

RENATO MORAES ABREU

EFEITO DO PERÍODO DE VERNALIZAÇÃO SOBRE O CRESCIMENTO E
O FLORESCIMENTO DE QUATRO VARIEDADES DE LÍRIO

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2000

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, pela excelência de seu ensino e infraestrutura.

À FAPEMIG, pelo financiamento do projeto desta tese.

Aos professores José Geraldo Barbosa, Fernando Pinheiro Reis e Mário Puiati, pela orientação e pelas preciosas sugestões, que passaram a fazer parte do meu caráter profissional e abrilhantaram este trabalho.

A todos que, de alguma maneira, deixaram a sua contribuição para o êxito desta tese.

BIOGRAFIA

RENATO MORAES ABREU, filho de Ernando Abreu e Lúcia de Moraes Abreu, nasceu em 7 de outubro de 1961, em Castelo, ES.

Em março de 1981, ingressou no Curso de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, graduando-se em julho de 1986.

Em fevereiro de 1997, iniciou, na UFV, o Curso de Mestrado em Fitotecnia, concentrando seus estudos na área de Produção Vegetativa.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Lírio	3
2.2. Vernalização	4
3. MATERIAL E MÉTODO	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1. Número de dias para emergência de brotações	16
4.2. Percentagem de bulbos brotados	18
4.3. Ciclo de florescimento	20
4.4. Percentagem de plantas colhidas	23
4.5. Percentagem de plantas que floresceram	24
4.6. Número de flores por planta	27
4.7. Massa de matéria fresca de inflorescência	29
4.8. Comprimento do botão floral	32
4.9. Altura de planta	33

	Página
5. RESUMO E CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
APÊNDICE	43

RESUMO

ABREU, Renato Moraes, M.S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2000. **Efeito do período de vernalização sobre o crescimento e o florescimento de quatro variedades de lírio.** Orientador: José Geraldo Barbosa. Conselheiros: Fernando Pinheiro Reis e Mário Puiatti.

Visando ao controle programado do florescimento do lírio, verificou-se o efeito do frio sobre o crescimento de planta e as características de produção de flores das variedades Roma, Sunray e Gran Paradiso, pertencentes ao grupo asiático e à espécie *Lilium pumilum*, e da variedade Ace (*Lilium longiflorum*). O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no delineamento em blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos nas parcelas foram constituídos de cinco períodos de frio aplicados aos bulbos (0, 15, 30, 45 e 60 dias, a 3 ± 1 °C) e as subparcelas das variedades. Na variedade Ace, a temperatura ambiente de cultivo induziu maior comprimento de haste floral e a vernalização natural com maior número de flores por planta. Acréscimos de frio não influenciaram as percentagens de bulbos brotados e de plantas que floresceram e o comprimento de botão floral da variedade Ace, entretanto provocou reduções em número de flores, massa de matéria fresca de inflorescência e altura de planta. A maior vantagem da vernalização dos bulbos

desta variedade foi a de proporcionar reduções no ciclo de florescimento em até 187,3 dias. Nas variedades asiáticas, as respostas fisiológicas ao tratamento de frio diferiram daquelas obtidas na variedade Ace. Naquelas variedades, acréscimos de frio promoveram maiores percentagens de bulbos brotados e de plantas que floresceram, bem como redução no ciclo de florescimento (Roma e Sunray), maior número e comprimento de flores e maior altura de planta. As variedades asiáticas foram mais exigentes em frio para quebra de dormência dos bulbos e para que as plantas completassem o ciclo. Com 60 dias de vernalização, o florescimento ocorreu em 90, 75 e 20% das plantas das variedades Roma, Sunray e Gran Paradiso, respectivamente, indicando que, principalmente na variedade Gran Paradiso, os bulbos devem ser submetidos a períodos de vernalização superiores a 60 dias, com vistas à obtenção de melhores resultados de produção de flores.

ABSTRACT

ABREU, Renato Moraes, M.S., Universidade Federal de Viçosa, December, 2000. **Vernalization period effect on growth and flowering of four lily varieties.** Adviser: José Geraldo Barbosa. Committee Members: Fernando Pinheiro Reis and Mário Puiatti.

The influence of bulb cold treatment on plant growth and characteristics of flower production have been tested with the objective to achieve flowering control in *Lilium pumilum* of the varieties Roma, Sunray and Gran Paradiso, belonging to the Asiatic group, as well as the Ace variety *Lilium longiflorum*. The experiment was carried out in a greenhouse, in random blocks with subdivided parcels, in four repetitions. The treatments consisted in the parcels in five periods of bulb cold treatment (0, 15, 30, 45 and 60 days at $3 \pm 1^\circ \text{C}$) and in the subparcels in varieties. In the Ace variety, the environment greenhouse temperature brought forth taller plants and a natural vernalization of the not treated bulbs, thus producing more flowers. A longer bulb cold treatment period did not influence the percentage of shoot emergence, of flowering plants, nor of the bud length of this variety. However, the number of flowers, the inflorescence fresh matter weight and the plant height were reduced. The greatest advantage of bulb vernalization in this variety was a reduction of the flowering cycle of up to

187.3 days. The physiological response of the Ace variety to bulb cold treatment was different from the one observed among the Asiatic varieties. An increase of bulb cold treatment caused higher percentages of shoot emergence and flowering plants, a reduction of the flowering cycle (Roma and Sunray), more and longer flower buds and taller plants for these varieties. The Asiatic varieties were more demanding in cold treatment to break bulb dormancy and to complete the plant cycle. After 60 days of vernalization, flowering occurred in 90, 75 and 20% respectively of the plant varieties Roma, Sunray and Gran Paradiso. This suggests that mainly the Gran Paradiso variety bulbs must be submitted to bulb vernalization periods above 60 days, with the objective to achieve better results in flower production.

1. INTRODUÇÃO

Há milênios o lírio vem sendo cultivado como planta ornamental; em algumas culturas no Oriente, ele também está incluído na flora medicinal. A beleza de sua flor foi considerada por Jesus Cristo e mereceu destaque em seu discurso, mundialmente conhecido como “O Sermão do Monte”.

Na atualidade, a importância econômica mundial da produção e comercialização de lírios como flor de corte e em vaso ou mesmo em bulbos tem crescido em razão, principalmente, da grande diversidade de espécies e do surgimento de grande número de novos híbridos e variedades a partir de lírios dos grupos denominados orientais e asiáticos. As técnicas de armazenamento de bulbos e de vernalização que possibilitam o cultivo do lírio durante todo o ano, bem como a produção de clones por meio de cultura "in vitro" e a crescente demanda no mercado mundial, também favorecem a expansão de seu cultivo.

No Brasil, até fins dos anos 80 eram cultivadas quase que exclusivamente as variedades de lírios de cor branca para flor de corte, com o plantio ocorrendo em março e o florescimento natural em novembro. Em 1998, a importância da cultura do lírio para os agronegócios brasileiros foi da ordem de R\$12 milhões (AKI, 1998). O mercado brasileiro de lírios continua em expansão, a exemplo da Europa e América do Norte. Isso porque, a partir da década de 90, variedades asiáticas de colorações exuberantes foram introduzidas

no Brasil, quebrando a exclusividade do lírio de flor branca, pertencente à espécie *Lilium longiflorum*. A maior diversidade de cores, formas e tamanhos de flores de lírio no mercado brasileiro possibilitou a utilização de lírios em muitos eventos comemorativos. Dessa forma, o lírio passou a competir no mercado de flores com rosas, crisântemos e outras. Apesar de o mercado brasileiro para lírios ser promissor, ainda se conhece pouco sobre as respostas de produção dessas novas variedades, principalmente com respeito ao ciclo de florescimento. Entretanto, a importância do lírio para a pesquisa vem crescendo paralelamente à sua importância comercial.

O Brasil tem todas as condições para ser grande produtor e exportador de lírios, seja na forma de bulbos, plantas em vasos ou flores cortadas. Para tanto, torna-se indispensável desenvolver tecnologia adaptada às nossas condições, particularmente quanto ao controle do florescimento, visto ser este fator decisivo para definir o ciclo da cultura e a programação da comercialização.

Este trabalho objetivou verificar a influência da vernalização no florescimento e nas características de produção de flores de quatro variedades de lírio, visando possibilitar o controle programado do florescimento dessas variedades.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Lírio

Os lírios verdadeiros pertencem à família *Liliaceae* e ao gênero *Lilium*, constituindo quase 100 espécies e milhares de variedades (BEYER et al., 1984). ANDERSON (1986) relatou que o número de espécies na Ásia chega a 60, na América do Norte a 24 e na Europa a 12, aproximadamente. A maioria delas se distribui entre 10° e 60 °N (WILKINS e DOLE, 1997). São plantas bulbosas, com bulbos escamosos (BEYER et al.,1984) que produzem caules não-ramificados. Os bulbos são usados para produção de flores. Segundo ROH e SIM (1996), a propagação de lírios também pode ser conduzida assexuadamente por bulbilhos e escamas ou por multiplicação "in vitro", bem como sexuadamente, utilizando-se sementes.

Os lírios pertencentes à espécie *Lilium longiflorum* produzem flores brancas em forma de trombeta e exalam intensa fragrância. Na América do Norte (De HERTOIGH e WILKINS, 1971a e 1971b) e Europa (BEYER, 1984), as variedades dessa espécie são conhecidas como "Lírios da Páscoa". Os lírios de origem asiática são divididos em dois grupos. WILKINS e DOLE (1997) descreveram a diferença entre esses grupos de lírios: pertencem ao grupo dos "asiáticos" os lírios que produzem flores orientadas para cima, nas cores laranja,

vermelha, amarela, caramelo ou branca e praticamente não exalam fragrância. Os lírios denominados “orientais” produzem flores orientadas horizontalmente, nas cores vermelha, rosa ou branca, muito perfumadas.

De HERTOUGH (1996) relatou que, dentre as plantas bulbosas, o gênero *Lilium* é o quarto em importância comercial no mercado mundial de flores, vindo após a tulipa, o gladiolo e narciso.

O florescimento em *Lilium* foi induzido em câmara fria por PERTUIT e LINK (1971), utilizando bulbos. Porém, a maior dificuldade para produção de flores tem sido ajustar adequadamente esse tratamento com a data de plantio dos bulbos, a variedade e as condições ambientes (DOLE e WILKINS, 1994).

Bulbos de lírio podem ser armazenados por muitos meses à temperatura entre -4 e -1 °C (De HERTOUGH, 1989). Antes do congelamento dos bulbos de lírio é necessário que eles sejam resfriados a temperaturas positivas próximas de 0 °C. Dependendo da espécie e variedade, o tempo de resfriamento dos bulbos pode variar entre 9 e 12 semanas (McKENZIE, 1989). A técnica de armazenamento de bulbos de lírio possibilita seu cultivo em qualquer época do ano; entretanto, a influência desse tipo de armazenamento nas características de produção de flores ainda foi pouco estudada (WILKINS e DOLE, 1997).

A maioria dos estudos voltados para o controle programado do florescimento do lírio tem sido realizada com a espécie *Lilium longiflorum* (LEE et al., 1996). Todavia, pouco se conhece acerca do efeito do frio sobre as características de produção e o ciclo de lírios de origem asiática (LEE et al., 1996), bem como sobre a aplicação de fitorreguladores de crescimento e as exigências nutricionais e climáticas de cultivo.

2.2. Vernalização

O termo “vernalização”, do latim para o inglês, significa “springzation”, o que pode ser entendido como “tornar-se da primavera”. Com o tratamento em câmara fria, cultivares de inverno são convertidos em cultivares de primavera ou verão (SALISBURY e ROSS, 1992). O termo vernalização tem sido, algumas

vezes, mal empregado ao se referir a qualquer resposta fisiológica de planta devido ao frio ou mesmo a toda promoção de florescimento por qualquer tratamento, até mesmo dia longo (SALISBURY e ROSS, 1992). TAIZ e ZEIGER (1991) enfatizaram que a vernalização é o processo pelo qual o florescimento é induzido por meio de tratamento de frio.

