

Causas da Floração ⁽¹⁾

Aula Inaugural de 1949

pele

Professor Sílvio Tricânico

INDICE

Introdução	II	Fotoperiodismo	XI
Hipóteses iniciais	II	Teoria hormonal	XIII
Teoria do enfraquecimento	III	Conclusão	XIV
Teoria das relações maté-		Complemento: Aplicações	
ria orgânica-seiva bruta e		práticas	XV
hidratos de carbono-azoto	III	Bibliografia	XVI
Vernalização	IX		

(1) Esta aula foi escrita posteriormente, atendendo solicitação honrosa dos professores Carlos Teixeira Mendes e Salvador de Toledo Piza Jr. e do Dr. Renato de Moraes Bartholomeu, para sua publicação nos Anais da Escola. Igual pedido recebi de vários amigos e pessoas interessadas. Como esclarecimento prévio, na preleção, falei algo sobre a periodicidade na vida das plantas, ontogênese, fases do desenvolvimento e importância da reprodução sexual, que julguei desnecessário reproduzir, pois será fácil, a quem precisar, recorrer aos livros respectivos.

Penso que o professor deve escolher, quando designado para dar a aula inaugural, salvo motivos especiais, um ponto da sua cadeira. Agi de acordo com este critério. A Agricultura Geral abrange assuntos muito variados, até mesmo de Fisiologia Vegetal. Quando fiz concurso para professor, em 1923, o estudo da floração já constava do programa. Há cerca de trinta anos, portanto, é parte integrante da disciplina que leciono.

INTRODUÇÃO

A gênese das flores, fenômeno extraordinariamente complexo e dos mais pesquisados atualmente, constitui um dos temas científicos de atração singular e de excepcional interesse, teórico ou prático. A descoberta, relativamente recente, do fotoperiodismo e da vernalização, abriu-lhe perspectivas fulgentes, acabando por empolgar os fisiólogos especialistas, os quais ora consagram-se à sua investigação, com verdadeira ânsia, na esperança de conseguir o seu esclarecimento completo.

HIPÓTESES INICIAIS

Sachs (1863-1886) imaginou existirem substâncias específicas, formadoras de órgãos ("Organbildendestoffe"), sintetizáveis pelas folhas e capazes de emigrar para outras partes das plantas, onde, acumulando-se em quantidade suficiente, exercem efeitos estimulantes. Esta idéia foi criticada, desfavoravelmente, por Voechting, Pfeffer, Klebs, Jost e outros e abandonada, em consequência da dificuldade de demonstrar não só as propriedades morfogênicas, o mecanismo do seu deslocamento, a acumulação em certos pontos, como até a própria existência das referidas substâncias. Resurgiu, porém, hodiernamente, pois os fito-hormônios, ora tanto em voga e os quais serão discutidos adiante, constituem, afinal, a mesma coisa.

Para Jost, o protoplasma das células novas pode produzir órgãos, os mais diversos, dependendo, isso, de um certo "estímulo" e não somente das substâncias formadoras. Segundo Klebs e Goebel, a orientação, num ou outro sentido, subordina-se à qualidade e à quantidade dos corpos armazenados. Jost julga esta hipótese atraente pelo seu simplismo e confirmável por várias observações, mas problemática. Diverge, ainda, daqueles autores, que explicam de maneira um tanto elementar o que lhe parece extremamente complexo.

A importância dos hidratos de carbono na antese (1) suscitou, logo, a atenção dos cientistas e durante algum tempo, chegaram a supor, embora em contraposição com Sachs, constituíssem as substâncias formadoras de órgãos. Askenasi (1876) e Müller-Thurgau (1898) indicaram o efeito benéfico produzido pelo aumento ou concentração de matéria orgânica

(1) floração.

e Loew (1905) afirmou agir como estimulante uma determinada concentração de açúcar no suco celular. Diz Bonnier : são importantes, principalmente, os açúcares solúveis, Molliard (1907) experimentou em culturas puras, com doses crescentes de glicose, verificando que com cerca de 2,5%, o rabanete produz botões floríferos que não chegam à eclosão das flores, ao passo que floresce, normal e abundantemente, à concentração de 10%.

TEORIA DO ENFRAQUECIMENTO

Gaucher admitiu a existência de um antagonismo entre o desenvolvimento e a frutificação. Apoiado no fato de serem as árvores mais fracas, frequentemente, mais floríferas e conhecedor dos artificios usados para forçar o florescimento (corte de raízes, plantação com pouco espaçamento, etc.), os quais enfraquecem o crescimento vegetativo, preconizou a debilitação das plantas, para forçar a sua floração. É a teoria do "enfraquecimento". Entretanto, nem sempre, os vegetais mais fracos são os mais férteis e o debilitamento vegetativo pode torná-los de arcabouço pequeno e pouco eficiente. Outrossim, é possível, geralmente, aumentar o número de flores das árvores fortes, mediante adubação e operações de poda, bem orientadas.

