

DIRETORES

Prof. Otávio Drummond
Prof. Arlindo P. Gonçalves
Prof. Edson Potech Magalhães
Prof. A. Secundino São José
Prof. Jurema Soares Aroeira

Janeiro - Maio - 1948

VOL. VII

N. 41.

VIÇOSA — MINAS

Caixa postal, 4 — ESAV — E. F. Leopoldina

Vernalização de Plantas Hortícolas

(Uma Revisão da Literatura)

P. DE T. ALVIM-CARNEIRO (*)

O termo "vernalização" é usado neste trabalho para designar o tratamento de sementes em início de germinação, plântulas ("seedlings"), bulbos, tubérculos ou mesmo plantas, com uma temperatura predeterminada, de modo a controlar e dirigir o desenvolvimento da planta no sentido da reprodução. Em muitos trabalhos sobre vernalização, o termo é usado apenas para designar o tratamento de sementes em início de germinação. Isto, entretanto, não parece ser mais justificável à luz dos presentes conhecimentos sobre a fisiologia do desenvolvimento das plantas. Já está bem comprovado que as plantas não reagem ao "estímulo térmico" da vernalização apenas quando em forma de sementes. Algumas, como por exemplo a beterraba e o repolho, dão melhores resultados quando vernalizadas em forma de plântulas ou plantas já crescidas; o rabanete pode ser vernalizado igualmente bem em forma de planta ou de semente em início de germinação (Whyte, 1946); para a vernalização da batatinha, tubérculos tem sido usados, e, no caso de muitas plantas das famílias Liliaceae e Tridaceae, bulbos tem sido também empregados.

Alguns autores aplicam o termo vernalização para designar também o tratamento com "dias curtos" (Purvis e Gregory, 1937), com o mesmo fito de acelerar a floração e frutificação das plantas. Parece, entretanto, preferível restrin-

(*) Engenheiro-Agrônomo, Ph. D., e Prof. de Botânica da E. S. A. V.

gir-se o uso do termo ao pre-tratamento com temperatura, seguindo, aliás, a grande maioria dos autores.

Em alguns casos, um pre-tratamento com temperatura pode ser aplicado para evitar ou atrasar a reprodução das plantas de modo a se obter um melhor crescimento vegetativo. Para a cebola, por exemplo, um tratamento desta natureza foi recomendado por Heath (1943 a). Embora este tipo de tratamento envolva os mesmos princípios fisiológicos da vernalização, ele não deve ser designado como tal, pois, "vernalizar" significa, literalmente, "fazer como a primavera", isto é, provocar a floração.

Bases fisiológicas da vernalização.

O fenômeno da vernalização é baseado no bem conhecido efeito da temperatura sobre o desenvolvimento das plantas. Pode-se afirmar hoje, com segurança, que a temperatura e o comprimento do dia (fotoperíodo) são os dois principais fatores que controlam a data de floração das plantas, seus efeitos sendo considerados complementares. Se estes dois fatores são fornecidos de acordo com as exigências específicas de cada planta, a fase reprodutiva desta será atingida no mais curto espaço de tempo possível.

Quanto à importância relativa da temperatura e do fotoperíodo para o desenvolvimento sexual das plantas, parece haver grande diferença entre as espécies. Para o aipo, a cenourinha, o nabo e o repolho, por exemplo, a temperatura parece ser o único fator que tem influência direta sobre a reprodução das plantas; para a beterraba e a cebola, o comprimento do dia já tem bastante influência, se bem que menor do que a da temperatura; para o espinafre, o comprimento do dia é bem mais importante do que a temperatura. Mesmo entre variedades de uma determinada espécie pode haver diferenças sobre a relativa importância da temperatura e do comprimento do dia. O trabalho de Owen, Myron e Stout (1940), com beterrabas, serve para ilustrar este ponto. Comparando a variedade bi-anual U.S. 12 com a variedade anual Munerati (ambas "plantas de dia longo"), em um plantio feito durante o outono no sul da Califórnia, eles observaram que no início da primavera, quando os dias são relativamente curtos, algumas plantas da variedade U.S. 12 começaram a emitir a haste floral antes que qualquer indicio da fase reprodutiva pudesse ser notado nas plantas da variedade Munerati. A explicação oferecida por eles é que a variedade U. S. 12 é tão fortemente influenciada pela indu-

ção térmica (baixa temperatura durante o inverno) que as plantas podem entrar na fase reprodutiva mesmo quando expostas a dias relativamente curtos e, portanto, desfavoráveis para a floração. A variedade Munerati, por outro lado, requer pequena ou nenhuma indução térmica, mas necessita de um fotoperíodo relativamente longo. Em outras palavras, a variedade Munerati requer mais indução fotoperiódica para a sua floração do que a variedade U. S. 12, ou melhor, não reage tão prontamente a um tratamento com baixa temperatura.

Para se compreender o fenômeno da vernalização, uma distinção deve ser feita entre "crescimento" e "desenvolvimento" das plantas. Foi o investigador russo Lysenko (1932) quem, pela primeira vez, pôs ênfase no fato de crescimento e desenvolvimento constituírem fenômenos diferentes. Crescimento é definido por Lysenko como um aumento em tamanho sem nenhum efeito qualitativo sobre as partes que crescem. Desenvolvimento é uma transição para um novo "estágio" (ou "fase") qualitativamente diferente do "estágio" anterior, fazendo com que a planta se aproxime cada vez mais da fase final de seu ciclo reprodutivo, que é a frutificação. Lysenko diz que cada um dos estágios do desenvolvimento requer, para ser completado, uma série de condições bem definidas que variam conforme os diferentes estágios e as diferentes plantas. Assim, ele reconhece um estágio durante o qual o fator mais importante é a temperatura ("estágio da vernalização", "termo-estágio" ou "termo-fase"), e um outro estágio em que o comprimento do dia é o fator mais essencial para o desenvolvimento ("foto-estágio" ou "foto-fase"). Para o trigo, por exemplo, Lysenko diz que uma temperatura de 6° a 10°C é requerida para a "termo-fase", sendo as condições de iluminação sem importância alguma nesta fase. Entretanto, para a "foto-fase" da mesma planta, as condições ótimas são iluminação contínua e uma temperatura de 15° a 25°C. "Vernalizar" significa submeter a planta (ou suas sementes semi-germinadas, plântulas, etc.), durante um certo número de dias, à temperatura mais favorável para a realização de sua "termo-fase". Uma planta vernalizada já realizou parte de seu desenvolvimento no sentido da reprodução, sendo, portanto, fisiologicamente "mais velha" do que uma planta não vernalizada.

Lysenko também afirma que há uma estrita sequência na sucessão dos estágios do desenvolvimento. Se um estágio, por qualquer motivo, não tenha sido completado, o estágio seguinte não pode começar e, conseqüentemente, nenhum progresso pode ser feito no sentido da reprodução.

