

Este trabalho corresponde à adaptação final da
tese defendida pela candidata GLÁUCIA M. DIAS
e aprovada pela Comissão Julgadora.

GLÁUCIA MORAES DIAS

4/05/89

CRESCIMENTO E FLORAÇÃO DAS CULTIVARES NANTES E BRASÍLIA DE
Daucus carota L., SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATAMENTOS.

Tese apresentada ao Instituto
de Biologia da Universidade
Estadual de Campinas para a
obtenção do título de Mestre
em Ciências Biológicas na
área de Biologia Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. I.F.M. VÁLIO

CAMPINAS

1989

D543c

10675/BC

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

" QUE NOSSOS ESFORÇOS

DESAFIEM AS IMPOSSIBILIDADES..."

Charlie Chaplin

OFEREÇO:

A Maria Aparecida Moraes Dias e
Antonio Olímpio Dias Filho, meus pais,
pelo incentivo e oportunidades a mim oferecidas.

DEDICO:

A Paulo Vinícius Tagliacozzo, meu marido,
pelo apoio, incentivo e carinho
para comigo e à minha pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Ivany Ferraz Marques Válio, pela orientação durante a realização deste trabalho, pelo exemplo de conduta científica e amizade demonstrada.

Aos membros da pré banca: Prof. Dr. Ladaslav Sodek, Profa. Dra. Maria de Fátima D. A. Pereira e Profa. Dra. Rosely R. Sharif, pelas sugestões.

À CAPES, pela bolsa de estudos concedida.

A Paulo Vinícius Tagliacozzo, pela leitura do manuscrito e sugestões.

À bióloga Cristina Yoshie Umino, pela amizade e confecção de parte dos gráficos originais.

A Glaucilêa Moraes Dias, pelo apoio no final deste trabalho.

Aos amigos, pelo incentivo e apoio na fase final deste trabalho, em especial àqueles que auxiliaram a autora na digitação.

Aos funcionários do Departamento de Fisiologia Vegetal da UNICAMP, pela colaboração.

A Srta. Josênia Lima de Oliveira, secretária da Biologia Vegetal, pela colaboração.

A Sra. Anna Gagliardi, pela ajuda no esclarecimento das normas de referências bibliográficas.

A autora agradece ainda, a todos que direta ou indiretamente colaboraram na execução deste trabalho.

SUMÁRIO

	página
INTRODUÇÃO	1
MATERIAL E MÉTODOS	13
1. Material	13
2. Métodos	13
2.1 Cultivo de plantas	13
2.2 Pesos de matéria fresca e seca das raízes	14
2.3 Estádios de desenvolvimento das plantas.....	15
2.4 Replantio	15
2.5 Ácido giberélico	15
2.6 Vernalização	17
2.7 Vernalização associada à aplicação ácido giberélico ..	17
2.8 Remoção de partes da planta	18
2.8.1 Remoção das folhas	18
2.8.2 Remoção de partes da raiz tuberosa	18
2.8.3 Remoção da raiz	18
2.9 Estresses	19
2.9.1 Estresse mecânico	19
2.9.2 Estresse hídrico	19
3. Parâmetros de avaliação	20

3.1 Crescimento de caule	20
3.2 Floração	20
3.3 Estatística	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
1. Efeito do replantio	21
2. Efeito do ácido giberélico	37
3. Efeito da vernalização	50
4. Efeito da vernalização associada à aplicação de ácido giberélico	82
5. Efeito da remoção de partes da planta	92
5.1 Remoção das folhas	92
5.2 Remoção de partes da raiz tuberosa	93
5.3 Remoção das raízes seminais	93
6. Efeito de Estresses	94
6.1 Estresse mecânico	94
6.2 Estresse hídrico	95
CONCLUSÕES	96

RESUMO	98
--------------	----

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100
----------------------------------	-----

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	- Efeito do replantio com folhas no alongamento caulinar de plantas de <u>Daucus carota</u> L., cultivar Brasília (estádio A), nos fotoperíodos natural e longo.	27
FIGURA 2	- Efeito do replantio sem folhas no alongamento caulinar de plantas de <u>Daucus carota</u> L., cultivar Brasília (estádio A), nos fotoperíodos natural e longo.	28
FIGURA 3	- Efeito do replantio com folhas no alongamento caulinar de plantas de <u>Daucus carota</u> L., cultivar Brasília (estádio B), nos fotoperíodos natural e longo.	29
FIGURA 4	- Efeito do replantio sem folhas no alongamento caulinar de plantas de <u>Daucus carota</u> L., cultivar Brasília (estádio B), nos fotoperíodos natural e longo.	30
FIGURA 5	- Efeito do replantio com folhas no alongamento caulinar de plantas de <u>Daucus carota</u> L., cultivar Brasília (estádio C), nos fotoperíodos natural e longo.	31

- FIGURA 6 - Efeito do replantio sem folhas no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio C), nos fotoperíodos natural e longo. 32
- FIGURA 7 - Efeito do replantio com e sem folhas na floração de plantas de Daucus carota L., cultivares Nantes e Brasília nos estádios do desenvolvimento A, B, C, no fotoperíodo natural. 33
- FIGURA 8 - Efeito do replantio com e sem folhas na floração de plantas de Daucus carota L., cultivares Nantes e Brasília nos estádios do desenvolvimento A, B, e C, no fotoperíodo longo. 34
- FIGURA 9 - Efeito do GAg no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes (estádio A), nos fotoperíodos natural e longo. 40
- FIGURA 10 - Efeito do GAg no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio A), nos fotoperíodos natural e longo. 41

FIGURA 11 - Efeito do GA ₃ no alongamento caular de plantas de <u>Daucus carota</u> L., cultivar Nantes (estádio B), nos fotoperíodos natural e longo.	42
FIGURA 12 - Efeito do GA ₃ no alongamento caular de plantas de <u>Daucus carota</u> L., cultivar Brasília (estádio B), nos fotoperíodos natural e longo.	43
FIGURA 13 - Efeito do GA ₃ no alongamento caular de plantas de <u>Daucus carota</u> L., cultivar Nantes (estádio C), nos fotoperíodos natural e longo.	44
FIGURA 14 - Efeito do GA ₃ no alongamento caular de plantas de <u>Daucus carota</u> L., cultivar Brasília (estádio C), nos fotoperíodos natural e longo.	45
FIGURA 15 - Efeito do GA ₃ na floração de <u>Daucus carota</u> L., cultivares Nantes e Brasília nos estádios de desenvolvimento A, B e C, em fotoperíodo natural.	46
FIGURA 16 - Efeito do GA ₃ na floração de <u>Daucus carota</u> L., cultivares Nantes e Brasília nos estádios de desenvolvimento A, B e C, em fotoperíodo longo.	47

- FIGURA 17 - Efeito da vernalização (1, 2 e 3 meses) no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes (estádio A), em fotoperíodo natural. 58
- FIGURA 18 - Efeito da vernalização (1, 2 e 3 meses) no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes (estádio A), em fotoperíodo longo. 59
- FIGURA 19 - Efeito da vernalização (1, 2 e 3 meses) no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes (estádio B), em fotoperíodo natural. 60
- FIGURA 20 - Efeito da vernalização (1, 2 e 3 meses) no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes (estádio B), em fotoperíodo longo. 61
- FIGURA 21 - Efeito da vernalização (1, 2 e 3 meses) no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes (estádio C), em fotoperíodo natural. 62

- FIGURA 22 - Efeito da vernalização (1, 2 e 3 meses) no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes (estádio C), em fotoperíodo longo. 63
- FIGURA 23 - Efeito da vernalização (1, 2 e 3 meses) no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio A), em fotoperíodo natural. 64
- FIGURA 24 - Efeito da vernalização (1, 2 e 3 meses) no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio A), em fotoperíodo longo. 65
- FIGURA 25 - Efeito da vernalização (1, 2 e 3 meses) no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio B), em fotoperíodo natural. 66
- FIGURA 26 - Efeito da vernalização (1, 2 e 3 meses) no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio B), em fotoperíodo longo. 67

- FIGURA 27 - Efeito da vernalização (1, 2 e 3 meses) no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio C), em fotoperíodo natural. 68
- FIGURA 28 - Efeito da vernalização (1, 2 e 3 meses) no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio C), em fotoperíodo longo. 69
- FIGURA 29 - Efeito de 1 mês de vernalização na floração de plantas de Daucus carota L., cultivares Nantes e Brasília nos estádios do desenvolvimento A, B, C no fotoperíodo natural. 70
- FIGURA 30 - Efeito de 1 mês de vernalização na floração de plantas de Daucus carota L., cultivares Nantes e Brasília nos estádios do desenvolvimento A, B, C no fotoperíodo longo. 71
- FIGURA 31 - Efeito de 2 meses de vernalização na floração de plantas de Daucus carota L., cultivares Nantes e Brasília nos estádios do desenvolvimento A, B, C no fotoperíodo natural. 72

- FIGURA 32 - Efeito de 2 meses de vernalização na floração de plantas de Daucus carota L., cultivares Nantes e Brasília nos estádios do desenvolvimento A, B, C no fotoperíodo longo. 73
- FIGURA 33 - Efeito de 3 meses de vernalização na floração de plantas de Daucus carota L., cultivares Nantes e Brasília nos estádios do desenvolvimento A, B, C no fotoperíodo natural. 74
- FIGURA 34 - Efeito de 3 meses de vernalização na floração de plantas de Daucus carota L., cultivares Nantes e Brasília nos estádios do desenvolvimento A, B, C no fotoperíodo longo. 75
- FIGURA 35 - Efeito da vernalização (10, 20 e 30 dias) no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio B), em fotoperíodo natural. 78
- FIGURA 36 - Efeito da vernalização (5, 10, 20 e 30 dias) no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio B), em fotoperíodo longo. 79

- FIGURA 37 - Efeito da vernalização (10, 20 e 30 dias) na
floração de plantas de Daucus carota L., cultivar
Brasília (estádio B), em fotoperíodo natural. 80
- FIGURA 38 - Efeito da vernalização (5, 10, 20 e 30 dias) na
floração de plantas de Daucus carota L., cultivar
Brasília (estádio B), em fotoperíodo longo. 81
- FIGURA 39 - Efeito da vernalização associada à aplicação de
GA₃ no alongamento caulinar de plantas de Daucus
carota L., cultivar Nantes (estádio C), em fo-
toperíodo natural. 84
- FIGURA 40 - Efeito da vernalização associada à aplicação de
GA₃ no alongamento caulinar de plantas de Daucus
carota L., cultivar Nantes (estádio C), em fo-
toperíodo natural. 85
- FIGURA 41 - Efeito da vernalização associada à aplicação de
GA₃ na floração de plantas de Daucus carota L.,
cultivar Nantes (estádio C), em fotoperíodo na-
tural. 86

- FIGURA 42 - Efeito da vernalização associada à aplicação de GA₃ na foração de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes (estádio C), em fotoperíodo longo. 87
- FIGURA 43 - Efeito da vernalização associada à aplicação de GA₃ no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio B), em fotoperíodo natural. 90
- FIGURA 44 - Efeito da vernalização associada à aplicação de GA₃ na foração de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio B), em fotoperíodo natural. 91

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- Pesos de matéria fresca e seca e das raízes nos estádios de desenvolvimento A, B e C de <u>Daucus carota</u> L., cultivares Nantes e Brasília.	16
TABELA 2	- Efeito do replantio com folhas, no crescimento e floração da cultivar Nantes, nos estádios de desenvolvimento A, B e C, nos fotoperíodos natural e longo.	22
TABELA 3	- Efeito do replantio sem folhas, no crescimento e floração da cultivar Nantes, nos estádios de desenvolvimento A, B e C, nos fotoperíodos natural e longo.	23
TABELA 4	- Efeito do replantio com folhas, no crescimento e floração da cultivar Brasília, nos estádios de desenvolvimento A, B e C, nos fotoperíodos natural e longo.	24
TABELA 5	- Efeito do replantio sem folhas, no crescimento e floração da cultivar Brasília, nos estádios de desenvolvimento A, B e C, nos fotoperíodos natural e longo.	25

TABELA 6	- Efeito do GA ₃ no crescimento e floração de plantas de <u>D. carota</u> L., cultivar Nantes, estádios de desenvolvimento A, B e C, nos fotoperíodos natural e longo.	38
TABELA 7	- Efeito do GA ₃ no crescimento e floração de plantas de <u>D. carota</u> L., cultivar Brasília, estádios de desenvolvimento A, B e C, nos fotoperíodos natural e longo.	39
TABELA 8	- Efeito da vernalização por 1, 2 e 3 meses, no crescimento e floração de plantas de <u>D. carota</u> L., cultivar Nantes, no estágio desenvolvimento A, em fotoperíodos natural e longo.	51
TABELA 9	- Efeito da vernalização por 1, 2 e 3 meses, no crescimento e floração de plantas de <u>D. carota</u> L., cultivar Nantes, no estágio desenvolvimento B, em fotoperíodos natural e longo.	52
TABELA 10	- Efeito da vernalização por 1, 2 e 3 meses, no crescimento e floração de plantas de <u>D. carota</u> L., cultivar Nantes, no estágio desenvolvimento C, em fotoperíodos natural e longo.	53

TABELA 11 - Efeito da vernalização por 1, 2 e 3 meses, no crescimento e floração de plantas de <u>D. carota</u> L., cultivar Brasília, no estágio desenvolvimento A, em fotoperíodos natural e longo.	54
TABELA 12 - Efeito da vernalização por 1, 2 e 3 meses, no crescimento e floração de plantas de <u>D. carota</u> L., cultivar Brasília, no estágio desenvolvimento B, em fotoperíodos natural e longo.	55
TABELA 13 - Efeito da vernalização por 1, 2 e 3 meses, no crescimento e floração de plantas de <u>D. carota</u> L., cultivar Brasília, no estágio desenvolvimento C, em fotoperíodos natural e longo.	56
TABELA 14 - Efeito da vernalização por 5, 10, 20 e 30 dias, no crescimento e floração de plantas de <u>D. carota</u> L., cultivar Brasília, no estágio desenvolvimento B, em fotoperíodos natural e longo.	77
TABELA 15 - Efeito da vernalização associada à aplicação de ácido giberélico no crescimento e floração de plantas de <u>D. carota</u> L., cultivar Nantes, estágio de desenvolvimento C, nos fotoperíodos natural e longo.	83

TABELA 16 - Efeito da vernalização associada à aplicação de ácido giberélico no crescimento e floração de plantas de <u>D. carota</u> L., cultivar Brasília, estágio de desenvolvimento B, nos fotoperíodos natural e longo.	89
---	----

INTRODUÇÃO

O gênero Daucus pertencente à família das umbelíferas possui cerca de 60 espécies, dentre elas a cenoura (Daucus carota L.). Embora exista pouca informação, é possível que esta espécie seja originária da Ásia Central (Afeganistão), sendo difundida na região do Mediterrâneo durante os séculos X a XII e oeste da Europa, nos séculos XIV e XV (HILLER e KELLY, 1985).

A cenoura cultivada é considerada uma planta bianual, pois permanece vegetativa no primeiro ano, produzindo raízes tuberosas e só vai se tornar reprodutiva, se passar por um inverno rigoroso (vernalização).

Esta espécie tem sido classificada como planta indiferente ao fotoperíodo, que requer frio antes da iniciação floral ocorrer (DICKSON e PETERSON, 1958; VINCE PRUE, 1975; HILLER e KELLY, 1979). Sua inflorescência possui cerca de quarenta umbelas e destas, poucas são as que realmente vão formar sementes. As umbelas primárias produzem a maioria das sementes, cujo vigor vai decrescendo de acordo com a posição das demais inflorescências.

A formação de flores e o alongamento do caule de muitas espécies de planta em roseta, ocorrem simultaneamente após a vernalização. Em cenoura, no entanto, o alongamento do caule ocorre antes da diferenciação floral. Esse alongamento caulinar, aparentemente rela-

cionado com o aumento do nível endógeno de giberelinas (GA), só ocorre após o período de vernalização. Contudo, a relação entre o alto nível endógeno de GA após a vernalização e a diferenciação floral não foi elucidada (HILLER e KELLY, 1979).

O período crítico para vernalização da raiz com a finalidade de indução floral, tem sido considerado de 10 semanas na faixa de temperatura de 5 a 10 °C (HILLER e KELLY, 1985).

Planta de cenoura adulta, ao contrário da plântula, aparentemente não requer folhas durante o período de vernalização. Contudo, o número de investigações sobre juvenilidade nesta espécie é limitado (HILLER e KELLY, 1985).

É conhecido o fato de que o aminoácido prolina está relacionado com a resistência da planta a vários estresses, entre eles a temperatura. Nas bianuais, cenoura e beterraba, o conteúdo de prolina é relativamente baixo na época da iniciação floral. Entretanto, um aumento nos níveis de prolina é observado durante os tratamentos com baixas temperaturas, antes da iniciação floral ocorrer (BERNIER et al., 1981).

O objetivo deste trabalho foi estudar comparativamente as cultivares Brasília e Nantes da espécie Daucus carota L. (em diferentes estádios de desenvolvimento), quanto ao alongamento caulinar e floração, sob o efeito de diferentes fatores. Quanto aos fatores ambientais, foram verificados os efeitos do fotoperíodo e de baixas temperaturas (vernalização); outros fatores que afetam o comportamento fisiológico da planta também foram estudados, como estresse hídrico e restrição mecânica ao crescimento, bem como o efeito do replantio e re-

moção de folhas ou raízes (sistema radicular de plântulas ou partes da raiz tuberosa de plantas adultas). Também foi verificado o efeito da aplicação de ácido giberélico, no alongamento e floração destas cultivares e sua relação com o fotoperíodo e vernalização.

Aspectos Relevantes da Bibliografia

Vernalização é essencialmente uma etapa preparatória para floração, e não a floração em si. O mesmo ocorre em relação ao fotoperiodismo (CHOUARD, 1960).

Plântulas de cenoura aumentam sua sensibilidade a tratamentos de baixa temperatura com o aumento da idade (ATHERTON et al., 1983). Muitas plantas não respondem à indução floral até que um mínimo de crescimento vegetativo seja atingido; este período é chamado de fase de juvenilidade (KRISHNAMOORTHY, 1975). RAPPAPORT e BONNER em 1960, relataram que a fase juvenil em cenoura, vai até quando sua raiz apresenta 1 centímetro de diâmetro.

Em nabo (Brassica napus), para evitar a fase juvenil, durante a qual a vernalização é ineficiente, as plantas são mantidas em condições favoráveis de crescimento até a fase adulta, quando então são submetidas a baixas temperaturas, florescendo precocemente (GROWER & GEMMELL, 1988).

As variedades de inverno das plantas bianuais em roseta, requerem obrigatoriamente vernalização; o intervalo entre o fim desta e o início da floração, a 20 - 25 °C, em dias longos (DL), é inversa-

mente proporcional à duração da vernalização (CHOUARD, 1960).

Em Daucus carota L. a temperatura crítica de vernalização não foi determinada, mas em raízes da planta adulta, a temperatura, a duração do período vernalização, a cultivar analisada, e a temperatura após a vernalização, são importantes fatores na indução floral e desenvolvimento dos estádios reprodutivos desta espécie (LANG, 1957; HILLER e KELLY, 1985).

Em Medicago trunculata, quanto maior a temperatura após o período de vernalização (até 25 °C), maior a porcentagem de floração (HOCHMAN, 1987). O mesmo não ocorre com plantas de nabo (Brassica napus), que quando submetidas a temperaturas acima de 15 °C, sofrem um processo de desvernalização (GROWER e GEMMELL, 1988).