Segundo SALISBURY e ROSS (1992), Melchers foi quem hipotetizou a produção de “vernalina”, substância que induz o florescimento em plantas exigentes em vernalização. Se a vernalina é realmente uma substância, então, ao enxertar uma planta vernalizada em outra não-vernalizada, a vernalina seria transferida com os fotoassimilados de uma para outra planta, e ambas floresceriam. Para testar essa hipótese, Melchers vernalizou plantas de meimendo (*Hyoscyamus niger*) e as enxertou por contato em outras plantas de meimendo nunca antes submetidas ao frio. A planta vernalizada permaneceu com folhas para servir de “doadora” de fotoassimilados e vernalina. A planta não-vernalizada foi desfolhada para servir de “receptora” de fotoassimilados e vernalina. Neste experimento, a hipótese de Melchers foi confirmada, uma vez que ambas as plantas floresceram. Porém, em muitas espécies de plantas exigentes em vernalização, a transmissão de estímulo não ocorre por enxertia.

Quando sementes de trigo de inverno (*Triticum*) foram vernalizadas e receberam posterior tratamento com inibidores de respiração, o florescimento não ocorreu em muitas plantas (CHOUARD e POIGNANT, 1951). CHOUARD (1952) relatou que água e oxigênio são requeridos para vernalização das sementes de meimendo e centeio de inverno (*Secale cereale*), uma vez que o florescimento não ocorreu nas plantas vernalizadas a seco e tampouco em sementes vernalizadas com suficiente suprimento de água em atmosfera com puro nitrogênio. Água, oxigênio e carboidratos são indispensáveis para vernalização em sementes de centeio de inverno: água para ativação de enzimas presentes na semente e oxigênio e carboidratos para o sistema respiratório (DEVLIN, 1975; BERNIER, 1988).

Há evidências de que as giberelinas estão relacionadas à vernalização de plantas e substituem o frio em plantas que crescem em forma de roseta, como no

caso do meimendro, indicando que a “vernalina” do experimento de Melchers possivelmente seja giberelina (TAIZ e ZEIGER, 1991). Em cenoura, o florescimento foi induzido quando as plantas foram mantidas a 17 °C durante oito semanas, ou com aplicações diárias de 10 µg de GA₃ por planta, durante esse mesmo período (LANG, 1957). DEVLIN (1975) argumentou que, em cenoura, giberelinas induzem alongamento de caule e, em consequência, ocorre a ativação dos fatores que promovem o florescimento. Em tulipas, a adição de giberelinas potencializa o alongamento de caule promovido pelo transporte basípeto de auxinas (OKUBO e UEMOTO, 1984). Ainda, o florescimento em plantas de tulipa pode ser induzido com aplicações de citocinina (SANIEWSKI, 1997). Segundo IMANISH (1997), o etileno pode estar relacionado à vernalização em tulipa, narciso (*Narcissus tazetta*) e *Lilium longiflorum* (PRINCE e CUNNINGHAM, 1991).

HARTLEY (1968), testando diferentes intensidades de temperaturas capazes de induzir o florescimento em *L. longiflorum*, relatou que o florescimento não ocorreu acima de 21 °C. Neste experimento, quando os bulbos foram submetidos a 21 °C, o número de dias para emergência de brotação sofreu redução sem, contudo, reduzir o número de dias para florescimento. As temperaturas efetivas para vernalização diferem entre espécies e variedades, ressaltando-se que em lírio, variedade Ace (*Lilium longiflorum*), os melhores resultados na produção de flores ocorreram quando os bulbos foram expostos a 4,5 °C, durante seis semanas (WANG et al., 1970). Segundo WILKINS e DOLE (1997), foram necessárias seis semanas de frio (4,5 a 20 °C) para ocorrer o florescimento em *Lilium longiflorum*, mas o intervalo de 4,5 a 7,5 °C foi considerado ótimo. HOLCOMB et al. (1989) relataram que, dependendo da variedade, os melhores resultados de produção de flores foram obtidos quando os bulbos de lírio asiáticos foram submetidos a temperaturas entre 2 e 5 °C durante 6 a 10 semanas e 2 a 4 °C durante 8 a 10 semanas, no caso de lírios orientais.

Nas variedades asiáticas o frio também é requerido para indução do florescimento, além de promover a quebra de dormência dos bulbos (ROH, 1985; CHOI et al., 1996), motivo pelo qual se procuraram determinar as melhores

combinações entre tempo e temperatura para o tratamento dos bulbos de cada espécie e variedade em função do local e da época de cultivo. Entretanto, o efeito do tratamento em câmara fria nas características de produção de flores e no ciclo das variedades asiáticas ainda foi pouco estudado (SANG et al., 1996).

WANG et al. (1970) relataram que o tratamento dos bulbos de lírio da variedade norte-americana Ace (*Lilium longiflorum*) a 4,5 °C, durante seis semanas, promoveu maior altura de planta, reduziu o número de dias para emergência e florescimento e diminuiu o número de folhas e flores por planta. Com a redução no ciclo da cultura, a quantidade total de fotoassimilados sofreu redução; em consequência, o número de flores e folhas por planta também foi reduzido. Nesse mesmo experimento, quando a vernalização dos bulbos estendeu-se por 18 semanas, ocorreu redução no número de dias para a emergência de plantas e não induziu alongamento de entrenós.

Na variedade Ace, o tratamento dos bulbos a $5,5 \pm 1$ °C, durante seis semanas, promoveu precocidade de uma semana para o florescimento (De HERTOOGH et al., 1976). A maior precocidade para abertura de flor, segundo PARRELLA et al. (1981), indica maior eficiência da vernalização em acelerar o processo de maturação da planta.

Nas variedades asiáticas de lírio Kiyutsu-beni e Enchantment, ROH (1985) verificou que acréscimos no período de vernalização induziram acréscimos no número de flores em Enchantment, e o ciclo de florescimento foi reduzido em ambos. Diferentemente das respostas obtidas em *Lilium longiflorum*, em lírios asiáticos o número de flores não foi influenciado por DL (ROH e WILKINS, 1977), indicando que a vernalização definiu o número de células do meristema apical à diferenciação em órgão reprodutivo.

O tratamento dos bulbos de lírio (*Lilium longiflorum*) variedade Nellie White, à temperatura de $5,5 \pm 1$ °C, durante seis semanas e ausência de luz, proporcionou rápida e uniforme emergência e florescimento e redução no número de flores e de folhas por planta, na altura da planta e no número de dias para o florescimento (DOLE e WILKINS, 1994). A uniformização nas datas para o florescimento das plantas favorece a programação da comercialização.

Em experimentos com lírios, LEE et al. (1996) classificaram híbridos asiáticos (*Lilium x elegans* Thunb.) em três grupos distintos, segundo a cor da flor e a precocidade para o florescimento. No grupo (A) foram incluídos os híbridos que produzem flores brancas e de florescimento mais tardio; no grupo (B), aqueles com flores variando de vermelho a laranja e de florescimento intermediário; e no grupo (C), aqueles com flores amarelas e de florescimento precoce. Os bulbos foram submetidos à temperatura de 5 °C, durante 0, 2, 4, 6, 8 e 10 semanas. Em cada grupo foram necessários períodos de frio superiores a quatro semanas para induzir redução no número de dias para emergência e florescimento, 100% de florescimento e acréscimo no número de flores. Na ausência e com duas semanas em câmara fria, a emergência de planta foi muito pequena, comparada com a de bulbos submetidos a períodos de no mínimo quatro semanas. Acréscimo no período de resfriamento proporcionou maior comprimento de pétalas nos híbridos de florescimento intermediário e menor naqueles de florescimento precoce (LEE et al., 1996).

A temperatura de cultivo afeta o crescimento e o desenvolvimento de plantas em *Lilium longiflorum* (ROH e WILKINS, 1977). Temperaturas inferiores a 18 °C no interior da casa de vegetação podem retardar a iniciação floral (DOLE e WILKINS, 1994). Ainda, a influência da diferença entre as temperaturas diurnas e noturnas (DIF) influi no alongamento celular e na expansão de folhas em *Lilium longiflorum* Thunb. variedade Nellie White, porém a influência de DIF ainda não foi esclarecida (ERWIN et al., 1994).

O fotoperíodo é uma alternativa para substituir parcialmente o tratamento em câmara fria. Em bulbos de lírio oriental, variedade San Souci, submetidos a nove semanas de resfriamento ou seis semanas + 3 de DL em pós-emergência, as plantas não diferiram quanto ao número de dias para o florescimento. O tratamento de DL foi realizado com interrupções à noite, com luz de lâmpada incandescente (GRUEBER e WILKINS, 1983). Nas variedades asiáticas de lírio Kiyutsu-beni e Enchantment, a combinação da vernalização dos bulbos e DL em pós-emergência induziu antecipação e maior uniformidade para florescimento, comparadas às plantas que receberam apenas vernalização nos bulbos (ROH,

1985). Na variedade de lírio Nellie White (*Lilium longiflorum*), DOLE e WILKINS (1994) relataram que o florescimento ocorreu em 100% das plantas provenientes de bulbos submetidos à combinação de 3/3 (semanas de frio/semanas de DL em pós-emergência). As plantas que receberam combinações de 5/1, 4/2 e 3/3 floresceram ao mesmo tempo ou mais cedo, comparadas àquelas cujos bulbos foram submetidos a seis semanas em câmara fria. O tratamento DL substituiu apenas em parte o tratamento em câmara fria da variedade Nellie White (DOLE e WILKINS, 1994).

3. MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Setor de Floricultura da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG, no período de 30.12.1996 a 09.07.1997. Foram utilizados bulbos de lírio das variedades Roma, Sunray e Gran Paradiso, pertencentes ao grupo asiático e à espécie *Lilium pumilum*, e da variedade norte-americana Ace, pertencente à espécie *Lilium longiflorum*, todos provenientes do Setor de Floricultura da UFV (Figuras 1, 2, 3 e 4).

A variedade Ace produz flores brancas em forma de trombeta, orientadas horizontalmente e muito perfumadas (Figura 1).

A variedade Gran Paradiso produz flores de cor laranja orientadas para cima e praticamente não exalam perfume (Figura 2).

A variedade Roma produz flores de cor creme-clara orientadas para cima e não exalam perfume (Figura 3).

A variedade Sunray produz flores amarelas. A pigmentação escura na superfície adaxial das tépalas são grãos de pólen aderidos (Figura 4).

Os bulbos dessas variedades foram separados em cinco lotes, correspondendo aos períodos de vernalização. Cada um foi constituído de 160 unidades de bulbos, sendo 40 bulbos/variedade. O lote de bulbos não-vernalizados foi plantado em 30.12.1996. Os outros quatro lotes de bulbos foram



Figura 1 – Variedade Ace (*Lilium longiflorum*).



Figura 2 – Variedade Gran Paradiso (*Lilium pumilum*).



Figura 3 – Variedade Roma (*Lilium pumilum*).



Figura 4 – Variedade Sunray (*Lilium pumilum*).

acondicionados em sacos de polietileno pretos perfurados. Para cada lote de bulbo embalado foram usados, aproximadamente, 160 ml de vermiculita embebida em água, para evitar possível desidratação dos bulbos. Depois de embalados, os bulbos foram levados, em 30.12.1996, para câmara fria à temperatura de $3,0 \pm 1$ °C, onde permaneceram por períodos de 15, 30, 45 e 60 dias. Após cada período, eles foram retirados da câmara fria e plantados. Os plantios ocorreram em 14.01, 29.01, 13.02 e 28.02.1997, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com os tratamentos dispostos no modelo em parcelas subdivididas. Os tratamentos, nas parcelas, foram constituídos de cinco períodos de vernalização (0, 15, 30, 45 e 60 dias). As subparcelas foram formadas pelas quatro variedades (Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace). Foram utilizadas quatro repetições, obtendo-se 80 unidades experimentais. Cada unidade constou de 10 bulbos plantados no espaçamento de 20 x 20 cm em duas linhas. As características de massa de matéria fresca e perímetro de bulbos de cada variedade são apresentadas no Quadro 1. No plantio dos bulbos foram preparados canteiros com 1,0 m de largura, elevados 20 cm do nível do solo. A profundidade de plantio dos bulbos foi de aproximadamente 8 cm. Como substrato foi utilizada a mistura solo e areia na proporção de 3:1. Para cada m² de canteiro foram aplicados 100 g de superfosfato simples, 30 g de cloreto de potássio e 10 litros de esterco curtido de gado. Aos 35 e 70 dias após o plantio, foram aplicados, em cobertura, 20 g de sulfato de amônia e 5 g de cloreto de potássio para cada m² de canteiro.