Esta afirmação de Lysenko, entretanto, não parece ser verdadeira. Purvis e Gregory (1937), trabalhando com cereais de inverno, demonstraram que essas plantas não crescem indefinidamente, sem se reproduzirem, quando não são submetidas a um tratamento com baixa temperatura; a floração embora tardia, ocorre independentemente de qualquer tratamento com baixa temperatura, desde que as plantas sejam submetidas a dias longos. Purvis e Gregory, concluíram que a baixa temperatura durante a germinação (vernalização) não pode ser considerada como o fator iniciador da floração dos cereais de inverno, mas, antes, um fator acelerador. A termo-fase de Lysenko não deve ser considerada como uma fase obrigatória do desenvolvimento das plantas, mas como uma fase de natureza quantitativa e não puramente qualitativa.

E' interessante notar que o efeito acelerador do tratamento de sementes com baixa temperatura parece aplicar-se também a algumas plantas "termófilas", isto é, plantas que crescem em regiões semi-tropicais ou tropicais. A mustarda, por exemplo, planta que pode produzir sementes mesmo quando continuamente exposta a temperaturas relativamente altas, torna-se também mais precoce quando suas sementes são submetidas a um tratamento com baixa temperatura (Sen e Chakrawarti, 1942). O mesmo se observa também com a alface, outra planta termófila.

Para explicar a fisiologia da vernalização de sementes, Purvis e Gregory (1937) supuseram a existência de uma substância "formadora de flores", da natureza dos hormônios, cujos efeitos variam de acôrdo com os fatores a que a planta for submetida. Quando as sementes em germinação são vernalizadas, esta substância, ou seu precursor, acumula-se no embrião, de onde se supõe que ela se distribua pela planta, acumulando-se nos pontos de crescimento dos ramos. Quando uma concentração crítica fosse atingida nêstes pontos de crescimento, a produção de flores seria iniciada. O aumento progressivo que sempre se observa na produção de flores parece indicar que a concentração da substância cresça autocaliticamente.

Lysenko e outros investigadores russos consideram a vernalização como um fenômeno irreversível, mas várias experiências realizadas em outros países parecem demonstrar o contrário, Gregory e Purvis (1936, 1938) acharam que as sementes de centeio, depois de vernalizadas, podem ser "desvernalizadas" por um tratamento com alta temperatura, por exposição a condições anaeróbicas ou mesmo por simples desidratação. A desvernalização por alta temperatura também pode ser verificada em plantas já crescidas, conforme de-

monstrou Thompson (1929). Trabalhando com aipo, Thompson observou que uma temperatura de 21° a 26,6°C anula o efeito de um tratamento prévio com temperatura baixa, impedindo completamente a floração da planta. O mesmo fenômeno foi observado por Chroboczek (1934), com beterraba.

O efeito da vernalização sobre o crescimento e a produtividade das plantas.

É comum encontrar-se, principalmente na literatura russa, a afirmação de que o processo da vernalização não apenas acelera o desenvolvimento sexual, mas também aumenta o crescimento e a produtividade das plantas. O trabalho de Konovalov (1944) parece confirmar este ponto de vista. Em alguns estudos preliminares, Konovalov (1936) observou que o trigo e a lentilha, quando vernalizados, apresentavam maior quantidade de matéria orgânica por unidade de área. Mais recentemente, Konovalov e Popova (1941) acharam que a capacidade de síntese das plantas vernalizadas era maior do que a das plantas não vernalizadas. Em outro trabalho com trigos tardios e precoces, Konovalov (1944) observou que a intensidade de fotossíntese das plantas não foi materialmente afetada pela vernalização, mas a superfície foliar da planta — sem dúvida, um fator diretamente relacionado com a produtividade — foi grandemente aumentada. A vernalização também acelerou o aparecimento sucessivo e o crescimento das folhas, fazendo-as amadurecer mais cedo e atingir a sua capacidade máxima de síntese bem antes das folhas das plantas não vernalizadas. O acúmulo de matéria orgânica foi maior nas plantas vernalizadas. A produção do trigo tardio foi aumentada pela vernalização porque, embora a perfilhação das plantas fosse reduzida, as espigas produziram grãos maiores e em maior número. No caso das variedades precoces, o melhor desenvolvimento das espigas não pôde compensar a reduzida perfilhação das plantas, não havendo portanto aumento na produção em consequência da vernalização.

Importância prática da vernalização de plantas hortícolas.

Para as plantas cultivadas pela sua parte vegetativa, tais como beterraba, cenourinha, alface, cebola e outras, parece bastante duvidoso que a vernalização possa oferecer alguma vantagem prática para o horticultor comercial. No caso, entretanto, de plantas cultivadas por seus frutos, tais

como tomate, pepino, ervilhas, etc., acreditam alguns investigadores, principalmente russos, que a vernalização talvez possa ser empregada economicamente pelo horticultor. Conforme veremos mais adiante, creem estes investigadores que a vernalização não apenas acelera o desenvolvimento, mas também aumenta a produção de frutos. Mesmo para a batatinha, há na literatura referências a aumento de produção em consequência de vernalização. Parece mais seguro, entretanto, esperar por mais pesquisas sobre o assunto, antes de se fazer qualquer afirmativa referente ao valor da vernalização como processo econômico de aumentar a produção das plantas.

A vernalização tem aplicação prática para o melhorador de plantas, principalmente nos trabalhos com plantas bianuais como beterraba, cenourinha, repolho, etc. Se o melhorador de plantas possui recursos adequados para a prática da vernalização, seu trabalho poderá ser bastante acelerado devido ao encurtamento do ciclo reprodutivo das plantas. Para a beterraba, por exemplo, até duas gerações podem ser obtidas em um ano, quando a vernalização é empregada para forçar a planta a produzir flores. Naturalmente, quando se deseja fazer uma seleção baseada na produtividade das "raízes", a vernalização só pode ser praticada em plantas adultas, que já mostraram sua produtividade. Mas na geração F1 — plantas que não precisam ser selecionadas para produtividade — as sementes ou plântulas podem ser usadas para vernalização, acelerando assim, ainda mais, o programa de melhoramento. Os mesmos princípios se aplicam a outras bianuais.

Sob o ponto de vista teórico, os estudos sobre vernalização tem sido de inestimável valor, pois eles fornecem dados científicos que em grande parte explicam, entre outras coisas, a influência da data do plantio sobre o futuro desenvolvimento das plantas, a influência da temperatura sobre a floração das plantas, etc. Disto, aliás, resulta uma aplicação prática, pois o agricultor que conhece o clima de sua região e as condições necessárias para a floração de uma cultura, pode escolher uma data de plantio que abreviará ou atrasará a reprodução das plantas, conforme for desejável.

Condições necessárias para a vernalização de algumas culturas (*)

AIPO (*Apium graveolens* var. *dulce*)

Thompson (1929) mostrou que o aipo nunca produz sementes quando continuamente exposto a uma temperatura acima de 15,5° C. Se, entretanto, as plantas forem submetidas às temperaturas de 4,4° a 10° C ou 10° a 15,5° C, durante um período de 10 a 30 dias, a produção de sementes será observada quando as plantas forem posteriormente cultivadas às temperaturas de 15,5° a 21,1° C.