Altas temperaturas em casa de vegetação após o período de vernalização, reduzem o alongamento caulinar em certas cultivares de cenoura, embora ocorra maturação normal das umbelas principais (HILLER e KELLY, 1979). HILLER e KELLY (1979) observaram, ainda, que existem diferenças entre cultivares quanto aos seus requisitos para vernalização e suas capacidades de sustentar o estado vernalizado, quando expostas a altas temperaturas.

A relação entre formação de flor e alongamento caulinar em plantas de roseta, tem preocupado os fisiologistas por longo tempo. Existem evidências conclusivas que os dois fenômenos dependem de processos separados (ZEEVAART, 1976).

Em cenoura, a temperatura ótima para floração é diferente daquela para o alongamento caulinar, e o último é afetado pela temperatura após a vernalização (HILLER e KELLY, 1979).

Segundo RAPPAPORT e BONNER (1960) o alongamento caular e concomitante aceleração da floração são respostas conhecidas de plantas superiores, quando tratadas com ácido giberélico (GA_3). É clara esta resposta nas bianuais Hyoscyamus niger e Daucus carota.

GLOBERSON (1972) observou que nas cultivares de cenoura Nantes e Chantenay Royal, aplicações com ácido giberélico poderiam substituir o armazenamento a baixa temperatura. RAPPAPORT e BONNER (1960), estudando chicória, observaram que tratamentos com ácido giberélico são capazes de reproduzir os efeitos de vernalização e de dias longos.

Em plantas bianuais, a floração obtida por tratamentos com GA ou fotoperíodos longos (DL), varia consideravelmente e depende da espécie em estudo (LANG, 1957).

GA_3 exógeno inibe a floração em plantas de Lemna; contudo, o nível requerido para inibição é muito maior do que as concentrações endógenas, mostrando ser pouco provável que a giberelina endógena atue como inibidor de floração. Em Lemna gibba, giberelinas endógenas não são fatores limitantes para a floração em dias curtos (DC), porém um certo nível de GA endógeno é aparentemente necessário para o florescimento em dias longos (DL). A importância das giberelinas na floração de L. gibba não está esclarecida (FUJIOKA, 1986).

Em Cosmos bipinatus, GA_3 não influencia o número total de plantas floridas, mas aumenta o tamanho da planta. Grande variação na resposta, dependente da idade da planta e estágio de desenvolvimento do ápice, foi observada por MOLDER e OWENS (1973).

Plantas de espinafre mantidas em DL apresentam maiores taxas de síntese de giberelina, associadas a maior sensibilidade da planta, do que quando mantidas em DC, sendo isto responsável pelo aumento de crescimento das plantas em dias longos. Observou-se ainda que, tanto a biossíntese de GA, como o metabolismo em geral, eram aumentados com o alongamento caular (ZEEVAART, 1971).

O primeiro efeito da giberelina é o alongamento caular e a formação da flor é induzida indiretamente. O alongamento pode ser um possível estímulo para formação floral (LANG, 1957). Giberelina endógena possui o papel primário na indução do alongamento caular, mas não na floração de rabanete. Mudanças no tipo de GA em plantas mantidas em condições favoráveis à floração, foram verificadas por SUGE (1970).

Tratamentos com GA₃ induzem a diferenciação do meristema floral em cevada e centeio; em plantas de cevada, invariavelmente, o meristema progride para floração, mas em plantas de centeio, constantemente, este volta para o estado vegetativo (KOLLER, 1960).

FONTES et al. (1970) estudando brócole, que é uma planta que requer exposições à baixa temperatura para florescer, observaram que tratamentos com cicocel causavam um leve efeito inibitório na síntese de giberelina, mas não na iniciação floral. Seus estudos revelaram que plantas de brócole mantidas à 5°C, apresentavam um aumento aparente no nível de giberelina. Contudo, sugeriram que esse resultado poderia ser devido ao decréscimo no crescimento e não à utilização da giberelina; neste caso, a giberelina não estaria envolvida na indução floral.

É muito frequente o aumento do alongamento de órgãos tratados com giberelina. Porém, entre as plantas que requerem vernalização, são poucas as que florescem quando o frio é substituído por giberelina (CHOUARD, 1960).

A substituição de DL e baixa temperatura, requeridas para a floração, por GA₃, sugere que em condições não indutivas, o nível de GA endógeno provavelmente seja sub-ótimo para a floração e que as condições ambientais indutivas, podem causar formação de flores pelo aumento do nível endógeno deste hormônio (KRISHINAMOORTHY, 1975).

Aparentemente, a adição de GA pode substituir as substâncias naturais que regulam o alongamento caulinar, as quais são formadas como resultado da vernalização ou da exposição a dias longos (SACHS, 1965).

Plantas de cenoura quando pulverizadas com GA, só florescem após um determinado alongamento do caule (DICKSON e PETERSON, 1960). Quando o tratamento é feito à baixa temperatura, a floração ocorre em estágio mais precoce (LANG, 1957; DICKSON e PETERSON, 1960). A concentração de 100 ppm é a mais indicada, pois geralmente obtém-se respostas mais uniformes. Com 1000 ppm surge grande número de distorções (DICKSON e PETERSON, 1960).

LANG (1957) observou que em plantas de cenoura a resposta à giberelina é mais lenta e menos uniforme do que à vernalização; esta resposta é mais precoce e uniforme quando as aplicações de giberelina são feitas à baixa temperatura.

O tratamento com GA antecipa em 2 a 4 semanas o alongamento caulinar em plantas de cenoura, em relação às plantas não tratadas e

as plantas tratadas alongam-se mais rapidamente (HILLER et al. , 1979).

Em cenoura, o aumento na atividade das giberelinas endógenas foi relacionado ao alongamento caulinar , mas não à iniciação floral (HILLER et al. , 1979).

Aplicações de GA são mais efetivas na indução de floração, quando feitas no ápice do caule; entretanto, a resposta é específica para diferentes espécies e cultivares (JONES, 1973), e depende do estágio de desenvolvimento da planta (MOLDER, 1974).

Mudanças no nível de GA em resposta às condições ambientais, tais como fotoperíodo, vernalização, luz e estratificação, ocasionam mudanças qualitativas e quantitativas nos níveis de giberelinas endógenas de plantas superiores (JONES, 1973).

Vinte e quatro horas após aplicação de GA₃ na região apical de plantas de cenoura, observa-se um considerável aumento na atividade mitótica da região subapical. As evidências de alongamento caulinar vão aparecer após 72 horas, sendo a alta atividade mitótica das regiões subapicais a maior responsável pelo alongamento. (SACHS et al. , 1959). A zona do meristema subapical tratada com GA₃ aumenta de volume por vários dias, bem como o caule. Essa região subapical é a responsável pela maior parte, senão por todas as células, que contribuem para o alongamento caulinar das plantas em roseta (SACHS, 1965).

Em cenoura, o alongamento caulinar a partir do meristema subapical, sempre precede a diferenciação floral (HILLER et al. , 1979).

O mecanismo através do qual a giberelina controla o alongamento caulinar parece complexo, e a complexidade aumenta quando a au-

xina é considerada. A auxina parece ser a substância principal no controle do alongamento, mas sua ação direta no caule é muito difícil de ser demonstrada. Porém, não há dúvidas de que as auxinas desempenham papel importante no alongamento caulinar (SACHS, 1965).

Em plantas vigorosas (contendo material de reserva na raiz), que normalmente requerem vernalização, o desfolhamento é seguido de floração (GLOBERSON, 1972). Segundo este autor, o plantio da raiz diretamente após a colheita, sem nenhum período de armazenamento a frio, pode induzir a floração, porém com baixa produção de semente.

O fotoperíodo não é crítico para a floração de plantas de cenoura (DICKSON e PETERSON, 1958). HILLER e KELLY (1979) observaram que cenouras floresciam quando mantidas em DC (8 h. de luz / 16 h. de escuro), em casa de vegetação durante os meses de inverno e que DL (18 h. de luz / 6 h. de escuro), aceleravam o alongamento do caule, mas não eram essenciais para completar a expressão floral.

ATHERTON e BASHER (1984) observaram que o fotoperíodo durante e depois do período de frio, tem considerável efeito na resposta de floração em cenoura. O efeito mais marcante é a ausência de floração quando as plantas retornavam a DC, contrariando a teoria de que cenoura seria indiferente ao fotoperíodo. Contudo, esses pesquisadores verificaram que somente plantas jovens requerem DL após a vernalização, para a indução floral e que as plantas adultas eram indiferentes quanto ao fotoperíodo, após armazenadas a baixa temperatura. CHOUARD (1960), afirma que nem sempre o mecanismo de vernalização está ligado ao fotoperíodo.

A exposição de plantas a baixa temperatura tem sido considerada um tipo de estresse (WILDING et al., 1960; CHU et al., 1974; MILLER et al., 1985).

O aumento na concentração de prolina livre, em plantas submetidas a estresse de baixa temperatura, parece ocorrer sem nenhum decréscimo no potencial hídrico. Contudo, é possível que ocorram ajustes internos neste período, que desencadeiem o sistema de acumulação de prolina (CHU et al., 1974).

A acumulação de prolina em cevada, causada por estresse hídrico e por baixa temperatura, é muito similar nos dois tipos de estresses. Plantas submetidas a baixa temperatura, quando transferidas para altas temperaturas, continuam a acumular prolina por 24 horas. Após esse período, a concentração começa cair. Isso sugere que eventos metabólicos influenciados por baixa temperatura não são rapidamente revertidos, ao contrário do que ocorre com eventos influenciados por estresse hídrico. A acumulação de prolina durante o estresse hídrico ou baixa temperatura, apresenta certas similaridades básicas e consideráveis diferenças (CHU et al., 1974).

Stylosantes humilis, quando exposta a baixa temperatura apresenta redução no crescimento e aumento da quantidade de prolina sob condições úmidas, mas isso não ocorre sob condições secas (GATES et al., 1971). Prolina normalmente tende a aumentar com a resistência ao frio, sugerindo sua participação na resistência da molécula de proteína ao estresse (GATES et al., 1971).

Em regiões temperadas, tais como as do norte da Europa, o crescimento e desenvolvimento da planta de cenoura são reduzidos e

chegam a cessar quando a temperatura ambiental diminui e o fotoperíodo e a radiação são reduzidos no outono. Esta mudança gradual nas condições de crescimento, durante o outono, podem adaptar o metabolismo e a composição dos tecidos da raiz para vernalização e sobrevivência no inverno (NILSON, 1987).

Durante a colheita, no outono, o conteúdo relativo de carboidratos solúveis nas raízes de cenoura está sujeito a mudanças. O armazenamento de raiz de cenoura à temperatura próxima de 0°C, não inibe metabolismo de certos carboidratos (a redução na razão sacarose / hexose, durante os dois primeiros meses de armazenamento, sugere uma reativação ou "síntese de novo" de invertases ácidas na raiz) (NILSON, 1987).

A concentração de compostos amino nitrogenados solúveis em raízes de cenoura, é aumentada no outono; isso pode ser explicado pela concomitante queda de nitrato, sem desconsiderar a translocação de aminoácidos livres de folhas senescentes para a raiz (NILSON, 1987).

Existem poucas referências associando estresse mecânico e floração. Estas sugerem que o período que antecipa a floração pode ser aumentado e o número de flores diminuído, como resultado do estresse mecânico (BIDDINGTON, 1986).

O efeito mais aparente do estresse mecânico é a redução da extensão caulinar. O peso e o comprimento da raiz são diminuídos quando ocorre estresse mecânico na parte aérea (BIDDINGTON, 1986 e BIDDINGTON e DEARMAN, 1987).

A grande variação no peso e tamanho da raiz de cenoura tem sido atribuída à variação da emergência e peso da plântula (SALTER,

1981; BENJAMIN, 1982 e 1984). Em uma população, plantas de raízes grandes podem reprimir o crescimento das de raízes pequenas (GRAY e STECKEL, 1985). A variabilidade no peso das plântulas e raízes é susceptível à competição e aumenta com o aumento da densidade das plantas. Existe uma boa correlação entre o peso da raiz e o comprimento do embrião, demonstrando que medidas do comprimento do embrião, podem prover estimativas de variação potencial no peso de raízes, quando sementes de mesma procedência são cultivadas em condições de baixa densidade de plantas (GRAY et al., 1986).

O tamanho, viabilidade e vigor das sementes de cenoura variam entre cultivares, lotes de sementes e estações do ano (GRAY e STECKEL, 1984). A percentagem de germinação das sementes aumenta com o aumento do tamanho da semente (AUSTIN e LOGDEN, 1967). Variação na ordem das umbelas e época da colheita da semente, são dois fatores que geram variabilidade no peso da semente, tamanho do embrião e subsequente variação do peso das plântulas (GRAY e STECKEL, 1983). Sementes de umbelas primárias apresentam menor variabilidade, quando comparadas com sementes de umbelas secundárias. No comércio o que ocorre é uma mistura de sementes de todas as umbelas (GRAY e STECKEL, 1983).

MATERIAL E MÉTODOS

1. Material

Foram utilizadas sementes de Daucus carota L. (cenoura), de origem comercial, cultivares Nantes (marca Royal; Porto-RS) e Brasília (marca Segil; Rio Grande-RS).

2. Métodos

2.1 Cultivo de Plantas

Os experimentos foram realizados em casa de vegetação e laboratórios do Departamento de Fisiologia Vegetal do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, nos anos de 1987 e 1988.

O substrato usado foi uma mistura de solo e areia (1:1). As sementes ou raízes foram plantadas em vasos ou sacos plásticos, com capacidades que variaram de 1,8 a 5 litros.

Para o plantio, os sacos e vasos foram irrigados até a capacidade de campo. Plantou-se em cada recipiente uma raiz, ou quinze sementes, a uma profundidade de 2 a 3 cm. Após o período de germinação procedeu-se a seleção e desbaste, mantendo-se 1 planta por vaso. Procedeu-se irrigação diária com água de torneira

As plantas de cenouras utilizadas para plantio foram retiradas de canteiros, nos quais foram cultivadas até atingirem o estágio de desenvolvimento desejado.

Neste trabalho, o termo raiz refere-se à parte basal da raiz seminal mais o hipocótilo de plantas de cenoura, que se fundem formando um só órgão tuberoso.

O fotoperíodo natural variou de 10,8 a 12,2 horas de insolação diária (Smithsonian Meteorological Tables, 6ª ed, 1951, Tabela 171), que chamaremos de fotoperíodo natural e o fotoperíodo longo, o fotoperíodo natural complementado até 18 horas de luz diárias por lâmpadas incandescentes (86 uW.cm^{-2}).

Todos os experimentos foram realizados em casa de vegetação nos fotoperíodos natural e/ou longo.

2.2 Pesos de Matéria Fresca e Seca das Raízes

Raízes de cenouras foram removidas dos canteiros, lavadas, enxugadas com papel de filtro e pesadas em balança de precisão para obtenção do peso de matéria fresca. Em seguida, estas raízes foram seccionadas e mantidas em estufa a 80°C por 24 horas, para obtenção do peso de matéria seca. Este tempo se mostrou o suficiente para a estabilização do peso da matéria seca.

2.3 Estádios de Desenvolvimento das Plantas

Utilizaram-se três estádios de desenvolvimento, denominados A, B e C, os quais foram separados de acordo com as características da tabela 1.

2.4 Replântio

Plantas de cenouras das duas cultivares, nos três estádios de desenvolvimento, foram coletadas dos canteiros e replantadas com e sem folhas, em sacos de plástico, em fotoperíodo natural e fotoperíodo longo. As plantas do tratamento em que as folhas foram mantidas, permaneceram em umidificador para evitar o "deficit" hídrico foliar, até que suas folhas se recuperassem.

2.5 Ácido Giberélico (GA₃)

O efeito do GA₃ foi observado nas duas cultivares, em fotoperíodo natural e longo, nos três estádios de desenvolvimento. Foram feitas 4 aplicações semanais de 20 µl de GA₃ 10⁻³ M, com auxílio de microagulhetas, na região basal de uma folha jovem, próximas ao meristema apical.

Tabela 1 - Pesos de matéria fresca e seca das raízes nos estádios de desenvolvimento A, B e C de Daucus carota L., cultivares Nantes e Brasília

cultivar	estádio	matéria fresca (g)	matéria seca (g)
NANTES	A	2,82 ± 0,62	0,25 ± 0,05
	B	139,40 ± 18,20	15,10 ± 1,90
	C	225,76 ± 34,02	22,06 ± 2,59
BRASÍLIA	A	4,62 ± 0,89	0,46 ± 0,15
	B	145,80 ± 20,20	15,00 ± 2,00
	C	264,93 ± 57,80	26,03 ± 6,60

2.6 Vernalização

Plantas de cenouras das cultivares Nantes e Brasília, foram retiradas dos canteiros, lavadas e tiveram suas folhas removidas. A seguir, foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes e mantidas em geladeira a 7°C. Para cada estágio de desenvolvimento (A, B e C), testaram-se 1, 2 e 3 meses de vernalização. Após a vernalização, as raízes foram plantadas em sacos plásticos e mantidas em casa de vegetação em fotoperíodo natural e longo. Posteriormente, testaram-se 5, 10, 20 e 30 dias de vernalização para a cultivar Brasília, no estágio B.

2.7 Vernalização Associada à Aplicação de Ácido Giberélico

Neste experimento utilizaram-se plantas de cenouras no estágio C da cultivar Nantes, vernalizadas por 30 e 60 dias, e plantas de cenouras no estágio B da cultivar Brasília, vernalizadas por 20 dias. Após o período de vernalização, a cultivar Brasília foi plantada em fotoperíodo natural e a cultivar Nantes em fotoperíodo natural e longo. Um lote vernalizado recebeu aplicação de GA₃ na concentração de 10⁻³ M, como descrito anteriormente, e o outro lote, sem aplicação de GA₃, foi considerado como controle.

2.8 Remoção de Partes da Planta

2.8.1 Remoção das Folhas

Sementes de cenoura das duas cultivares, foram semeadas em sacos de plástico. Quando as plantas de cenouras atingiram o estágio B, um lote teve suas folhas removidas e no outro lote as plantas de cenouras foram mantidas intactas. O experimento foi montado em fotoperíodo natural e longo.

2.8.2 Remoção de Partes da Raiz Tuberosa

Raízes das duas cultivares no estágio B, após remoção de $1/2$ e $2/3$ de sua parte basal, foram plantadas em areia em fotoperíodo natural e quinzenalmente regadas com 100 ml de solução completa de HOAGLAND e ARNON (1950).

2.8.3 Remoção da Raiz

Plântulas de 40 dias tiveram suas raízes removidas, cortando-se a região acima do colo, na parte basal do hipocótilo. A seguir, foram plantadas em vermiculita e mantidas em umidificador. Após a formação de raízes adventícias estas foram transplantadas em vasos e mantidas em fotoperíodos natural e longo, em casa de vegetação.

2.9 ESTRESSES

2.9.1 Estresse Mecânico

Cilindros de plástico perfurados lateralmente, de aproximadamente 3 cm de diâmetro e 12 cm de comprimento, foram inseridos nos vasos com a mistura de terra e areia descrita anteriormente, sendo em sua parte superior, colocadas as sementes das duas cultivares para a germinação. Vasos com sementes e sem os cilindros foram considerados como controle.

2.9.2 Estresse Hídrico

Plantas de cenoura no estágio B foram coletadas do canteiro, lavadas e suas folhas foram retiradas. Após terem seus ápices protegidos contra o dessecamento, utilizando-se uma fita de "magipack", estas foram pesadas periodicamente e mantidas em laboratório expostas às condições ambientais, até atingirem um teor de umidade de cerca de 70% do peso inicial, quando então foram plantadas.