TEORIA DAS RELAÇÕES MATÉRIA ORGANICA-SEIVA BRUTA E HIDRATOS DE CARBONO-AZOTO

Klebs, considerado o iniciador da fisiologia experimental do desenvolvimento das plantas, executou uma série de trabalhos memoráveis, tornados clássicos, relativos à sua reprodução. Publicou, de 1889 a 1904, os resultados dos seus estudos com os vegetais inferiores e, de 1903 a 1918, os referentes às plantas superiores. Demonstrou não serem inalteráveis as mudanças estruturais das plantas, especialmente as da reprodução. Por conseguinte, não dependem, inteiramente, de um "ritmo hereditário", como se pensava e são modificáveis e até suprimíveis, pela ação dos fatores mesológicos (luz, temperatura, alimentação). A maneira de agir destes foi demonstrada por experiências de Voechting (1893) e de Klebs (1903), sendo verificável por dois modos: investigando as modificações do meio exterior que fazem uma planta passar do estado vegetativo para o de antese, ou vice-versa. Não se pode, todavia, generalizar, pois agentes favoráveis ao crescimento vegetativo

de certas plantas auxiliam a floração de outras. É a "constituição interna" do vegetal que condiciona a sua maneira de reagir, ante os fatores externos (Sierp).

Klebs (1906) obteve com o *Sempervivum funkii*, cuja antese, ainda hoje, é considerada como a mais perfeitamente pesquisada, os resultados seguintes :

1º.) Com assimilação clorofiliana intensa em luz clara e absorção grande de água e sais nutritivos, a planta cresce vegetativamente, por tempo ilimitado.

2º.) Com assimilação clorofiliana intensa em luz clara e absorção limitada de água e sais alimentícios, o vegetal floresce.

3º.) Com absorção média de água e sais nutrientes, a antese ou o crescimento vegetativo dependem da intensidade da iluminação. A luz fraca (azul) auxilia o crescimento vegetativo e a forte (vermelha) favorece a floração.

Klebs distinguiu três fases na formação das flores : maturidade da floração ("Blühreife"), de natureza qualitativa e não reconhecível morfológicamente; iniciação dos primórdios florais; e desenvolvimento das inflorescências e das flores. Estas duas são quantitativas e reconhecíveis morfológicamente.

Os fatores externos só exercem os seus efeitos sobre as rosetas ("Rosetten") em maturidade de floração, i. e., nas quais certas condições internas foram realizadas. Caso contrário atuam de maneira diversa; e. g., a luz vermelha favorece um desenvolvimento anormal e não a formação das flores.

O crescimento vegetativo e a antese se realizam pela ação de agentes qualitativamente iguais, salientou Klebs. Para êle, é a variação quantitativa dos mesmos que causa êste ou aquê-le processo. Confirmando o papel desempenhado pelos hidratos de carbono e sais nutritivos, especialmente os de azoto, supôs a existência de uma relação entre êsses dois grupos de corpos, que desempenha papel essencial na floração. A planta floresce quando armazena quantidade predominante de hidratos de carbono. Preponderando os sais, o florescimento é retardado ou impedido e auxiliado o crescimento vegetativo. Originou-se assim a teoria da relação hidratos de carbono-sais nutritivos (1). A influência decisiva não se exerce pela quantidade absoluta de hidratos de carbono, mas pela concentração alta dos

(1) Johannsen (1901) considerou como fator determinativo a relação entre matéria orgânica produzida e seiva bruta ("Rohstoffe") entrada pelas raízes. Não foi possível averiguar se essa concepção é original ou fundamentada nos primeiros trabalhos de Klebs.

mesmos, relativamente a dos sais. Tal concentração corresponde à maturidade da floração e quando é atingida formam-se as flores. Há plantas que só a obtêm depois de um longo desenvolvimento vegetativo, variável com a ação dos fatores mesológicos (Agave). O carvalho floresce aos 60-80 anos, excepcionalmente no primeiro ano, e morre.