Quadro 1 – Valores médios de massa de matéria fresca e perímetro de bulbos das quatro variedades de lírio utilizadas no experimento. Viçosa, MG, 1997

*Características	Variedades			
	Roma	Sunray	Gran Paradiso	Ace
Perímetro (cm)	13,93	13,43	12,27	14,57
Massa de matéria fresca (g)	10,17	7,15	7,62	11,05

*Foram avaliadas amostras contendo 30 bulbos de cada variedade.

As temperaturas máximas e mínimas dentro da casa de vegetação foram registradas diariamente (Figura 5) em termômetros instalados ao nível do solo.

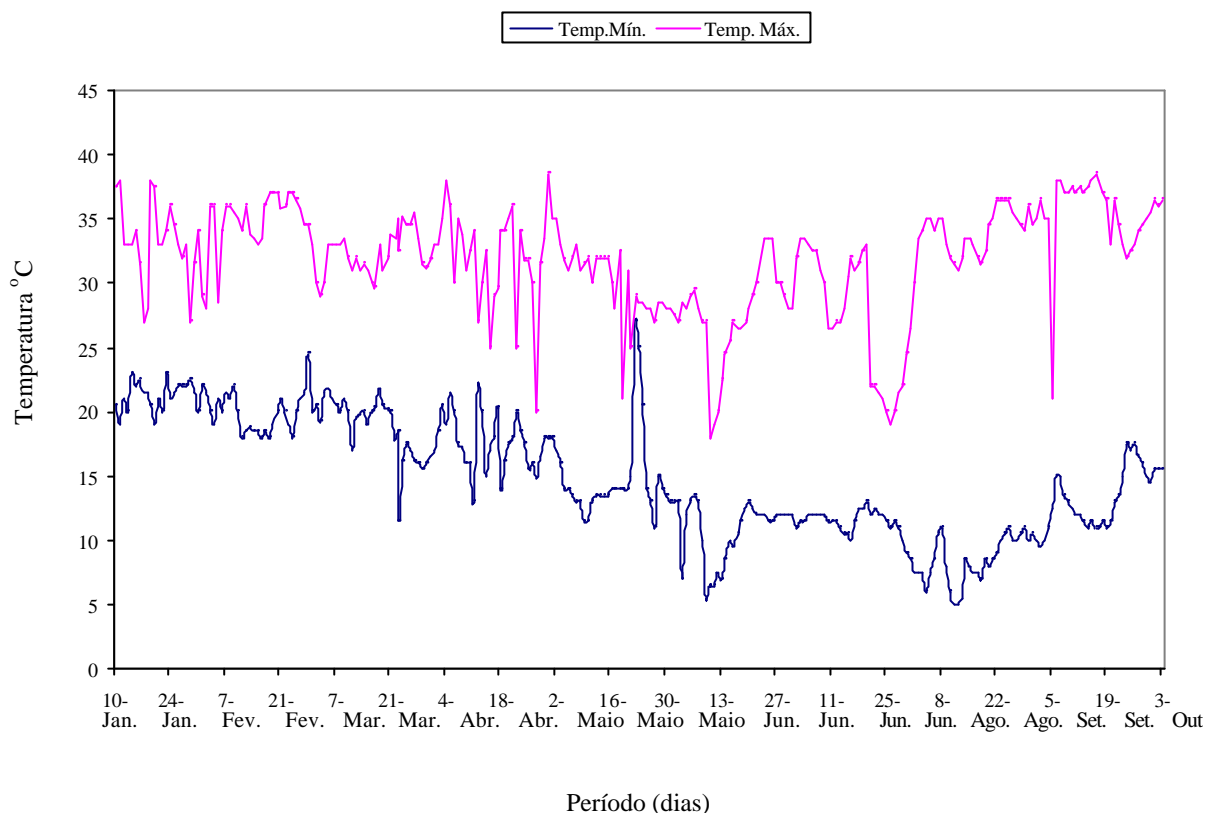


Figura 5 – Temperaturas máximas e mínimas na casa de vegetação durante o experimento de controle do florescimento em lírio das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace. Viçosa, MG, 1997.

A colheita das plantas que floresceram foi realizada na data de abertura da primeira sépala da inflorescência de cada planta, o que coincidiu com o ciclo de florescimento delas. As plantas que não floresceram foram colhidas em 09.07.1997. Até esta data, os dados foram registrados diariamente entre as 9 e as 11 h, para avaliação das seguintes características:

a) Número de dias para emergência das brotações: foram somados os dias a partir da data de plantio dos bulbos até o rompimento da camada

superficial do solo pela gema apical de cada bulbo brotado. O número total de dias para emergência foi dividido pelo número total de bulbos brotados.

b) Percentagem de bulbos brotados: foram contados todos os bulbos brotados, em relação ao número de bulbos plantados, vezes 100.

c) Ciclo de florescimento: foi obtido pela soma do número de dias compreendidos entre o plantio dos bulbos e a abertura da primeira sépala da inflorescência de cada planta. O número total de dias obtido foi dividido pelo número total de plantas que floresceram.

d) Percentagem de plantas colhidas: o número total de plantas colhidas foi dividido pelo número de bulbos plantados vezes 100.

e) Percentagem de plantas que floresceram: foi obtida pela contagem do número total de plantas que floresceram, em relação ao número de bulbos plantados.

f) Número de flores por planta: foi contado o número de flores da inflorescência de cada planta. A soma dos valores parciais encontrados foi dividida pelo número total de plantas que floresceram.

g) Massa de matéria fresca da inflorescência: a leitura da massa de matéria fresca de inflorescência foi feita na data de colheita de cada planta. As flores foram separadas na inserção do pedúnculo e os pedúnculos, eliminados. A soma dos valores parciais em grama de cada inflorescência foi dividida pelo número de plantas que floresceram.

h) Comprimento de botão floral: a medida em centímetros foi tomada na data de colheita de cada planta. Considerou-se o comprimento compreendido desde a extremidade das pétalas até a inserção da flor ao pedúnculo. A soma dos comprimentos de flores foi dividida pelo número total de flores.

i) Altura de planta: foi obtida, tomando-se a medida de todo o caule clorofilado, desde a transição da parte aclorofilada, que estava abaixo do nível do solo, até a extremidade da flor mais alta na inflorescência. A medida foi feita na data de colheita de cada planta.

Foram ajustadas equações de regressão para avaliar o efeito do período de frio sobre as características estudadas. Os valores médios das características de produção, para cada variedade, dentro de cada período de frio, foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Número de dias para emergência de brotações

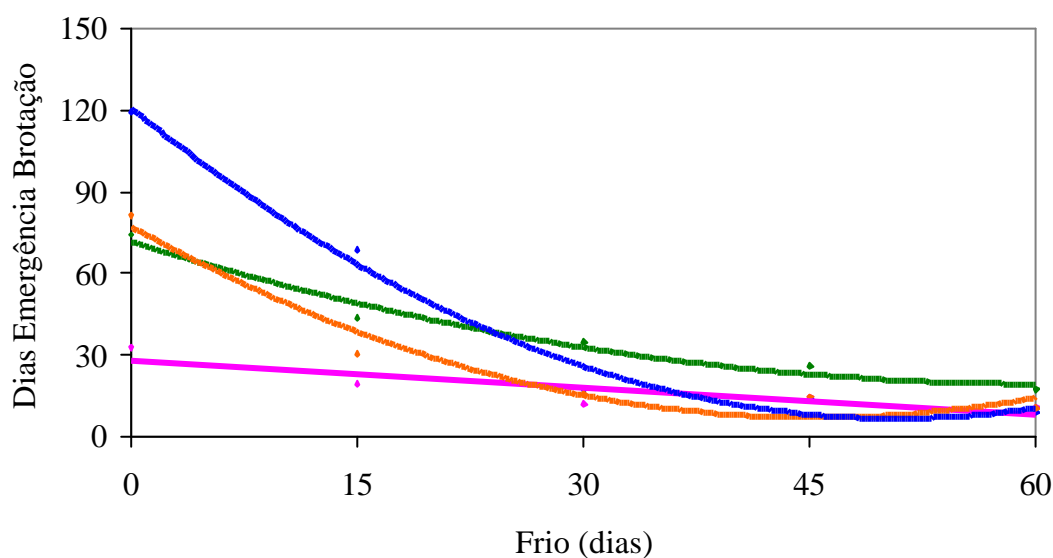
A duração do ciclo da cultura depende, em parte, da precocidade para emergência da brotação. ROH (1985) relacionou emergência de brotação com quebra de dormência dos bulbos em variedades asiáticas de lírio. Na ausência de frio, a maior precocidade para emergência ocorreu na variedade Sunray, seguida das variedades Roma e Gran Paradiso e, por último, da Ace (Quadro 2). Quando submetidas a 30 dias de vernalização, as variedades Sunray, Gran Paradiso e Ace não diferiram entre si e foram mais precoces, em comparação com a variedade Roma. A uniformidade na emergência das brotações dos bulbos entre as variedades estudadas ocorreu quando os bulbos foram submetidos a 45 dias em câmara fria, ocorrendo o mesmo em 60 dias de frio (Quadro 2).

Nas quatro variedades, acréscimos nos períodos de câmara fria promoveram redução do número de dias para emergência das brotações. A maior precocidade para emergência em resposta ao período em câmara fria ocorreu na variedade Ace, seguida, respectivamente, das variedades asiáticas Gran Paradiso, Roma e Sunray (Figura 6). Tais resultados estão em conformidade com os dados obtidos por WANG et al. (1970) na variedade Ace (*L. longiflorum*) e DOLE e WILKINS (1994) na variedade Nellie White (*L. longiflorum*), os quais relataram

Quadro 2 – Número de dias para emergência das brotações em bulbos de lírio das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace submetidas a diferentes períodos em câmara fria

Variedades	Câmara fria (dias)				
	0	15	30	45	60
Roma	74,0 b	43,3 b	34,7 a	25,6 a	17,5 a
Sunray	32,8 c	19,2 c	12,0 b	14,7 a	10,7 a
Gran Paradiso	81,2 b	30,2 b c	15,6 b	14,5 a	10,4 a
Ace	119,4 a	68,3 a	17,5 b	13,9 a	8,8 a

Dentro da coluna, médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%).



◆	— Roma	$\hat{Y} = 71,5411 - 1,7214**V + 0,0142 *V^2$	$R^2 = 0,97$
◆	— Sunray	$\hat{Y} = 27,6315 - 0,3252 *V$	$R^2 = 0,74$
◆	— Gran Paradiso	$\hat{Y} = 77,2156 - 3,0949 **V + 0,03409 **V^2$	$R^2 = 0,95$
◆	— Ace	$\hat{Y} = 120,6110 - 4,4910**V + 0,0442 **V^2$	$R^2 = 0,98$

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Figura 6 – Estimativa do número de dias para emergência de brotações em bulbos de lírio das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace, em função do número de dias em câmara fria.

que acréscimos nos períodos de câmara fria provocaram decréscimos no número de dias para emergência das plantas. Quando os bulbos da variedade Ace foram submetidos a 0 e 60 dias em câmara fria, a emergência estimada de plantas da variedade Ace ocorreu com 120,6 e 10,3 dias, respectivamente, significando redução superior a 91,5% (Figura 6). HARTLEY (1968) relatou que, quando bulbos de *L. longiflorum* foram submetidos à temperatura de 21 °C durante seis semanas, o número de dias para emergência de brotações sofreu redução. Possivelmente, na ausência da câmara fria o período de 120,6 dias requeridos para emergência de brotação (Figura 6) foi suficiente para ocorrer acúmulo de baixas temperaturas (Figura 5), que induziram a quebra de dormência da gema apical dos bulbos da variedade Ace (Quadro 2 e Figura 6).

4.2. Percentagem de bulbos brotados

Maiores percentagens de bulbos brotados fornecem indicativo da eficiência do período em câmara fria aplicado aos bulbos para quebra de dormência sem que, obrigatoriamente, ocorresse estímulo à vernalização. Segundo ROH (1985) e SANG et al. (1996), a quebra de dormência de bulbos de híbridos asiáticos é induzida com tratamento em câmara fria.