3. Parâmetros de Avaliação

3.1 Crescimento de Caule

Por se tratar de uma planta em roseta, a determinação do crescimento do caule foi feita, nas plantas que se alongaram, através de medidas lineares da parte apical superior da raiz até o internó mais apical. Estas medidas foram realizadas periodicamente até 120 dias após o início dos tratamentos.

3.2 Floração

A determinação da floração foi feita a partir de observações macroscópicas. As plantas de cenoura eram consideradas floridas quando da visualização da primeira umbela.

3.3 Estatística

Quando necessário, foram calculados o desvio padrão e o coeficiente de variação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.EFEITO DO REPLANTIO

O replantio das cultivares de cenoura nos estádios A, B e C foi realizado com e sem folhas, nos fotoperíodos natural e longo. O número de plantas sobreviventes foi semelhante para os diferentes estádios de desenvolvimento da cultivar Nantes, exceção feita para o estádio de desenvolvimento C, replantio com folhas, mantido em fotoperíodo longo, que apresentou um número menor de plantas sobreviventes, quando comparado aos demais estádios(Tab. 2 e 3).

Plantas de cenoura não replantadas (controle), apresentaram igual número de sobreviventes e ausência total de alongamento e floração em ambos fotoperíodos. Por esse motivo, esses resultados não foram apresentados nas tabelas.

Na cultivar Brasília o número de plantas sobreviventes também foi semelhante nos diferentes estádios. No entanto, observa-se que o estádio de desenvolvimento C apresentou o menor número de plantas sobreviventes em relação aos estádios A e B (Tab. 4 e 5).

Plantas de cenoura se alongaram após o replantio e o alongamento médio está representado nas figuras de 1 a 6. Devido ao alto coeficiente de variação, as diferenças entre as médias de alongamento do caule, não foram significativas.

Tabela 2 - Efeito do replantio de Daucus carota L., com folhas, no crescimento e floração da cultivar Nantes, nos estádios de desenvolvimento A, B e C, nos fotoperíodos natural e longo (10 plantas por tratamento). Resultados obtidos após 160 dias.

Fotoperíodo	Parâmetros	Nº de Plantas por Estádio de Desenvolvimento		
		A	B	C
Natural	sobreviventes	9	9	8
	alongadas	0	0	1
	floridas	0	0	1
Longo	sobreviventes	10	10	6
	alongadas	0	0	1
	floridas	0	0	0

Tabela 3 - Efeito do replantio de Daucus carota L., sem folhas, no crescimento e floração da cultivar Nantes, nos estádios de desenvolvimento A, B e C, nos fotoperíodos natural e longo (10 plantas por tratamento). Resultados obtidos após 160 dias.

Fotoperíodo	Parâmetros	Nº de Plantas por Estádio de Desenvolvimento		
		A	B	C
Natural	sobreviventes	9	9	8
	alongadas	0	0	1
	floridas	0	0	1
Longo	sobreviventes	8	9	8
	alongadas	0	0	2
	floridas	0	0	2

Tabela 4 - Efeito do replantio de Daucus carota L., com folhas, no crescimento e floração da cultivar Brasília, nos estádios de desenvolvimento A, B e C, nos fotoperíodos natural e longo (10 plantas por tratamento). Resultados obtidos após 120 dias.

Fotoperíodo	Parâmetros	Nº de Plantas por Estádio de Desenvolvimento		
		A	B	C
Natural	sobreviventes	10	10	6
	alongadas	1	6	3
	floridas	1	6	3
Longo	sobreviventes	10	10	7
	alongadas	0	3	1
	floridas	0	3	1

Tabela 5 - Efeito do replantio de Daucus carota L., sem folhas, no crescimento e floração da cultivar Brasília, nos estádios de desenvolvimento A, B e C, nos fotoperíodos natural e longo (10 plantas por tratamento). Resultados obtidos após 120 dias.

Fotoperíodo	Parâmetros	Nº de Plantas por Estádio de Desenvolvimento		
		A	B	C
Natural	sobreviventes	9	9	7
	alongadas	4	3	0
	floridas	4	3	0
Longo	sobreviventes	10	9	6
	alongadas	2	5	3
	floridas	2	5	3

O alongamento caulinar na cultivar Nantes foi mínimo e tardio, só ocorrendo no estágio C (Tab. 2 e 3). Devido ao fato de um número muito pequeno de plantas da cultivar Nantes se alongar, e este alongamento ocorrer após 120 dias do replantio, as médias dos alongamentos não foram representadas em histogramas.

Na cultivar Brasília o número de plantas alongadas variou após o replantio (Tab. 4 e 5). O alongamento caulinar médio variou no início dos experimentos, porém no final este apresentou valores semelhantes, independente do estágio de desenvolvimento e do fato do replantio ter ocorrido com ou sem folhas (Fig. 1 a 6). No estágio de desenvolvimento A (Fig. 1 e 2), o alongamento caulinar foi mais tardio em relação aos estádios B (Fig. 3 e 4) e C (Fig. 5 e 6).

Cenouras, cultivar Brasília, no estágio de desenvolvimento B, quando replantadas com folhas, apresentaram o maior número de plantas alongadas em relação aos estádios A e C (Tab. 4 e 5). No mesmo estágio, quando sem folhas, apresentaram o maior número de plantas alongadas em fotoperíodo longo. Por outro lado, em fotoperíodo natural, plantas no estágio A, replantadas sem folhas, apresentaram maior número de plantas alongadas em relação às aquelas dos estádios de desenvolvimento B e C (Tab. 4 e 5).

O número de plantas que floresceram após o replantio está relatado nas tabelas 2 a 5 e figuras 7 e 8. Praticamente todas as plantas que se alongaram, floresceram, com exceção da cultivar Nantes, estágio de desenvolvimento C, replantada com folhas em fotoperíodo longo (tab. 2).

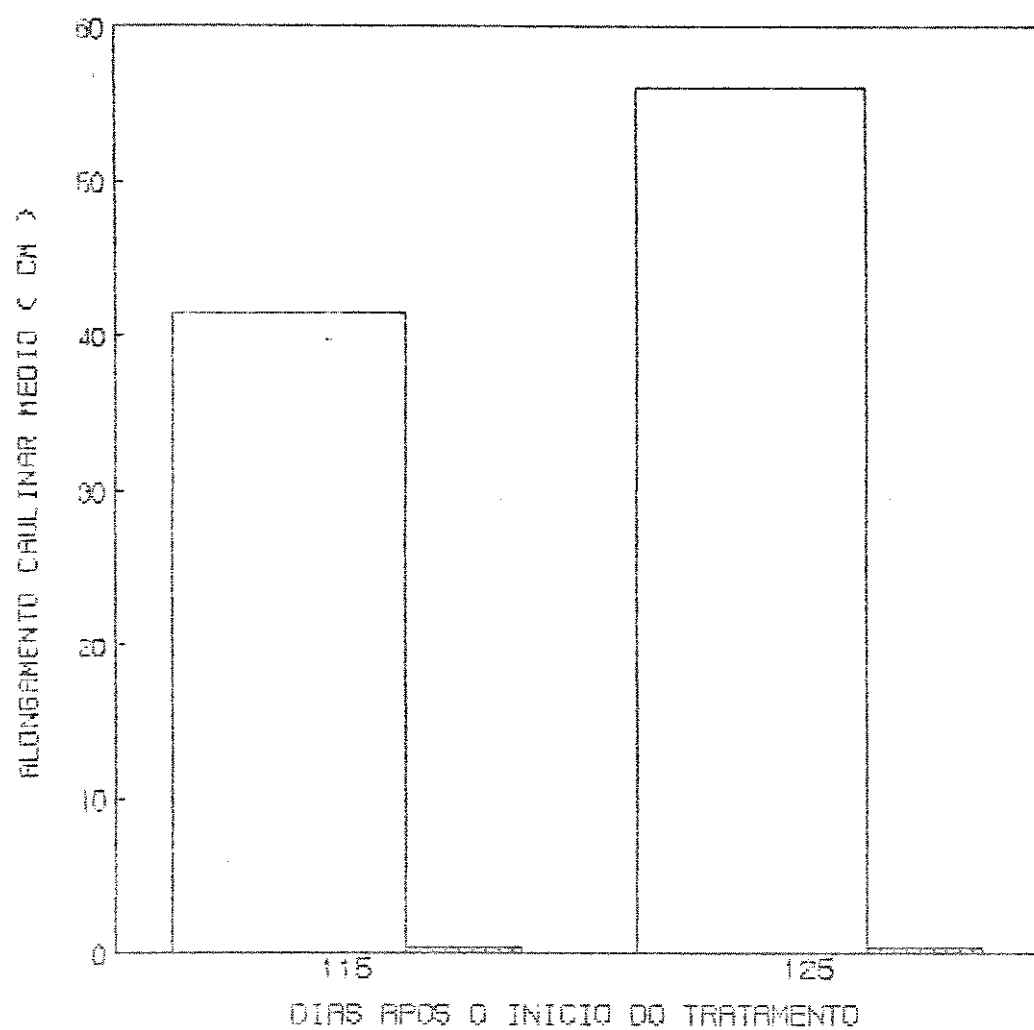


Figura 1 - Efeito do replantio no alongamento caulinar de Daucus carota L., cultivar Brasília, com folhas (estádio A). [barras hachuradas representam alongamento caulinar em fotoperíodo longo e não hachuradas em fotoperíodo natural].

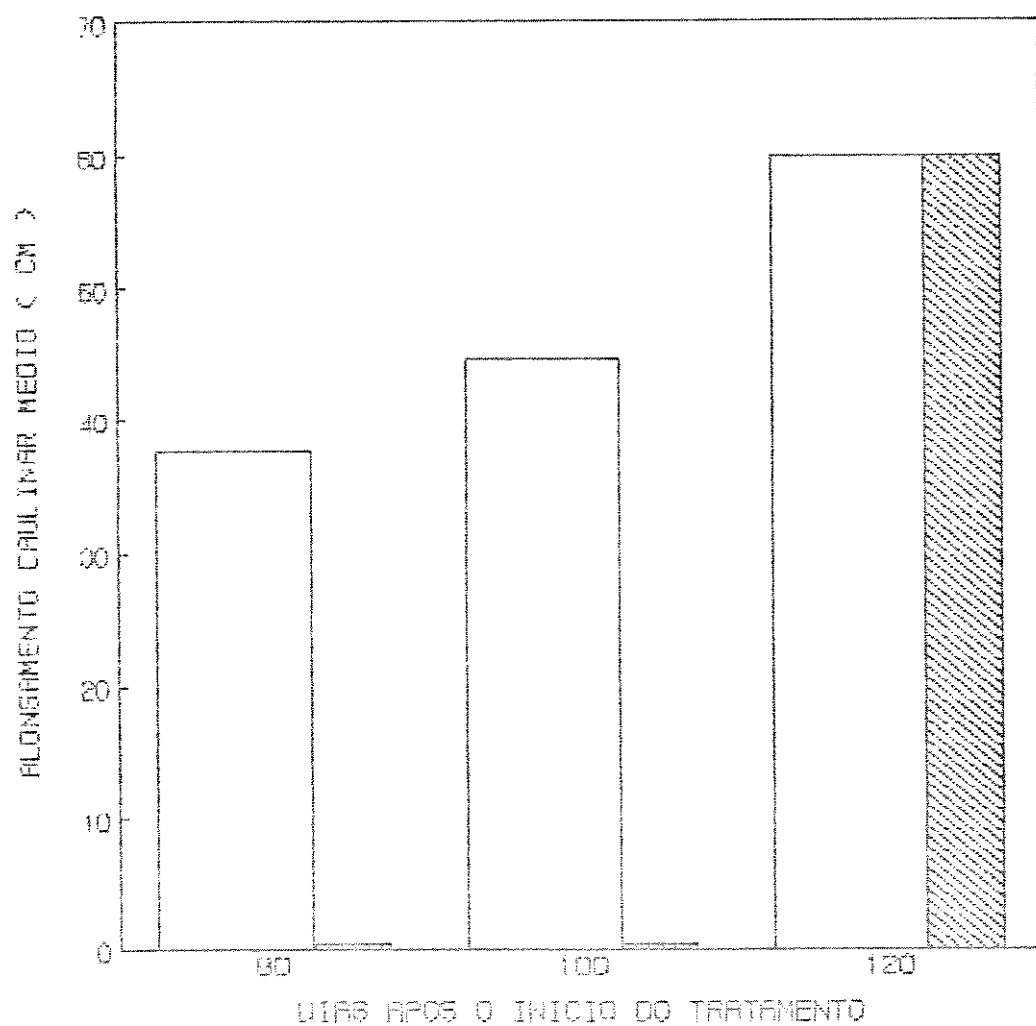


Figura 2 - Efeito do replantio no alongamento caulinar de Daucus carota L., cultivar Brasília, sem folhas (estádio A). (barras hachuradas representam alongamento caulinar em fotoperíodo longo e não hachuradas em fotoperíodo natural).

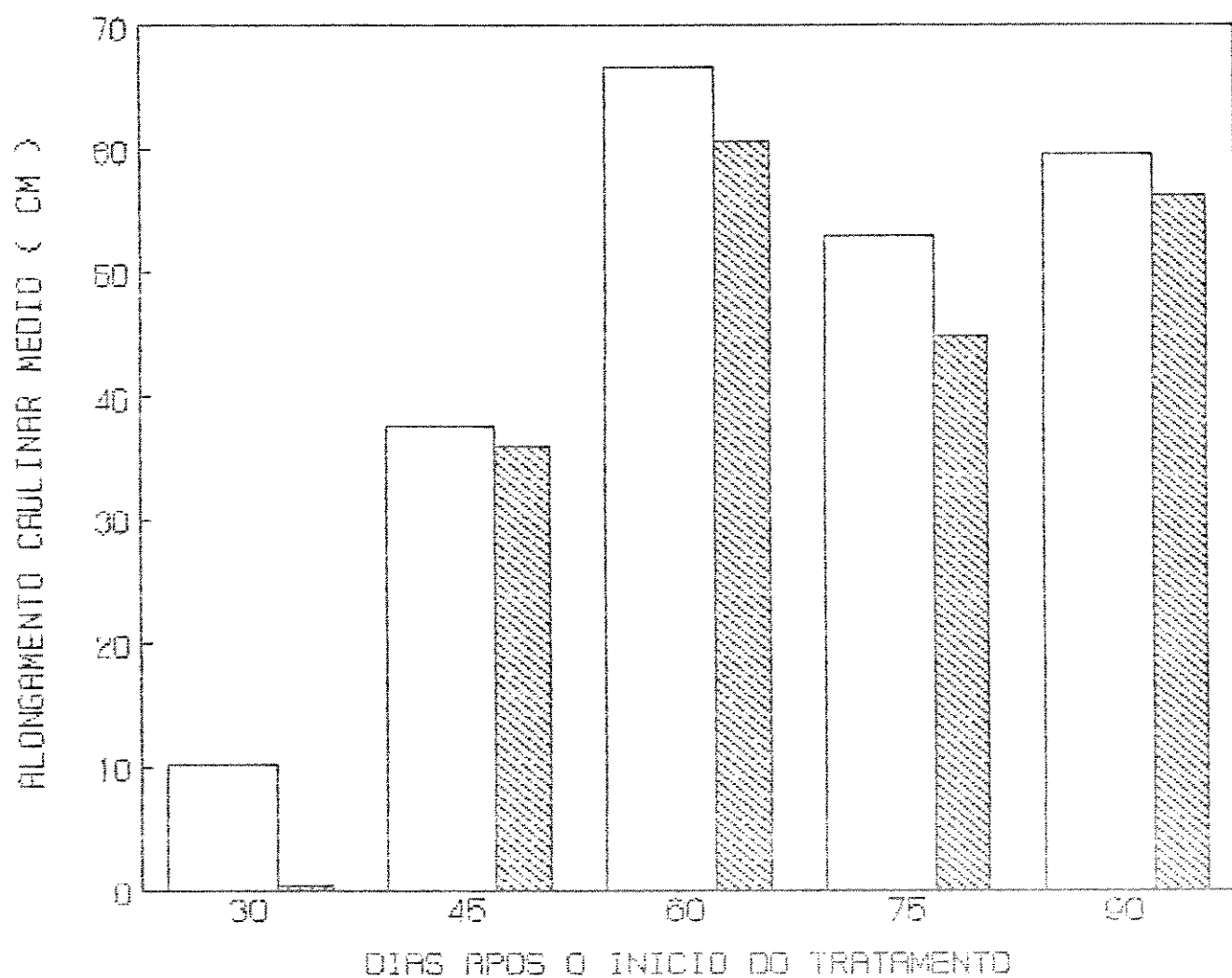


Figura 3 - Efeito do replantio no alongamento caulinar de Daucus carota L., cultivar Brasília, com folhas (estádio B). [barras hachuradas representam alongamento caulinar em fotoperíodo longo e não hachuradas em fotoperíodo natural].

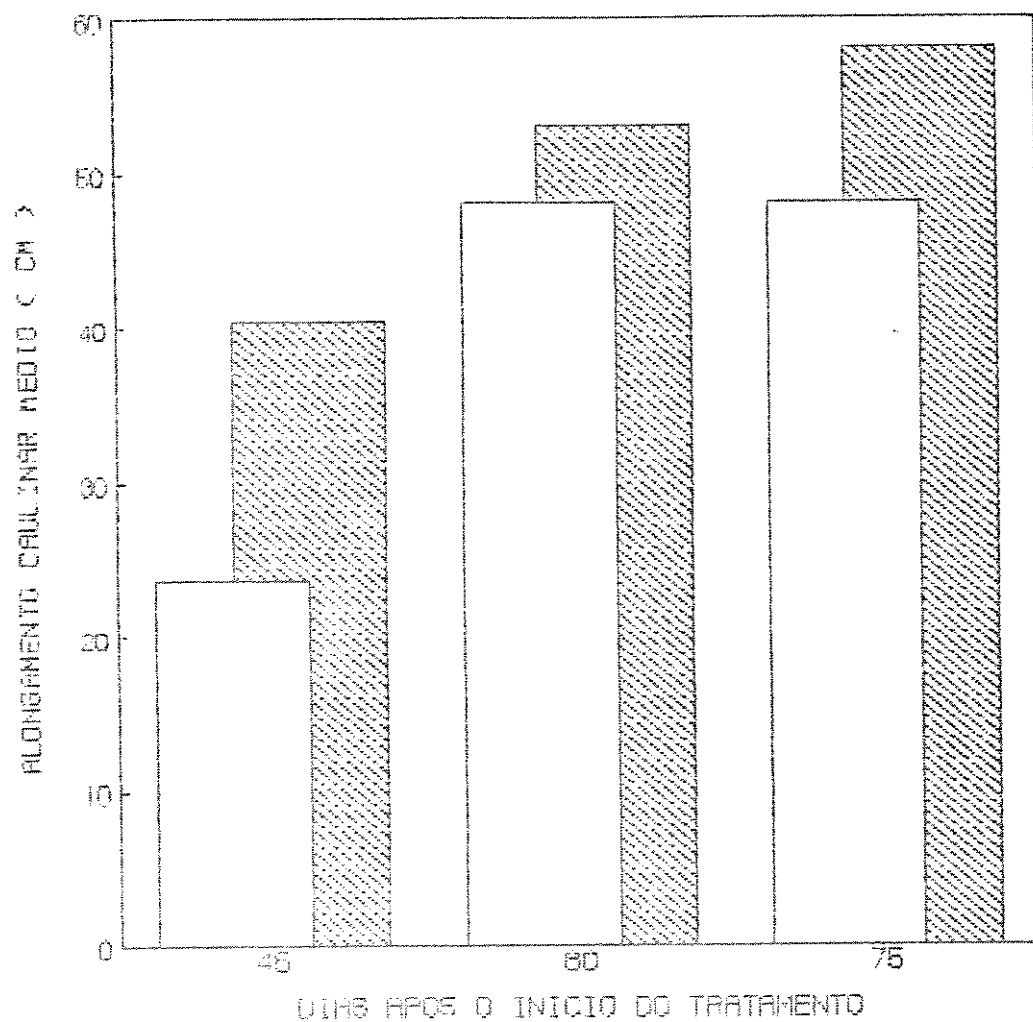


Figura 4 - Efeito do replantio no alongamento caulinar de Daucus carota L., cultivar Brasília, sem folhas (estádio B). [barras hachuradas representam alongamento caulinar em fotoperíodo longo e não hachuradas em fotoperíodo natural].