Os fatores externos — ficou evidente — são de grande importância para a antese. É interessante estudá-los, cada um de per si, embora resumidamente :

LUZ

A hera só floresce nos lugares bem iluminados. O *Mimulus tilingii* comporta-se igualmente; se a intensidade da luz for fraca os seus botões florais, mesmo depois de formados, paralisam e os botões axilares, em repouso nas brácteas, desenvolvem ramos vegetativos (Voechting, 1893). Caso idêntico verificou Klebs (1904) na *Lobelia erinus* e *Veronica chamaedrys* e julgou a diminuição de luz prejudicial à floração das plantas possuidoras de poucas reservas. Há plantas que mal iluminadas produzem flores cleistógamas.

O aumento de matéria orgânica, ipso-facto de hidratos de carbono, nas plantas é consequência da assimilação clorofiliana, processo dependente da luz, que fornece energia à sua realização. A luz, considera Jost (1913), afora o seu efeito assimilador, deve influir de outros modos, como seja na síntese das albuminas e em outros fenômenos, ainda obscuros. Klebs (1913) admitiu a possibilidade de agir cataliticamente; Johannsen (1901) chegou a presumir um efeito específico dos raios de luz, formador de flores; e Bonnier (1932) acredita que produza substâncias excitadoras.

TEMPERATURA

Exerce, como em todos processos biológicos, papel importante. Alta e constante é nociva, devido aumentar a respiração, elevando o consumo dos hidratos de carbono. A cerejeira e outras plantas de climas temperados não produzem flores nas regiões tropicais. A beterraba e a digital (dedaleiro), vegetais também de clima temperado e de ciclo bisanual, não florescem no segundo ano, se forem conservadas quentes no inverno. Klebs manteve, assim, a beterraba, em estado puramente vegetativo, por vários anos. *Glechoma hederacea* e

Sempervivum funkii, comportam-se semelhantemente, se o seu repouso hibernar for impedido.

Há, como é lógico, temperatura ótima, máxima e mínima, para a antese; variável conforme os vegetais. Temperatura baixa é favorável, porque atenua a respiração, economizando hidratos de carbono. Muito baixa é inconveniente. A *Agave americana* floresce mais tardiamente, quanto mais baixa é a temperatura; no seu habitat em cinco anos, nas Canárias em dez e nos climas temperados em cem.

AR

É, obviamente, necessário. Gain (1897) verificou ser a floração mais rápida no ar seco. O ar muito úmido pode mesmo obstá-la, como verificou Klebs com o *Myosotis palustris*. Apenas florescem os ramos aéreos de inúmeras plantas aquáticas. Estes fatos estão, provavelmente, relacionados com a transpiração, que concentrando os líquidos vegetais, exerce efeito benéfico no florescimento, mesmo das plantas terrestres (Moebius, 1897). No ar úmido, ou na água, a transpiração é reduzida ou impedida.

AGUA E SAIS NUTRITIVOS

Os sais nutritivos favorecendo o crescimento e o consequente consumo de hidratos de carbono, são prejudiciais. As experiências de Moebius (1897) provaram que as gramíneas e a borragem florescem melhor com pequenas quantidades de sais. É preciso considerar a sua natureza: os azotados, de ordinário, são nocivos, os fosfatados e potássicos, vantajosos. A adubação azotada, em certos casos, é benéfica, e. g., quando a quantidade de azoto acessível às plantas, está abaixo do mínimo necessário, ou no caso de árvores velhas, incapazes de crescimento substancial.

A antese opera-se, superiormente, num solo contendo um teor médio de umidade (Gain, 1897). No solo muito seco, a absorção de água pelas raízes é insuficiente e no muito úmido, excessiva, veiculando, por via de regra, em solução, quantidade elevada de sais.

Em suma, as melhores condições à gênese das flores são: luz intensa, temperatura baixa e sais alimentícios, limitada-mente. Nessas condições, a relação hidratos de carbono-sais nutritivos torna-se alta e a antese é excitada. O desenvolvi-

mento das flores, é importante notar, exige outras condições, freqüentemente superiores àquelas do crescimento vegetativo, suportando menos a carência de água ou o calor excessivo. Os vegetais florescem, esplendidamente, nos períodos secos e bem claros. As flores, porém, não "pegam", i. e., atrofiam-se, se a umidade continuar escassa (cafeeiro, jaboticabeira, etc.).

Poenicke vulgarizou na Alemanha a teoria hidratos de carbono-sais nutritivos e introduziu, visando esclarecê-la, a idéia do que denominou "matéria formadora", a qual é constituída de substâncias orgânicas, formadas nas fôlhas, especialmente hidratos de carbono, mais albumina. Crescimento e antese não são fenômenos considerados, incondicionalmente, opostos; pelo contrário, a concepção básica reside na possibilidade de favorecer, pela adubação, o crescimento das plantas fracas, sem prejudicar sua frutificação. O estado ideal, denominado "equilíbrio fisiológico", existe numa árvore quando apresenta crescimento moderado e floração normal. Estes princípios são, fundamentalmente, opostos aos de Gaucher, antes mencionados e, embora não satisfazendo, plenamente, os cientistas, granjearam grande repercussão entre os fruticultores, pelas suas valiosas aplicações práticas.