Na ausência da câmara fria, as maiores percentagens de bulbos brotados ocorreram nas variedades Gran Paradiso e Ace, que não diferiram entre si (Quadro 3). Esses resultados evidenciam a menor exigência de resfriamento dessas variedades, comparadas às variedades Roma e Sunray. A maior percentagem de bulbos brotados nas variedades Gran Paradiso e Ace provavelmente esteja relacionada ao maior número de dias necessários para emergência das brotações nessas variedades (Quadro 2). O maior período de exposição a baixas temperaturas noturnas compreendido entre o plantio e a emergência dos bulbos (Figura 5) foi, provavelmente, o principal fator de emergência de brotação dos bulbos não-tratados em câmara fria (Quadro 3). O frio natural induziu brotação em 100% dos bulbos da variedade Ace, a qual não diferiu da variedade Gran Paradiso. Nas variedades Roma e Sunray, o frio natural induziu a quebra de dormência parcial em, respectivamente, 60 e 65% dos bulbos, porém não diferiram entre si.

Quadro 3 – Percentagem de bulbos brotados de lírio das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace submetidas a diferentes períodos de frio

Variedades	Câmara fria (dias)				
	0	15	30	45	60
Roma	60,0 b	65,0 b	97,5 a	100,0 a	100,0 a
Sunray	65,0 b	62,5 b	97,5 a	100,0 a	100,0 a
Gran Paradiso	95,0 a	77,5 a b	97,5 a	100,0 a	100,0 a
Ace	100,0 a	86,7 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a

Dentro da coluna, médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%).

Quando se usou a câmara fria por 15 dias, as maiores percentagens de bulbos brotados ocorreram nas variedades Ace e Gran Paradiso.

Não houve diferença entre as variedades quanto à brotação de bulbos nos períodos com 30, 45 e 60 dias em câmara fria, evidenciando que o frio na intensidade aplicada, durante 30 dias, foi suficiente para induzir a brotação dos bulbos. Em regime de 45 e 60 dias em câmara fria, houve indução de brotação em 100% dos bulbos (Quadro 3).

Nas variedades Roma, Sunray e Gran Paradiso, o aumento no número de dias de vernalização proporcionou aumento na percentagem de bulbos brotados, o que pode implicar maiores produtividades e maiores lucros na produção comercial de lírios. De acordo com esses resultados, o resfriamento em câmara fria, além de induzir o florescimento, está relacionado com a quebra de dormência das gemas dos bulbos dos lírios asiáticos estudados, tendo as variedades Roma e Sunray desempenho semelhante e sido mais exigentes de frio para quebra de dormência dos bulbos. Na variedade Ace, independentemente do período na câmara fria, a média estimada de bulbos brotados foi de 97,3% (Figura 7), ou seja, o frio natural foi suficiente para promover a quebra de dormência dos bulbos dessa variedade.

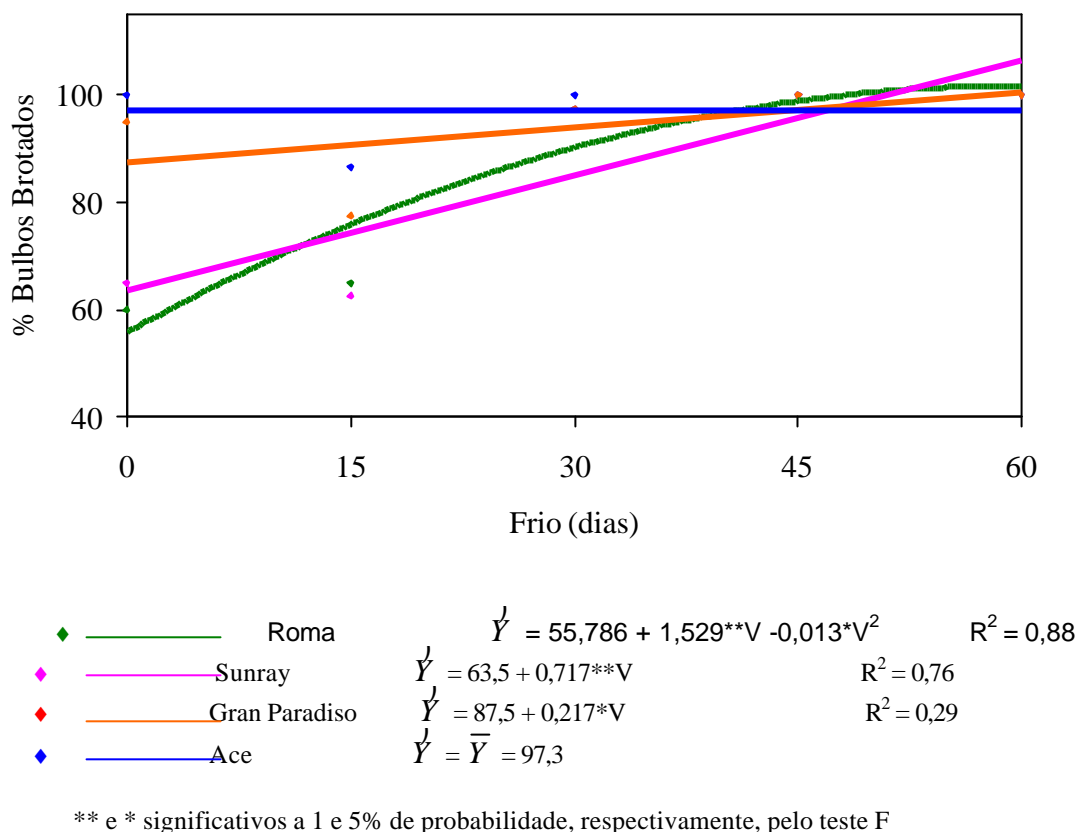


Figura 7 – Percentagem de bulbos de lírio brotados das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace, em função do número de dias em câmara fria.

4.3. Ciclo de florescimento

TAIZ e ZEIGER (1991) e SALISBURY e ROSS (1992) enfatizaram que a vernalização é o processo pelo qual o florescimento é induzido por meio de tratamento com frio. Portanto, com exceção do florescimento, o termo vernalização estará incorreto se referido a qualquer resposta fisiológica de plantas por influência do frio (SALISBURY e ROSS, 1992).

A indução ao florescimento por vernalização envolve carboidratos, água e oxigênio para ativação do sistema respiratório (CHOUARD et al., 1951, 1952; DEVLIN, 1975; BERNIER, 1988), balanço na concentração de giberelinas (LANG, 1957; DEVLIN, 1975; OKUBO e UEMOTO, 1984; TAIZ e ZEIGER,

1991), citocininas (SANIEWSKI et al., 1997) e etileno (PRINCE e CUNNINGHAM, 1991; IMANISHI, 1997). As mudanças fisiológicas induzidas pelo estímulo da vernalização podem influenciar a precocidade para iniciação floral e abertura de flor. Segundo PARRELLA et al. (1981), a maior precocidade para abertura de flor pode ser indicativo da eficiência da vernalização em acelerar o processo de maturação da planta.

A principal dificuldade na produção comercial de flores de lírio está em uniformizar a maturação das plantas e fazer coincidir a colheita com as datas de maior procura no mercado. No entanto, quanto menor o ciclo de florescimento, menor o tempo de ocupação da área física em casa de vegetação. DOLE e WILKINS (1994) relataram que a vernalização induziu florescimento rápido e uniforme na variedade Nellie White (*Lilium longiflorum* Thunb.), o que favorece a programação da comercialização.

Na variedade Ace, com 0 e 15 dias de vernalização, a duração do ciclo de florescimento foi de 254,2 e 219,17 dias, respectivamente. Nesses períodos não foram realizadas análises estatísticas pelas seguintes razões: as plantas brotadas nas variedades Roma e Sunray não completaram o ciclo (Quadro 4); na variedade Gran Paradiso, os ciclos de florescimento foram de 162,5 e 112,5 dias, respectivamente, entretanto o número de plantas que floresceu foi muito reduzido e a dispersão dos dados, grande.

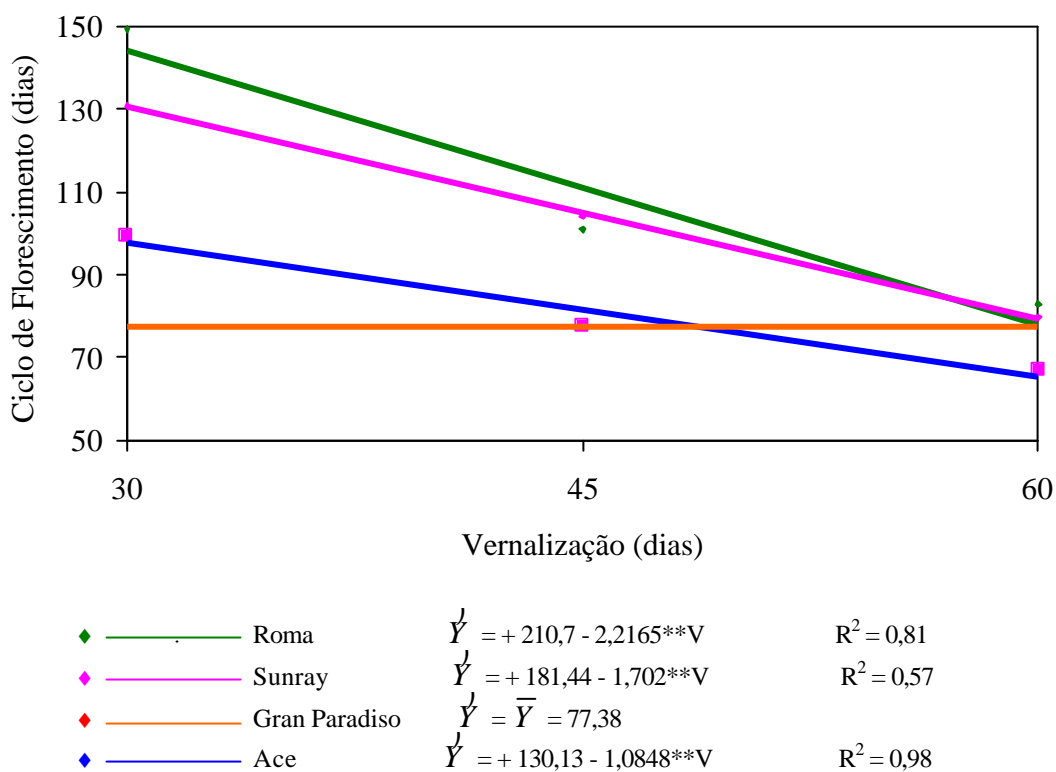
Com 30 dias de vernalização, as variedades Ace e Gran Paradiso não diferiram entre si quanto ao ciclo de florescimento, porém foram mais sensíveis à vernalização, se comparadas às variedades Roma e Sunray. Com 45 dias de vernalização, as variedades asiáticas não diferiram entre si, mas na variedade Sunray o ciclo de florescimento foi maior, em comparação com a variedade Ace. Com 60 dias de vernalização, as variedades estudadas não diferiram com relação a essa característica (Quadro 4).

Na ausência de vernalização, o ciclo de florescimento na variedade Ace foi de 254,2 dias, sendo 119,4 dias requeridos somente para emergência de brotação (Quadro 2); porém, quando os bulbos foram submetidos a 60 dias de vernalização, o ciclo de florescimento foi de 66,9 dias (Quadro 4 e Figura 8).

Quadro 4 – Ciclo de florescimento das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace submetidas a diferentes períodos de vernalização

Variedades	Vernalização (dias)		
	30	45	60
Roma	149,2 a	100,8 a b	82,7 a
Sunray	130,8 a	104,0 a	79,7 a
Gran Paradiso	77,0 b	80,0 a b	75,1 a
Ace	99,5 b	77,4 b	66,9 a

Dentro da coluna, médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%).



** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Figura 8 – Estimativa do ciclo de florescimento das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace, em função do número de dias de vernalização.

Portanto, a vernalização por 60 dias induziu redução de 187,3 dias no ciclo de florescimento. Essa redução ocorreu, provavelmente, porque a vernalização acelerou a respiração. Entretanto, a quantidade de dias em câmara fria desta variedade dependerá da resposta quanto à qualidade da haste e da inflorescência. Nas variedades Roma e Sunray, aumentos nos números de dias de vernalização também reduziram o ciclo de florescimento. Com relação a essa variável, 60 dias de vernalização não induziram respostas significativas na variedade Gran Paradiso (Figura 8). Como essas variedades têm grande potencial de mercado, mas ainda foram pouco estudadas (LEE et al., 1996), torna-se necessário testar períodos de vernalização superiores a 60 dias para que, possivelmente, essas variedades venham expressar suas características de produção próximas do ideal.

