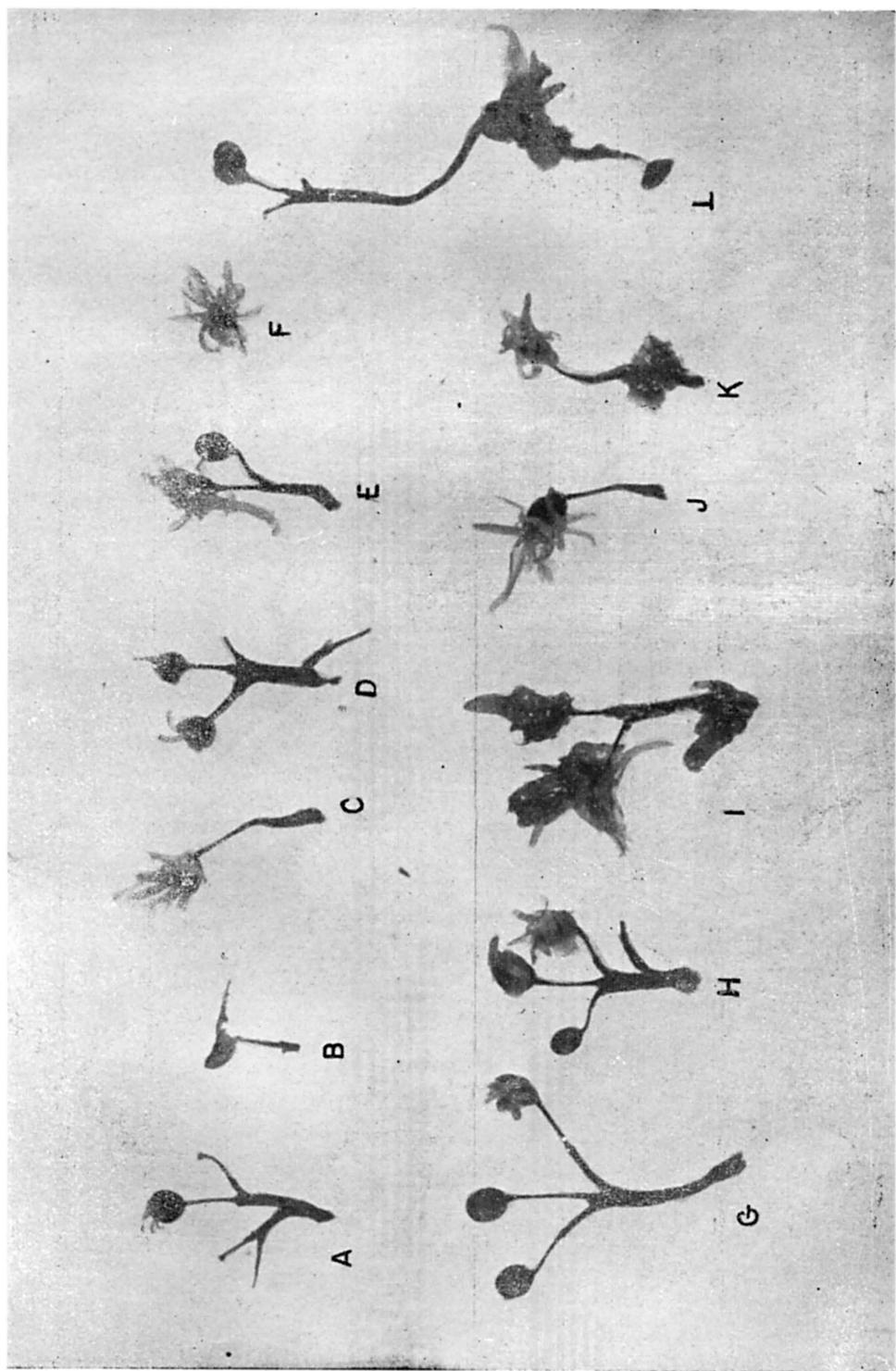


FIG. 20

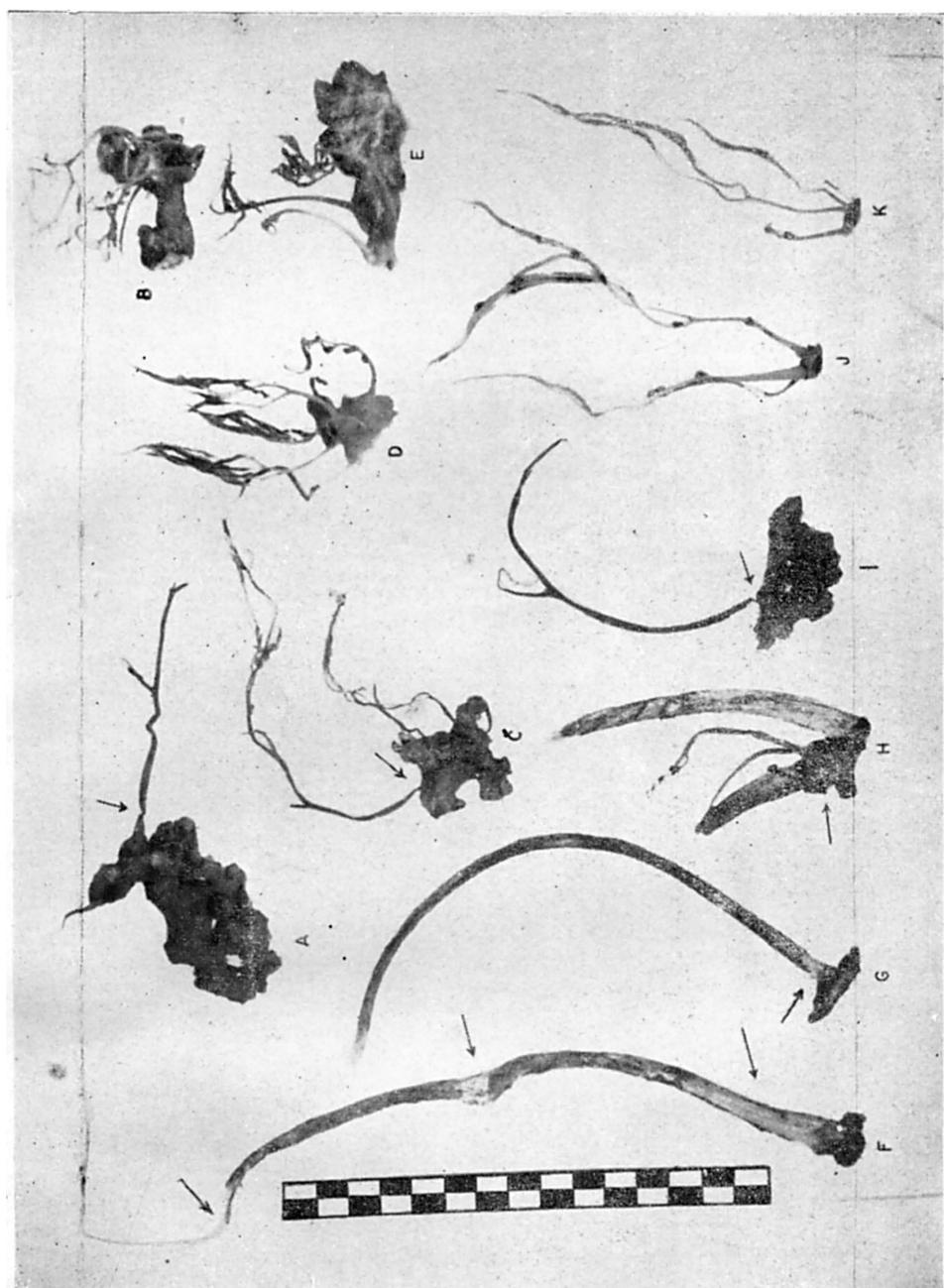


Fig. 21

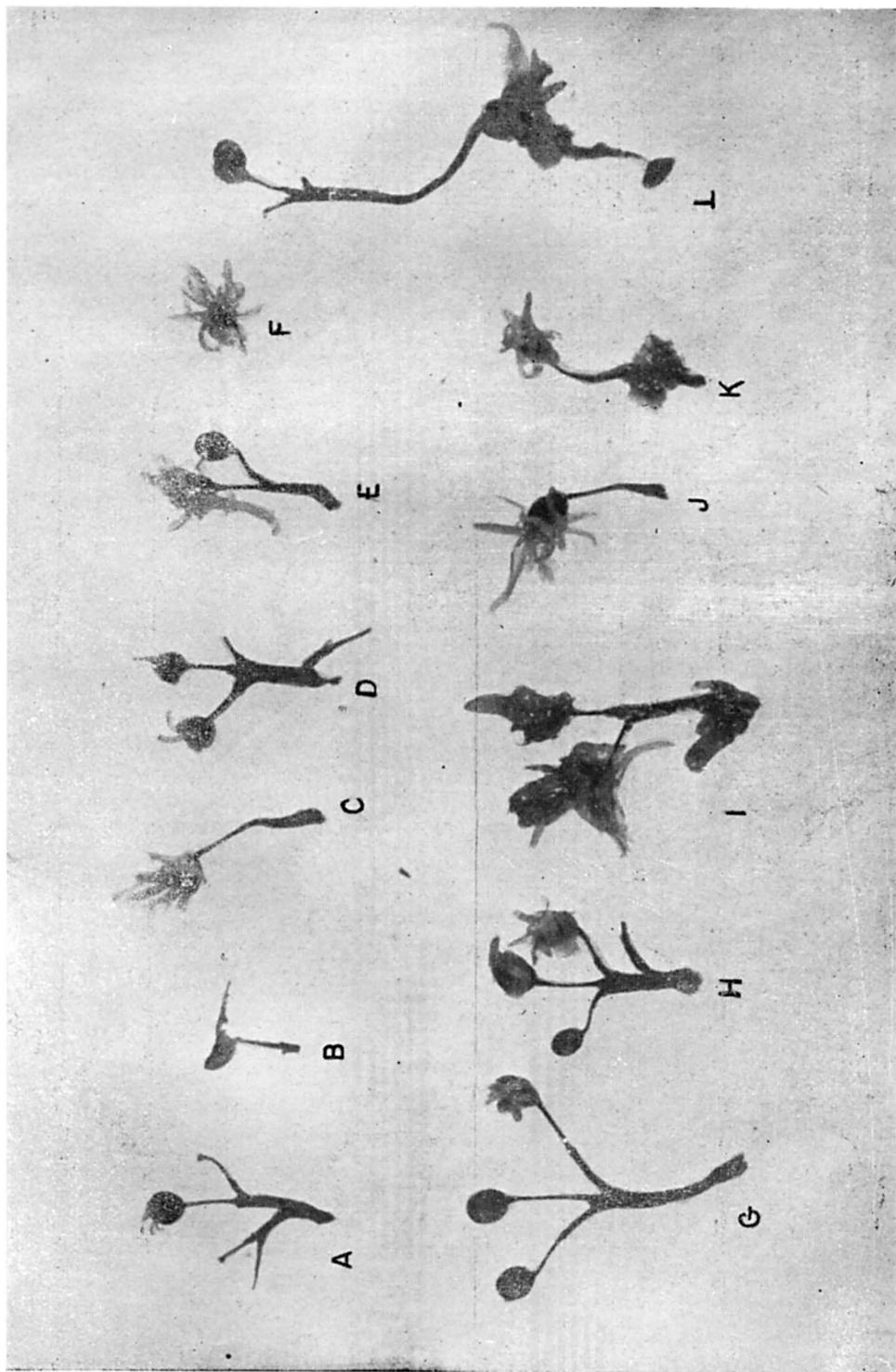


Fig. 22

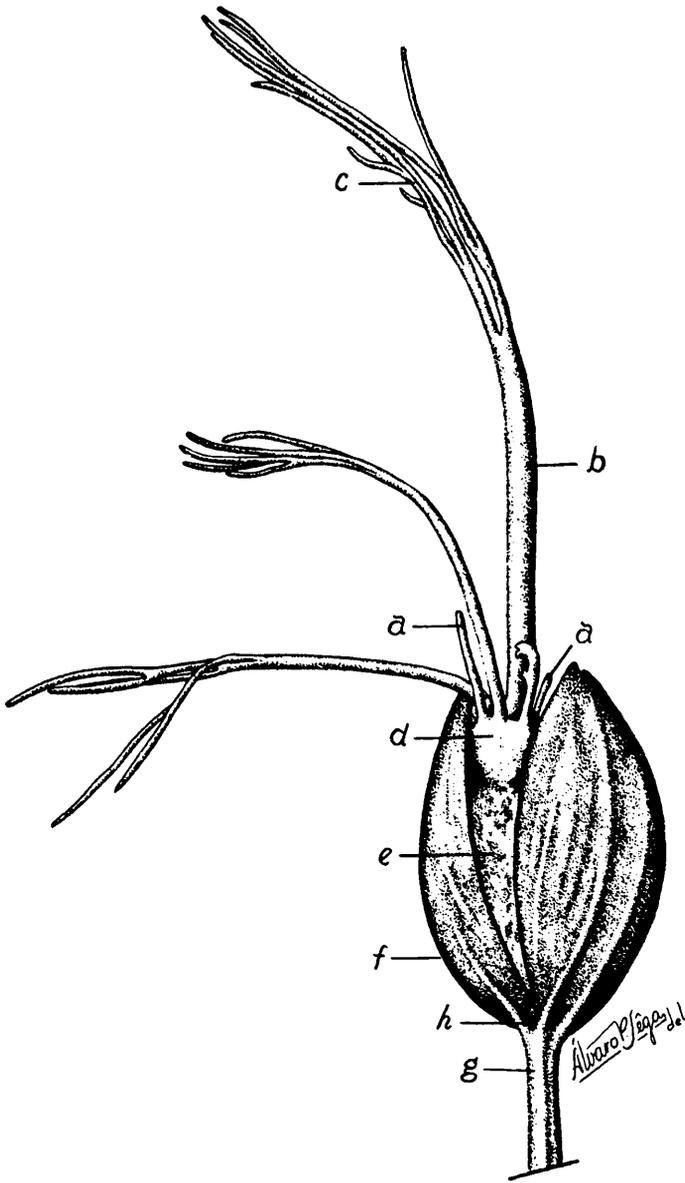


Fig. 23

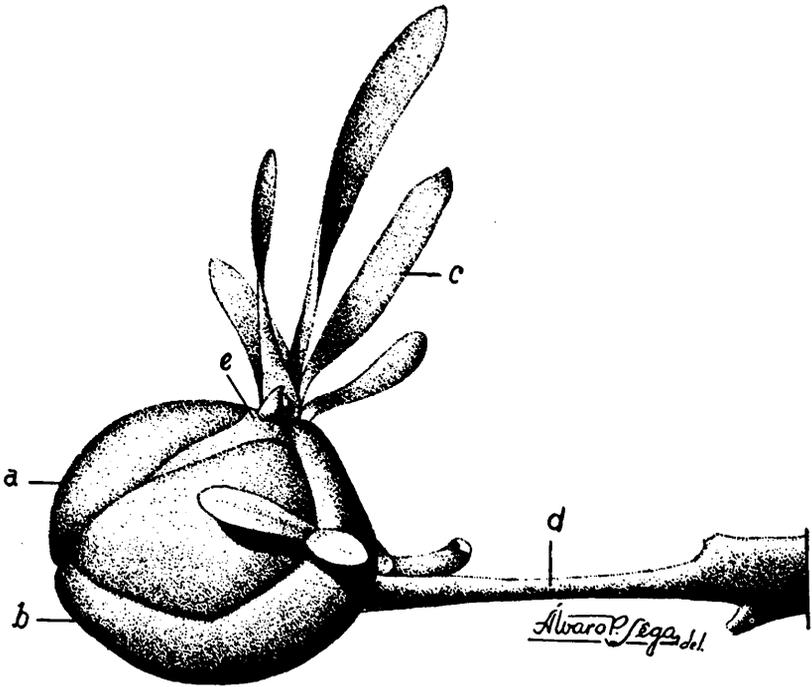


Fig. 24

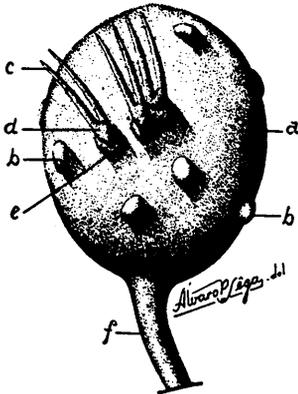


Fig. 25

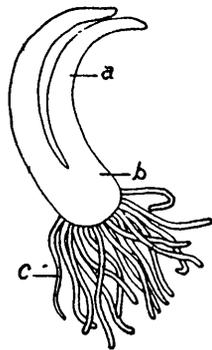


Fig. 26

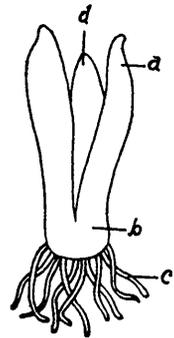


Fig. 27