Hugo Fischer (1905, 1916) havia salientado a importância dos hidratos de carbono e do azoto. Estudos mais completos fizeram Kraus e Kraybill (1918), que controlaram a formação dos hidratos de carbono, em tomateiros, variando a intensidade de luz e verificaram o efeito de doses diferentes de adubos, contendo azoto em forma facilmente assimilável. Os resultados foram assim resumidos :

1º.) Relação hidratos de carbono-azoto muito alta. O crescimento é fraco devido à deficiência de azoto, que está no "mínimo". O fornecimento de quantidades relativamente grandes de hidratos de carbono não influi.

2º.) Relação hidratos de carbono-azoto alta. Frutificação maior e crescimento normal. O azoto é acessível, moderadamente e a relação é alta pelo excesso de hidratos de carbono.

3º.) Relação hidratos de carbono-azoto baixa. Crescimento vegetativo grande. Hidratos de carbono e azoto são fornecidos copiosamente e não se origina excesso de hidratos de carbono.

4º.) Relação hidratos de carbono-azoto muito baixa. Crescimento vegetativo pequeno, motivado pela insuficiência de hidratos de carbono e não de azoto, como no primeiro caso. As plantas são infrutíferas.

É importante notar que os hidratos de carbono e o azoto,

abaixo de um certo mínimo, são fatores limitativos, tanto do crescimento, como da antese.

Depois dos trabalhos citados, os pesquisadores adotaram uma nova trilha: em vez de verificar na planta o efeito dos hidratos de carbono e dos sais nutritivos, procuram confirmar suas hipóteses por meio de análise química dos órgãos onde se formam os botões floríferos. Kobel (1931) acha que esses dois métodos podem não conduzir a resultados absolutamente iguais pois entre a absorção dos alimentos é a formação dos hidratos de carbono, intercalam-se inumeráveis processos, pouco ou nada conhecidos e as relações válidas para a análise química dos ramos frutíferos não são as mesmas dos botões. Além disso, os processos químicos conhecidos não determinavam as quantidades mínimas de materiais dos botões.

Hooker (1920) analisou ramos frutíferos de macieiras, colhidos em vários meses e divididos em 3 grupos: com frutos, floríferos e estéreis. Concluiu pela possibilidade de uma relação amido-azoto, a qual não foi aceita.

Kraybill, Potter e colaboradores (1925) analisaram ramos de macieira com frutos e floríferos e deduziram ser a relação hidratos de carbono-azoto, geralmente, sem importância. É necessário considerar, porém, diz Kobel, que o fruto, em desenvolvimento, necessita grandes porções de substâncias alimentícias, devendo dominar todo o processo químico do ramo frutífero, não sendo comparáveis, sem outras considerações, ramos frutíferos, com frutos e floríferos.

Potter e Phillips (1930) preferiram, por este motivo, outro sistema de investigação, acompanhando as circunstâncias determinantes da antese. Serviram-se nas suas experiências de macieiras com 30-45 anos da variedade Baldwin. Os seus trabalhos foram muito meticolosos; analisaram um número enorme de botões, empregaram métodos químicos convenientes e processos estatísticos na interpretação dos resultados. A conclusão foi pela nulidade da relação hidratos de carbono-azoto.

Estariam destruídas, abruptamente, as idéias de Klebs, comprovadas durante longos anos, por pesquisas que haviam maravilhado o mundo científico? Seriam errôneas as investigações de Kraus e Kraybill feitas igualmente, com grande precisão e cujas ilações haviam confirmado e burilado as hipóteses daquele fisiologista? Kobel (1931) interpretou, diferentemente, os resultados de Potter e Phillips. Demonstrou que as árvores por eles estudadas correspondiam, aproximadamente, aos tomateiros do primeiro caso das experiências de Kraus e Kray-

bill, i. e., com crescimento deficiente por falta de azoto. Este elemento é, também, necessário à floração e abaixo de um mínimo age como fator limitativo. Nestas condições a relação hidratos de carbono-azoto, obviamente, não pode funcionar de modo normal e aumentando este elemento torna-se mais baixa, não obstante a antese é maior, até um certo ponto ótimo, abaixo do qual o azoto exercerá efeito desfavorável. A relação hidratos de carbono-azoto atuará, então, em toda sua plenitude e quanto mais baixa, menor a gênese das flores e mais intenso o crescimento. Há conseqüentemente, para uma certa concentração de hidratos de carbono, um ótimo de azoto, para a florescência.