Em um trabalho mais recente, usando uma variedade suscetível à produção precoce de sementes ("Cornell 6"), Thompson (1944) achou que mesmo uma exposição de apenas 2 dias às temperaturas de 4,4° a 10° C pode estimular a produção de sementes. Depois de uma exposição de 4 dias às mesmas temperaturas, 75% das plantas produziram sementes quando posteriormente expostas às temperaturas de 15,5° a 21,1° C. Com tratamentos durante 8 e 16 dias, o número de plantas com sementes aumentou para 90 e 100%, respectivamente. Thompson concluiu que, em geral, quanto mais longo o tratamento com baixa temperatura, mais precoce é a produção de sementes e maior o número de plantas que produzem sementes.

Thompson observou que o tratamento com baixa temperatura é igualmente eficaz quando aplicado alternadamente com temperaturas de 15,5° a 21,1° C, em intervalos de 12 ou 24 horas. Para se obter o mesmo efeito é necessário, porém, prolongar o tratamento por um período duas vezes maior ao requerido no caso de temperatura continuamente baixa. Nos tratamentos alternados em intervalos de 12 horas, não faz diferença que o tratamento com baixa temperatura seja aplicado durante o dia ou durante a noite.

O efeito do tratamento com baixa temperatura não parece ser muito afetado pelo fotoperíodo a que a planta for posteriormente submetida. As plantas cultivadas sob um fotoperíodo de 15 horas produziram flores ligeiramente antes das plantas cultivadas sob um fotoperíodo de cerca de 12 horas, mas a produção de sementes foi menor. O principal efeito do dia longo foi aumentar o crescimento vegetativo.

Thompson demonstrou em suas experiências que uma temperatura acima de 21,1°C tende a anular o efeito verna-

(*) As culturas serão apresentadas em ordem alfabética.

lizador de um prévio tratamento com baixa temperatura ("desvernalização"). Mesmo depois de serem tratadas durante 32 dias com temperaturas de 4,4° a 10°C nenhuma planta chegou a produzir flôres quando posteriormente cultivadas às temperaturas de 21,1° a 26,6°C.

ALFACE (*Lactuca sativa*)

Os estudos até então feitos com a alface, parecem indicar que a produção de flôres pode ser acelerada por um tratamento com temperatura relativamente baixa (2° a 8°C), aplicado a sementes em início de germinação, submetendo-se as plantas posteriormente a dias longos e temperatura relativamente alta. O tratamento com baixa temperatura aplicado a sementes não parece, entretanto, ser "fator essencial", à floração. Thompson e Knott (1933) acharam que a alface pode produzir sementes sem o concurso de nenhum tratamento com baixa temperatura, e que a formação de flôres pode ser acelerada quando a planta é continuamente submetida a uma temperatura relativamente alta. As plantas da variedade White Boston, quando submetidas continuamente às temperaturas de 21,1° a 26,6°C iniciaram a floração dois meses e meio depois do semeio, e não formaram "cabeça". Quando submetidas a 15,5° — 21,1°C, a floração iniciou um mês mais tarde e tôdas as plantas formaram cabeça. O comprimento do dia não teve aparentemente nenhuma influência importante sôbre a floração das plantas, notando-se apenas um maior alongamento da inflorescência quando os dias eram mais longos. Observou-se, entretanto, que, quando as plantas com 23 dias de idade eram submetidas durante 15 dias às temperaturas de 15,5° a 21,1°C, um tratamento com dias longos (15 horas) teve um efeito acelerador sôbre a floração. As plantas submetidas a tal tratamento produziram sementes ainda mais cedo do que as submetidas continuamente a 21,1° — 26,6°C.

Knott, Terry e Anderson (1937), acharam que uma temperatura de 4,4°C, aplicada a sementes em início de germinação, durante 10 a 20 dias, tem um efeito vernalizador sôbre a alface. Este efeito foi mais pronunciado com o tratamento de 20 dias. As plantas vernalizadas mostraram uma tendência a não formar "cabeça", produzindo geralmente uma roseta aberta de folhas. Resultados mais ou menos semelhantes foram obtidos por Reimers (1938), na Rússia, com as variedades Ideal, Eier Gelber, Steinkopf e Trotzkopf. As sementes foram postas a germinar (até que cerca de 5% mostravam a radícula) e a seguir foram submetidas a uma tem-

peratura de 2,5° a 5°C durante 10, 20 e 30 dias. Apenas a variedade Ideal mostrou-se vernalizada com o tratamento de 10 dias, tendo as outras variedades requerido cêrca de 20 dias para se vernalizarem. As plantas vernalizadas começaram a produzir inflorescência 36 dias depois do semeio e 3-5 dias antes das plantas não vernalizadas. Reimers também achou que o tratamento com baixa temperatura só é eficiente quando aplicado a sementes em início de germinação. Quando aplicado a plantas já crescidas, o tratamento tem um efeito inibidor sôbre o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

Gray (1942), trabalhando com as variedades de alface Imperial D e Imperial 847, conseguiu acelerar o aparecimento da inflorescência de 14-20 dias, com um tratamento a 4°C, aplicado a sementes em início de germinação, durante 28, 42 e 56 dias. Os tratamentos mais longos não apresentaram vantagem alguma sôbre o tratamento de 28 dias, e foram, em alguns casos, maléficos para as plantas.

Simpson (1943) obteve os seguintes resultados com a variedade Ideal ("tipo repolho"): quando as sementes previamente umidecidas foram tratadas por 16 dias com uma temperatura de 2° a 8°C, as plantas delas oriundas aceleraram de 20 dias a data do aparecimento de inflorescência, e de 26 dias a data da maturação das sementes. A data do aparecimento da "cabeça" não foi afetada pela vernalização mas, nas plantas vernalizadas a fase de formação de cabeça durou apenas 4-5 dias, ao passo que nas plantas não vernalizadas a duração foi de aproximadamente 26 dias. Isto teve o importante efeito de reduzir de cêrca de 50% a perda por podridão provocada por *Botrytis* spp., tão frequente na fase em que as folhas se agrupam em "cabeça".

BATATA INGLESA (*Solanum tuberosum*)

Voskresenkaja (1932), submeteu os tubérculos de batatinha às temperaturas de 17° a 38°C e alta umidade atmosférica, obtendo, em resultado, uma formação de brotos que imediatamente produziram flor. Quando expostos a uma temperatura de 12°C, não houve formação de flores. A 28°C a produção de flores foi acelerada de 3 dias em relação aos tubérculos submetidos a 17°C. Não se percebeu diferença entre os tubérculos expostos à luz e os guardados à sombra.

