

Brotação do rizoma de *Kohleria* sp

Julietta Andrea Silva de Almeida e Maria de Fátima D. A. Pereira*

Departamento de Fisiologia Vegetal, Instituto de Biologia, C.P. 6109, Universidade Estadual de Campinas, 13083-970, Campinas, SP, Brasil; *Corresponding author: pereira@desq.feq.unicamp.br

O gênero *Kohleria* sp pertencente à família Gesneriaceae possui órgão subterrâneo. Este órgão é um caule envolto por folhas modificadas, imbricadas, as quais acumulam reservas e cada uma destas protege uma gema. Seções do rizoma brotam sem necessidade do órgão inteiro. Seções deste rizoma com seis folhas modificadas foram colocadas para brotar em placas de Petri e testadas quanto às temperaturas de 15, 20, 25, 30 e 35 °C, na luz ou no escuro e ainda em relação aos teores de umidade do substrato, onde se adicionaram os volumes de 1, 12 e 20 mL de água destilada. Estes fatores influenciaram a brotação de seções do rizoma de *Kohleria* sp. As seções também se mostraram resistentes à falta de água, já que, nessa condição, apresentaram brotações e ainda as desenvolveram.

Palavras-chave: gema, luz, temperatura, tempo de brotação, teor de umidade.

Sprouting of the rhizome of *Kohleria* sp: The *Kohleria* sp species belongs to the Gesneriaceae family and produce subterranean organs. This organ is a stem, and it is enclosed by modified leaves which protect their buds. These modified leaves present great amount of starch. Small section of this organ sprouted without necessity of the whole organ. Sections of this organ with six modified leaves were submitted to different treatments: temperatures of 15, 20, 25, 30 and 35 °C, in a condition with and without light and in reduced (1 mL) or high (12 mL) water level in the substract. The sprouting of the sections was influenced by these factors and rhizome sections presented very high resistance to drought since in this condition each section developed a new plant.

Key words: bud, light, humidity, temperature, time of sprouting.

INTRODUÇÃO

O gênero *Kohleria*, pertencente à família Gesneriaceae, apresenta espécies com órgão de reserva subterrâneo. Uma das mais antigas referências a esse órgão se deve a Wettstein (1927), que o descreveu como um rizoma tuberoso. Mais recentemente, Kvist and Skog (1992) denominaram-no de rizoma escamoso. Almeida (1997) verificou, mediante estudo anatômico, que o órgão subterrâneo de *Kohleria* sp é um caule envolto por folhas modificadas, imbricadas, as quais protegem suas gemas e acumulam reservas, principalmente carboidratos na forma de amido (figura 1).

A multiplicação de *Kohleria* sp ocorre por meio da brotação de gemas do órgão subterrâneo. É sabido que fatores do ambiente podem influenciar a brotação de gemas de órgãos subterrâneos em diferentes espécies. Aleixo e Válio (1976) verificaram que temperaturas baixas inibiram

a brotação de *Cyperus rotundus*, enquanto rizomas de *Deschampsia flexuosa*, *Vaccinium myrtillus* e *V. vitis-idaea* só brotaram em temperaturas superiores a 30 °C (Granström e Schimmel, 1993). Para a maioria das espécies, é necessária a presença de umidade para ocorrer a brotação de gemas de órgãos subterrâneos (Aleixo e Válio, 1976; McIntyre, 1976). Entretanto, há espécies que podem brotar na ausência parcial ou total de umidade, como bulbos de *Lilium speciosum*, que brotaram em meio com adição de manitol, no qual a disponibilidade de água foi reduzida (Klerk e Paffen, 1995). Seções pequenas do rizoma de *Kohleria* sp também brotaram na presença de substrato sem adição alguma de água (Almeida, 1997). De acordo com Batcheller (1985), algumas espécies de *Kohleria* são tolerantes às condições desfavoráveis de ambiente, como seca ou temperaturas baixas. Na seca, essas plantas perdem a parte aérea, porém mantêm o rizoma, permitindo-lhes a sobrevivência (Kvist e Skog, 1992).