O julgamento dos resultados experimentais é de grande valor e, por vezes, como ficou provado, bastante difícil. As conclusões das pesquisas feitas com grande acuidade por Potter e Phillips, controladas estatisticamente, pareciam derruir a teoria hidratos de carbono-azoto, entretanto, Kobel conseguiu demonstrar que na realidade contribuíram, antes, para completá-la.

O amido e a albumina é possível que, no futuro, entrem como componentes de novas relações, respectivamente no lugar dos hidratos de carbono e do azoto, como foi sugerido por Hooker (1920) e Nightingale (1922). A antese talvez possa depender, ainda, de outras relações, e. g., hidratos de carbono-fósforo e hidratos de carbono-potássio, o que não foi, até, agora, devidamente elucidado.

VERNALIZAÇÃO

Há plantas que só florescem se passarem por um certo período de baixa temperatura, seja no estado de "seedling" ou depois de possuírem certa quantidade de folhas. Os cereais de inverno dos climas frios e temperados florescem, prematuramente, se receberem, em dado momento, uma quota de baixa temperatura. A idéia não é nova. Mc Kinney (1940) reporta-se a antigos relatórios, datados a partir de 1837, particularmente ao de Klippart (1857), do Estado de Ohio, relativos às sementes de trigo de inverno, semeadas na primavera e submetidas, previamente, a temperaturas baixas.

Gassner (1918) interessou-se pelo efeito da temperatura no desenvolvimento inicial das plantas, logo após a germinação, admitindo que o brotamento e a floração dos cereais de inverno dependem, notavelmente, de um período de temperatura baixa. Verificou que o centeio de primavera não necessita, pra-

ticamente, de atravessar uma época fria, para desabrochar as flores (Blütenauslösung"), ao passo que a antese do centeio de inverno dela depende, durante a germinação, ou em algum momento subsequente. Observou, ainda, a correlação entre a resistência ao frio, o teor de açúcar e a gênese das flores, concluindo o seguinte :

1) o crescimento das plantas hibernais, a baixa temperatura, aumenta a resistência ao inverno;

2) a temperatura baixa é uma condição para "libertar" a formação das flores;

3) a cultura, a temperatura baixa, aumenta o teor de açúcar; pode ser admitido que a resistência ao frio e o teor em açúcar estejam em relação causal, enquanto a "liberdade" da floração depende do teor de açúcar;

4) a resistência ao frio e a exigência de frio, tão importantes ao florescimento, estão correlativamente ligadas.

Maximov continuando os trabalhos de Gassner e Tolmacev (1929), chegou a desenvolver uma técnica aplicável à agricultura. A partir de 1920, os fisiólogos empolgaram-se com as relações entre a luz e o desenvolvimento das plantas, devido à sensacional descoberta do fotoperiodismo. O interesse pela temperatura reviveu, porém, graças aos trabalhos de Lysenko (1928), o qual estudou o seu modo de agir sobre a duração das fases dos cereais e do algodão. Verificou que algumas das reconhecíveis fases do crescimento dos cereais completam-se, mais rapidamente, a temperatura alta, mas que nos cereais de primavera e, especialmente, nos de inverno, a fase de brotamento (formação de espigas e alongamento dos entrenós) nem sempre subordina-se a esta relação. Com aumento da temperatura, estas fases iniciam-se mais cedo ou mais tarde, ou não se realizam. Prosseguindo os estudos Lysenko (1934) formulou os seguintes princípios de sua teoria :

1) crescimento e desenvolvimento não são fenômenos idênticos;

2) o desenvolvimento completo de uma planta anual de semente processa-se por fases individuais;

3) as fases ocorrem em sequência estrita e uma fase subsequente não começa se a precedente não estiver completa;

4) as fases diferentes do desenvolvimento da mesma planta ou cultura exigem, para sua realização, condições diferentes do meio externo.

Crescimento e desenvolvimento, consoante Lysenko, são fenômenos diferentes. O primeiro é o aumento de uma planta,

sem transformação qualitativa (germinação da semente e formação de órgãos vegetativos). O segundo é determinado por modificações qualitativas internas, que motivam a produção do fruto e a morte, nas plantas anuais.

Lysenko (1934) admite a possibilidade de 5 fases, duas merecedoras de maior atenção : termo-fase e foto-fase. Aquela, depende essencialmente da temperatura e corresponde ao crescimento inicial do embrião; depois de completa, a planta pode entrar na foto-fase, que é uma fase (ou fases), sensível à luz. Algumas plantas exigem a luz para sua realização e outras, a escuridade. Além da temperatura, para a termo-fase e da luz para a foto-fase, também influem os outros fatores, todavia, acessoriamente.