transferência das plantas jovens que, inicialmente, se desenvolvem sobre cápsulas, pedicelos, etc., para o substrato definitivo -- a rocha -- foi verificado, frequentes vezes, em farto material que incluía vários estágios de desenvolvimento vegetativo (Figs. 16, 17, 18, 20).

g) As cápsulas, compreendendo, além da placenta (em certos casos), as paredes internas e externas, e os pedicelos dos frutos de ambas as espécies estudadas constituem excelentes e importantes meios para a fixação das sementes. Após os longos períodos de seca, quando toda a parte vegetativa se destroi, tornam-se os únicos substratos apropriados para o fenômeno da germinação.

h) Iniciada a fase vegetativa e, à medida que progride a submersão das plantas, acentuam-se, cada vez mais, o crescimento e o desenvolvimento. É precisamente durante a época de submersão que as Podostemonaceae encontram o ambiente mais adequado ao seu desenvolvimento vegetativo, alcançando, ao mesmo tempo, a máxima distribuição local, mormente a espécie *Apinagia Accorsii* Toledo, que chega a cobrir todas as rochas situadas da região frontal da cachoeira.

i) O declínio das águas começa, aproximadamente, em fins de março, com as últimas chuvas. Pode-se, então, avaliar a extensão do desenvolvimento vegetativo que as plantas alcançaram, durante a fase de enchente. O nível da correnteza vai, daí por diante, baixando gradativamente, até fins de setembro, quando atinge o mínimo, ocasião em que o Salto se apresenta com o máximo de rochas expostas.

j) Durante todo o período de vazante, que é variável e dependente do regime de chuvas que vigorar, as plantas vão paulatinamente emergindo, ao mesmo tempo que cessa o desenvolvimento vegetativo, para entrar em atividade o ciclo floral. Antes, porém, os caules de *Apinagia* que estiveram submetidos às fortes vibrações da correnteza se destacam (Fig. 21-A,C,F,G,H,I). Todavia, as plantas, que se desenvolveram em regiões de correnteza mais branda, não chegam a perder os seus caules.