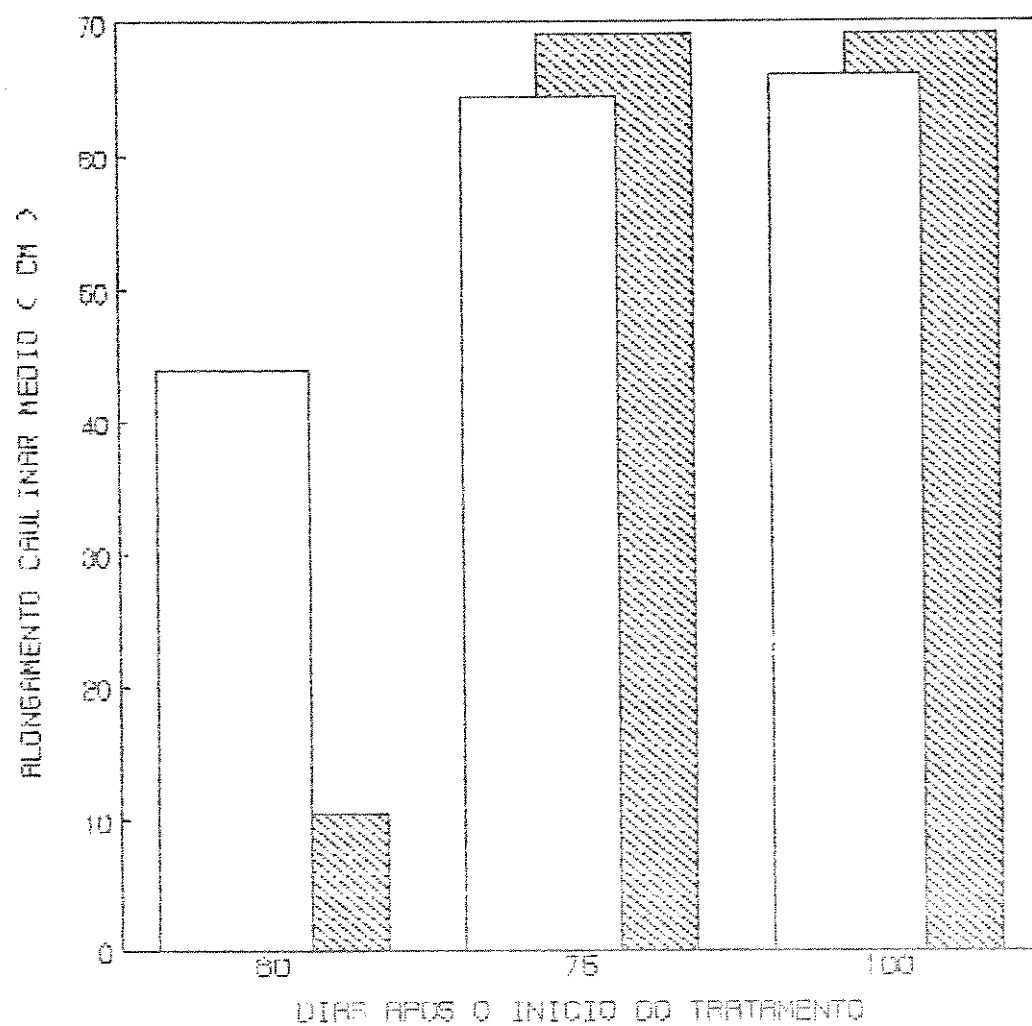


Figura 5 - Efeito do replantio no alongamento caulinar de Daucus carota L., cultivar Brasília, com folhas (estádio C). [barras hachuradas representam alongamento caulinar em fotoperíodo longo e não hachuradas em fotoperíodo natural].

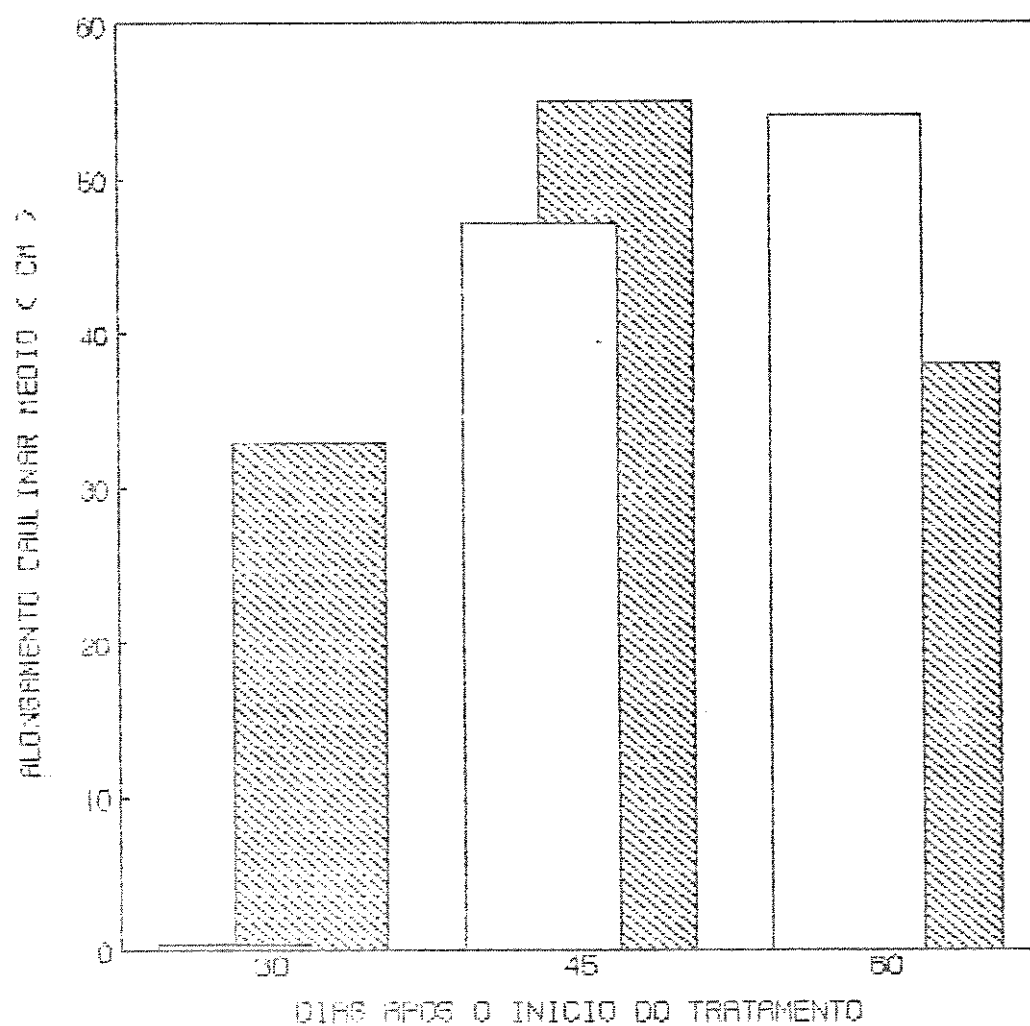


Figura 6 - Efeito do replantio no alongamento caulinar de *Daucus carota* L., cultivar Brasília, sem folhas (estádio C). [barras hachuradas representam alongamento caulinar em fotoperíodo longo e não hachuradas em fotoperíodo natural].

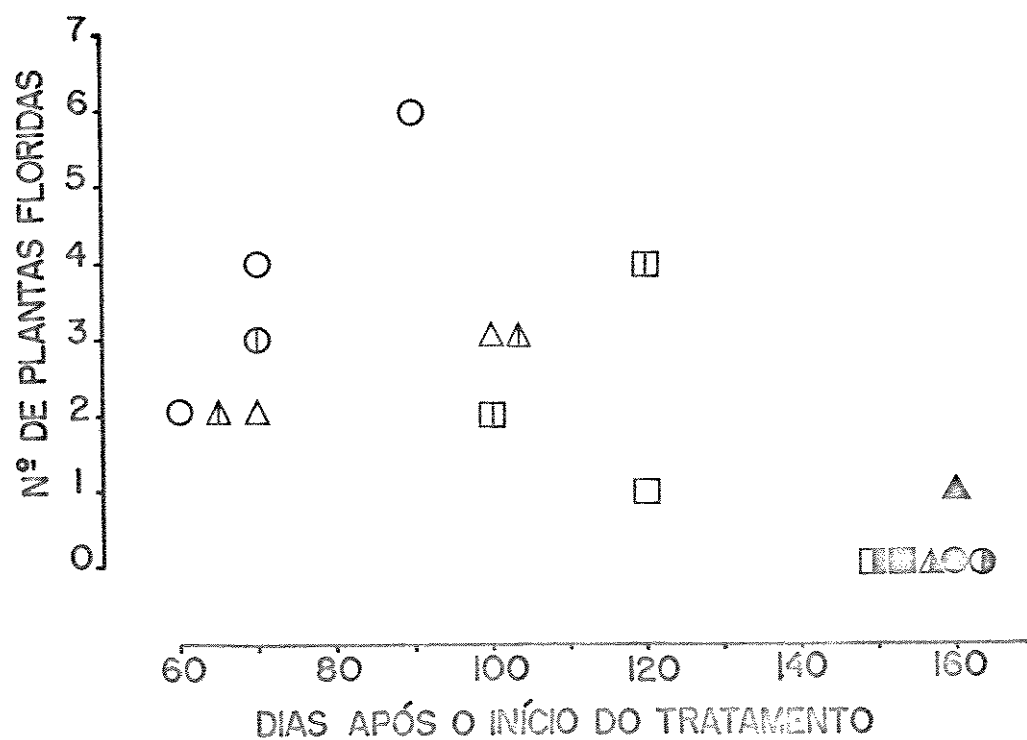


Figura 7 - Efeito do replantio na floração de Daucus carota L., cultivares Nantes (estádio A com folhas □, sem folhas ■; estágio B com folhas ●, sem folhas ○; estágio C com folhas ▲, sem folhas ▲] e Brasília (estádio A com folhas □, sem folhas ■; estágio B com folhas ○, sem folhas ○; estágio C com folhas ▲, sem folhas ▲], em fotoperíodo natural.

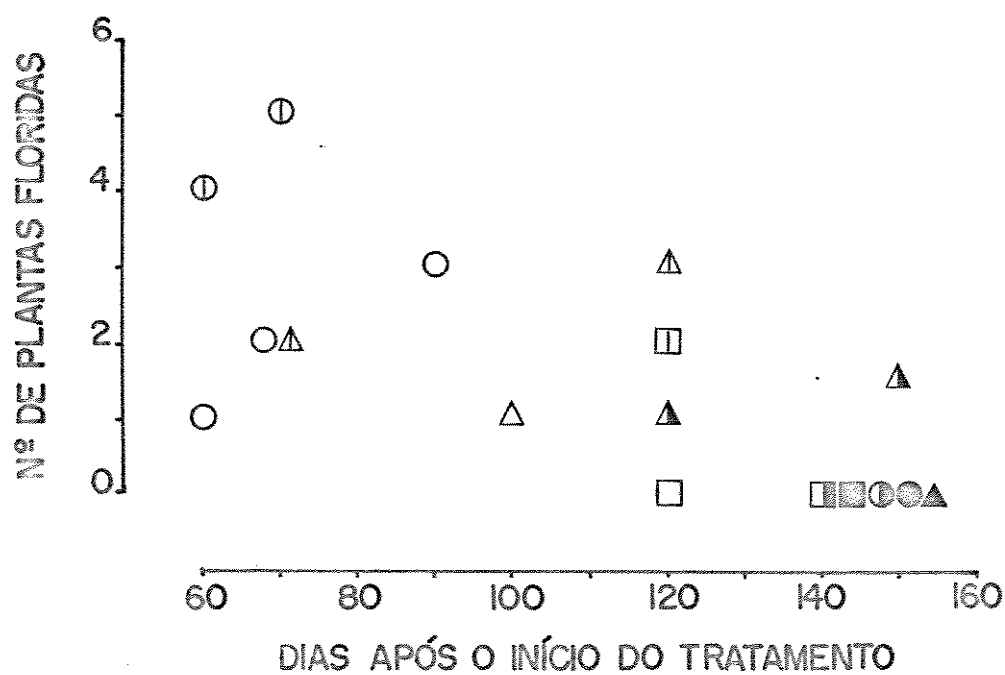


Figura 8 - Efeito do replantio na floração de *Daucus carota* L., cultivares Nantes (estádio A com folhas ■, sem folhas □; estágio B com folhas ●, sem folhas ○; estágio C com folhas ▲, sem folhas △) e Brasília (estádio A com folhas □, sem folhas ■; estágio B com folhas ○, sem folhas ●; estágio C com folhas △, sem folhas ▲), em fotoperíodo longo.

Na cultivar Brasília, com relação à floração, o estágio de desenvolvimento mais precoce foi o B e o mais tardio foi o A, independente do replantio ser com ou sem folhas.

Diferentes espécies de plantas variam quanto ao seu período de juvenilidade. Muitas plantas não respondem ao estímulo para indução floral até que um mínimo de crescimento vegetativo seja atingido (KRISHNAMOORTHY, 1975).

RAPPAPORT e BONNER (1960) consideraram que a fase juvenil em cenoura, teria duração até sua raiz atingir 1 cm de diâmetro. Contudo, este critério de juvenilidade não foi observado neste trabalho, uma vez que as raízes em estudo apresentavam diâmetro superior a 1 cm. Pode ser que as plantas de cenoura replantadas com folhas, estágio A, estejam no estágio de desenvolvimento juvenil e que o diâmetro de cenoura não seja um bom critério para se definir juvenilidade. BENJAMIN (1984) observou que plantas de cenoura da mesma idade apresentam tamanhos diferentes e conseqüentemente diâmetros diferentes. É possível que esse critério de juvenilidade utilizado por RAPPAPORT e BONNER (1960), esteja relacionado com o efeito do GA₃, pois é sabido que a fase juvenil pode ser alterada pelo tratamento com giberelinas (KRISHNAMOORTHY, 1975).

Analisando o estágio A da cultivar Brasília, notamos uma grande diferença no número de plantas floridas. Quando o replante foi com folhas, este se comportou como um estágio juvenil, mas quando o replante foi sem folhas, comportou-se como estágio adulto. KRISHNAMOORTHY (1975) relatou que a duração da fase de juvenilidade não pode ser influenciada por fatores externos, mas práticas hortícolas podem

reduzir ou aumentar esta fase.

Comparando-se as duas cultivares, o replantio com e sem folha induziu alongamento caulinar e floração em todos os estádios de desenvolvimento da cultivar Brasília, e na cultivar Nantes, somente no estádio C é que um pequeno número de plantas se alongou. Podemos observar que o estádio C da cultivar Nantes, replantado com folhas, se comportou de maneira semelhante ao estádio A da cultivar Brasília, também replantado com folhas, demonstrando que a cultivar Brasília percebe o replantio em estádios mais jovens que a cultivar Nantes.

Nas duas cultivares, replantadas com folhas, as condições fotoperiódicas tiveram um efeito quantitativo na floração, sendo esse efeito maior em fotoperíodo natural em relação ao fotoperíodo longo (Fig. 7 e 8). Observou-se ainda, que a cultivar Nantes apresentou uma resposta tardia em relação à cultivar Brasília.

O efeito do replantio na indução de floração foi maior na cultivar Brasília em relação à cultivar Nantes.

2. EFEITO DO ÁCIDO GIBERÉLICO (GA₃)

A aplicação de GA₃ na região basal de uma folha jovem, promoveu o alongamento caulinar. O número de plantas alongadas está relatado nas tabelas 6 e 7 e o alongamento caulinar médio nas figuras 9 a 14. Devido ao alto coeficiente de variação, as diferenças entre as médias das plantas que se alongaram, não foram significativas. O número de plantas que floresceram foi baixo e o tempo que cada cultivar, nos diferentes estádios de desenvolvimento, demorou para florescer, estão relatados nas tabelas 6 e 7 e figuras 15 e 16.

Devido ao fato das plantas não tratadas com GA₃, não se alongarem e florescerem, os dados foram omitidos das tabelas.

Nas cultivares Nantes e Brasília, o estágio A apresentou o menor número de plantas alongadas em resposta às aplicações de GA₃, e os estádios B e C se comportaram de maneira semelhante. Os resultados indicam que o estágio A pode ser um estágio juvenil.

O diâmetro da raiz não é um bom parâmetro para determinação da fase juvenil em cenoura, como discutido anteriormente, pois nos estádios de desenvolvimento deste trabalho, o diâmetro das cenouras foi maior que 1 cm, e o estágio A parece ser um estágio juvenil em relação à aplicação de GA₃, contrariando os dados obtidos por RAPAPPORT e BONNER (1960).

Tabela 6 - Efeito do GA₃ no crescimento e floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes, estádios de desenvolvimento A, B e C, nos fotoperíodos natural e longo (10 plantas por tratamento). Resultados obtidos após 110 dias.

Fotoperíodo	Parâmetros	Nº de Plantas por Estádio de Desenvolvimento		
		A	B	C
Natural	sobreviventes	10	10	10
	alongadas	6	10	10
	floridas	2	2	1
Longo	sobreviventes	10	10	10
	alongadas	2	7	10
	floridas	0	3	5

Tabela 7 - Efeito do GA₃ no crescimento e floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília, estádios de desenvolvimento A, B e C, nos fotoperíodos natural e longo (10 plantas por tratamento). Resultados obtidos após 110 dias.