4.4. Percentagem de plantas colhidas

A percentagem de plantas colhidas dependerá da quebra de dormência dos bulbos e do florescimento das plantas brotadas (CHOI et al., 1996), bem como do número de plantas que permaneceram vegetando.

Na ausência e com 15 dias em câmara fria, o maior percentual de plantas colhidas ocorreu na variedade Ace, seguida da Gran Paradiso. Quando os bulbos foram submetidos a 30 dias em câmara fria, a colheita foi possível em pelo menos 50% das plantas na variedade Sunray.

Com 45 e 60 dias em câmara fria, não houve diferença entre as variedades quanto à percentagem de plantas colhidas (Quadro 5).

Nas variedades Roma, Sunray e Gran Paradiso, sem e com até 30 dias em câmara fria, a quebra de dormência não atingiu 100% dos bulbos, resultando em emergência parcial de brotação nesse intervalo (Quadro 3). Nessas variedades ocorreu mortalidade de plantas em cada período em câmara fria estudado, com exceção da variedade Roma, com 60 dias (Quadro 5). Possivelmente, a vernalização insuficiente dessas variedades promoveu balanço desfavorável na concentração de carboidratos e fitorreguladores de crescimento, comprometendo

Quadro 5 – Percentagem de plantas colhidas de lírio das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace, submetidas a diferentes períodos em câmara fria

Variedades	Câmara fria (dias)				
	0	15	30	45	60
Roma	0 c	2,5 c	70,0 b c	85,0 a	100,0 a
Sunray	0 c	0 c	50,0 c	87,5 a	97,5 a
Gran Paradiso	60,0 b	50,0 b	90,0 a b	90,0 a	90,0 a
Ace	100,0 a	86,7 a	100,0 a	100,0 a	100,0 a

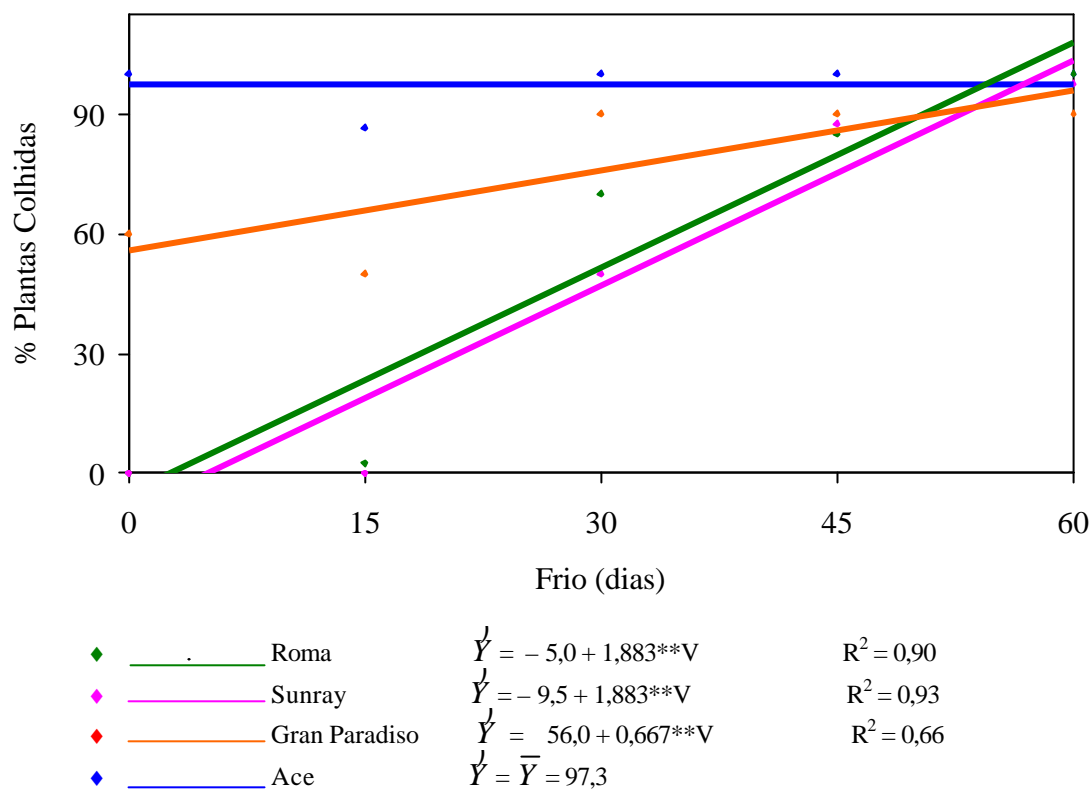
Dentro da coluna, médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%).

o vigor das plantas. Por essa razão, as plantas menos vigorosas morreram em razão de possíveis fatores desfavoráveis de ambiente. Portanto, o resfriamento dos bulbos foi indispensável para induzir a brotação e possibilitar que as plantas dessas variedades completassem seu ciclo (Quadros 3 e 5).

O acréscimo no número de dias de vernalização das variedades Roma, Sunray e Gran Paradiso proporcionou aumento no número estimado de plantas colhidas (Figura 9), evidenciando o efeito favorável do frio na brotação dos bulbos e no vigor das plantas. Ainda com relação a esta característica, as variedades Roma e Sunray tiveram comportamento semelhante e foram mais responsivas ao tratamento em câmara fria, enquanto a variedade Ace não apresentou respostas com diferenças significativas (Figura 9). Todavia, na variedade Ace, aumentos nos períodos de vernalização foram justificados pelo fato de reduzirem os ciclos de brotação e de florescimento (Figuras 6 e 8).

4.5. Percentagem de plantas que floresceram

Quanto maior a eficiência da vernalização dos bulbos, maior o número de plantas induzidas ao florescimento. Portanto, espera-se que, na produção de flores de lírio, a vernalização induza florescimento uniforme em 100% das plantas, para garantir maior lucratividade e melhor planejamento na comercialização.



** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Figura 9 – Estimativa da porcentagem de plantas colhidas das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace, em função do número de dias em câmara fria.

Na variedade Ace, na ausência de frio ocorreu brotação em 100% dos bulbos (Quadro 3), e todas as plantas floresceram (Quadro 6). Provavelmente, a ocorrência desses resultados deve-se ao acúmulo de temperaturas baixas ocorridas durante o cultivo (Figura 5). O período de frio requerido para indução da vernalização foi possível em razão do maior número de dias para emergência de brotação (Quadro 2 e Figura 6) e florescimento (Quadro 4 e Figura 8). Dessa forma, foram induzidas quebra de dormência nos bulbos e vernalização das plantas. Esses resultados caracterizam a menor exigência de vernalização da variedade Ace para florescimento das plantas. Na ausência de vernalização e com 15, 30 e 45 dias em câmara fria ocorreu maior porcentagem de plantas com flores na variedade Ace (Quadro 6).

Quadro 6 – Percentagem de plantas de lírio que floresceram das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace, submetidas a diferentes períodos de vernalização

Variedades	Vernalização (dias)				
	0	15	30	45	60
Roma	0 c	0 c	20 b c	75 b	90 a b
Sunray	0 c	0 c	35 b	70 b	75 b
Gran Paradiso	5 b	5 b	7 c	12 c	20 c
Ace	100 a	87 a	97 a	100 a	100 a

Dentro da coluna, médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%).

Com 60 dias de vernalização, as variedades Roma e Ace não diferiram. Nesse período de vernalização, a maior percentagem de plantas com flores foi induzida na variedade Ace, comparada às variedades Sanray e Gran Paradiso (Quadro 6).

Quando as variedades asiáticas foram submetidas a 45 e 60 dias de vernalização, as variedades Roma e Sunray floresceram em maior percentagem que a variedade Gran Paradiso, as quais não diferiram entre si (Quadro 6).

Em cada período de vernalização estudado, entre as plantas colhidas (Quadro 5) das variedades asiáticas, houve plantas que não produziram flores (Quadro 6), sendo fenômeno mais evidenciado na variedade Gran Paradiso. Nesta variedade, com 45 e 60 dias de vernalização, o florescimento foi induzido em apenas 12 e 20% das plantas, respectivamente (Quadro 6).

Dentro de 60 dias de vernalização, o florescimento não foi induzido em 100% das plantas das variedades asiáticas. Entretanto, nesse período de vernalização a variedade asiática Roma, com 90% de florescimento, não diferiu da norte americana Ace, com 100% de florescimento (Quadro 6). Esses resultados estão em concordância com relatos de LEE et al. (1996), que, em experimentos com híbridos asiáticos, observaram ser necessário maior período de vernalização para indução total do florescimento desses híbridos.

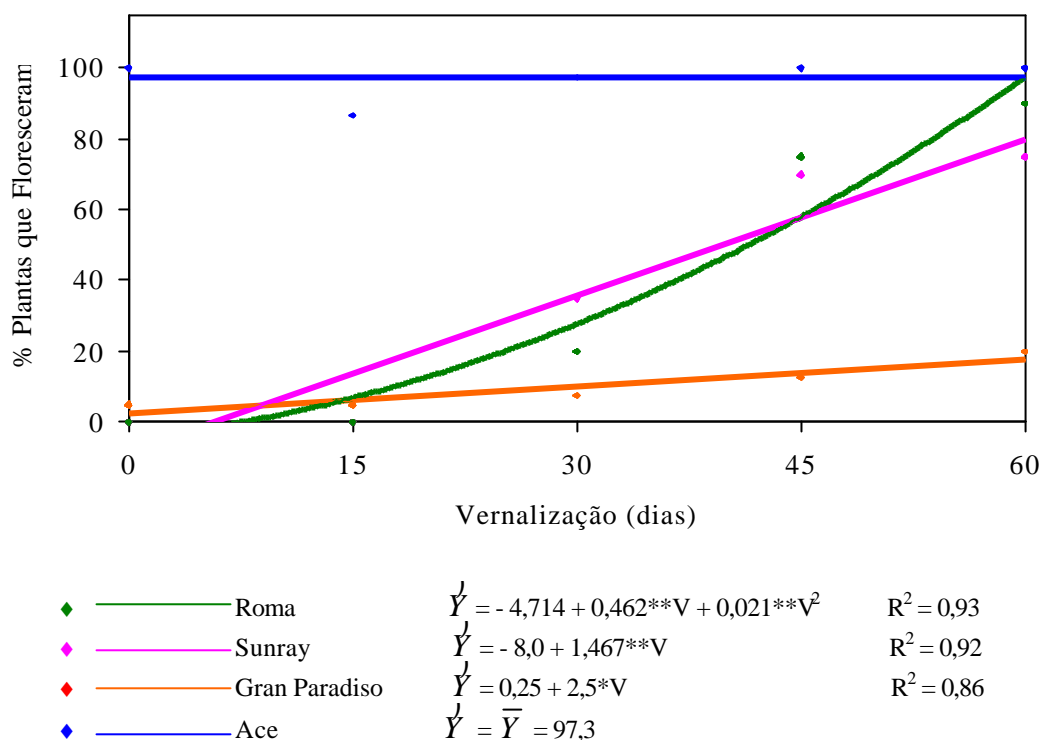
A indução ao florescimento é primordial para produção de plantas de lírio visando à sua comercialização em vaso ou como flor cortada. Nas variedades Roma e Sunray, maiores percentagens de plantas floridas foram obtidas à medida que se aumentou o período de vernalização. Resultado semelhante foi obtido com a variedade Gran Paradiso, todavia o florescimento máximo de plantas foi de apenas 20% com 60 dias de vernalização.

Independentemente do período em câmara fria, o percentual estimado de plantas com flores da variedade Ace foi constante e igual a 97,3, indicando a maior sensibilidade dessa variedade ao frio, devido à ocorrência da vernalização natural (Figura 10). WANG et al. (1970) também relataram que o número de dias para florescimento e antese sofreu redução quando os bulbos de lírio da variedade Ace foram vernalizados por até seis semanas a 4,4 °C e que essas reduções, possivelmente, estão relacionadas com queda no número de flores produzidas.