Sendo o crescimento e o desenvolvimento fenômenos diferentes, há possibilidade de reduzir o primeiro a um mínimo e favorecer o desenvolvimento rápido do segundo. A técnica de Lysenko é baseada em um mínimo de crescimento, não formando "seedlings" — nisto difere do método de Gassner, como afirmam os autores russos — combinada com rápido desenvolvimento, sob a influência da temperatura baixa. Em 1931-32 Lysenko publicou o seu método para tratamento das sementes, que logrou grande aceitação na U. R. S. S.. Logo após foi intensamente estudado na Inglaterra por Gregory e Purvis, Bell e Bauer, Whyte, etc. O Imperial Agricultural Bureau divulgou os seus princípios teóricos e práticos e deu-lhe o nome de vernalização (1) ("vernalization"), com o qual tornou-se conhecido.

FOTOPERIODISMO

Segundo Allard (1944), já em 1852, Henfrey no seu livro "A vegetação da Europa", sugeriu a possibilidade de ser o comprimento dos dias um dos fatores da distribuição geográfica das plantas. O efeito exercido nas plantas pelo período de exposição diária à luz vem sendo observado, há bastante tempo, por vários autores (Schübeler, 1880, Kjellaman, 1885, Bonnier, 1895 e Tournois, 1912).

Klebs (1913) nas suas famosas experiências com o *Sempervivum funkii*, não conseguiu fazer florescer algumas dessas

(1) Do latim *verno* (florescer na primavera). O nome russo é *jarovizacija*. Na França foi traduzido *printanisation*. Em português seria primaveração, já tendo sido sugerido primaveração ou yarovização (Peireira, 1934).

plantas no inverno, mediante modificações de alimentação, temperatura, etc. Expostas, entretanto, à iluminação elétrica contínua durante alguns dias, produziram flores. Daí, parece ter sido levado a concluir que a floração, na natureza, é determinada pelos comprimentos dos dias, e que a luz atue mais como fator catalítico do que alimentador.

Garner e Allard (1920) evidenciaram a realidade do fenômeno e o denominaram fotoperiodismo. Verificaram, após vários anos de experimentação, que o fumo, variedade Maryland Mammoth e o feijão soja Biloxi, só floresciam quando submetidos a períodos de iluminação (fotoperíodos) de 10 horas. A descoberta causou grande sensação e foi rapidamente confirmada. É surpreendente e realmente admirável, que um fator, aparentemente tão fraco, exerça efeito tão notável sobre a antese e distribuição geográfica de muitas plantas.

Garner e Allard (1920-23) classificaram as plantas, conforme os seus fotoperíodos, em 3 tipos: a) de dias curtos (algumas variedades de fumo e de feijão soja, etc.), cujo florescimento depende de fotoperíodos de 10 horas, ou menos; b) de dias longos (variedades de cereais, espinafre, alface, batata, etc.), quando os fotoperíodos são de 14 horas, ou mais; e neutros (tomateiro, algodoeiro (1), etc.), quando os fotoperíodos podem variar de 10 a 18 horas, ou que florescem mesmo com iluminação contínua (Harvey, 1922.). Allard (1938) e Garner (1940) adicionaram, depois, um tipo de plantas de fotoperíodos médios (2) — 12 a 14 horas (*Saccharum spontaneum*). Esta classificação, embora bastante usada, é contestável pois, na natureza, as plantas, excetuadas as das regiões equatoriais, não são adaptadas, rigorosamente, a dias de comprimentos certos, não obstante acomodam-se, experimentalmente, a fotoperíodos determinados.

Cajlahjan (1936), Gregory e Purvis (1937) e outros, acham que a idade das plantas influi nos seus fotoperíodos e Eguchi (1937) julga que os fotoperíodos devem ser considerados para

(1) Em "La Croissance des Vegetaux" de A. Demolon (1946), o algodoeiro está classificado entre as plantas de dias menores de 12 horas.

(2) No Tratado de Botânica de Strassburger, 3a. edição espanhola (1943), editor Manoel Marin, Barcelona, as denominações são as seguintes: Macrohémeras, microhémeras e mesohémeras, respectivamente para as plantas de dias longos e curtos e para as neutras. *Hémera*, vem do grego, significa dia. A expressão mesohémeras, para as plantas neutras, é, claramente, imprópria; deveria aplicar-se para as de dias médios.

a floração e para a frutificação, sendo ora os mesmos e ora diferentes.