Fotoperíodo	Parâmetros	Nº de Plantas por Estádio de Desenvolvimento		
		A	B	C
Natural	sobreviventes	10	10	10
	alongadas	5	7	7
	floridas	0	2	1
Longo	sobreviventes	10	10	10
	alongadas	5	10	9
	floridas	1	0	0

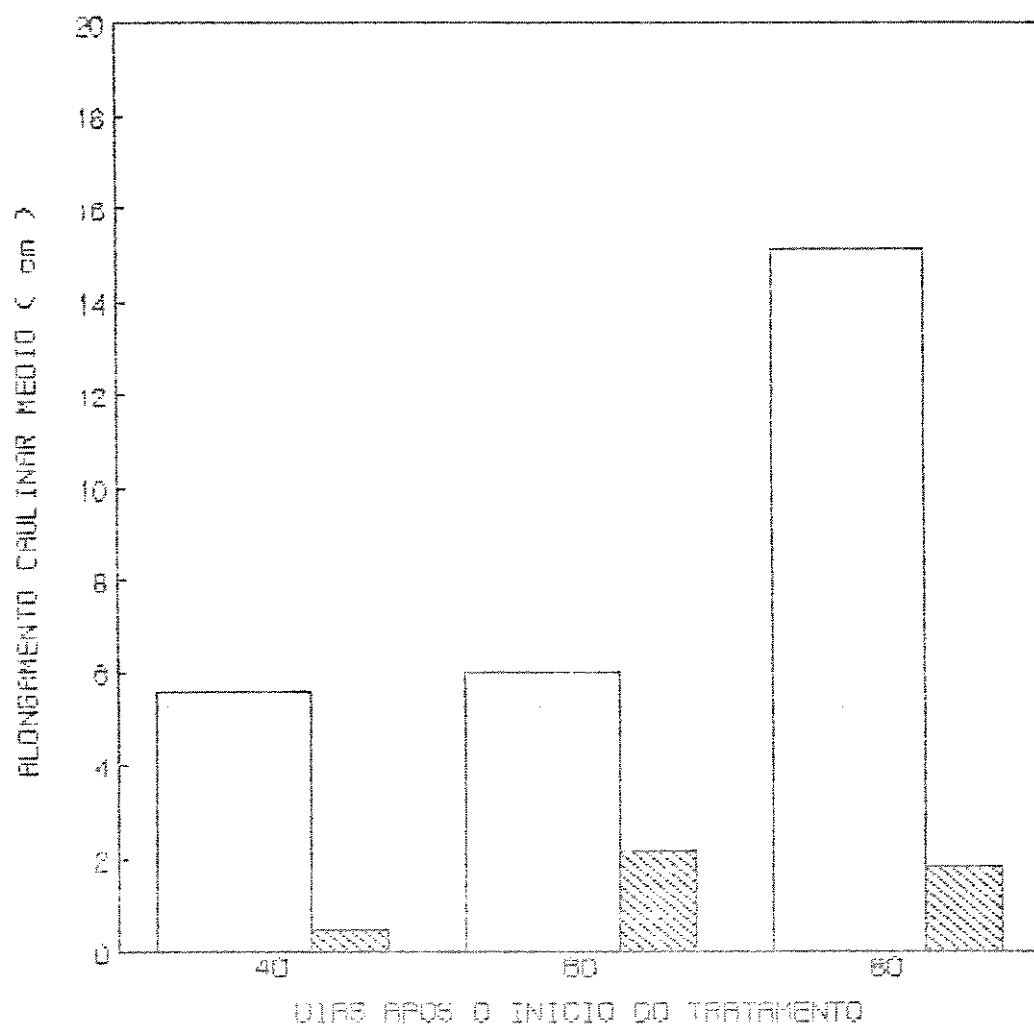


Figura 9 - Efeito do GA_3 ($10^{-3}M$) no alongamento caulinar de Daucus carota L., cultivar Nantes (estádio A). [barras hachuradas representam alongamento caulinar em fotoperíodo longo e não hachuradas em fotoperíodo natural].

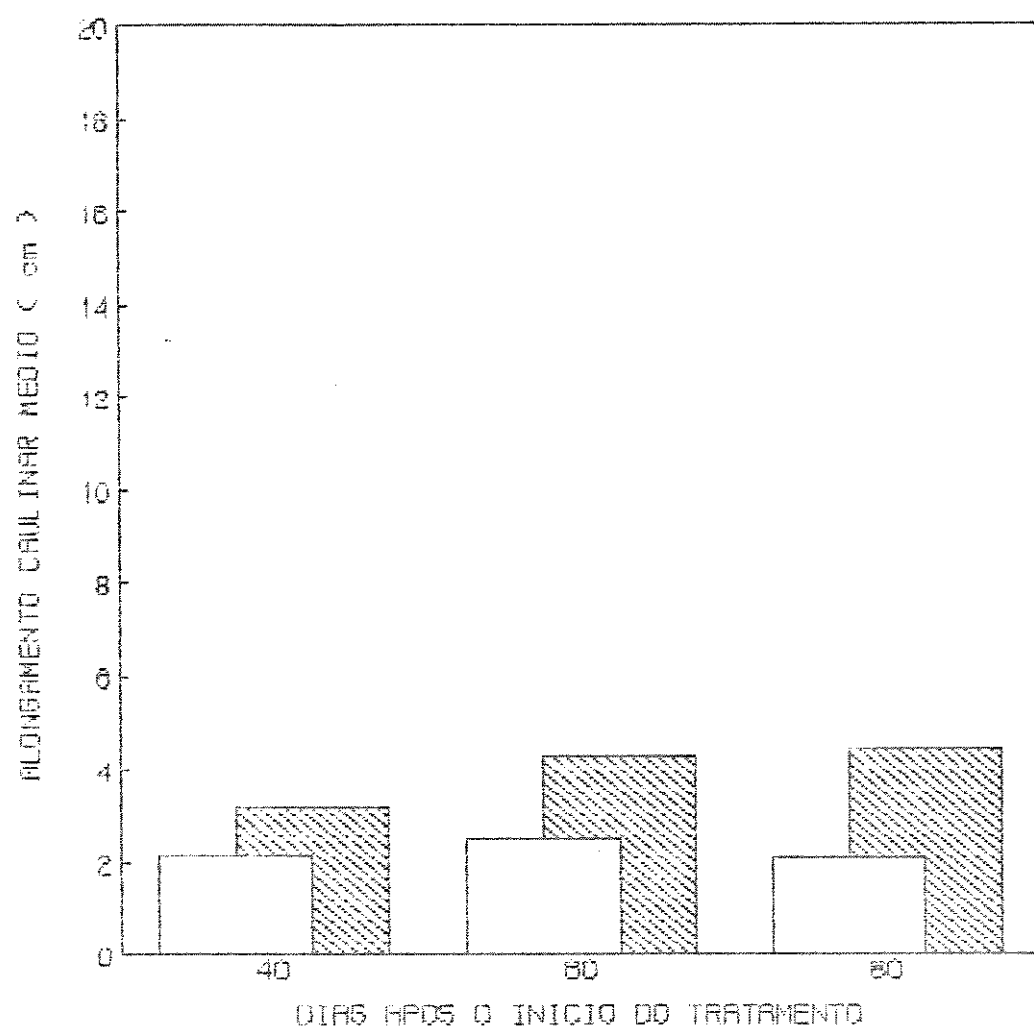


Figura 10- Efeito do GA_3 ($10^{-3}M$) no alongamento caulinar de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio A). [barras hachuradas representam alongamento caulinar em fotoperíodo longo e não hachuradas em fotoperíodo natural].

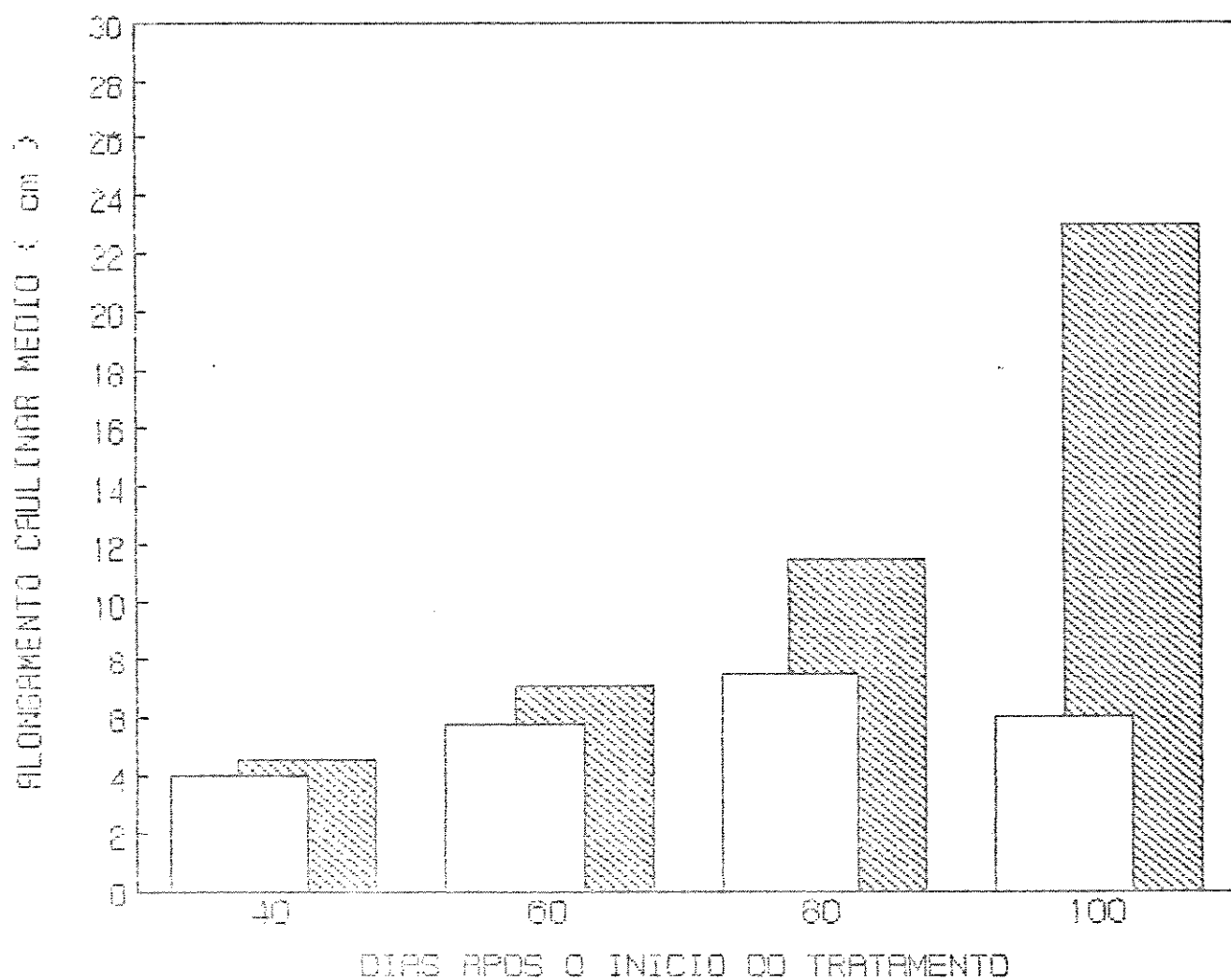


Figura 11- Efeito do GA_3 ($10^{-3}M$) no alongamento caulinar de *Daucus carota* L., cultivar Nantes (estádio B). [barras hachuradas representam alongamento caulinar em fotoperíodo longo e não hachuradas em fotoperíodo natural].

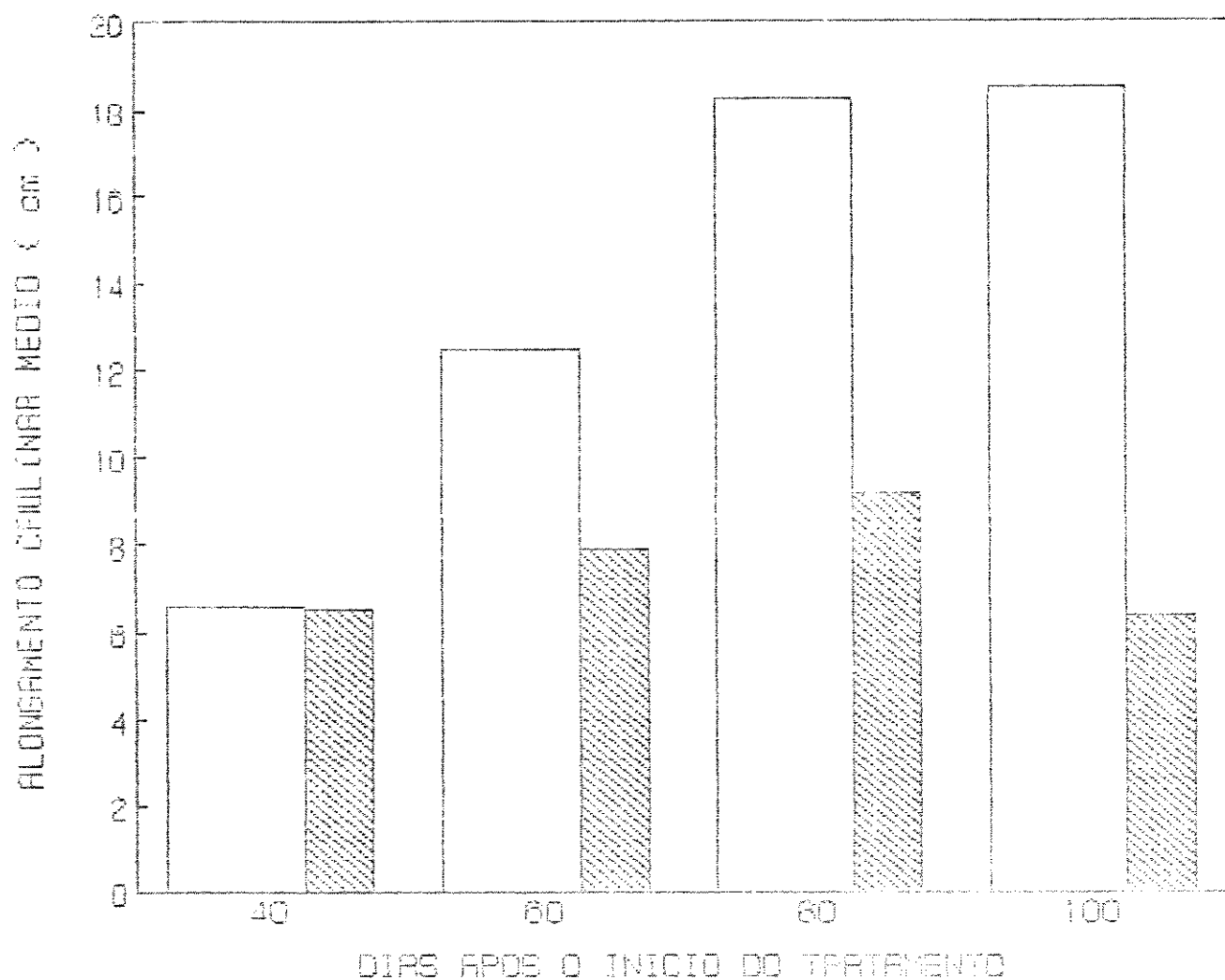


Figura 12- Efeito do GA_3 ($10^{-3}M$) no alongamento caulinar de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio B). [barras brancas representam alongamento caulinar em fotoperíodo longo e não hachuradas em fotoperíodo natural]

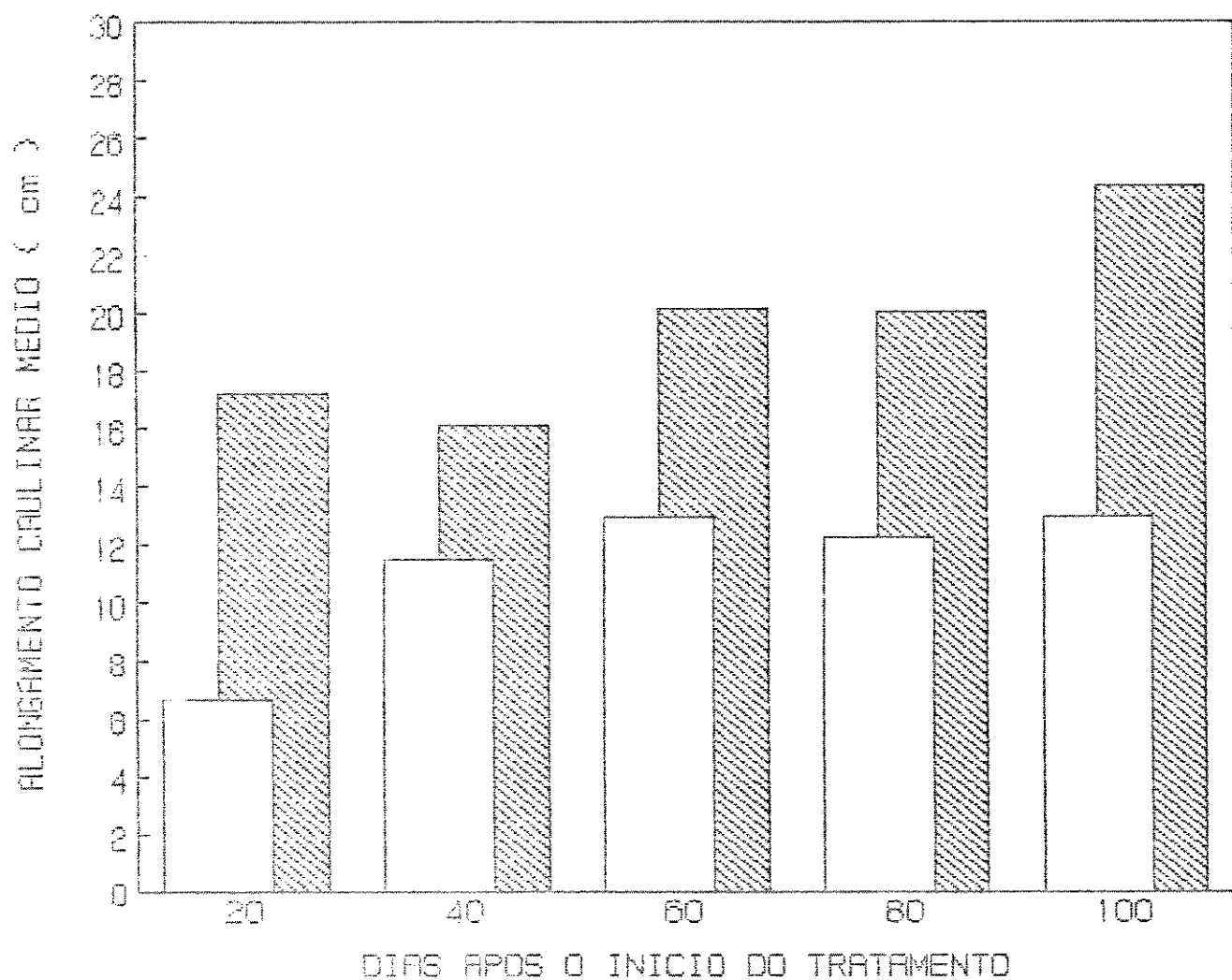


Figura 13- Efeito do GA_3 ($10^{-3}M$) no alongamento caulinar de *Daucus carota* L., cultivar Nantes (estádio C). [barras hachuradas representam alongamento caulinar em fotoperíodo longo e não hachuradas em fotoperíodo natural].