k) As gemas floríferas, à medida que vão emergindo, desabrocham. As flores desenvolvem-se rapidamente; a polinização que é direta efetua-se em plena atmosfera, quando as anteras enxutas e suficientemente dessecadas sofrem a deiscência, libertando o pólen. Realizada a fecundação, as sementes atingem depressa a maturidade. Como todo o desenvolvimento compreendido entre o desabrochar das gemas e a frutificação se processa fora da água e como a exposição das plantas é gradativa, em virtude do lento declínio das águas, compreende-se que no Salto existam, a um tempo, todos os estágios do

ciclo vegetativo ao lado de tôdas as fases do desenvolvimento floral.

l) Os rizomas, em contacto com o ar e sob a ação solar, dessecam-se, transformando-se em placas duras, fortemente inscrustadas às rochas. Mas, se durante a dessecação forem umidecidos, de quando em quando, passam a constituir excelente meio para a retenção e germinação das sementes.

m) No período seguinte de enchente e vazante, repetem-se, para as espécies estudadas, tôdas as fases do desenvolvimento vegetativo e floral, assinaladas nesta contribuição.

V — SUMMARY

The Author concludes, in this contribution, the study he has been making since 1943, on the biological and ecological comportment of *Apinagia Accorsii* Toledo and of *Mniopsis Glazioviana* Warmg., Podostemonaceae which are found attached to the rocks of Piracicaba Fall (Piracicaba, S. Paulo, Brazil).

During the flood period, from October until March, the species mentioned perform their vegetative development. *Apinagia Accorsii* emits stolons which produce, laterally, rhizomes; besides, the still alive parts of the remaining rhizomes are regenerated. *Mniopsis Glazioviana* emits hemicylindrical roots, the radicular buds of which are capable of developing into new plants. For both species, the germination of seeds may be effected in the following substrata: placentas, capsules and pedicels of the fruits, vegetative residues and rhizomatic matter of *Apinagia*.

Dehiscence of fruits takes place in contact with the air. Seeds adhere to the above mentioned substrata by means of a mucilage resulting from the transformation of its external tegument, in contact with water.

The seedlings have no main root. A large number of root hairs develop around the hypocotyl; their function is fixation.

The attachment of the plants to the rocks is made by means of root hairs and "haptera".

The transfer of young plants, which develop in the placentas, capsules and fruits pedicels, etc., to the rocks takes place when they grow heavy enough as to bend the pedicels.

The fruits and their parts constitute the best mean for the surviving of the species in its habitat, for they are the only organs which stick to the rocks, after the complete destruction of the plant's bodies.

The vegetative development is performed exclusively under water, while the floral cycle takes place as soon as the

plants come in contact with the atmosphere, when they flower and fructify rapidly.

VI — AGRADECIMENTO

O Autor agradece ao Prof. F. G. Brieger o auxílio prestado na tradução dos textos em alemão.

VII — BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1) ACCORSI, W. R. — 1944 — Contribuição para o Estudo Biológico e Ecológico das Podostemonaceae do Salto de Piracicaba. Anais da E. S. A. "Luiz de Queiroz" — Piracicaba.
- 2) ENGLER, A. — 1930 — Die Natürlichen Pflanzenfamilien. Band 18.a Verlag Von Wilhelm Engelmann — Leipzig.
- 3) IHERING, R. — 1940 — Dicionário dos Animais do Brasil. Secretaria da Agricultura — São Paulo.
- 4) JACKSON, B. D. — A Glossary of Botanic Terms. London: Duckworth. Philadelphia: J. B. Lippincott Company.
- 5) KLEEREKOPER, H. — 1944 — Introdução ao Estudo da Limnologia — I — Série Didática — Serviço de Informações Agrícolas — Ministério da Agricultura — Rio de Janeiro.
- 6) RAUH, W. — 1937 — Nova Acta Leopoldina. Neue Folge — Band 4 — Nummer 24. Halle (Saale).
- 7) TOBLER, F. — 1933 — Beiträge zur Oekologie und Biologie brasilianischer Podostemonaceen. Flora. Neue Folge 28 Band. pp. 286-300.
- 8) WARMING, E. — 1882 — Etudes sur la Famille des Podostemonacées. Deuxième Memoire. II — Organes Végétatifs du *Castanea-pprinceps* Tul. & Wedd. Kgl. Danske Vidensk. Selsk Skv. 6.a Série II-3.
- 9) WILLIS, J. C. — 1915 — The Origin of the Tristichaceae and Podostemonaceae — Annals of Botany — vol. XXIX — pp. 299-306.
- 10) WILLIS J. C. J 1926 — The evolution of the Tristichaceae and Podostemonaceae — Annals of Botany — vol. 40 — London.