TEORIA HORMONIAL

Os animais possuem glândulas endócrinas, que segregam substâncias denominadas hormônios. Estes levados para as várias partes do organismo, influem, poderosamente, nos processos fisiológicos específicos. As plantas, verificou-se hodiernamente, também segregam êsses corpos, de grande importância para os seus processos vitais. É o reviver da antiga teoria de Sachs (1863-1886) dos materiais formadores de órgãos ("Organbildendestoffe").

O estudo dos hormônios que atuam no crescimento das plantas adiantou-se com rapidez surpreendente. Foram êles denominados, para distinguir, fitohormônios, ainda, hormônios do crescimento, substâncias do crescimento, reguladores do crescimento e, mais recentemente, auxinas.

A gênese dos primórdios florais é, atualmente, atribuída à substâncias catalíticas, de natureza hormonal. Correspondem aos materiais formadores de flores, ideados por Sachs ("Blühstoffe") e tomaram vários nomes: "florigênio" (Cajlahjan, 1937), "anthesina" (Cholodny), "vernalina" (Melchers) e "metaplasina" (Harder e Meyer, 1947).

Cajlahjan (1937) supõe que as auxinas são sintetizadas nas folhas verdes, ao passo que o "florigênio" é produzido, principalmente, nos pontos em crescimento do caules, Cholodny (1939) acha presunçoso falar de diferenças entre auxinas e hormônios formadores de flores e supõe que os primórdios florais são consequência da ação de um complexo de fitohormônios sobre os tecidos embrionários, nas extremidades dos vegetais. Há alguns argumentos apoiando esta teoria, não obstante foi posta em dúvida por outros experimentadores e parece faltar-lhe a prova experimental (Hammer, 1948). A evidência presente é grandemente contra ela, diz Murneek (1948).

O efeito favorável da vernalização e do fotoperíodismo na antese tem sido explicado com auxílio da teoria hormonal. Conforme as ilações mais recentes, a vernalização apenas afasta os óbices impeditentes da gênese dos hormônios floríferos, enquanto o fotoperíodismo força os vegetais a produzi-los. O efeito dos fotoperíodos, embora possivelmente influenciável pela assimilação clorofiliana parece, com ela, não se relacionar, quantitativamente, pelo seguinte: é suscetível de se efetuar em luz bastante fraca, portanto, com fotossíntese reduzida e

cuja produção de hidratos de carbono pode não compensar o seu consumo pela respiração. Nas plantas de dias curtos, os primórdios florais são conseguidos mediante o encurtamento dos dias, por consequência com menor quantidade de hidratos de carbono, cuja síntese diminui, se os fotoperíodos forem menores.

CONCLUSÃO

A antese é um fenômeno extensamente estudado, ainda pleno de enigmas magníficos, constituindo, provavelmente, o mais palpitante e investigado capítulo da fisiologia vegetal. Falta-lhe, até agora, qualquer base na fisiologia geral e bioquímica da planta (Thimann, 1948). Na prática, na ciência pura ou experimental, oferece campo imenso para novos estudos e aplicações. É materialmente impossível, no período limitadíssimo de uma preleção, abordar os inúmeros assuntos que lhe são inerentes. O que foi exposto constitui, uma sinopse, modesta, na esperança que possa focalizar a atenção e despertar interesse por problema tão valioso e empolgante.

A antiga e abandonada hipótese de Sachs (1863-1886), referida no início, das substâncias formadoras de órgãos, *mutatis mutandis*, formadoras de flores, reviveu na teoria dos hormônios floríferos (florigênio, vernalina, etc.), cuja existência é aceita. Entretanto, como na época de Sachs, não foram isolados, portanto ignorada a sua composição química e as suas propriedades são obscuras!

Por bastante tempo foi admitido ser a floração dependente da relação hidratos de carbono-azoto. Posteriormente apareceu a teoria hormonal. Seriam as duas idéias incompatíveis? Murneek (1937), Loehwing (1938, 1942) afirmam não haver necessidade de modificações de hidratos de carbono-azoto nas plantas, para iniciação das flores. Os hormônios floríferos são os agentes que determinam, consoante os conhecimentos científicos atuais, a gênese dos primórdios florais. A relação hidratos de carbono-azoto, porém, sobreviveu e continua sendo reconhecida como importante para o desenvolvimento das flores e o crescimento dos frutos e das sementes.

Há, ainda, um caso digno de comentários. Condições desfavoráveis à vida das plantas podem forçar o seu florescimento, como acontece e. g., quando árvores estão atacadas, fortemente, por fungos. Para Johannsen (1901) isso representa um esforço do indivíduo para conservação da espécie. Essa hipótese é apenas uma perifraxe. Residirá a explicação num efeito hormonal, tal como na vernalização e no fotoperiodismo?