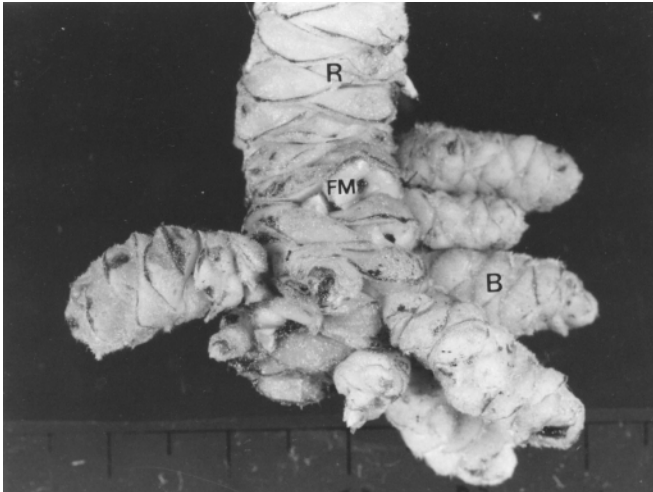


Figura 1. Rizoma (R) de *Kohleria* sp evidenciando as folhas modificadas (FM), dispostas de forma imbricada, e as brotações (B) na porção terminal do órgão.

Kohleria sp é pouco conhecida, mas possui potencial ornamental, por apresentar flores com características ótimas, as quais se formam indiferente ao fotoperíodo (Almeida e Pereira, 2000). Raros também são os estudos sobre a fisiologia de *Kohleria*, e pouco se sabe sobre a brotação de seu rizoma. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar o processo de tal brotação com relação à luz, temperatura e teor de umidade do substrato.

MATERIAIS E MÉTODOS

Rizomas de *Kohleria* sp foram coletados de plantas cultivadas em canteiros do Departamento de Fisiologia Vegetal, da Universidade Estadual de Campinas e, logo após, lavados e escovados sob água corrente para remoção de detritos grosseiros, segmentando-os em seguida ao corte, em seções pequenas, com uma ou seis folhas modificadas. As seções foram postas para brotar em placas de Petri de 90 mm de diâmetro, forradas com três folhas de papel-filtro umedecidas com água destilada.

As seções obtidas foram submetidas às temperaturas de 15, 20, 25, 30 e 35 °C, na luz ou no escuro. Também testaram-se diferentes teores de umidade do substrato, onde se adicionaram os volumes de 1, 12 e 20 mL de água destilada às placas de Petri. O volume de 1 mL, que apenas umedeceu levemente as folhas de papel filtro, foi determinado como condição de baixa disponibilidade de água, enquanto 12 e 20 mL formaram uma lâmina de água sobre o papel, sendo caracterizados como condição de disponibilidade alta de água.

Seções do rizoma, deixadas em substrato com 1 ou 12 mL de água, também foram tratadas com soluções de etrel (ácido 2-cloroetilfosfônico), ácido indolil-3-acético (AIA), 6-benziladenina (6BA) e uma mistura de AIA + 6BA. Todas as soluções foram utilizadas na concentração de 1 mM e aplicadas durante dez dias, na forma de gota sobre cada seção. O etrel foi aplicado em volume de 20 mL a cada dois dias e, AIA, 6BA e AIA + 6BA em 25 µL diariamente. Como controle, seções sem tratamento também foram mantidas em substrato com 1 ou 12 mL de água.

Deixaram-se as placas de Petri com as seções dentro de sacos plásticos transparentes para evitar a perda de umidade, mantendo-as em câmara de crescimento. Para as placas que permaneceram na luz, utilizaram-se lâmpadas fluorescentes com intensidade de 3,2 W.m⁻² e colocaram-se aquelas mantidas no escuro em três sacos plásticos pretos, avaliando-as sob luz verde de segurança.