Grikhutik (1941) achou que para vernalizar a batatinha o melhor método é submeter os tubérculos em início de brotação às temperaturas de 12° a 18°C e a boas condições de luz, por um período de 35 a 45 dias. Não apenas a floração, mas também a formação de tubérculos e a secagem

das plantas no campo foram grandemente abreviadas com este tratamento. Sessenta e cinco a 75 dias depois do plantio, iniciou-se um estudo sobre a produtividade das plantas, colhendo-se de 25 a 45 plantas em intervalos de 10 dias. Na primeira colheita, notou-se um aumento de 42,5% sobre a produção das plantas não vernalizadas. Nas segunda e terceira colheitas o aumento foi de respectivamente 28% e 21,7%. Os tubérculos produzidos pelas plantas vernalizadas mostraram-se também mais ricos em amido. Quanto mais tardias as variedades, maior foi o aumento de produção causado pela vernalização. Todos estes resultados foram obtidos depois de três anos de experimentação.

Fokeev e Vyrok (1934), Razumov e Smirnova (1934) também conseguiram aumentar a produção da batatinha por meio de tratamentos especiais de temperatura e luz, aplicados a tubérculos em brotação.

BETERRABA (*Beta vulgaris*)

Os trabalhos de Magruder (1930) e Chroboczek (1934) demonstraram que se as plantas ou mesmo apenas as "raízes" da beterraba forem submetidas por cerca de 30 dias às temperaturas de 4,4° a 10°C e subsequentemente cultivadas às temperaturas de 15,5° a 21,1°C, sob um fotoperíodo longo, uma grande porcentagem das plantas produzirá sementes. Se, entretanto, as plantas forem cultivadas a uma temperatura de 21,1° a 26,6°C, o efeito do prévio tratamento com baixa temperatura será anulado ("desvernalização") e a planta crescerá apenas vegetativamente. Uma combinação de temperatura média (15,5° a 21,1°C) e dia curto, também nulifica o tratamento prévio com baixa temperatura. Se, entretanto, as plantas forem continuamente expostas às temperaturas de 10° a 15,5°C, elas produzirão flores em condições de dias longos ou dias curtos, e sem necessidade de qualquer tratamento prévio com baixa temperatura (Chroboczek, 1934). Quando os dias são longos, a floração, entretanto, é acelerada por algumas semanas, o que mais uma vez demonstra que temperatura e luz são fatores complementares no desenvolvimento das plantas.

Chesnokov (1934, 1936) estudou o efeito da temperatura baixa (3° a 5°C), aplicada a sementes em início de germinação (durante 43 e 68 dias) e a plântulas (durante 50 dias), e achou que, no primeiro caso, cerca de 60% das plantas produziram sementes depois de 5-6 meses, e que no segundo caso, a porcentagem elevou-se a 80-90%.

Reimers (1939) recomenda a temperatura de 5° a 7°C e iluminação abundante, aplicadas durante 60 dias a plântulas crescidas em caixas com terriço e areia (5 partes de areia para 1 de terriço), como dando os melhores resultados para vernalização.

O tratamento com luz durante a aplicação da temperatura baixa é também recomendada por Smith (1939). Trabalhando com a variedade Detroit Dark Red, Smith achou que o melhor desenvolvimento da inflorescência foi obtido quando as plantas com 33 a 47 dias de idade foram submetidas durante 14 dias à temperatura de 10°C, sob iluminação contínua, e depois transferidas para uma temperatura de 12,7°C, também sob contínua iluminação. Com este tratamento, 100% das plantas começaram a produzir sementes com cerca de 5 meses de idade. Experiências realizadas com plantas que foram vernalizadas depois ou antes da idade de 33-47 dias, não deram resultados tão bons.

CEBOLA (*Allium cepa*)

Thompson e Smith (1938) oferecem evidências conclusivas sobre a importância de uma temperatura relativamente baixa para o desenvolvimento sexual da cebola. As plantas cultivadas às temperaturas de 10° a 15,5°C e expostas a um fotoperíodo curto (9 a 12 horas) produziram sementes com facilidade, ao passo que às temperaturas de 21,1° a 26,6°C nenhuma planta produziu sementes. Quando expostas a um fotoperíodo longo (15 horas), o desenvolvimento da haste floral foi inibido, não havendo formação de sementes nem mesmo nas plantas submetidas a baixa temperatura.

O armazenamento de bulbos a baixa temperatura tem também um acentuado efeito vernalizador. Nas experiências de Thompson e Smith, uma grande porcentagem das plantas oriundas de bulbos previamente armazenados a 4,4°-10°C produziram sementes. Quanto maiores os bulbos por ocasião do armazenamento, maior a tendência a produzir inflorescência. Quando bulbos muito pequenos (1 a 1,5 cm. de diâmetro) foram armazenados, o número de plantas que produziram sementes reduziu-se a menos de 2% do total.

Extensivas investigações realizadas por Heath (1943 a, 1943 b, 1945), Heath e Holdsworth (1943), e Heath e Mathur (1944) também demonstraram que o desenvolvimento da inflorescência da cebola pode ser inibido, parcial ou totalmente, quando a planta é submetida a uma temperatura acima de 21°C. As plantas oriundas de bulbos previamente armazenados a uma temperatura relativamente alta (30°C)

também se mostraram incapazes de produzir flores na primeira estação de crescimento que se seguiu ao período de armazenamento (Heath e Mathur, 1944). A floração ("bolting") da cebola pode ser, assim, evitada, parcial ou totalmente, por prévio armazenamento de bulbos a temperatura relativamente alta (Heath, 1943 a). Nas experiências mencionadas, o armazenamento teve uma duração de 22 semanas (de outubro a março), mas o efeito inibidor do tratamento com alta temperatura pôde ser observado também, embora menos acentuadamente, quando aplicado apenas durante as 8 primeiras semanas do período de armazenamento. Além desse efeito inibidor sobre a produção de flores, o armazenamento à alta temperatura acarretou um atraso na formação e maturação dos bulbos, aumentando, assim, a estação de crescimento das plantas. Isto fez com que as plantas produzissem mais folhas, e, em consequência, a produção de bulbos pode ser dobrada ou mesmo quadruplicada (Heath, 1942). Este aumento de produção é maior quando os bulbos são armazenados em um ambiente em que a temperatura elevada se alie também uma elevada unidade atmosférica.

Heath (1943 a) e Heath e Mathur (1944) acharam também que os bulbos armazenados durante as 8 primeiras semanas do período de armazenamento ou durante todo o período de armazenamento (22 semanas) à temperatura de 0°C, produzem plantas com tendência a crescerem apenas vegetativamente. Quando, porém, a temperatura de 0°C é aplicada durante as últimas 8 semanas do período de armazenamento, houve uma acentuada aceleração no desenvolvimento da inflorescência logo que os bulbos foram submetidos a uma temperatura normal. Uma temperatura média (10 a 15°C), aplicada durante qualquer fase do crescimento da planta, foi, aparentemente, a mais favorável para floração — exceção feita do tratamento a 0°C aplicado durante as últimas 8 semanas do período de armazenamento.

Fry (1942) estudou o efeito de um tratamento com baixa temperatura aplicado a sementes em início de germinação. De 37 plantas de variedade "Ailsa Craig", oriundas de sementes tratadas durante três semanas por uma temperatura de 2°C, dez produziram inflorescência no primeiro caso de crescimento (cerca de 7 meses depois do plantio). O tratamento não foi eficiente para a variedade "James Long Kespig".