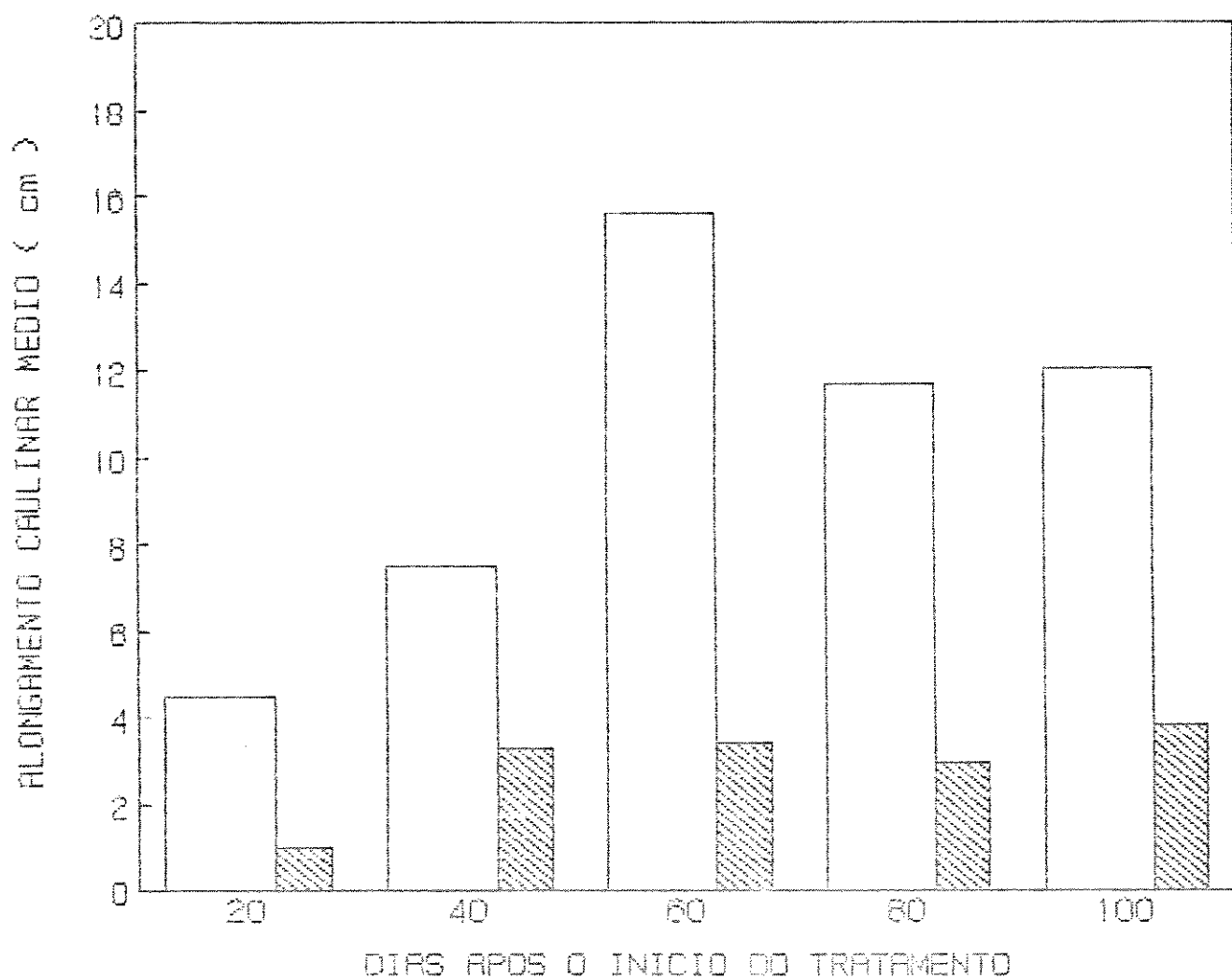


Figura 14- Efeito do GA_3 ($10^{-3}M$) no alongamento caulinar de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio C). [barras hachuradas representam alongamento caulinar em fotoperíodo longo e não hachuradas em fotoperíodo natural].

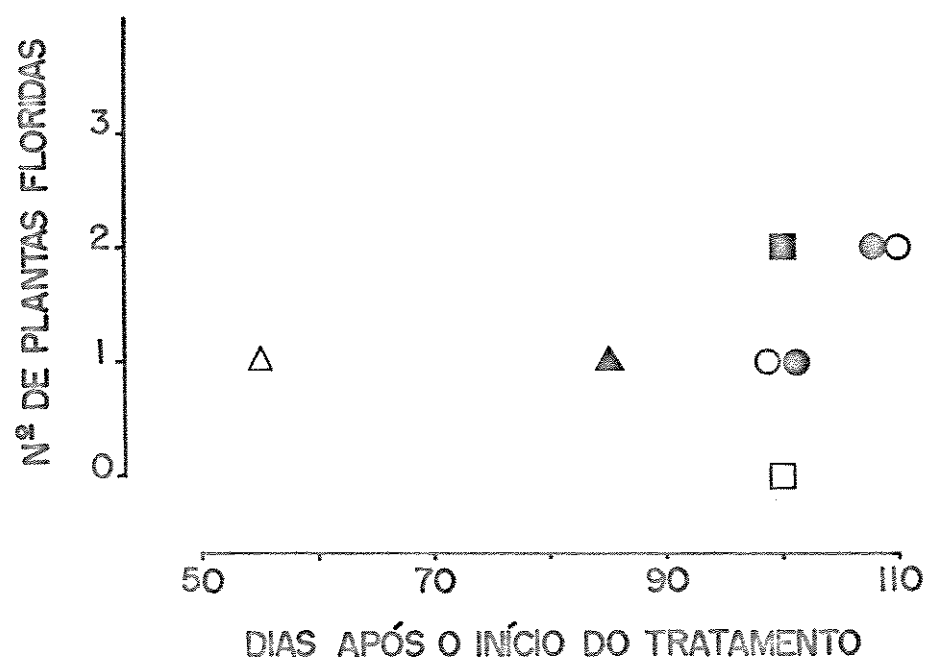


Figura 15- Efeito do GA₃ (10^{-3} M) na floração de plantas de *Daucus carota* L., cultivares Nantes [estádio A ■, estágio B ● e estágio C ▲] e Brasília [estádio A □, estágio B ○ e estágio C △], em fotoperíodo natural.

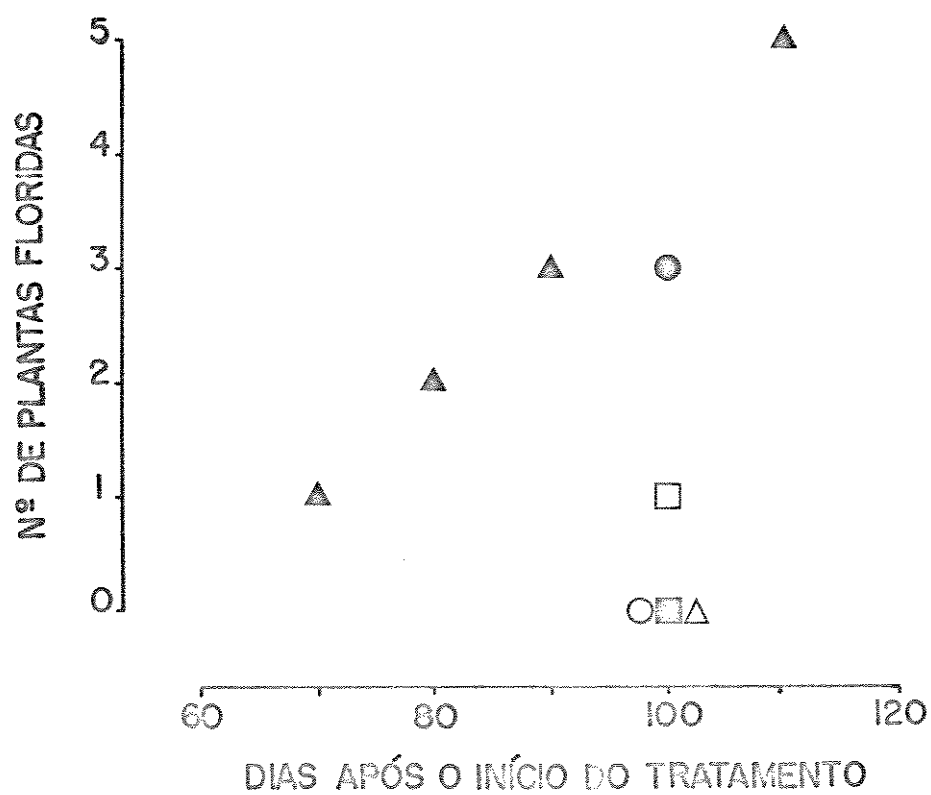


Figura 16- Efeito do GAg ($10^{-3}M$) na floração de plantas de *Daucus carota* L., cultivares Nantes [estádio A ■, estágio B ● e estágio C ▲] e Brasília [estádio A □, estágio B ○ e estágio C △], em fotoperíodo longo.

O estágio de desenvolvimento C da cultivar Nantes foi o mais precoce na floração, em relação aos estádios A e B e apresentou o maior número de plantas floridas no fotoperíodo longo. De maneira geral os diferentes estádios se comportaram de maneira desuniforme em relação à floração.

O mecanismo da giberelina controlando o alongamento caular é complexo. Aparentemente a adição de GA₃ substitui a ocorrência de substâncias naturais que regulam o alongamento (SACHS, 1965).

GA₃ promoveu o alongamento de um grande número de plantas. Entretanto, o número de plantas floridas foi baixo (Tab. 6 e 7), contrariando os resultados obtidos por GLOBERSON (1973), que aplicou GA₃ em plantas de cenoura cultivar Nantes e a maioria das plantas tratadas floresceu.

LANG (1957) observou que em cenoura a resposta à giberelina é mais lenta e menos uniforme do que à vernalização, e que a floração foi mais rápida e uniforme quando a temperatura era relativamente baixa. No entanto não ficou claro o efeito da termoindução associada com GA₃ na promoção de floração de cenoura.

Em Cosmos bipinatus, GA₃ não influenciou o número de plantas floridas, mas o alongamento caular foi maior. Neste experimento a grande variação nas respostas foi dependente da idade da planta e estágio de desenvolvimento do ápice (MOLDER e OWENS, 1973).

É frequente o alongamento caular de órgãos tratados com giberelina, porém entre as plantas que requerem vernalização, são poucas as que florescem quando o frio é substituído por giberelina (CHOUARD, 1960).

Os resultados indicam que GAg teve efeito no alongamento caulinar e esse efeito foi maior na cultivar Nantes em relação à Brasília. Quanto à floração, o GAg mostrou-se muito pouco efetivo.

3. Efeito da Vernalização

As cultivares Nantes e Brasília quando vernalizadas, apresentaram taxas de sobrevivência variáveis e independentes do fotoperíodo (Tab. 8 a 13). O estágio de desenvolvimento A da cultivar Nantes (Tab. 8), foi o que apresentou o menor número de plantas alongadas (somente uma planta se alongou 90 dias após vernalização de 1 mês, sendo por isto, não representada em histograma). Os estádios de desenvolvimento B e C da cultivar Nantes (Fig. 19 a 22), apresentaram maior e mais precoce alongamento no fotoperíodo longo em relação ao fotoperíodo natural. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por HILLER e KELLY (1979), onde o fotoperíodo longo acelera o alongamento caulinar de cenoura, cultivar Nantes, mas não é essencial para a expressão floral.

Ao contrário da cultivar Nantes, a cultivar Brasília (Fig. 23 a 28) apresentou, entre os diferentes estádios, alongamento caulinar médio mais uniforme. Somente o estágio de desenvolvimento B, vernalizado pelo período de 1 mês, se alongou 140 dias após a vernalização, não sendo representado em histograma.

Devido ao alto coeficiente de variação as diferenças entre as médias dos alongamentos caulinares, não foram estatisticamente significativas.

Plantas não vernalizadas das duas cultivares estudadas, nos diferentes estádios de desenvolvimento, não mostraram alongamento caulinar ou floração até o final das observações (160 dias).

Tabela 8 - Efeito da vernalização por 1, 2 e 3 meses, no crescimento e floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes, no estágio de desenvolvimento A, em fotoperíodos natural e longo (10 plantas por tratamento). Resultados obtidos após 160 dias.

Fotoperíodo	Parâmetros	Nº de Plantas por Período de vernalização (meses)		
		1	2	3
Natural	sobreviventes	10	8	2
	alongadas	1	0	0
	floridas	1	0	0
Longo	sobreviventes	10	10	2
	alongadas	1	0	2
	floridas	1	0	2

Tabela 9 - Efeito da vernalização por 1, 2 e 3 meses, no crescimento e floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes, no estágio de desenvolvimento B, em fotoperíodos natural e longo (10 plantas por tratamento). Resultados obtidos após 160 dias.

Fotoperíodo	Parâmetros	Nº de Plantas por Período de vernalização (meses)		
		1	2	3
Natural	sobreviventes	9	10	2
	alongadas	5	5	2
	floridas	5	4	2
Longo	sobreviventes	7	6	8
	alongadas	2	6	6
	floridas	2	4	6

Tabela 10 - Efeito da vernalização por 1, 2 e 3 meses, no crescimento e floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes, no estágio de desenvolvimento C, em fotoperíodos natural e longo (10 plantas por tratamento). Resultados obtidos após 160 dias.

Fotoperíodo	Parâmetros	Nº de Plantas por Período de vernalização (meses)		
		1	2	3
Natural	sobreviventes	6	7	8
	alongadas	4	4	3
	floridas	3	4	3
Longo	sobreviventes	8	7	8
	alongadas	3	4	4
	floridas	3	4	4

Tabela 11 - Efeito da vernalização por 1, 2 e 3 meses, no crescimento e floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília, no estágio de desenvolvimento A, em fotoperíodos natural e longo (10 plantas por tratamento). Resultados obtidos após 160 dias.

Fotoperíodo	Parâmetros	Nº de Plantas por Período de vernalização (meses)		
		1	2	3
Natural	sobreviventes	10	5	6
	alongadas	8	3	5
	floridas	8	3	5
Longo	sobreviventes	10	10	6
	alongadas	5	6	2
	floridas	5	6	2

Tabela 12 - Efeito da vernalização por 1, 2 e 3 meses, no crescimento e floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília, no estágio de desenvolvimento B, em fotoperíodos natural e longo (10 plantas por tratamento). Resultados obtidos após 160 dias

Fotoperíodo	Parâmetros	Nº de Plantas por Período de vernalização (meses)		
		1	2	3
Natural	sobreviventes	10	8	5
	alongadas	10	8	5
	floridas	10	8	5
Longo	sobreviventes	10	7	4
	alongadas	8	7	4
	floridas	8	7	4

Tabela 13 - Efeito da vernalização por 1, 2 e 3 meses, no crescimento e floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília, no estágio de desenvolvimento C, em fotoperíodos natural e longo (10 plantas por tratamento). Resultados obtidos após 160 dias.

Fotoperíodo	Parâmetros	Nº de Plantas por Período de vernalização (meses)		
		1	2	3
Natural	sobreviventes	9	4	5
	alongadas	9	4	5
	floridas	8	4	5
Longo	sobreviventes	9	7	5
	alongadas	7	7	5
	floridas	7	7	5

O resultado do armazenamento a baixas temperaturas (vernalização) e sua relação com a floração, pode ser observado nas tabelas 8 a 13 e figuras 29 a 34. Na cultivar Brasília a maioria das plantas sobreviventes floresceu, o mesmo não ocorrendo com a cultivar Nantes (Tab. 8 a 13). Analisando as figuras 29 a 34, observamos que a cultivar Brasília apresentou florescimento precoce em relação à cultivar Nantes, independente do período de vernalização e fotoperíodo. Na maioria das vezes o número de plantas floridas foi maior na cultivar Brasília do que na cultivar Nantes.

Na cultivar Nantes o período de vernalização de 3 meses associado com o fotoperíodo longo, estimulou floração precoce num maior número de plantas, quando comparado com os demais períodos de vernalização e respectivos fotoperíodos (Fig. 34).

A cultivar Brasília, após o período de 1 mês de vernalização, apresentou o número máximo de plantas floridas, sendo que a maior resposta ocorreu no estágio de desenvolvimento B (Figs. 29-30).

A fase juvenil em resposta à vernalização variou nas duas cultivares; enquanto o estágio de desenvolvimento A na cultivar Nantes poderia ser considerado um estágio juvenil, na cultivar Brasília já seria adulto.

Diferentes cultivares de cenoura apresentam respostas diferentes após o mesmo período de vernalização (HILLER e KELLY, 1979 e 1985). CHOUARD (1960) observou que diferentes cultivares de cenoura requerem diferentes graus de vernalização. Com base nos resultados obtidos, percebe-se que a cultivar Nantes necessita de mais tempo de vernalização do que a cultivar Brasília.

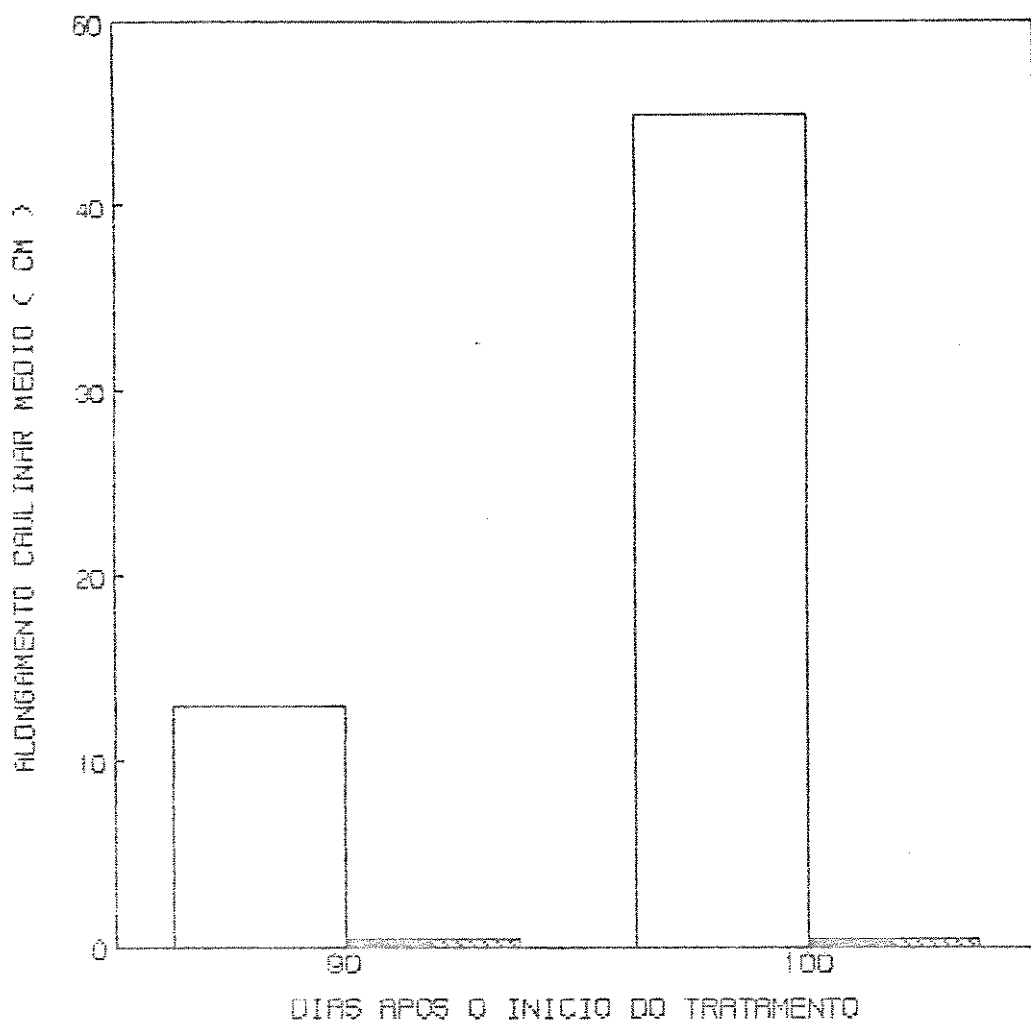


Figura 17- Efeito da vernalização no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes (estádio A), em fotoperíodo natural [período de vernalização de 1 mês □ , 2 meses ■ e 3 meses ▨].