COMPLEMENTO**APLICAÇÕES PRÁTICAS**

A título complementar, serão referidas as aplicações práticas principais, baseadas na influência que desempenham na gênese das flores a relação hidratos de carbono-azoto, a vernalização e o fotoperiodismo. É matéria, logicamente, de excepcional importância, porém, no âmbito desta aula, só poderá ser tratada resumidamente. Os interessados encontrarão maiores detalhes na bibliografia concernente.

Há operações de poda, empregadas na fruticultura, com o objetivo de forçar o florescimento, e.g., o corte das raízes, o corte ou quebramento parcial do lenho dos ramos, a incisão anular da casca do caule ou dos ramos e o estrangulamento destes por uma chapa, geralmente de zinco, bem adaptada e aperfeiçoada por meio de um arame. Nos dois primeiros casos diminui a quantidade de seiva bruta que vai aos ramos e nos dois últimos a seiva elaborada, sintetizada nas folhas, é nêles, mais ou menos, retida. De uma ou outra maneira, embora agindo de modo inverso, a relação hidratos de carbono-azoto aumenta e a antese é beneficiada.

Nos terrenos úmidos a floração é prejudicada, devido a fácil absorção da seiva bruta pelas raízes. Pela drenagem a água excessiva é eliminável, mas há terrenos que, devido à sua composição, fornecem, naturalmente, proporção elevada de umidade e aquela prática nem sempre é eficiente. Será preciso, então, recorrer à poda e às adubações, em épocas oportunas e devidamente orientadas. Como já foi mencionado, os adubos fosfatados e potássicos auxiliam o florescimento e os azotados agem, geralmente, de maneira contrária, salvo quando as árvores são um tanto idosas, já incapazes de grande crescimento. Neste caso, o azoto, mesmo em doses relativamente elevadas, poderá ser vantajoso, não motivando a queda da relação hidratos de carbono-azoto, abaixo do ponto crítico.

Fui, provavelmente, o primeiro a considerar a relação matéria orgânica-seiva bruta, atualmente, hidratos de carbono-azoto, como fator determinativo do florescimento dos canaviais (Tricânico, 1931). Trabalhos de Almeida e colaboradores (1945) confirmaram, plenamente, essa idéia.

A vernalização abrevia o ciclo das plantas, encontrando grande aplicação nas regiões onde a época das culturas é de prazo restrito, devido a geada (Rússia) ou calor excessivo, seca, ou inundações (Índia). Permite, ainda, obter duas culturas,

- Bonnier, G., du Sablon, L.** — Cours de Botanique vol. II (Cryptogames et Physiologie). Paris, Librairie Générale de l'Enseignement, 1932.
- Boysen, J. P.** — Growth Hormones in Plants. Tradução e revisão de Avery Jr., Burkholder, Creighton and Scheer. N. York e Londres, Mac Graw — Hill Book Co., Inc. 1936.
- David, R.** — Facteurs du Développement et Printanisation des Végétaux Cultivés. Paris, Hermann & Cie., 1946.
- Jost, L.** — Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 3a. ed., Iena, Gustav Fischer, 1913.
- Kobel, F.** — Lehrbuch des Obstbaus auf Physiologischer Grundlage. Berlin, Julius Springer, 1931.
- Maximov, N. A.** — Fisiologia Vegetal. Revisão e tradução para o inglês por Harvey e Murneek. Versão espanhola por Hunziker. Buenos Aires, Acme Agency, 1946.
- Murneek, A. E., Whyte, R. O. e outros** — Vernalization and Photoperiodism. Waltham, The Chronica Botanica Co., 1948.
- Pereira, C. G.** — "Yarovização". Revista de Agricultura, 9, Piracicaba, 1934.
- Stiles, W.** — An Introduction to the Principles of Plant Physiology. Londres, Methuen & Co. Ltd., 1936.
- Tricânico, S.** — Condições para Formação das Flores nos vegetais. Revista de Agricultura, 6, Piracicaba, 1931.
- Velasco, E.** — Vernalização. Revista de Agricultura, 9, Piracicaba, 1934.
- Warming, E., Johannsen, W.** — Lehrbuch der allgemeinen Botanik, 4a. ed. dinamarquesa, 1901, revisada e traduzida para o alemão por Meinecke, E. P. — Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1909.
- Went, F. W., Thimann, K. V.** — Phytohormones. N. York, The Macmillan Co., 1937.
- Whyte, R. O.** — Crop Production and Environment. Londres, Faber and Faber, 1946.