CENOURINHA (*Daucus carota* var. *sativa*)

Sakr e Thompson (1942), estudando o efeito da temperatura sobre o desenvolvimento da cenourinha, obtiveram os seguintes resultados: quando mudas, com cerca de 3 meses de idade, foram submetidas por 15, 30, 45 ou 60 dias às temperaturas de 4,4° a 10° C, e subsequentemente cultivadas às temperaturas de 15,5° a 21,1° C, 100% das plantas produziram sementes. Sem este tratamento prévio com baixa temperatura, apenas 13,3% das plantas produziram sementes, quando cultivadas às temperaturas de 15,5° a 21,1° C. As plantas cultivadas às temperaturas de 21,1° a 26,6° C nunca chegaram a produzir sementes, a não ser quando previamente tratadas com baixa temperatura. O tratamento com baixa temperatura foi também eficiente quando aplicado a "raízes" em armazenamento. Em geral, obteve-se melhor resultado quando as raízes foram tratadas durante 15 ou mais dias por uma temperatura de 4,4°C, e as plantas foram posteriormente cultivadas às temperaturas de 10° a 21,1°C.

O comprimento do dia parece ser um fator sem importância para o desenvolvimento da inflorescência da cenourinha.

Nenhum estudo foi ainda feito sobre a possibilidade de se vernalizar a cenourinha por um tratamento aplicado a sementes em início de germinação.

ERVILHA (*Pisum sativum*)

Resultados obtidos por Tulaikova (1939), depois de quatro anos de experimentação com a variedade Capital, indicam que a vernalização aplicada a sementes em início de germinação acelera de 5 a 9 dias o desenvolvimento da planta e acarreta um aumento de 26% na produção de vagens. Os melhores resultados foram obtidos com um tratamento às temperaturas de 10° a 12° C durante 10 dias, e adicionamento de água (80% sobre o peso das sementes secas).

ESPINAFRE (*Spinacia oleracea*)

O desenvolvimento sexual do espinafre parece ser mais influenciado pelo comprimento do dia do que pela temperatura. Knott, trabalhando com as variedades Virginia Savoy e Old Dominion, observou que as plantas com cerca de uma semana de idade, quando submetidas às temperaturas de 21,1° a 26,6°, 15,5° a 21,1° e 10° a 15,5° C, e expostas a um fotoperíodo de 15 horas, produziam flores 2 a 3 semanas de-

pois do tratamento. As plantas submetidas às temperaturas de 15,5° a 21,1° C foram as que produziram flores mais precocemente. Quando expostas a um comprimento de dia de 9 a 13 horas e às mesmas amplitudes de temperatura, a produção de inflorescência só foi iniciada quando as plantas tinham 3 a 4 meses de idade. Para se acelerar o desenvolvimento das plantas expostas a dia curtos, o método mais eficiente consistiu em se aplicar, durante um mês, um tratamento a 4,4° — 10° C, elevando-se depois a temperatura para 21,1°-26,6° C. Com êste tratamento, as plantas começaram a produzir inflorescência com cêrca de 2 meses de idade.

Knott conseguiu também impedir o desenvolvimento sexual das plantas (mesmo depois que êste já tinha sido iniciado) com um tratamento com dias curtos (9 horas) e temperatura abaixo de 15,5° C. Às temperaturas de 21,1° a 26,6° C, não foi possível impedir o desenvolvimento sexual, nem mesmo usando-se um fotoperíodo de apenas 7 horas.

NABO (*Brassica rapa*)

Reimers (1939) recomenda, para a vernalização de nabo, o tratamento de plântulas, bem novas, com uma temperatura de 1° a 3° C durante 40 dias. Sakr (1944) conseguiu também vernalizar sementes em início de germinação com uma temperatura de 3° C, durante 30 dias. Das plantas oriundas destas sementes, 64,2% frutificaram quando cultivadas às temperaturas de 15,5° a 21,1° C. As plantas oriundas de sementes não vernalizadas permaneceram tôdas vegetativas.

Sakr estudou também o efeito da baixa temperatura aplicada a plantas adultas (116 dias de idade) e jovens (34 dias de idade). No primeiro caso, 100% das plantas produziram sementes quando submetidas durante 30 dias às temperaturas de 4,4° a 10° C e subsequentemente cultivadas às temperaturas de 10 a 21,1° C. Plantas cultivadas às temperaturas de 21,1° a 26,6° C também se tornaram 100% reprodutivas, mas neste caso foi preciso prolongar o tratamento com baixa temperatura para 60 dias. Praticamente os mesmos resultados foram obtidos nas experiências com plantas com 34 dias de idade. Neste caso, porém, a produção de flores iniciou-se mais de dois meses antes das plantas tratadas quando maduras. As plantas oriundas de sementes tratadas com baixa temperatura foram ainda mais precoces do que as submetidas ao frio com 34 dias de idade.

O comprimento do dia não teve nenhum efeito apreciável sôbre a produção de flores (Sakr, 1944).

PEPINO (*Cucumis sativus*)

Litvinov e Lukianov (1938) obtiveram um aumento de 20% na produção de pepino submetendo as sementes em início de germinação a uma temperatura de 10° C durante 5 dias. Em uma experiência em que, além do tratamento com temperatura, as sementes foram expostas a um comprimento de dia de 12 horas, o aumento de produção foi de 30% em uma variedade, e de 48% em outra. A produção foi também aumentada quando as sementes foram submetidas às temperaturas de 20° a 25° C.

Hitsov (1941) também obteve um aumento na produção de 30% e as vezes até de 50%, com um tratamento a 10° C durante 3 a 5 dias, aplicado a sementes cujo conteúdo de água fôra previamente elevado a 50,5°C do peso seco (a cada 100 gr. de sementes, com 11% de água, adicionaram-se 34 cm³ de água). Este tratamento foi aplicado em cinco variedades de pepino. Em tôdas, a germinação e a floração das plantas vernalizadas foram aceleradas por 3 a 6 dias, e a produção de frutos, tomada sôbre um certo espaço de tempo, foi também mais precoce. Quando à vernalização foi aplicada durante 10 dias, houve um decréscimo na produção de frutos.

PIMENTA (*Capsicum frutescens*)

Cochran (1936) trabalhando com pimenta da variedade World Beater, achou que, em geral, quanto mais alta a temperatura a que as plantas forem submetidas, mais rápido será o desenvolvimento sexual. Plantas submetidas às temperaturas de 32,2° a 37,7°C iniciaram a produção de flores 43 dias depois do semeio. ao passo que nas plantas cultivadas às temperaturas de 10° a 15,5°C, os primeiros sinais de floração só apareceram 103 dias depois do semeio. Entretanto, nenhuma das plantas submetidas às temperaturas de 32,2° a 37,7° C chegou a produzir frutos, devido à queda das flores (provavelmente em consequência de excessiva desidratação). Para fazer tais plantas produzir frutos foi necessário transferi-las, logo que a floração se iniciou, para uma temperatura mais baixa. Transferindo-as, por exemplo, para as temperaturas de 10° a 15,5° C, 99,3% das plantas produziram frutos.