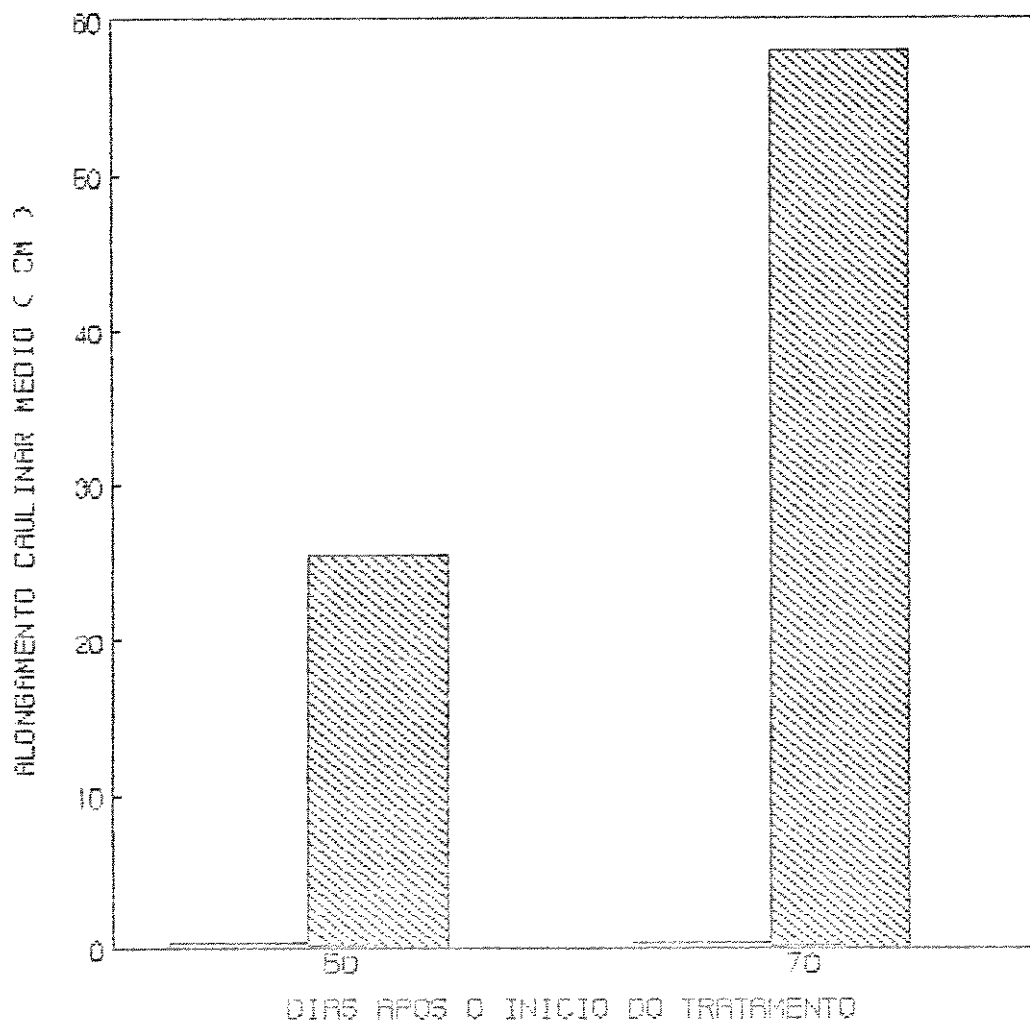


Figura 18 - Efeito da vernalização no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes (estádio A), em fotoperíodo longo [período de vernalização de 1 mês □ , 2 meses ■ e 3 meses ▣].

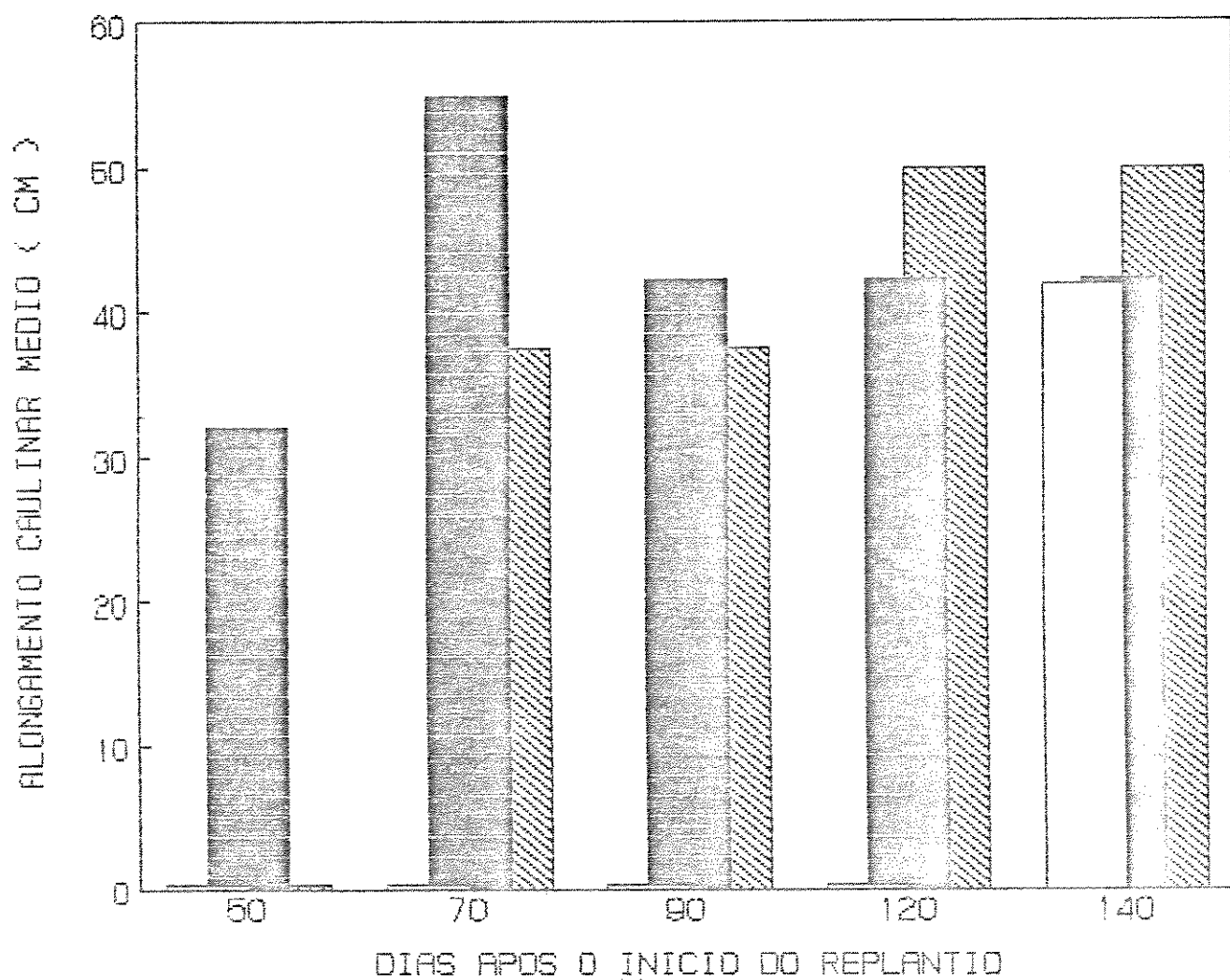


Figura 19 - Efeito da vernalização no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes (estádio B), em fotoperíodo natural [período de vernalização de 1 mês ▨ , 2 meses ▤ e 3 meses ▩].

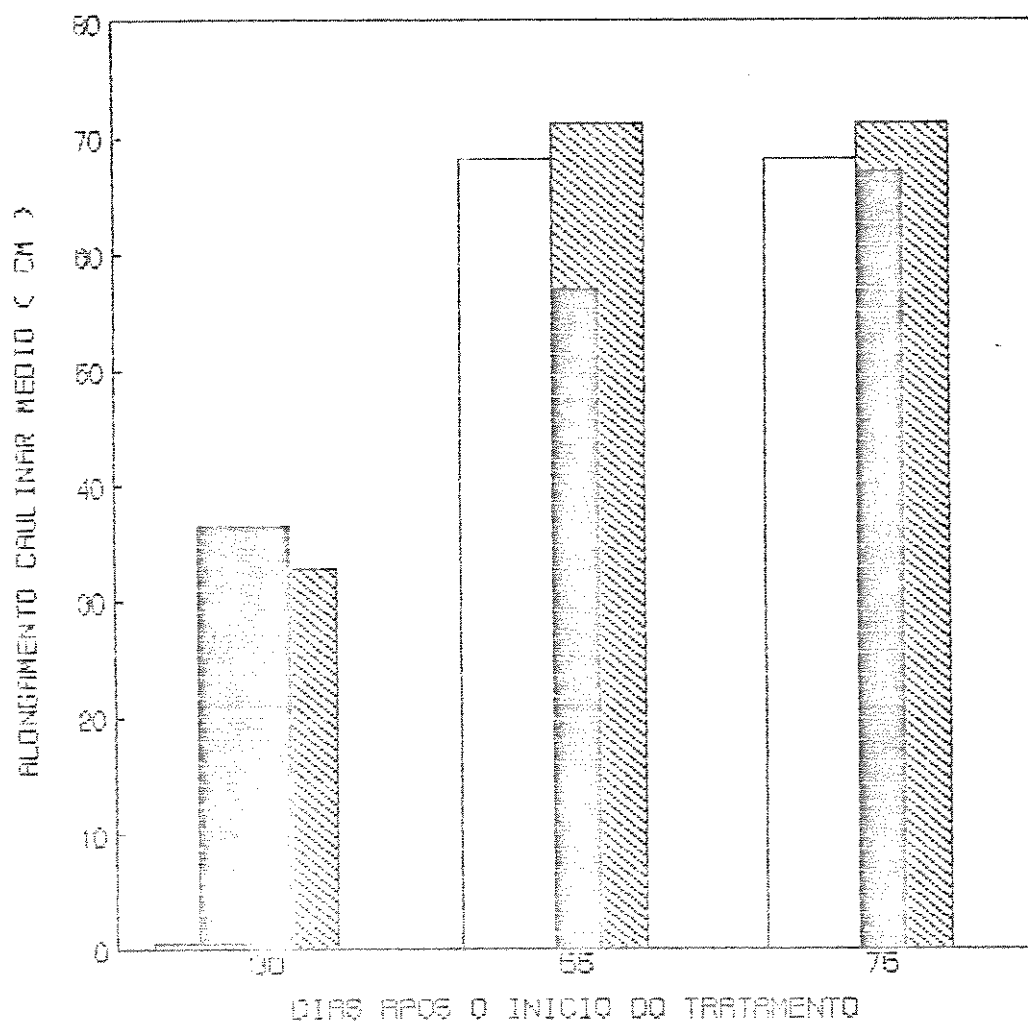


Figura 20 - Efeito da vernalização no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes (estádio B), em fotoperíodo longo [período de vernalização de 1 mês □ , 2 meses ▨ e 3 meses ▩].

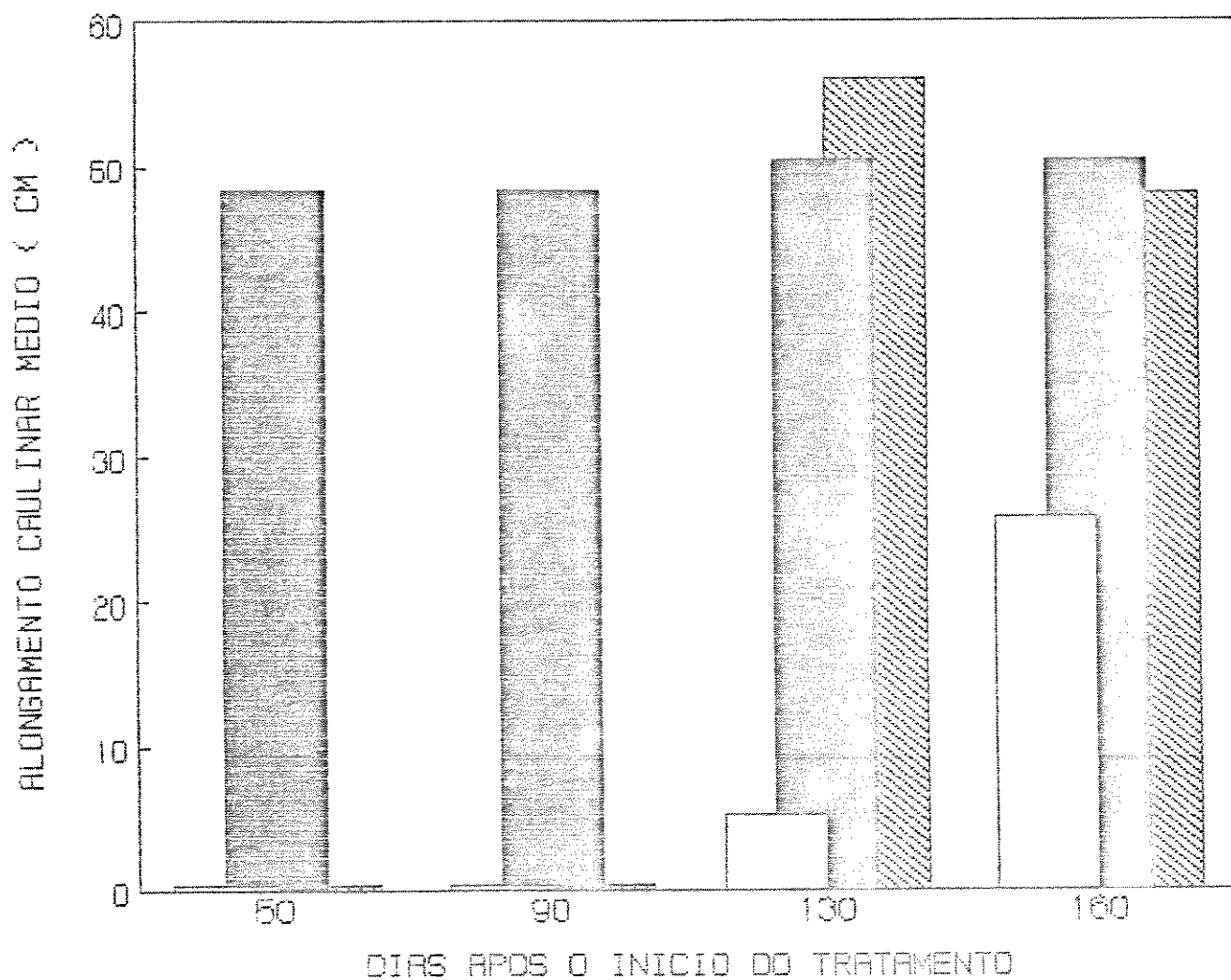


Figura 21 - Efeito da vernalização no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes (estádio C), em fotoperíodo natural [período de vernalização de 1 mês □ , 2 meses ▨ e 3 meses ▩].

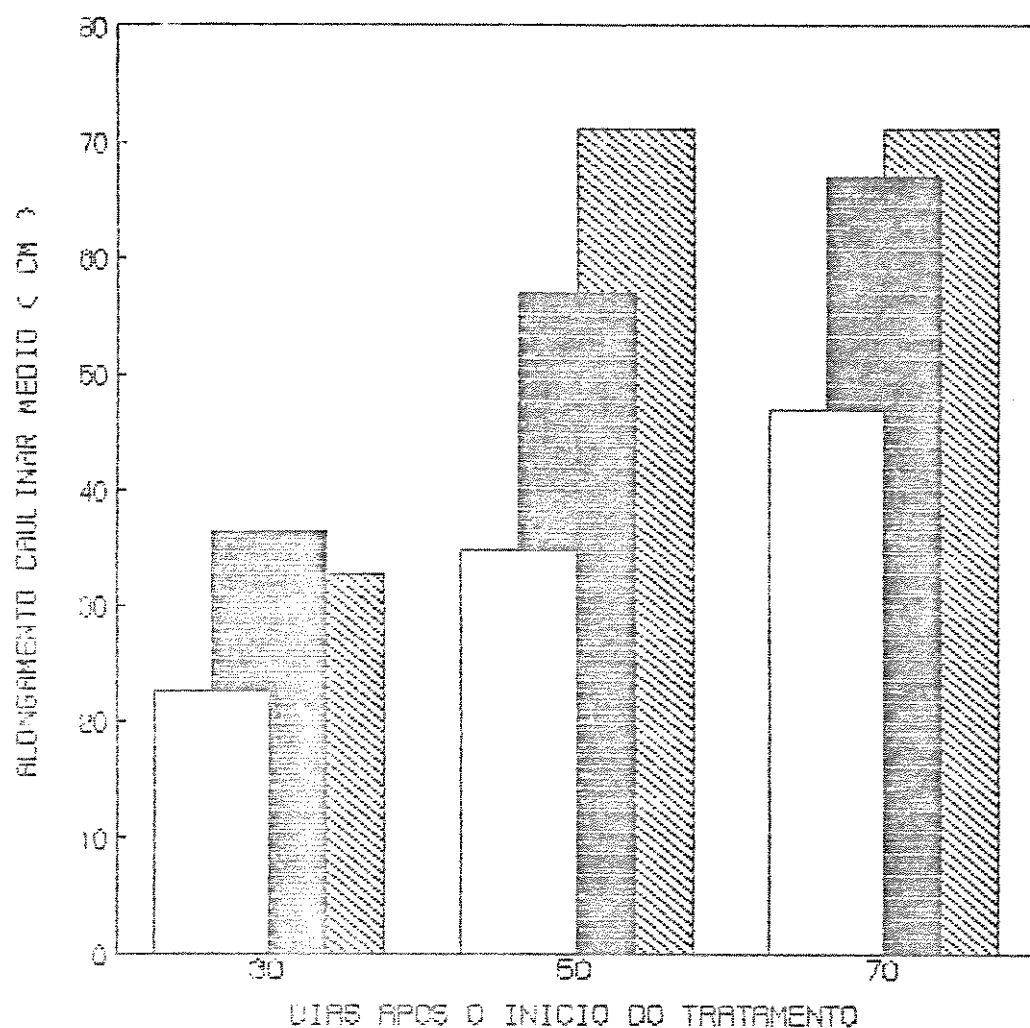


Figura 22 - Efeito da vernalização no alongamento caulinar de plantas de *Daucus carota* L., cultivar Nantes (estádio C), em fotoperíodo longo [período de vernalização de 1 mês □ , 2 meses ▨ e 3 meses ▤].

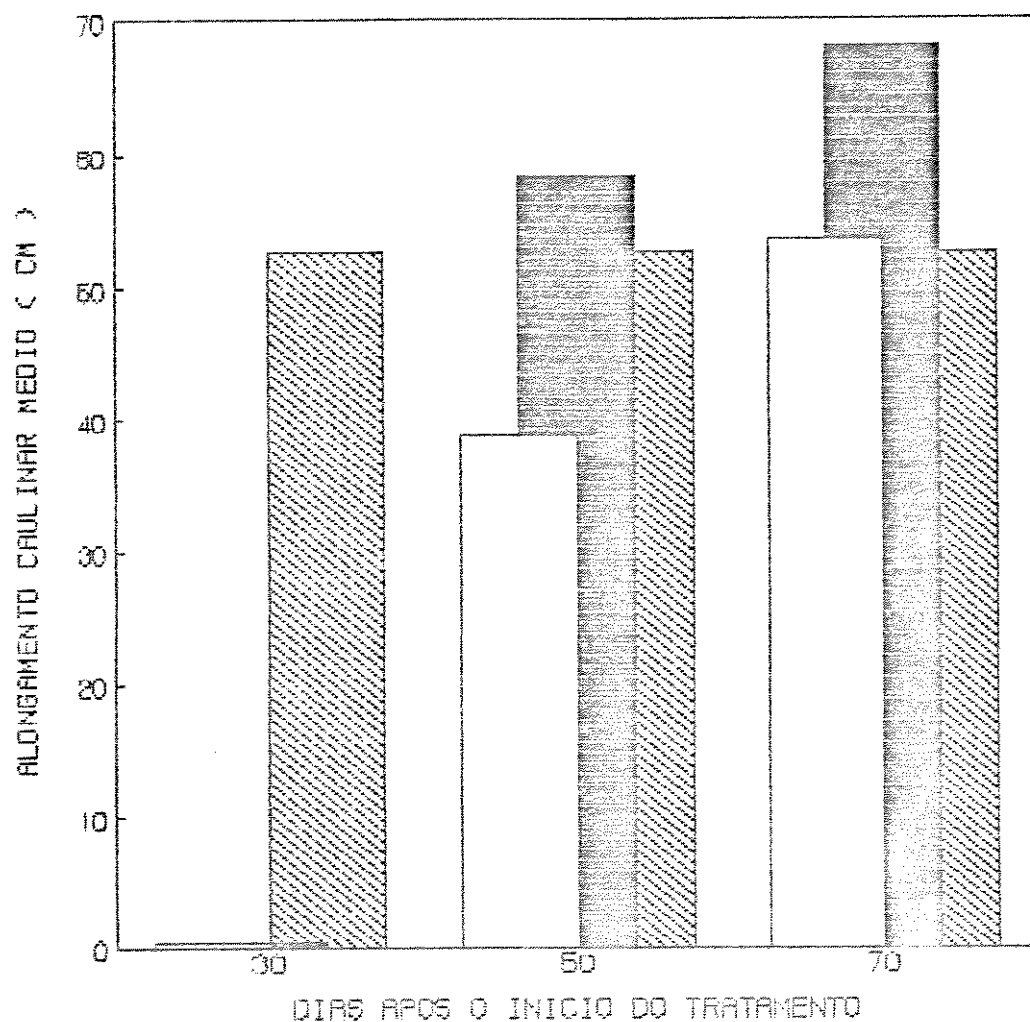


Figura 23 - Efeito da Vernalização no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio A), em fotoperíodo natural [período de vernalização de 1 mês □ , 2 meses ▨ e 3 meses ▩].