Todos os tratamentos constaram de quatro repetições, com dez seções de rizoma em cada uma, sendo avaliados quanto à porcentagem de rotação. Os resultados dessa porcentagem foram transformados em valor angular ($\arcsin \sqrt{\%/100}$). Utilizou-se a análise da variância para os tratamentos com um fator e fatorial para aqueles com dois ou mais fatores. Quando o teste F foi significativo, fez-se a comparação entre médias pelo teste de Tukey ao nível de 5 % (Pimentel-Gomes, 1985). Para o cálculo do tempo médio de brotação e do desvio-padrão, empregaram-se expressões matemáticas descritas por Labouriau (1983).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que o tamanho da seção do rizoma de *Kohleria* sp influenciou a brotação desse órgão, já que seções com seis folhas modificadas atingiram, mais precocemente, alta porcentagem de brotação que aquelas com apenas uma (figura 2A). No entanto, o tempo médio de brotação não foi diferente entre os tratamentos: 11,6 dias nas seções com seis folhas modificadas e 12,7 dias naquelas com uma folha modificada. É possível que a diferença entre as porcentagens de brotação se deva à maior disponibilidade de gemas nas seções com seis folhas modificadas, favorecendo a brotação. Assim, neste estudo, padronizou-se o uso de seções do rizoma *Kohleria* sp com seis folhas modificadas.

A brotação das seções ocorreu mais rapidamente nas temperaturas mais elevadas (figura 2B). À 25 e a 30 °C, as seções do rizoma alcançaram, mais precocemente, a máxi-

ma brotação. À 20 °C, também atingiram a máxima brotação, porém mais lentamente, enquanto à 15 °C não atingiram 50 % de brotação. Esses resultados indicaram que para *Kohleria sp* as temperaturas na faixa de 25 a 30 °C favorecem a brotação do rizoma, enquanto as mais baixas atrasam o processo. Isso também fica evidenciado pelo cálculo da velocidade, em que se verifica que as temperaturas mais altas favoreceram a velocidade de brotação e, as baixas, atrasaram-na (tabela 1). Nem sempre as temperaturas mais altas, contudo, promoveram a brotação do rizoma, já que a 35 °C as seções permaneceram dormentes. No entanto, quando foram transferidas de 35 para 30 °C, recuperaram a capacidade de brotação, atingindo, em média, 95 % de brotação à luz e 30 % no escuro (resultados não apresentados).