VIII — LEGENDAS

- Figs. 1 e 2 — Aspecto geral do Salto de Piracicaba, durante o período de seca. Observe-se a enorme porcentagem de rochas expostas, ao lado de alguns braços d'água. (Originals).
- Fig. 3 — Um dos muitos braços d'água, cujas características físicas, químicas e biológicas permitem o desenvolvimento de *Apinagia Accorsii*. (Original).
- Fig. 4 — Trecho do Salto de Piracicaba em que a correnteza se desdobra em vários ramos. As rochas, dispostas em vários níveis e planos, batidas intensamente pela água, apresentam plantas bem desenvolvidas. (Original).
- Fig. 5 — Vista parcial do Salto de Piracicaba, em período de seca extrema. (Original).
- Fig. 6 — Vista parcial do Salto de Piracicaba, após o início do período de chuvas. (Original).
- Fig. 7 — Aspecto do Salto de Piracicaba antes das fortes chuvas de 31-10-1944. Na rocha do primeiro plano são bem visíveis vários rizomas de *Apinagia Accorsii*, em via de dessecção. (Original).
- Fig. 8 — O mesmo trecho do Salto da fig. 7, após as chuvas do dia 31-10-1944. Nota-se que a lavagem da rocha do primeiro plano foi intensa. (Original).
- Fig. 9 — Outro aspecto do Salto de Piracicaba, após a lavagem das rochas pelas chuvas. (Original).
- Fig. 10 — Aspecto do Salto de Piracicaba durante a fase de enchente. Poucas rochas se conservam, ainda, expostas. (Original).
- Fig. 11 — Caules de *Apinagia Accorsii* sob a ação intensa da correnteza. Observe-se que a curvatura da haste principal se opõe à direção da correnteza. (Original).
- Fig. 12 — Alguns rizomas recém expostos, sem caules, mostrando grande número de gemas floríferas em pleno desenvolvimento, ao lado de algumas flores. (Original).
- Fig. 13 — Rochas recobertas de grande quantidade de rizomas desprovidos de caules. O aspecto rugoso que oferecem é devido às gemas floríferas prontas para desabrochar. (Original).
- Fig. 14 — Formações de *Apinagia Accorsii* recém expostas; as que estão ao alcance da correnteza se conservam, ainda, sem caules, como se vê à esquerda da 1.ª pessoa. As outras já expostas, e sem caules, mostram flores e frutos em todos os estágios de desenvolvimento. (Original).
- Fig. 15 — Fragmentos de rizoma velho (B) emitindo um re-

bento (regeneração) com um caule novo, em frente à seta, e vários estolhos — A, C, D, E com rizomas em diversos estágios de desenvolvimento. Em E a seta indica a goteira cheia de partículas terrosas. Nota-se sobre B um estolho. Aumento 1,2 x. (Original).