REPOLHO (*Brassica oleracea* var. *capitata*)

Miller (1929), trabalhndo com uma linhagem pura da variedade Danish Ball Head, demonstrou que as plantas con-

tinuamente expostas a uma temperatura acima de 15,5°C, nunca chegam a produzir flor. Uma planta submetida durante dois anos e meio às temperaturas de 15,5° a 21,1°C produziu sucessivamente seis "cabeças", sem nenhuma produção de flores. Quando, porém, esta mesma planta foi submetida às temperaturas de 10° a 15,5°C a floração foi iniciada em poucos meses. Após o tratamento com baixa temperatura, as plantas mais velhas produzem flor com mais facilidade do que as plantas mais novas (Miller, 1929; Boswell, 1929). De acordo com os resultados obtidos por Miller (1929), o método mais eficiente de provocar a floração foi armazenar as plantas maduras (sem solo) durante 2 meses à temperatura de 4,4°C, cultivando-as depois a uma temperatura média de 21,1 C. Usando este método, Miller obteve sementes em menos de um ano depois do semeio. O armazenamento das plantas por 15 ou 30 dias teve muito pequeno efeito sobre a floração.

Cesnokov (1936) experimentou vernalizar repolho usando sementes em início de germinação, plântulas e plantas já crescidas. Suas experiências indicam que os melhores resultados são obtidos quando se usam plantas ou plântulas ao invés de sementes.

TOMATE (*Lycopersicon esculentum*)

Avakijan (1936) experimentou submeter as sementes em início de germinação às temperaturas de 8°, 10 -12°, 20 -25° e 30°C, durante 5, 10 e mais dias. Sessenta variedades foram usadas. Muitas foram influenciadas pelos tratamentos a 8 e 10 -12°C, outras pelo tratamento a 20 -25°C, sendo ainda que algumas não foram afetadas por tratamento algum. Em nenhum caso foi um tratamento por mais de 10 dias eficiente. As plantas influenciadas pelos tratamentos produziram flor 5-6 dias antes das testemunhas e tiveram cerca de 30% de aumento na produção de frutos.

Litvinov e Lukjyanov (1938) conseguiram acelerar por 5 dias a floração e a maturação dos frutos da variedade Bison por um tratamento a 18 -20°C, durante 10-15 dias, aplicado a sementes previamente germinadas e guardadas numa placa de Petri, em atmosfera saturada, porém, sem contato direto com a água. Com a variedade Sparks Earliana, eles obtiveram melhores resultados usando as temperaturas de 10 -12°C, por 5-10 dias, conseguindo, com este tratamento, uma aceleração de 6 dias na frutificação e um aumento de 3% sobre a produção das plantas não vernalizadas.

Syckenko (1941) usou o seguinte método para vernalizar

tomate: as sementes foram primeiramente postas n'água, embrulhadas em pano, durante 20 horas. A seguir foram misturadas com serragem, previamente esterilizada (1 parte de semente para 2 de serragem), e espalhadas, em uma camada de 1,5 a 2 cm. sôbre um pedaço de lona molhada. Adicionou-se água, ocasionalmente, de modo a manter sempre constante o peso da mistura. A temperatura foi mantida a 18-22°C durante o dia e a 12-15°C durante a noite. O tratamento foi aplicado durante 7 e 15 dias, obtendo-se aproximadamente os mesmos resultados em ambos os casos. As plantas vernalizadas floresceram 17 dias e produziram frutos 10-12 dias antes das plantas não vernalizadas. A produção de frutos foi também aumentada de 20-25%.

Goodal e Bolas (1942) fizeram estudos com a variedade Potentate, germinando sementes em placas de Petri, sôbre papel de filtro umedecido, e submetendo-as às temperaturas de 0°, 2-3°, 7° e 8-11°C por 10 e 20 dias. Não houve, aparentemente, nenhum efeito sôbre as datas da floração e da frutificação das plantas, mas a maturação dos frutos foi consideravelmente mais precoce nas plantas oriundas de sementes submetidas ao frio. As diferentes temperaturas usadas tiveram aproximadamente o mesmo efeito. Durante os 18 primeiros dias de colheita as plantas do lote tratado por 10 dias mostraram um aumento de 30% na produção, e as do lote tratado por 20 dias, um aumento de 50%. Análise estatística deu alta significância para êstes resultados. Este aumento de produção foi devido principalmente a um maior número de frutos amadurecidos, mas o tamanho dos frutos foi também maior nas plantas vernalizadas. A produção total foi aumentada de 3% no lote tratado por 10 dias e de 11% no tratado por 20 dias, mas êstes resultados apenas atingiram o nível de significância, não permitindo, portanto, uma conclusão definitiva.

Went (1944, 1945) notou que a temperatura a que a planta for submetida durante a noite tem grande importância para o desenvolvimento e produtividade do tomateiro. De acordo com seus resultados, a temperatura ótima para o desenvolvimento é relativamente baixa durante a noite (15-18°C) e relativamente alta durante o dia (26°C) Went criou o termo "térmoperiodismo" para designar este fenômeno. Embora Went, em suas conclusões, não faça referência à teoria de Lysenko sôbre o desenvolvimento das plantas, seus resultados podem ser interpretados, talvez, como uma vernalização por meio de um tratamento com temperatura relativamente baixa, alternada com temperatura relativamente alta. Thompson (1944), no seu trabalho com aipo, já cita-

do, demonstra claramente a possibilidade de se estimular o desenvolvimento das plantas por meio de um tratamento desta natureza. Tetjurev (1940), mencionado por Whyte (1946), também conseguiu vernalizar cereais por meio de um tratamento com temperaturas alternadas, e sugeriu em seu trabalho que, muitas vezes, as sementes expostas a condições naturais são vernalizadas por uma baixa temperatura durante a noite, alternada com uma temperatura relativamente alta durante o dia. Aparentemente, as mesmas interpretações podem ser aplicadas aos resultados de Went.

SUMÁRIO

Este trabalho é uma revisão bibliográfica sobre o papel da temperatura no desenvolvimento sexual de algumas plantas hortícolas, com ênfase especial sobre as possibilidades de se fazer a "vernalização" de tais plantas. A parte introdutória do trabalho é uma discussão sobre as bases fisiológicas da vernalização, o efeito da vernalização sobre a produtividade das plantas e as prováveis aplicações da vernalização na prática. De acordo com os trabalhos consultados, as condições para vernalizar as plantas mencionadas são, resumidamente, as seguintes :

AIPO: Temperatura de 4,4-10°C aplicada a plântulas ("seedlings") ou plantas já crescidas. As plantas vernalizadas não devem ser submetidas posteriormente a temperaturas acima de 21,1°C, caso contrário serão "desvernalizadas".