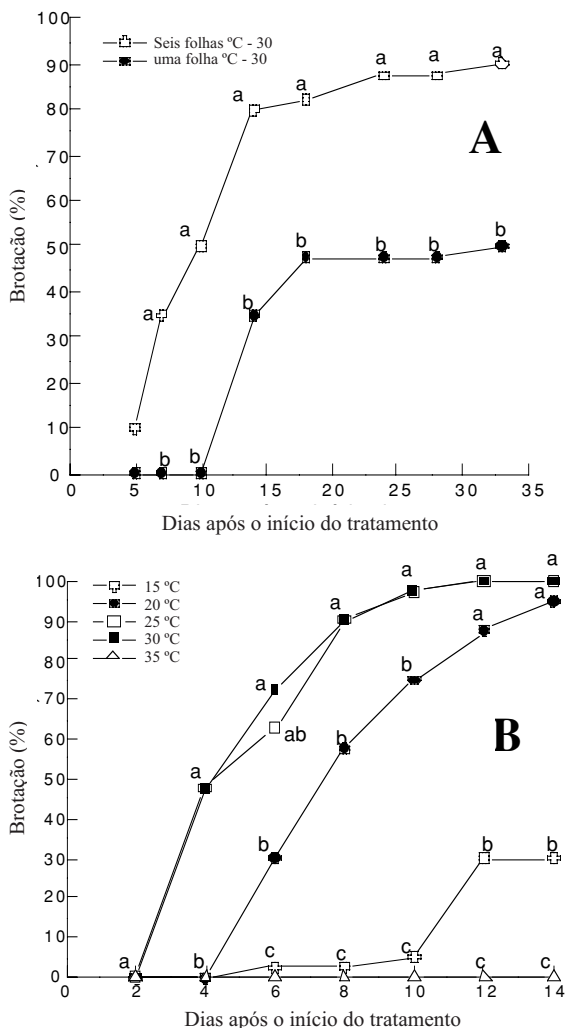


Figura 2. Brotação de seções do rizoma de *Kohleria sp* com uma ou com seis folhas modificadas, a 30 °C e luz contínua (A), e efeito da temperatura na brotação das seções do rizoma de *Kohleria sp*, em substrato com 1 mL de água e luz contínua (B). Letras diferentes dentro do mesmo dia de avaliação indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey 5 %.

Na figura 3A verifica-se o efeito da luz sobre a brotação de seções do rizoma submetidas às temperaturas de 20 e 30 °C. À 30 °C, as seções atingiram mais cedo maior porcentagem de brotação na luz que no escuro, mas, no final do experimento, a diferença não ocorreu entre os tratamentos. Isto mostrou que para a temperatura de 30 °C, as seções apresentaram resposta quantitativa de brotação, já que na luz este processo ocorreu mais precocemente em relação àquele no escuro. À 20 °C, na maioria das avaliações, as seções tiveram respostas semelhantes de brotação, tanto na luz quanto no escuro. Comparando-se o efeito de tais temperaturas, 20 e 30 °C, nota-se novamente que as seções mantidas a 30 °C atingiram, mais cedo, maior porcentagem de brotação, mas, no final do experimento, essa diferença também havia desaparecido entre os tratamentos. Este resultado evidenciou que 20 °C apenas atrasou a brotação de seções do rizoma de *Kohleria sp*, não impedindo a ocorrência da mesma.

Na tabela 2, verifica-se que o tempo médio de brotação foi significativamente menor para as seções à luz e a 30 °C, enquanto a 20 °C esse processo ocorreu mais lentamente. Isso confirma resultado anterior, que 20 °C não foi temperatura ótima para a brotação das seções do rizoma de *Kohleria*, mas não lhe impediu a ocorrência. Esse resultado está de acordo com as observações de Batcheller (1995), nas quais *Kohleria sp* é uma das espécies com certo grau tolerância à temperaturas mais amenas.

Tabela 1. Tempo médio de brotação das seções do rizoma de *Kohleria sp* submetidas a diferentes temperaturas e à luz contínua.

Temperatura (°C)	Tempo médio de brotação (dias) ^a
15	12,7 (± 2,4)
20	9,1 (± 3,2)
25	5,1 (± 1,9)
30	6,4 (± 2,0)
35	—

^a Os valores entre parênteses correspondem aos desvios padrões da média; — indica ausência de brotação.

Tabela 2. Tempo médio de brotação das seções do rizoma de *Kohleria sp* sob diferentes temperaturas, à luz e no escuro.

Temperatura (°C)	Condição de iluminação	Tempo médio de brotação (dias) ^a
20	Luz	9,1 (± 2,0)
20	Escuro	7,8 (± 3,2)
30	Luz	4,7 (± 1,3)
30	Escuro	6,9 (± 3,2)

^a Os valores entre parênteses correspondem aos desvios padrões da média.

Tabela 3. Efeito de substâncias reguladoras de crescimento porcentagem final de brotação e no número de gemas que brotaram por secção do rizoma de *Kohleria* sp, em substrato com 1 ou 12 mL de água, à luz e a 30 °C.

Tratamentos ^a	Brotação (%)		Gemas brotadas por secção	
	1 mL	12 mL	1 mL	12 mL
Controle	100 a	100 a	1,0 a	1,3 a
Etrell	100 a	100 a	1,9 a	4,3 b
Controle	100 a	100 a	1,6 b	1,5 b
AIA	100 a	100 a	1,8 b	1,8 b
6BA	100 a	100 a	4,5 a	4,1 a
AIA + 6BA	100 a	100 a	4,5 a	4,3 a

^a Todas as soluções foram aplicadas em dez dias, sendo o etrel (20 µL) todos os dias e AIA, 6BA ou AIA + 6BA (25 µL) a cada dois dias. As seções foram avaliadas vinte dias após o início do experimento. Letras diferentes na mesma linha de cada duas colunas indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ao nível de 5 %.