4.6. Número de flores por planta

Quando os bulbos foram submetidos a 0 ou 15 dias de vernalização, maior número de flores foi obtido na variedade Ace. Com relação a essa mesma característica, não houve diferença entre variedades quando os bulbos foram vernalizados por 30 ou 45 dias.

Em 60 dias de vernalização, as variedades asiáticas não diferiram entre si, mas a variedade Gran Paradiso apresentou maior número de flores por planta, em comparação com a variedade Ace. Resultado inverso foi observado na ausência da vernalização (Quadro 7). Esses resultados evidenciam a maior resposta das variedades asiáticas à vernalização quanto a essa característica, além da influência positiva na precocidade para emergência e vigor das brotações. Nas variedades asiáticas, a vernalização foi imprescindível na indução da diferenciação das gemas vegetativas e reprodutivas, favorecendo a produção de flores.



** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Figura 10 – Estimativa da porcentagem de plantas que floresceram das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace, em função do número de dias de vernalização.

Quadro 7 – Número de flores por planta de lírio das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace, submetidas a diferentes períodos de vernalização

Variedades	Vernalização (dias)				
	0	15	30	45	60
Roma	0 c	0 c	2,3 a	2,8 a	3,6 a b
Sunray	0 c	0 c	2,9 a	2,6 a	3,0 a b
Gran Paradiso	1.2 b	1,5 b	1,2 a	1,6 a	3,8 a
Ace	5.2 a	4,6 a	2,4 a	2,3 a	1,9 b

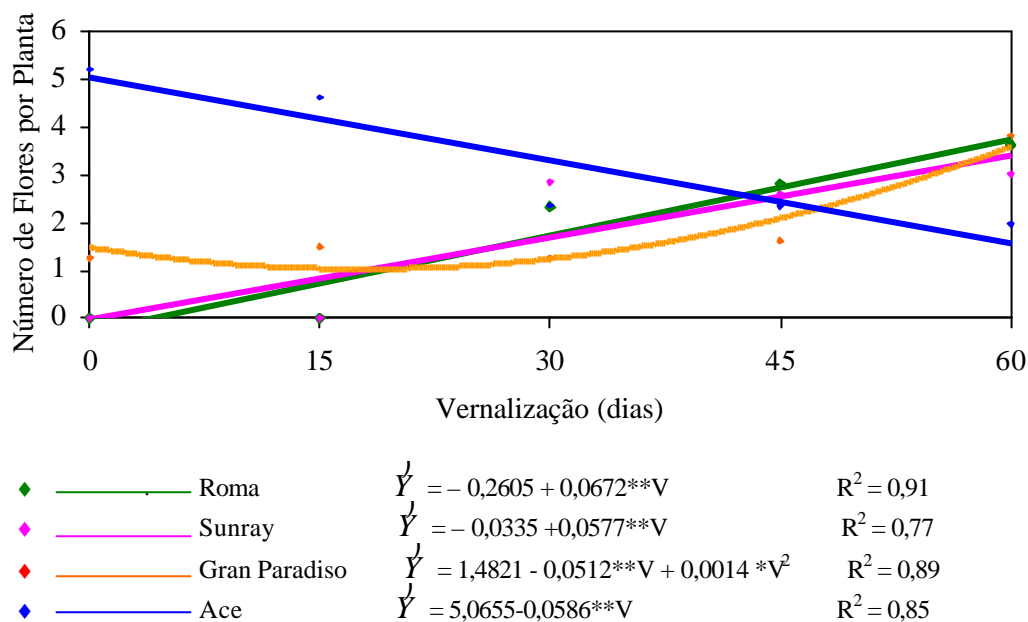
Dentro da coluna, médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%).

Na variedade Ace, aumentos no período de vernalização induziram decréscimo no número de flores por planta. Tal fato pode estar relacionado à maior precocidade para emergência de brotação (Figura 6) e florescimento (Figura 9) causado por acréscimos no período de vernalização. A redução no número de flores por planta da variedade Ace (Figura 11) pode estar relacionada a reduções nos ciclos de emergência (Quadro 2 e Figura 6) e florescimento (Quadro 4 e Figura 8). DOLE e WILKINS (1994) também observaram que maiores períodos de vernalização induziram redução no ciclo de florescimento e no número de flores por planta na variedade Nellie White (*Lilium longiflorum* Thunb.), porém, na combinação (semanas de vernalização/semanas de DL em pós-emergência) 3/3, 4/2 ou 5/1, o número de flores não sofreu redução e o florescimento ocorreu ao mesmo tempo, ou antes, em comparação com às plantas que receberam seis semanas de vernalização. Na variedade Ace, a vernalização natural induziu maior número de flores por planta (Figura 11), contudo o ciclo de florescimento foi muito longo (Figura 8). Isso significou maior permanência da cultura em casa de vegetação e possível aumento no custo de produção.

Resultado inverso ocorreu nas variedades Roma, Sunray e Gran Paradiso. Nessas variedades, o aumento do número de dias de vernalização elevou o número de flores por planta. Em estudo com híbridos asiáticos, ROH (1985) e LEE et al. (1996) também obtiveram relação direta entre número de flores e dias de vernalização. Em variedades asiáticas de lírio Kiyutsu-beni e Enchantment (*Lilium x elegans* Thunb.), ROH (1985) constatou que aumentos no período de vernalização induziram decréscimos no ciclo de florescimento dessas culturas e maior número de flores em Enchantment. Em ambos os híbridos, o número de flores por planta não foi influenciado por DL.

4.7. Massa de matéria fresca de inflorescência

O aumento na quantidade de massa de matéria fresca de inflorescências ocorreu paralelamente ao aumento do número de flores (Quadro 7).



** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Figura 11 – Estimativa do número de flores por planta das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace em função do número de dias de vernalização.

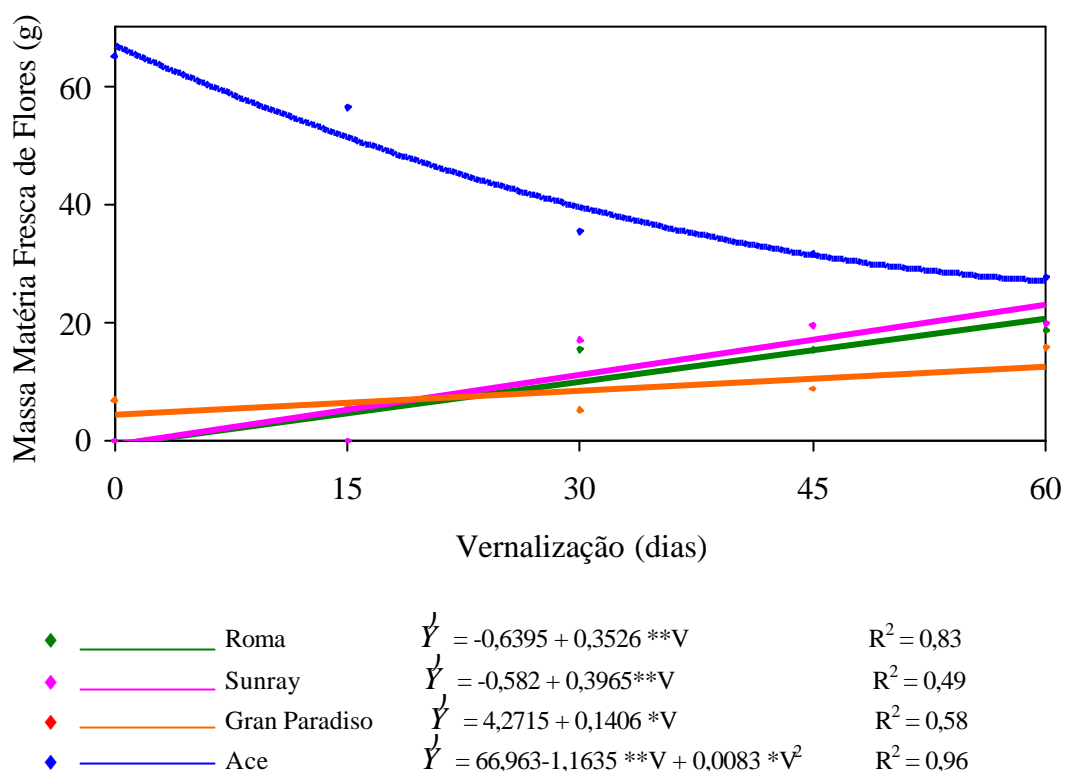
Na ausência e com 15, 30 e 45 dias de vernalização, a variedade Ace produziu maior quantidade de massa de matéria fresca de inflorescência que as demais variedades. Com 45 dias de vernalização dos bulbos, as variedades asiáticas não diferiram entre si, quanto à produção de matéria fresca de inflorescência, ao passo que com 60 dias de vernalização as variedades não diferiram entre si, quanto a essa característica (Quadro 8).

Maiores períodos de vernalização induziram acréscimos na produção de massa de matéria fresca de inflorescências das variedades Roma, Sunray e Gran Paradiso; porém, na variedade Ace, ocorreu o inverso (Figura 12). Provavelmente, isso se deveu ao fato de que, na variedade Ace, ocorreu déficit de fotoassimilados, pois maiores períodos de vernalização reduziram o número de dias para emergência de brotações (Figura 6) e ciclo da cultura (Figura 8), causando redução no número de flores por planta. No caso das variedades asiáticas estudadas, a influência direta dos maiores períodos de vernalização sobre a produção de massa de matéria fresca de inflorescência (Figura 12) foi relacionada com o aumento do número de flores por planta (Figura 11).

Quadro 8 – Massa de matéria fresca (g) de inflorescência de lírio das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace, submetidas a diferentes períodos de vernalização

Variedades	Vernalização (dias)				
	0	15	30	45	60
Roma	0 b	0 b	15,6 b c	15,4 b	18,7 a
Sunray	0 b	0 b	17,0 b	19,6 b	19,9 a
Gran Paradiso	6,9 b	5,7 b	5,1 c	8,8 b	15,9 a
Ace	65,1 a	56,5 a	35,5 a	31,6 a	27,6 a

Dentro da coluna, médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%).



** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Figura 12 – Estimativa da produção de massa de matéria fresca (g) de flores das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace, em função do número de dias de vernalização.

4.8. Comprimento de botão floral

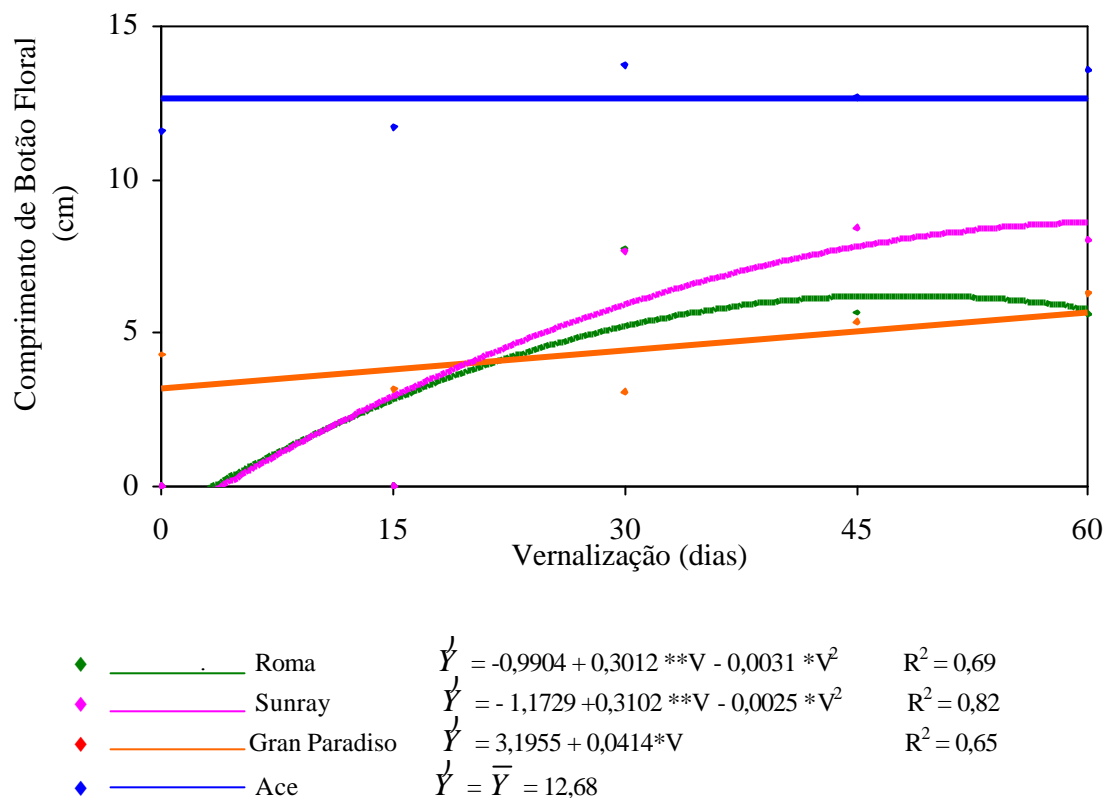
Maior comprimento de botão floral em todos os períodos de vernalização estudados foi obtido na variedade Ace, sendo característica desta a flor longa em forma de trombeta (Figura 1). Com 30 dias de vernalização dos bulbos, as variedades Roma e Sunray não diferiram entre si e foram mais responsivas à vernalização, em comparação com a variedade Gran Paradiso. Quando os bulbos foram submetidos a 45 e 60 dias de vernalização, as variedades asiáticas não diferiram entre si, quanto ao comprimento de botão floral (Quadro 9).