ALFACE: Temperatura de 2-10°C aplicada a sementes em início de germinação durante 20-30 dias, ou então uma temperatura relativamente alta (21,1 -26,6°C) aplicada durante todo o período de crescimento da planta. Provavelmente, obtem-se melhor resultado pela aplicação dos dois tratamentos.

BATATINHA: Temperatura de 12-18°C e iluminação abundante aplicadas a tubérculos em brotação, durante 35 a 45 dias.

BETERRABA: Temperatura de 4,4-10°C aplicada de preferência a plântulas, plantas ou mesmo "raízes". Sementes não são afetadas com tanta facilidade. As plantas ou plântulas devem ser iluminadas durante a vernalização. Temperaturas acima de 21,1°C tem um efeito "desvernalizador" sobre as plantas vernalizadas.

CEBOLA: Temperatura de 10-15,5°C aplicada a plan-

tas ou então uma temperatura de 4,4-10°C aplicada a bulbos nas últimas semanas do período de armazenamento.

CENOURINHA: Temperatura de 4,4-10°C aplicada a plantas ou a "raízes" em armazenamento, durante 15 ou mais dias.

ERVILHA: Temperatura de 10-12°C aplicada, durante 10 dias, a sementes cujo conteúdo de água tenha sido elevada a 80% de seu peso seco.

ESPINAFRE: Fotoperíodo longo e temperatura de 15,5-21,1°C durante todo o crescimento vegetativo da planta.

NABO: Temperatura de 4,4-10°C aplicada a plântulas ou plantas durante 30 dias.

PEPINO: Temperaturas de 10°, 20° e 20-25°C aplicadas a sementes em início de germinação, durante 35 dias.

PIMENTA: Temperatura relativamente alta aplicada a plantas. Assim que a formação de botões florais for iniciada, deve-se suspender o tratamento com alta temperatura para se evitar a queda das flores e dos frutos.

REPOLHO: Temperatura de 4,4-10°C aplicada a plântulas ou plantas ou mesmo "cabeças" em armazenamento, durante 30-60 dias, obtendo-se melhores resultados com os tratamentos mais prolongados.

TOMATE: Parece haver grandes diferenças entre as variedades. Uma temperatura entre 0 e 11°C aplicada a sementes em início de germinação, durante 20 dias, é recomendada para a variedade "Potentate".

SUMMARY

This work is a literature review on the effect of temperature on the sexual development of vegetable crops, with particular emphasis on the possibilities of vernalizing those plants by proper temperature treatment. The first part of the work is a discussion of the physiological bases of vernalization, the effect of vernalization on the yield of plants and the practical use of vernalization in vegetable growing. This is followed by a study of the vernalization requirements of several crops. The following is a very brief summary of these requirements:

CELERY: Temperature from 4,4 to 10°C applied to seedlings or plants during 10-15 days. Some varieties may

respond to treatment of duration as short as 2 days. Devernalization may occur if the plants are grown at temperature above 21,1°C.

LETTUCE: Temperature from 2° to 10°C applied to germinating seed for about 20-30 days or a relatively high temperature (21,1 -26,6°C) applied to plant during its whole vegetative cycle. A combination of the two treatment probably gives the best results.

POTATOES: Temperature from 12° to 18°C and good illumination for 35-45 days applied to sprouting tubers. Temperature from 18° to 28°C and abundant moisture content of the air have been also recommended as causing the tubers to produce flowering shoots.

BEETS: Temperature from 4,4° to 10°C applied to seedlings, plants or stored "roots". Seed does not respond too well to temperature treatment. Seedlings and plants should be illuminated during vernalization. Devernalization may occur if the plants are grown at a temperature above 21,1°C.

ONIONS: Temperature from 10° to 15,5°C applied to plants, or a lower temperature (4,4°-10°C), applied to stored bulbs, during the last 8 weeks of the storage period.

CARROTS: Temperature from 4,4° to 10°C applied to plants or stored "roots" for 15 days or more.

PEAS: Temperature from 10° to 12° C applied for 10 days to seed whose water content had been previously raised to 80% of its dry weight.

SPINACH: Long-photoperiod and temperature from 15,5° to 21,1°C continuously applied to the plants.

TURNIP: Temperature from 4,4° to 10°C applied to seedlings or plants for 30 days.

CUCUMBER: Temperature of 10°, 20°, and 20°-25°C applied to germinating seed for 3-5 days.

PEPPER: Relatively high temperature applied to plants. As soon as the buds are formed the temperature should be lowered to avoid dropping of flowers or fruits.

CABBAGE: Temperature from 4,4° to 10°C applied to seedlings, plants or stored "heads" for 30-60 days, better results being obtained with the longer treatment.

TOMATOES: There seems to be great differences among varieties. A temperature from 0° to 11°C for 20 days was recommended for the Potentate variety.

BIBLIOGRAFIA

1. Anônimo. — Vernalization and phasic development of plants. Imp. Bur. Pl. Genet. Bul. **17**. 1935.
2. Avakijan, A. A. — The biological development of tomato: Jarovizacija, **2-3**: 5-6. 1936. (mencionado na citação N.º 14.)
3. Boswell, V. R. — Studies of premature flower formation in winter-over cabbage. Maryland Bull. 313. 1929.
4. Chesnokov, V. A. — (Vernalização da beterraba). Trudy Leningr. Obsch. Estestv. Otd. Bot. **63**: 101-12. 1934 (mencionado na citação N.º 1.)
5. ————— — (A produção de sementes de plantas pelo método da vernalização). Trudy Leningr. Obsch. Estestv. Otd. Bot. **65**: 269-295. 1936 (Sumário em inglês).
6. ————— — (Vernalização da cenourinha). Ovescevodstvo. **2**: 30-1. 1940. (Hort. Abst. **15**: 1946).
7. Chroboczek, E. — A study of some ecological factors influencing seedstalk development in beets. Cornell University Memoir, 154. 1936.
8. Cochran, H. L. — Some factors influencing growth and fruit-setting in the pepper (*Capsicum frutescens* L.) Cornell University Memoir, 190. 1936.
9. Fry, J. M. — Onions and Vernalization. Nature, **150**: 689. 1942.
10. Fokeev, P. M. e Vyrok — (Experiências na região do Volga Central). Soc. Zemledeke N.º. 247. 1934 (mencionado na citação N.º 1).
11. Gregory F. C. e Purvis, O. N. — Desvernalization of winter rye by high temperature. Nature **138**: 1013. 1936.
12. ————— — Desvernalization of winter rye by anaerobic conditions and reveralization by low temperature. Nature **140**: 547. 1937.
13. Gaspari, M. e Breviglieri, N. — Ricerche sperimentali intorno agli effetii dela "Jarivizzazione" su alcune piante orticole nei riguardi della procita della produzione. Riv. Soc. toscanaortic. **17**: 14 1939.
14. Goodal, D. M. e Bolas, B. D. — Vernalization of tomato. Ann. Appl. Biol. **29**: 1-10. 1942.
15. Gray, S. G. — Increased earliness of flowering in lettuce through vernalization. J. Coun. Sci. Industr. Res. Aust. **15**: 211-2. 1942. (Hort. Abst. **13**: 1943).