Órgãos subterrâneos, em geral, possuem umidade endógena a qual permite a brotação das gemas dos mesmos em presença de substrato hidratado ou não. As seções do rizoma de *Kohleria* sp também brotaram em condição de baixa disponibilidade hídrica, a qual, neste estudo, correspondeu ao volume de 1 mL de água, que umedeceu levemente o substrato, ou ainda na ausência de umidade. No entanto, as seções em substrato com maior disponibilidade hídrica, 12 mL, atingiram elevada porcentagem de brotação mais precocemente que aquelas em substrato com baixa disponibilidade hídrica, 1 mL de água (figura 3B). Por outro lado, a velocidade de brotação foi semelhante entre os dois tratamentos, cujo tempo médio de brotação foi de 5,0 para as seções em substrato com baixa disponibilidade hídrica e 4,1 para aquelas em substrato com alta disponibilidade (12 mL). No substrato de baixa disponibilidade hídrica, 1 mL, as brotações formadas a partir das seções do rizoma se desenvolveram, atingindo o estágio de plântula. Assim, na condição de baixa disponibilidade hídrica, as seções do rizoma brotaram e desenvolveram suas brotações às custas da reserva de umidade existente em seus tecidos. Seções do rizoma mantidas também em substrato sem qualquer adição de água tiveram brotações que se desenvolveram plenamente (dados não apresentados). Menezes et al. (1979) também verificaram comportamento semelhante em rizóforos de *Vernonia* cujas gemas brotaram e se desenvolveram em ramos aéreos após permanecer por dois meses em substrato sem suprimento algum de água ou nutrientes.

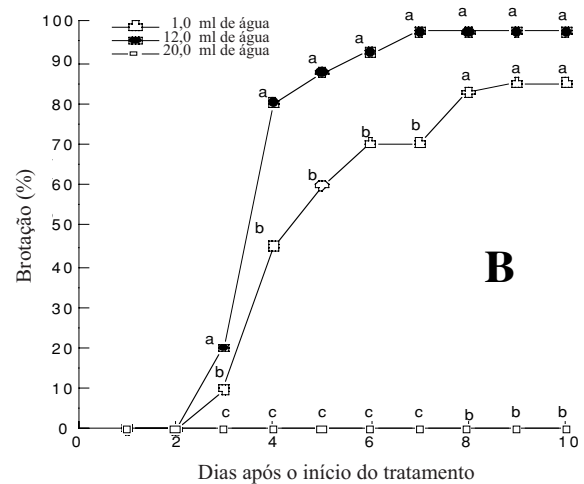
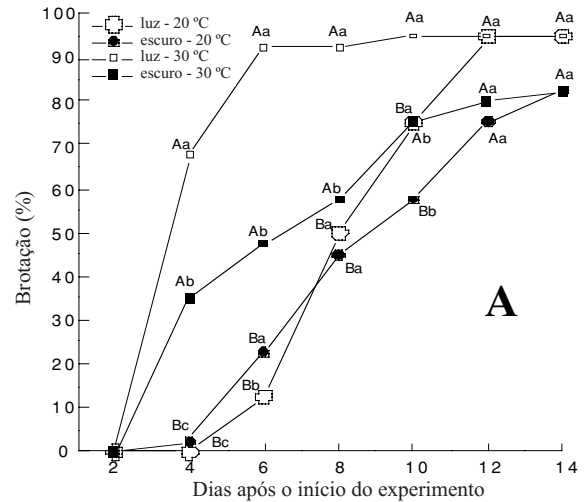


Figura 3. Efeito da temperatura na brotação de seções do rizoma de *Kohleria* sp, deixadas à luz e no escuro; letras maiúsculas comparam médias entre as temperaturas. Letras minúsculas comparam médias entre os tratamentos de luz (A); e efeito da umidade do substrato na brotação das seções do rizoma de *Kohleria* sp, a 30 °C sob luz contínua; letras diferentes dentro do mesmo dia de avaliação indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey 5 %.