Quadro 9 – Comprimento de botão floral de lírio, em cm, das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace submetidas a diferentes períodos de vernalização

Variedades	Vernalização (dias)				
	0	15	30	45	60
Roma	0 c	0 b	7,7 b	5,7 b	5,6 b
Sunray	0 c	0 b	7,7 b	8,4 b	8,0 b
Gran Paradiso	4,3 b	3,2 b	3,1 c	5,4 b	6,3 b
Ace	11,6 a	11,7a	13,7 a	12,7 a	13,6 a

Dentro da coluna, médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%).

Nas variedades asiáticas ocorreu aumento no comprimento de botão floral quando se elevou o tempo de exposição dos bulbos na câmara fria, mas nas variedades Roma e Sunray a vernalização induziu maiores respostas quanto à quantidade de matéria fresca de inflorescência, em comparação com a variedade Gran Paradiso (Figura 13). LEE et al. (1996) também verificaram que, em lírios asiáticos com ciclo de florescimento intermediário, o tamanho de pétalas aumentou com o incremento no número de dias de vernalização e decresceu nos lírios asiáticos precoces. Quanto à variedade Ace, o comprimento do botão floral não sofreu influência da vernalização dos bulbos (Figura 13).



** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Figura 13 – Estimativa do comprimento do botão (cm) das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace, em função do número de dias de vernalização.

4.9. Altura de planta

Acréscimos na altura de planta de lírio são desejáveis no caso da comercialização de flores cortadas, em razão de atingirem maiores cotações; porém, na produção de flores em vaso, as hastes florais deverão ter altura que facilite o transporte e, preferencialmente, não necessitem de tutoramento e sejam esteticamente compatíveis com o tamanho da inflorescência. Quando as variedades foram submetidas a 0, 15 e 30 dias em câmara fria e comparadas entre si, a maior altura de planta ocorreu na variedade Ace. Com 45 e 60 dias em câmara fria, as variedades Roma, Sunray e Ace não diferiram entre si e

apresentaram maior altura de planta, em comparação com a variedade Gran Paradiso (Quadro 10).

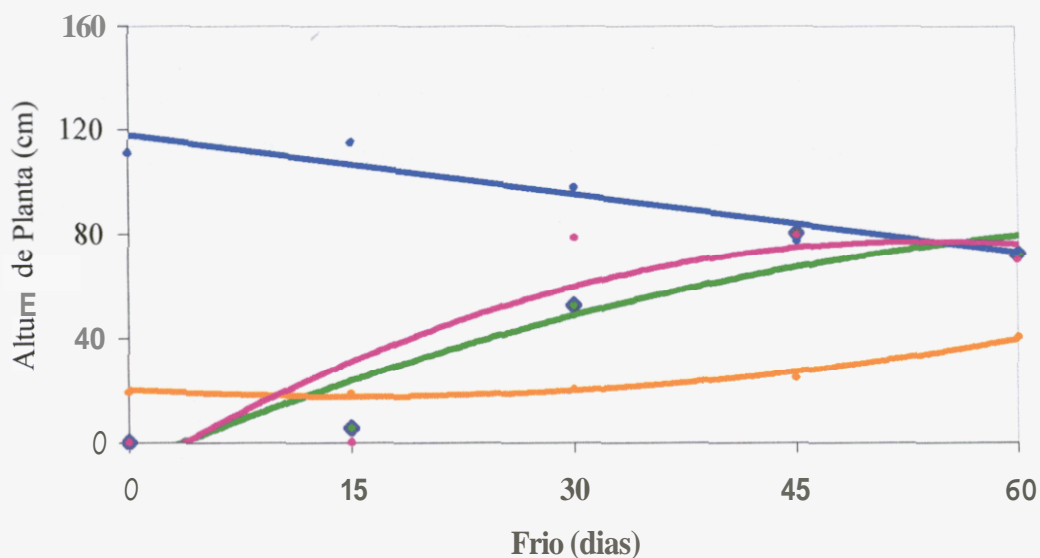
Quadro 10 – Altura de planta de lírio (cm) das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace submetidas a diferentes períodos de frio

Variedades	Câmara fria (dias)				
	0	15	30	45	60
Roma	0 c	5,2 b c	52,3 c	80,3 a	72,0 a
Sunray	0 c	0 c	78,6 b	79,7 a	69,9 a
Gran Paradiso	19,0 b	18,6 b	20,1 d	24,8 b	40,4 b
Ace	111,2 a	115,2 a	98,0 a	77,4 a	73,5 a

Dentro da coluna, médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%).

Nas variedades Roma, Sunray e Gran Paradiso, aumentos nos períodos de frio induziram acréscimos em altura de planta, sendo esse efeito mais pronunciado nas variedades Roma e Sunray (Figura 14), o que pode estar relacionado aos ciclos mais prolongados destas duas culturas (Quadro 4 e Figura 8). Na variedade Ace, maiores períodos de vernalização causaram redução na altura das plantas (Figura 14) e na massa de matéria fresca de flores (Figura 12), sendo fenômenos indesejáveis do ponto de vista comercial de flor de corte. Reduções na altura de planta da variedade Ace provavelmente estavam relacionadas às reduções no número de dias para emergência (Figura 6) e florescimento (Figura 8), induzidos por maiores períodos na câmara fria.

Na variedade Gran Paradiso, maiores períodos de frio, apesar de induzirem maior altura de planta (Figura 14), não tiveram efeito significativo no ciclo de florescimento (Figura 8). A máxima indução ao florescimento foi de apenas 20%, aos 60 dias de vernalização (Quadro 6 e Figura 10); no entanto, ocorreram aumentos sensíveis no número de flores por planta (Figura 11), com acréscimos na massa de matéria fresca de inflorescência (Figura 12). Isso evidencia que, provavelmente, a quantidade de fotoassimilados produzidos



◆	—	Roma	$\hat{Y} = -8,4251 + 2,3371^{**}V - 0,0146 *V^2$	$R^2 = 0,87$
◆	—	Sunray	$\hat{Y} = -12,128 + 3,3126^{**}V - 0,0308^{**}V^2$	$R^2 = 0,78$
◆	—	Gran Paradiso	$\hat{Y} = 19,841 - 0,344 *V + 0,0112 *V^2$	$R^2 = 0,97$
◆	—	Ace	$\hat{Y} = 111,69 - 0,7539^{**}V$	$R^2 = 0,88$

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Figura 14 – Estimativa da altura de planta das variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace, em função do número de dias em câmara fria.

durante o ciclo de florescimento na variedade Gran Paradiso fosse menor se comparada com a das variedades Roma e Sunray, que tiveram maior crescimento (Figura 14).

Os resultados obtidos nas variedades asiáticas estudadas e na variedade Ace estão de acordo com os de CHOI et al. (1996), em trabalhos com variedades asiáticas de lírio, incluindo a variedade Roma, em que esses autores observaram acréscimo em altura de planta com o acréscimo no período de frio, e de DOLE e WILKINS (1994), que relataram relação inversa entre dias de frio e altura de planta em *Lilium longiflorum*, variedade Nellie White.

No experimento do presente estudo, a altura de planta na variedade Ace pode ter sofrido alguma influência da diferença de temperaturas diurnas e

noturnas (DIF), pois, segundo ERWIN et al. (1994), a diferença de temperaturas diurna e noturna influenciou o alongamento de entrenós em *Lilium longiflorum* Tunb. Nellie White, quando os bulbos foram submetidos a 4 °C por seis semanas e o cultivo ocorreu em casa de vegetação, em regime controlado de temperaturas noturna e diurna.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do tratamento em câmara fria de bulbos de lírio sobre o crescimento de plantas, o ciclo de florescimento e a produção de flores das variedades Roma, Sunray e Gran Paradiso, pertencentes ao grupo asiático e à espécie *Lilium pumilum*, e da variedade Ace, pertencente à espécie *Lilium longiflorum*.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, sendo o modelo utilizado de parcelas subdivididas, com as parcelas dispostas no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos nas parcelas foram constituídos de cinco períodos de frio aplicados aos bulbos (0, 15, 30, 45 e 60 dias em câmara fria a 3 ± 1 °C) plantados em 30.12.1996 e 14.01, 29.01, 13.02 e 28.02.1997, respectivamente. Nas subparcelas foram alocadas as variedades Roma, Sunray, Gran Paradiso e Ace.

O plantio dos bulbos foi realizado em canteiros com 1,0 m de largura e 20 cm de altura, preparados com mistura de solo e areia na proporção de 3:1. Em cada m² foram aplicados 100 g de superfosfato simples, 30 g de cloreto de potássio e 10 litros de esterco curtido de gado. Os bulbos foram plantados no espaçamento 20 x 20 cm, em duas linhas de plantio, totalizando 10 plantas por unidade experimental. Aos 35 e 70 dias após o plantio foram aplicados, em cobertura, 20 g de sulfato de amônia por m² de canteiro.

Foram avaliados os seguintes caracteres: números de dias para emergência das brotações e colheita de plantas; percentagem de bulbos brotados, plantas colhidas e plantas que floresceram; número de flores por planta; massa de matéria fresca das inflorescências; comprimento do botão floral; e altura de planta.

De acordo com os resultados, conclui-se que:

1. Na variedade Ace, a temperatura ambiente de cultivo foi suficiente para induzir o florescimento natural e proporcionar maiores número de flores por planta, massa de matéria fresca de inflorescência e altura de planta; entretanto, alongou o ciclo de florescimento, que foi de 245 dias. Quando os bulbos foram vernalizados por 60 dias, o ciclo de florescimento foi de apenas 67 dias.

2. As variedades asiáticas Roma, Sunray e Gran Paradiso foram mais exigentes em frio. Essas variedades precisaram de pelo menos 30 dias de vernalização para quebra de dormência dos bulbos. Maiores períodos de vernalização proporcionaram aumento nas percentagens de bulbos brotados, de plantas colhidas e que floresceram, do número e da massa de matéria fresca de flores, do comprimento de botão floral e da altura de planta e da redução no número de dias para emergência de brotações.

3. Maior percentagem de florescimento foi obtida quando os bulbos foram vernalizados por 60 dias em 90, 75 e 20% das plantas, respectivamente nas variedades Roma, Sunray e Gran Paradiso. Assim, os bulbos da variedade Gran Paradiso devem ser submetidos a maiores períodos de vernalização, visando melhor eficiência quanto à indução do florescimento.