16. Grikhutik, M. I. — Vernalization of potato varieties used in industry. Proc. Lenin. Acad. Agr. Sci. **2**: 18-21. 1941. (Hort. Abst. **11**. 1941).
17. Heath, O. V. S. — Ann. appl. biol. **30**: 208-220. 1943a.
18. ————— — Ann. appl. biol. **30**: 308-319. 1943b.
19. ————— — Nature, **155**: 623-626. 1945.
20. ————— — e Holdsworth, M. — Nature **152**: 334-335. 1943.
21. ————— — e Mathur, P. B. — Ann. Appl. Biol. **31**: 173-186. 1944.
22. Ritsov, M. H. (Vernalização do Pepino). Sady i Ogorody **1**: 19-21. 1941. (Hort. Abst. **12**: 1942).
23. Jones, H. A. e Emsweller, S. L.— Effect of storage, bulb size, spacing, and time of planting on production of onion seed. Calif. Bull. 628. 1939.
24. Knott, J. E. — The effect of temperature on the photoperiodic response of spinach. Cornell University Memoir. 218. 1939.
25. —————, Terry, O. W., e Anderson, E. M. — Vernalization of lettuce. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. **35**: 644-648. 1937.
26. Konovalov, I. N. — Trudy prikl. Bot., Genet. i Selekcii Ser. A, N°. **20**: 99-105. 1939. (mencionado na citação N°. 69).
27. ————— e Popova, T. M. — Synthetic ability of plants as affected by vernalization. C. K. (Doklady) Acad. Sci. URSS **31**: 58-60. 1941. (Hort. Abst. **12**: 1942).
28. ————— — (The physiological characteristics of the influence of vernalization on the growth of plants). (Russian) Sovet. Bot. **3**: 2-36. 1944. (Herb. Abst. **15**. 1945).
29. Litvinov, L. S. e Lukianov, M. I. — (Vernalização do tomate e pepino). Publ. (Zbirnik Prats) Ukrain Acad. Sci. Kiev. 207-28. 1938. (Hort. Abst. **10**. 1940).
30. Lysenko, T. D. (Resultados fundamentais das pesquisas sobre vernalização de plantas agrícolas). Bull. Jarovizacii. N°. 4. 1-57, 1932. (mencionado na citação N°. 34).
31. Magruder, R. — The effect of length of storage period, storage temperature, and length of day on the growth, seedstalk and flower development of mature garden beets (Tese não publicada, Cornell University) 1930.

32. McKinney, H. H. — Vernalization and the growth phase concept. *Bot. Rev.* **6**: 25-47. 1940.
33. Martin, J. H. — The practical application of larovization. *Jour. Amer. Soc. Agron.* **26**: 251. 1934.
34. Maximov, H. A. — The theoretical significance of vernalization. *Imp. Bur. Pl. Genet., Herb. Pub. Ser. Bul.* **16**: 14 pp. 1934.
35. Mihailova, L. — (Vernalizando sementes de hortaliças) Sady i Ogorody **2**: 13-15. 1941. (*Hort. Abst.* **12**: 1943).
36. Miller, J. C. — A study of some factors affecting seedstalk development in cabbage. *Cornell Univ. Bull.* 488. 1929.
37. Milthorpe, F. L. — The effect of length of day and temperature on the flowering, seed production, and growth of vegetables. *The Agricultural Gazette, N. S. W.* **54**: 53-57. 1943.
38. Overpeck, J. C. *et al.* — Sugar-beet seed production studies in southern New Mexico. *N. H. Agr. Exp. Sta. Bul.* 252, 28 pp. 1937.
39. Owen, F. V., E. Carsner, e N. Stout. — Photothermal induction of flowering in sugar beets. *J. Agri. Res.* **61**: 101-124. 1940.
40. Purvis, O. N. e F. G. Gregory — Studies in invernallization of cereals I. A comparative study of vernalization by low temperature and by short days. *Am. Bot.* 1:559-592-1927.
41. Razumov, V. e M. I. Smirnova (Vernalização de plantas agrícolas no extremo norte). *Lenin Acad. Agri. Sci., Inst. Pl. Ind. N.º 4*: 47-59. 1934. (mencionado na citação N.º 1).
42. Reimers, F. E., — C. R. (*Doklady Acad. Sci. U. R. S. S.* **20**: 603-608. 1938. (mencionado na citação N.º 59).
43. ————— — (Vernalização da beterraba e do nabo). *Ovoscevodstvo N.º 2-3*: 27-30. 1939. (*Hort. Abst.* 10 1940)
44. Sakr, El Sayed Mohamed. — Effect of temperature and photoperiod on seedstalk development in turnips. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* **44**: 473-8. 1944.
45. ————— e H. C. Thompson — Effect of temperature and photoperiod on seedstalk development in carrots. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **41**: 343-445. 1942.

46. Sen, B. and Chakravarti, S. C. — Vernalization of mustard. *Nature*, **149**: 139-140. 1942.
47. Simpson, A. C. — Vernalization of lettuce. *Nature* **151**: 279-80. 1943.
48. Smith, O. — Premature seeding studies with beets. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **37**: 793-798. 1939.
49. Sycenko, F. Z. — (Vernalizando semente do tomate). *Sady i Ogorody*, **2**: 15-16. 1941. (*Hort. Abst.* 1942).
50. Thompson, H. C. — Premature seeding of celery. *Cornell Univ. Bull.* **480**. 1929.
51. ———— Temperature in relation to vegetative and reproductive development in plants. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **37**: 1939
52. ———— Further studies on the effect of temperature on initiation of flowering in celery. *Proc. Soc. Hort. Sci.* **45**: 425-430. 1945.
53. ———— e J. E. Knott — The effect of temperature and photoperiod on the growth of lettuce. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* **30**: 507-509. 1933.
54. ———— e O. Smith. — Seedstalk and bulb development in the onion. *Cornell Univ. Bull.* **708**. 1938.
55. Tulaikova, K. P. — (Experiencia sobre vernalização de ervilha). *Vernalization, Moscow*, **3**: (24); 98-103. 1939. (*Hort. Abst.* **10**: 1940).
56. Voskresenskaja O. — (Floração em tubérculo de batatinha). *Trudy Prikl. Bot., Ser. A., No. 2*: 70-72. 1932. (mencionado na citação N. 1).
57. Went, F. W. — Plant growth under controlled conditions, II. *Am. Jour. Bot.* **31**: 135-150. 1944.
58. ———— Plant growth under controlled conditions, V. *Am. Jour. Bot.* **32**: 469-479.
59. Whyte, R. O. — Phasic development of plant. *Biol. Rev.* **14**: 51-87. 1939.
60. ———— Crop Production and Environment. Faber and Fæber. 377 pp. 1946.
61. ———— e Hudson, P. S. — Vernalization. *Imp. Bur. Pl. Genet. Bul. N. 2*. 1933.