O hormônio vegetal etileno é conhecido por participar na modulação de respostas das plantas a estresse biótico e abiótico (Crozier et al., 2000), como de tecido vegetal em condição de falta de água (Aharoni, 1976; Chandler, 1988; Hyodo, 1991). Assim, verificou-se indiretamente se haveria relação entre o etileno e a ocorrência de brotação das seções do rizoma de *Kohleria* sp, quando em condição de ausência ou baixa disponibilidade hídrica no substrato. Para tanto, seções do rizoma mantidas em substrato com 1 e 12 mL de água foram tratadas com etrel, ácido

aminoetoxivinilglicina (AVG), inibidor da síntese de etileno (Wang, 1987) e nitrato de prata (AgNO_3), inibidor da ação de etileno (Veen, 1987). Além disso, seções do rizoma também foram tratadas com AIA e 6BA, substâncias que podem promover indiretamente a produção de etileno em tecidos vegetais (Smulders et al., 1990; Abeles et al., 1992; Kim et al., 1992; Grossmann et al., 1993). Nenhum desses tratamentos causou efeito na porcentagem de brotação das seções, mantidas tanto em substrato com 1 ou 12 mL de água (tabela 3). Entretanto, aqueles com etrel, 6BA e AIA + 6BA promoveram maior número de brotações por seção. Neste estudo, utilizaram-se seções do rizoma com seis folhas modificadas; cada seção, portanto, possui seis gemas e, em geral, apenas uma gema brotava por seção sem tratamento. O tratamento com 6BA promoveu, em média, a brotação de quatro gemas por seção, tanto daquelas mantidas em 1 como em 12 mL de água no substrato. Por outro lado, o etrel só promoveu maior número de brotação nas seções mantidas em substrato com 12 mL de água. Nas seções do rizoma, só uma gema brotava, as demais permaneciam dormentes. Desta forma, os tratamentos com etrel e 6BA quebraram a dormência destas gemas. As citocininas são classicamente relacionadas com a promoção da brotação de gemas de órgãos subterrâneos (Turnbull e Hanke, 1985; Kuraishi et al., 1989; Sukhova et al., 1993); assim como o etileno também pode promover ou inibir este processo (Rylski et al., 1974; Keren-Paz et al., 1989; Cvikrová et al., 1994).

Os resultados obtidos neste estudo evidenciaram que o rizoma de *Kohleria sp* apresenta características que favorecem a sua permanência em ambientes com diferentes condições de temperatura, umidade e iluminação.