4. Melhores resultados de produção foram obtidos quando os bulbos das variedades Roma e Sunray foram vernalizados por 60 dias. Na variedade Ace, 30 dias de vernalização foram suficientes, pois induziram redução no ciclo de florescimento e boa produção de flores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, N. The distribution of the genus *Lilium* with reference to its evaluation. **Yearbook of the North American Lily Society**, v.42, p. 1-18, 1986.
- AKI, A. **Repensando a comercialização de flores**. São Paulo: Bandeirante Indústria Gráfica S. A., 1998. 111p.
- BERNIER, G. The control of floral evocation and morphogenesis. **Annu. Rev. Plant Mol. Biol.**, v.39, p.175-219, 1988.
- BEYER, E., BÜHL, R., DEISER, E., GLINZ, M., GUGENHAN, E., KESSLER, J., SNOEK, H. **Mit Erfolg durchs Gartenjahr**, Stuttgart: Verlag Das Beste, 1984. p. 173-175.
- CHOI, S. T., CHEONG, S. T., AHN, H. G. Effects of planting depth and cold treatment on growth and flowering of *Lilium* hybrid. **Acta Hort.**, v. 414, p. 235-238, 1996.
- CHOUARD, P. Les facteurs du milieu et les mécanismes régulateurs du développement des plantes horticoles. **Rep. Intern. Hort. Congr.**, v. 13, p.17, 1952.
- CHOUARD, P., POIGNANT, P. Recherches préliminaires sur la vernalisation en présence d'inhibiteurs de germination et de respiration. **Compt. Rend. Acad. Sci.**, v. 23, p. 103, 1951.

- De HERTOOGH, A. A. Lilies (colored) – cut flower, p.C63, and Lilies (colored) – potted plants, p. C73. In: De HERTOOGH, A. A. **Holland bulb forcer's guide**. 4. ed. Hillegom: Internatl. Flower Bulb Centre, 1989. p. 369.
- De HERTOOGH, A. A. Marketing and research requirements for *Lilium* in North America. **Acta Hort.**, v.414, p.17-20, 1996.
- De HERTOOGH, A. A., RASMUSSEN, H. P., BLAKELY, N. Morphological changes and factors influencing shoot apex development of *Lilium longiflorum* Thunb during forcing. **Journal Amer. Soc. Hort. Sci.**, v.101, p. 463-471, 1976.
- De HERTOOGH, A. A., WILKINS, H. F. The forcing of northwest-grown 'Ace' and 'Nellie White' lilies. **Florists' Rev.**, v. 149, n. 3857, p. 29-31, 1971a. (Part 1).
- De HERTOOGH, A. A., WILKINS, H. F. The forcing of northwest-grown 'Ace' and 'Nellie White' lilies. **Florists' Rev.**, v. 149, n. 3857, p. 104-111, 1971b. (Part 1).
- DEVLIN, R. M. **Plant physiology**. 3. ed. New York: Van Nostrand Company, 1975. p. 538-550.
- DOLE, J. M., WILKINS, H. F. Interaction of bulb vernalization and shoot photoperiod on 'Nellie White' Easter Lily. **HortScience**, v. 29, n. 3, p. 143-145, 1994.
- ERWIN, J. E., VELGUTH, P., HEINS, R. D. Day/night temperature environment affects cell elongation but not division in *Lilium longiflorum* Thunb. **Jornal Exp. Bot.**, v.45, n. 276, p.1019-1025, 1994.
- GRUEBER, K. L., WILKINS, H. F. Forcing 'San Souci' lilies. **Minn. State Florist's Bull.**, v. 32, n. 8, p. 14-15, 1983.
- HARTLEY, D. E. **Growth and flowering responses of Easter lily, *Lilium longiflorum* Thunb., to bulb storage**. Corvallis: Oregon State University, 1968. p. Tese (Doutorado) – Oregon State University, 1968.
- HOLCOMB, E. J., WHITE, J. W., BEATTIE, D. J. Adaptation of 'San Souci' lilies to potted plant culture. **Herbertia**, v. 45, p. 81-90, 1989.
- IMANISHI, H. Ethylene as a promoter for flower induction and dormancy breaking in some flower bubs. **Acta Hort.**, v. 430, p. 79-88, 1997.
- LANG, A. The effect of gibberellin upon flower formation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 43, p. 709-711, 1957.

- LEE J. S., KIM Y. A., WANG H. J. Effect of bulb vernalization on the growth and flowering of asiatic hybrid Lily. **Acta Hort.**, v.414, p. 229-233, 1996.
- McKENZIE, K. Potted lilies made easy: the new, naturally short Asiatic lily varieties. **GroweTalks**, v. 52, p. 48-58, 1989.
- OKUBO, H., UEMOTO, S. Effects of darkness on stem elongation in tulip. **Scientia Hort.**, v. 23, p.391-397, 1984.
- PARRELLA, M. P., ALLEN, W. W., MORSHITA, P. Leafminer *Liriomyza trifolii* species causes California mum growers new problems. **Calif. - Agric. - Calif. - Agric. - Exp. - Stn**, v. 35, n. 9-10, p. 28-30, 1981.
- PERTUIT, J. R., LINK, C. B. Effects of vernalization and forcing photoperiod on growth and flowering of Easter Lily *Lilium longiflorum* Thunb. 'Harson'. **Journal Amer. Soc. Sci.**, v. 96, p.802-804, 1971.
- PRINCE, T. A., CUNINGHAM, M. S. Forcing characteristics of Easter Lily bulbs exposed to elevated-ethylene and carbon dioxide and low oxygen atmospheres. **Journal Amer. Soc. Hort. Sci.**, v.116, p. 63-67, 1991.
- ROH, S. M. Flowering response of Mid-Century hybrid lilies to bulb vernalization and shoot photoperiod treatment. **HortScience**, v. 20, n. 4, p.710-713, 1985.
- ROH, S. M., SIM, Y. G. Seed germination of *Lilium x Formolongi* as influenced by temperature and plant growth regulators. **Acta Hort.**, v. 414, p.243-250, 1996.
- ROH, S. M., WILKINS, H. F. Temperature and photoperiod effect on flower numbers in *Lilium longiflorum* Thunb. **Journal Amer. Soc. Sci.**, v.102, p.235-242, 1977.
- SALISBURY, F.B., ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4. ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company. 1992. p. 485-503.
- SANG, T.C., SAM, T.C., HYUNG, G. A. Effects of planting depth and cold treatment on growth and flowering of *Lilium* hybrid. **Acta Hort.**, v. 414, p. 235-242, 1996.
- SANIEWSKI, M., MYNETT, K., PUCHALSKI, J., LILIEN-KIPNIS, H., BOROCHOV, A., HALEVY, A. (Eds.). Formation of parrot-like flowers after treatment of non-parrot tulip bulbs with benzyladenine before flower bud development. **Acta Hort.**, v. 430, p. 107-116. 1997.

TAIZ, L., E. ZEIGER. **Plant Physiology**. Redwood City: The Benjamin/Cummings Publishing Company, 1991. p.524-530.

WANG, S. Y., ROBERTS, A. N., BLANEY, L. T. Relationship between length of vernalization , stem apex size, and initiatory activity in *Lilium longiflorum* cv. 'Ace'. **HortScience**, v.5, n. 2, p.112-113, 1970.

WILKINS, H. F., DOLE, J.M. The physiology of flowering in *Lilium*. **Acta Hort**, v.430, p. 183-187, 1997.

APÊNDICE

APÊNDICE A

Quadro 1A – Resumo da análise de variância das características de produção: número de dias para emergência de brotações (DEB), percentagens de bulbos brotados (% BB), ciclo de florescimento (CF), % de plantas colhidas (% PC) e plantas que floresceram (% PF), número de flores (NF), massa em grama de matéria fresca de flores (MFF), comprimento de botão floral (CBF) e altura de planta (AP), em centímetro

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrados Médios								
		DEB	% BB	CF	% PC	% PF	NF	MFF	CBF	AP
Blocos	3	233,28	78,99	156,10	222,37	171,24	0,29	21,45	3,21	94,01
Período	4 (2)	11.379,23**	2.630,27**	5.882,67**	13.290,21**	7.714,35**	6,55*	51,89	89,75**	4.427,05**
Resíduo a	12 (6)	100,45	149,10	88,79	104,62	148,33	1,12	30,76	3,53	147,54
Var/Per.0	3	5.039,57**	1.666,67**	-	9.600,00**	9.691,67**	24,51**	3.982,19**	120,09**	11.322,16**
Var/Per.15	3	1.787,40**	508,64**	-	6.901,85**	7.248,64**	19,08**	3.010,64**	122,64**	11.737,27**
Var/Per.30	3	405,90*	6,25*	4.137,19**	1.966,67**	6.383,33**	1,84	639,70**	76,76**	4.562,21**
Var/Per.45	3	128,16	0,00	762,37*	172,92	5.472,92**	1,07	370,09**	46,29**	2.961,92**
Var/Per.60	3	58,85	0,00	188,78	0,00	5.091,67**	2,79*	101,03*	52,52**	999,45**
Resíduo b	45 (27)	68,12	82,57	188,24	121,54	64,40	0,72	33,40	4,08	55,88
Coeficiente de Variação		24,84	10,07	14,65	16,22	17,85	39,27	31,66	31,38	14,43

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Graus de liberdade em itálico referem-se à CF.

Quadro 2A – Resumo da análise de regressão das variáveis: números de dias para emergência de brotações (DEB), percentagens de bulbos brotados (% BB), ciclo de florescimento (CF), plantas colhidas (% PC) e plantas que floresceram (% PF), número de flores (NF), massa em grama de matéria fresca de flores (MFF), comprimento de botão floral (CBF) e altura de planta (AP) em centímetro

Fonte Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios								
		DEB	%BB	CF	%PC	%PF	NF	MFF	CBF	AP
Bloco	3	233,28	78,99	156,09	222,37	171,24	0,29	21,45	3,21	94,01
P/V1	4 (2)	1.903,78**	1.630,00	1.708,58**	8.870	7.280,00	11,14	336,38**	51,25**	5.585,51**
Linear	1	6.834,31**	5.290,00**	8.843,17**	31.922,53**	26.010,01	40,64**	1.118,62**	114,58**	19.192,72**
Quadrático	1	568,90*	457,14*	610,44*	216,07	1.207,14	0,01	23,03	27,95*	605,42*
Cúbico	1	179,78	360,00	-	1.690,01**	1.440,00	1,58	57,50	12,99	2.435,63**
Quártico	1	32,15	412,85*	-	1.651,41**	462,86	2,33	146,36*	49,47*	108,26
P/V2	4 (2)	320,98*	1.512,50	925,40**	8.617,50	5270	9,69	431,62**	77,85**	7.006,29**
Linear	1	951,79*	4.622,50**	5.214,25**	31.922,51**	19.360,01	29,96**	1.414,67**	239,51**	19.292,75**
Quadrático	1	241,03	216,07	3,86	16,07	28,57	1,47	54,29	17,03*	2.690,92**
Cúbico	1	68,80	639,99*	-	2.402,49**	1.690,01	1,91	148,65*	31,08*	3.197,66**
Quártico	1	22,31	571,42*	-	128,92	1,43	5,43*	108,86	23,77*	2.843,79**
P/V3	4 (2)	3.457,75**	357,50	149,10	1.520	162,50	4,81	76,33	7,86	335,16*
Linear	1	9.910,85**	422,50*	6,84	4.000,00**	562,50	11,19**	177,83*	15,44*	952,58*
Quadrático	1	3.294,88**	87,50	41,08	114,28	87,50	5,89*	122,84	12,12	352,80*
Cúbico	1	622,84*	640,00*	-	1.000,00*	4.10 ⁻¹³	2,18	3,40	2,33	32,85
2.10 ⁻¹³	1	2,44	279,99	-	965,71	2.10 ⁻¹³	4.10 ⁻³	1,25	1,56	2,41
P/V4	4 (2)	9.110,51**	142,04	1.650,71**	142,04	133,72	9,02	1.089,03**	4,06	1.447,19**
Linear	1	30.376,07**	71,02	2.118,35**	71,02	71,02	30,85**	3.974,44**	9,93	5.115,06**
Quadrático	1	5.546,33**	50,73	89,63	50,73	95,94	2,07	196,05*	0,62	104,04
Cúbico	1	1,21	284,09	-	284,09	284,09	0,69	60,74	4.10 ⁻⁴	569,35*
Quártico	1	518,40*	162,33	-	162,33	83,82	2,45	124,90	5,67	0,31
Resíduo (a,b)	-	76,20	99,2	136,38	117,31	85,38	0,82	32,74	3,94	78,79
Grau de Liberdade Resíduo (a,b)		52	49	32	57	44	52	57	57	41

** e * significativos a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Graus de liberdade em itálico referem-se à CF.