- Fig. 16 — Diversos frutos mostrando os “seedlings” no interior das cápsulas. Alguns rizomas estão englobando as cápsulas — E, F, G. Aumento 1,5 x (Original).
- Fig. 17 — Fases mais adiantadas do desenvolvimento das plântulas de *Apinagia Accorsii*, cujas sementes germinaram no interior das cápsulas. Nesta fase, os pedicelos já estão arcados sobre a rocha, em consequência do peso das plântulas. As cápsulas estão quase embutidas no jovem rizoma. Pouco menor que o natural. (Original).
- Fig. 18 — Estágios bem adiantados de desenvolvimento de plantas de *Apinagia Accorsii* sobre cápsulas já embutidas no rizoma. Note-se o tamanho das plantinhas em relação aos pedicelos. Pouco menor que o natural. (Original).
- Fig. 19 — Série de raízes de *Mniopsis Glazioviana* com produções foliáceas provenientes de gemas radicais. Nas extremidades das raízes A, B, C, D, F, G, percebe-se muito bem a coifa, notadamente em C. Durante o crescimento, as raízes podem aderir aos frutos e mesmo em restos de plantinhas, como se vê em G e H. Aumento 2 x. (Original).
- Fig. 20 — Série de frutos de *Mniopsis Glazioviana* mostrando, sobre as cápsulas, os “seedlings” em vários estágios de desenvolvimento, provenientes da germinação das sementes. Propagação por sementes semelhante à de *Apinagia Accorsii*. Aumento 2,5 x. (Original).
- Fig. 21 — Rizomas e caules de *Apinagia Accorsii*, de várias idades. B, C, D, J, K, rizomas novos. A, F, G, H, I, rizomas e caules velhos. Em A, C, I as setas indicam o ponto em que se dará o desprendimento dos caules. F, G, H são caules velhos, traumatizados em vários lugares como indica a seta. Na axila dos ramos da figura H, desenvolve-se uma plantinha proveniente de semente e que já produziu três caules. Todos os caules da figura 21 mostram bem a curvatura da haste principal, que se acentua com a idade. Os caules novos das figuras B, C, D, E, J, K trazem, nas extremidades, as lacínias capiláceas dos ramúsculos, porém, estão unidas devido à umidade. (Original).
- Fig. 22 — Rizomas de *Apinagia Accorsii* expostos à atmosfera, de diversos tamanhos e idade, em plena fase de florescimento e frutificação. A maioria dos caules dos rizomas adultos se desprendeu. As cicatrizes são visíveis em A. Há

- flores e frutos em todos os estágios de desenvolvimento. Em A e B pode-se verificar a existência de plantas novas de **Apinagia Accorsii** crescendo sôbre placas velhas de rizomas. Em E, O têm-se segmentos de estolhos, cujos rizomas recém formados já estão com frutos. Pode-se apreciar muito bem o ciclo floral das plantas, que independe do tamanho e da idade mas sim dos fatores ecológicos.
- Fig. 23 — Fruto de **Apinagia Accorsii** mostrando um "seedling" sôbre a placenta. Aumento 17 x. (Original). (Segundo ACCORSI 1944). a — cotilédones; b — haste principal; c — lacinia capilácea do ramúsculo; d — rizoma jovem; e — placenta; f — parede da cápsula; g — pedicelo; h — nervura da cápsula.
- Fig. 24 — Fruto de **Mniopsis Glazioviana** mostrando um "seedling" em desenvolvimento na placenta, cuja raiz, provida de produções foliáceas, contorna parte da cápsula. Aumento 19 x. (Original). (Segundo ACCORSI 1944). a — parede da cápsula; b — raiz aderente à parede da cápsula; c — fôlhas novas; d — pedicelo; e — placenta.
- Fig. 25 — Fruto de **Mniopsis Glazioviana** com sementes e "seedlings" sôbre suas paredes. Aumento 18 x. (Original). (Segundo ACCORSI 1944). a — parede do fruto; b — semente; c — cotilédones; e — tegumento da semente; f — pedicelo.
- Fig. 26 — "Seedling" jovem de **Apinagia Accorsii**, encontrado sôbre a placenta; muito aumentado. (Segundo ACCORSII 1944). a — cotilédones; b — hipocótilo; c — pêlos radiculares.
- Fig. 2 — "Seedling" jovem de **Mniopsis Glazioviana**, encontrado no interior do fruto; muito aumentado. (Segundo ACCORSII 1944). a — cotilédone; b — hipocótilo; c — pêlos radiculares.