REFERÊNCIAS

- Abeles FB, Morgan PW, Saltveit JR M (1992) Ethylene in plant biology. 2nd edn. Academic Press, San Diego.
- Aharoni N (1978) Relationship between leaf water status and endogenous ethylene in detached leaves. *Plant Physiol.* 61:658-662.
- Aleixo MF, Válio IFM (1976) Effect of light, temperature and endogenous growth regulators on the growth of buds of *Cyperus rotundus* L. tubers. *Int. J. Plant Physiol.* 80:336-347.
- Almeida JAS (1997) Caracterização e brotação do órgão subterrâneo de *Kohleria sp*. Campinas, Universidade Estadual de Campinas. Tese de Doutorado.
- Almeida JAS, Pereira MFDA (2000) Multiplicação vegetativa em plantas de *Kohleria sp*. *Rev. Bras. Hort. Orn.* 6:47-52.
- Batcheller FN (1985) The gesneriad register. *Gloxinian* 35:1-15.
- Chandler PM (1988) Hormonal regulation of gene expression in the "slender" mutant of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Planta* 175:115-120.
- Crozier A, Kamiya Y, Bishop G, Yokota T (2000) Biosynthesis of hormones and elicitor molecules. In: Buchanan B, Gruissem W, Jones R. (eds), *Biochemistry and molecular biology of plants*, pp. 850-929. American Society of Plant Biologists, USA.
- Cvikrová M, Sukhova LS, Eder J, Korableva NP (1994) Possible involvement of abscisic acid, ethylene and phenolic acids in potato tuber dormancy. *Plant Physiol. Biochem.* 32:685-691.
- Granström A, Schimmel J (1993) Heat effects on seeds and rhizomes of a selection of boreal forest plants and potential reaction to fire. *Oecologia* 94:307-313.
- Grossmann K, Siefert F, Kwiatkowski J, Schraudner M, Langebartels C, Sandermann JR H (1993) Inhibition of ethylene production in sunflower cell suspensions by the plant growth retardant BAS 111.W: possible relations to changes in polyamine and cytokinin contents. *J. Plant Growth Regul.* 12:5-11.
- Hyodo H (1991) Stress/wound/ ethylene. In: Matoo AK, Suttle JC (eds), *The plant hormone ethylene*, pp.43-63. CRC Press, London.
- Keren-Paz V, Borochoy A, Mayak S (1989) The involvement of ethylene in *Liatis* corm dormancy. *Plant Growth Regul.* 8:11-20.
- Kim WT, Silverstone A, Yip WK, Dong JG, Yang SF (1992) Induction of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate synthase mRNA by auxin in mung bean hypocotyls and cultured apple shoots. *Plant Physiol.* 98:465-471.
- Klerk GJ, Paffen A (1995) The effects of environmental conditions on sprouting of micropropagated lily bulblets with various levels of dormancy. *Acta Bot. Neerl.* 44:33-39.
- Kuraishi S, Yamashita D, Sakurai N, Hasegawa S (1989) Changes of abscisic acid and auxin as related to dormancy breaking of *Allium wakegi* bulblets by vacuum infiltration and BA treatment. *J. Plant Growth Regul.* 8:3-9.

- Kvist LP, Skog LE (1992) Revision of *Kohleria* (Gesneriaceae). Smithsonian Institution Press 79:1-83.
- Labouriau LG (1983) A germinação das sementes. Secretaria-Geral da Organização dos Estados Americanos, Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Washington.
- McIntyre GI (1976) Apical dominance in the rhizome of *Agropyron repens*: the influence of water stress on bud activity. Can. J. Bot. 54:2747-2754.
- Menezes ML, Müller C, Sajo MG (1979) Um novo e peculiar tipo de sistema subterrâneo em espécies de *Vernonia* da Serra do Cipó (Minas Gerais, Brasil). Boletim de Botânica 7:33-38.
- Pimentel-Gomes F (1984) A estatística moderna na pesquisa agropecuária. Associação Brasileira de Pesquisa da Potassa e do Fosfato. São Paulo.
- Rylski I, Rappaport L, Pratt HK (1974) Dual effects of ethylene on potato dormancy and sprout growth. Plant Physiol. 53:658-662.
- Smulders MJM, Kemp A, Barendse GWM, Croes AF, Wullems GJ (1990) Role of ethylene in auxin-induced flower bud formation in tobacco explants. Physiol. Plant. 78:167-172.
- Sukhova LS, Macháckova I, Eder J, Bibik ND, Korableva NP (1993) Changes in the levels of free IAA and cytokinins in potato tubers during dormancy and sprouting. Biol. Plant. 35:387-391.
- Turnbull CGN, Hanke DE (1985) The control of bud dormancy in potato tubers. Planta 165:359-365.
- Veen H (1987) Use of inhibitors of ethylene action. Acta Horticult. 201:213-222.
- Wang CY (1987) Use of ethylene biosynthesis inhibitors in horticulture. Acta Horticult. 201:187-194.
- Wettstein R (1927) Botânica sistemática. Unione Tipografico-Editrice Torinese.