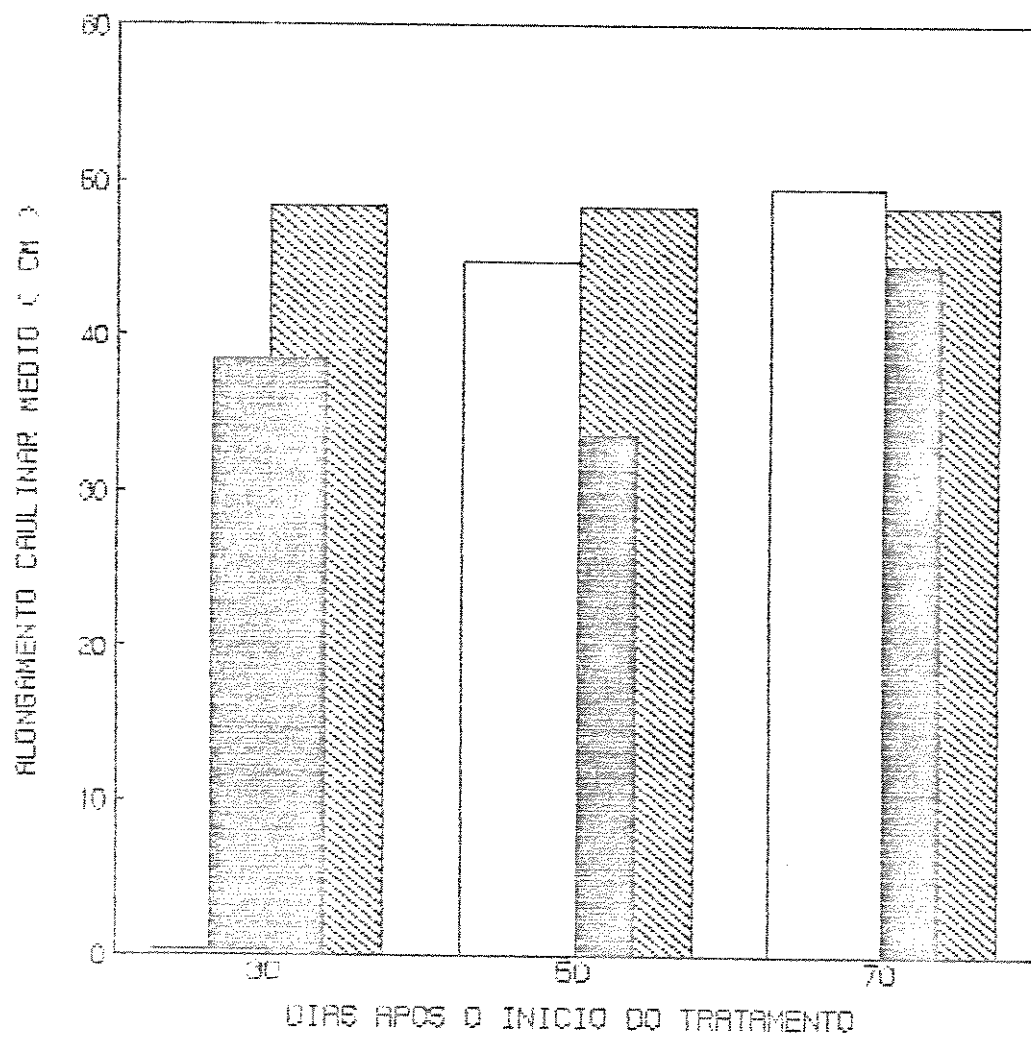


Figura 24 - Efeito da vernalização no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio A), em fotoperíodo longo [período de vernalização de 1 mês □ , 2 meses ▨ e 3 meses ▩].

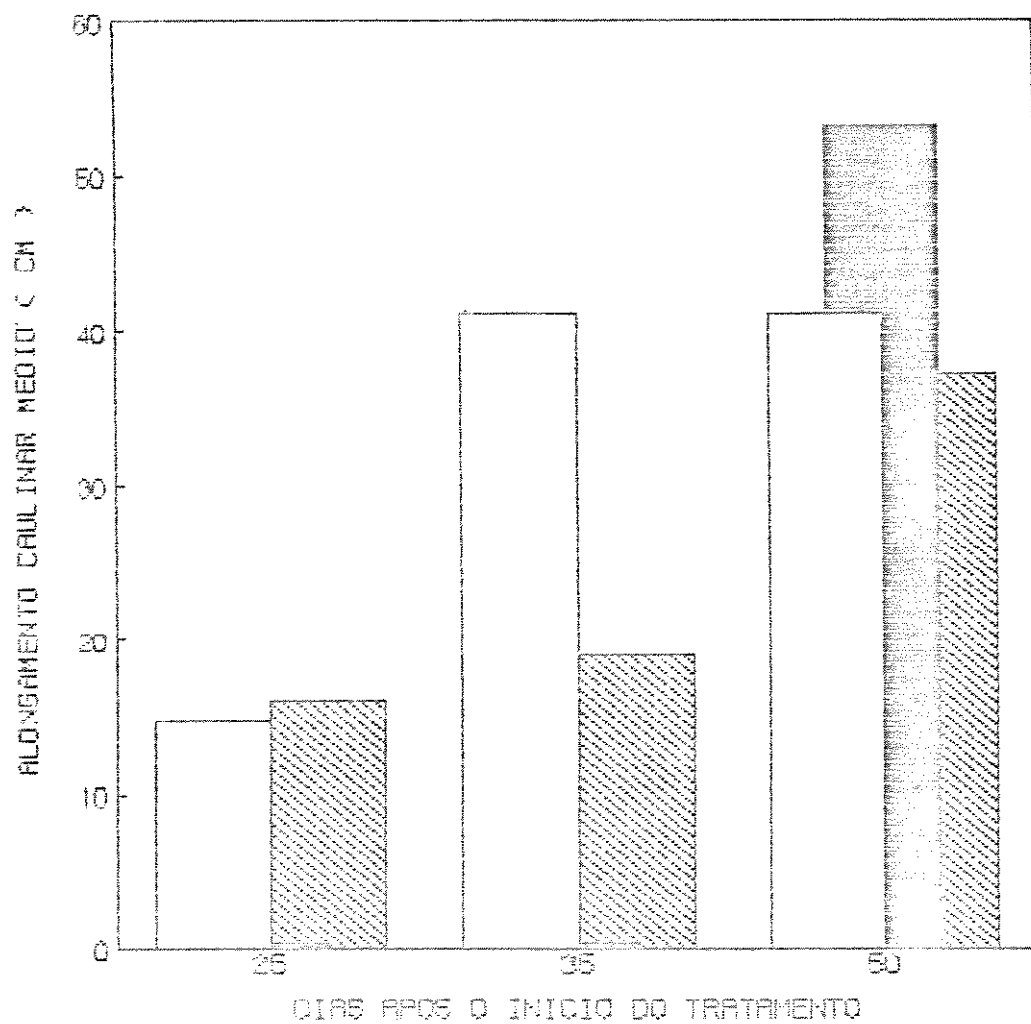


Figura 25 - Efeito da vernalização no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio B), em fotoperíodo natural [período de vernalização de 1 mês □ , 2 meses ▨ e 3 meses ■].

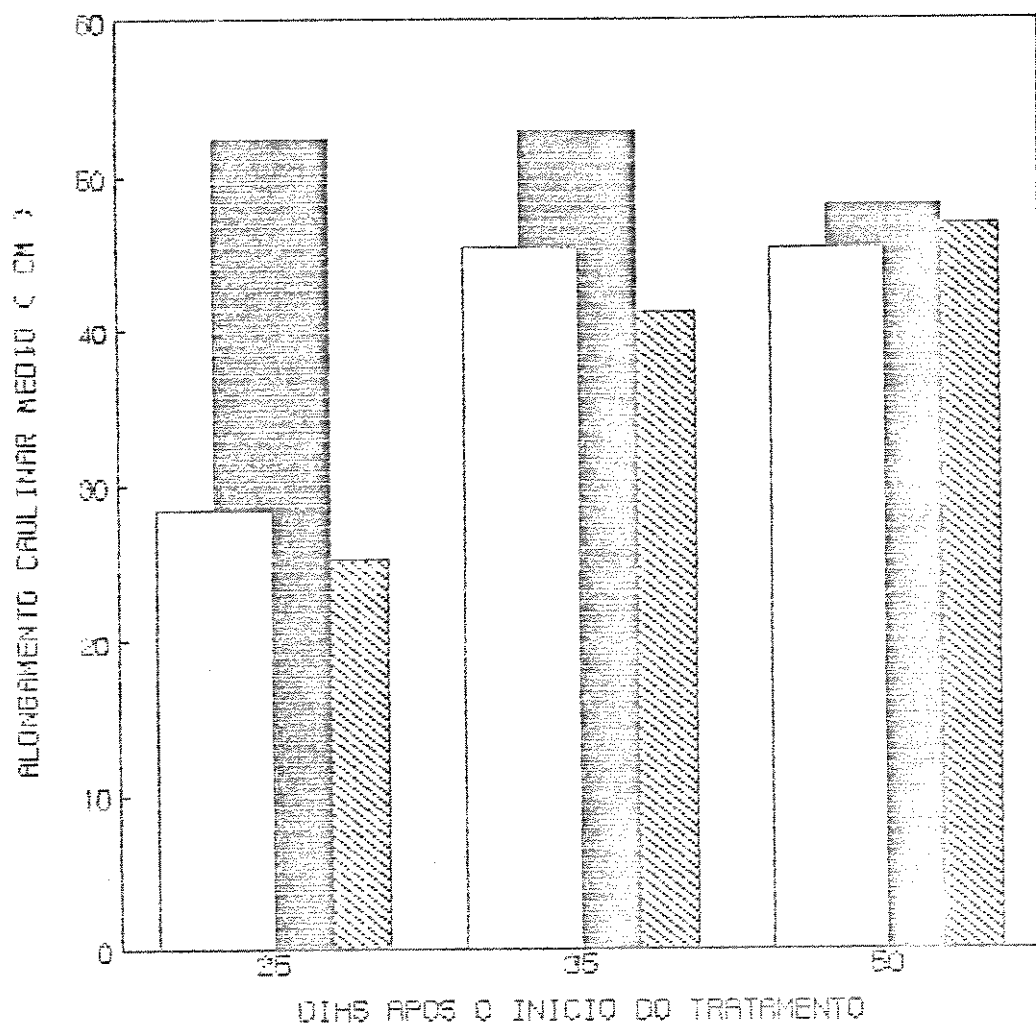


Figura 26 - Efeito da vernalização no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio B), em fotoperíodo longo [período de vernalização de 1 mês □ , 2 meses ▨ e 3 meses ▩].

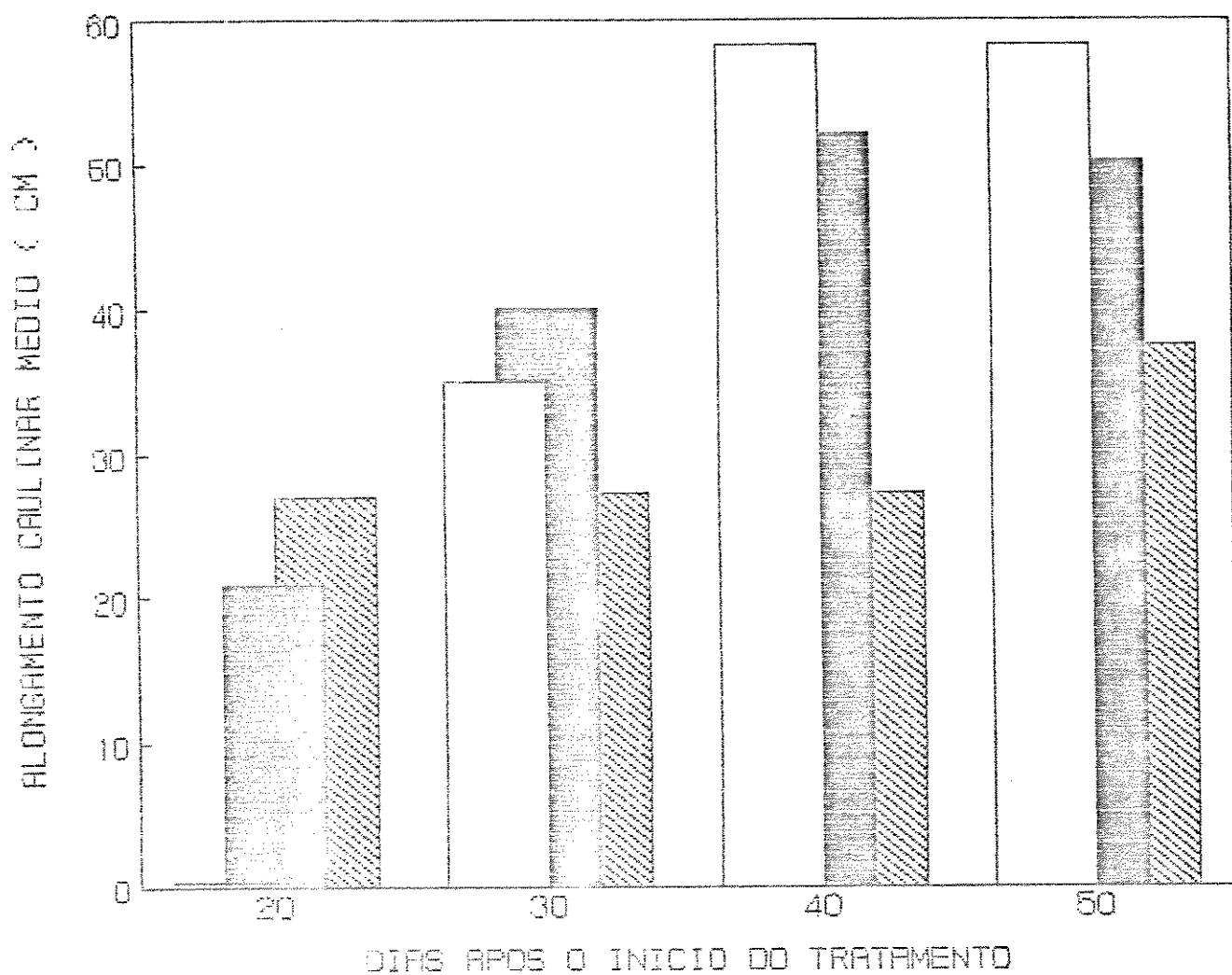


Figura 27 - Efeito da vernalização no alongamento caulinar de plantas de *Daucus carota* L., cultivar Brasília (estádio C), em fotoperíodo natural [período de vernalização de 1 mês □ , 2 meses ▨ e 3 meses ▩]

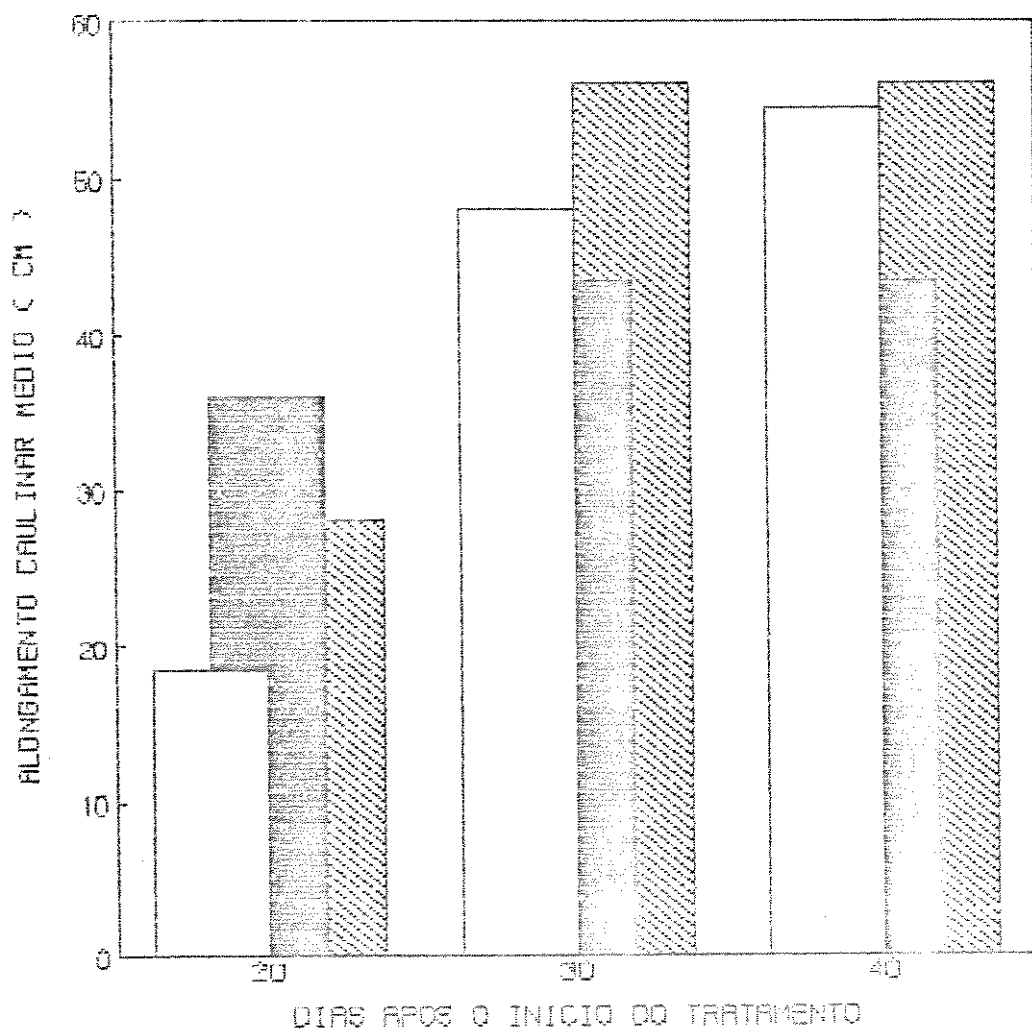


Figura 28 - Efeito da vernalização no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio C), em fotoperíodo longo [período de vernalização de 1 mês □ , 2 meses ▨ e 3 meses ▩].

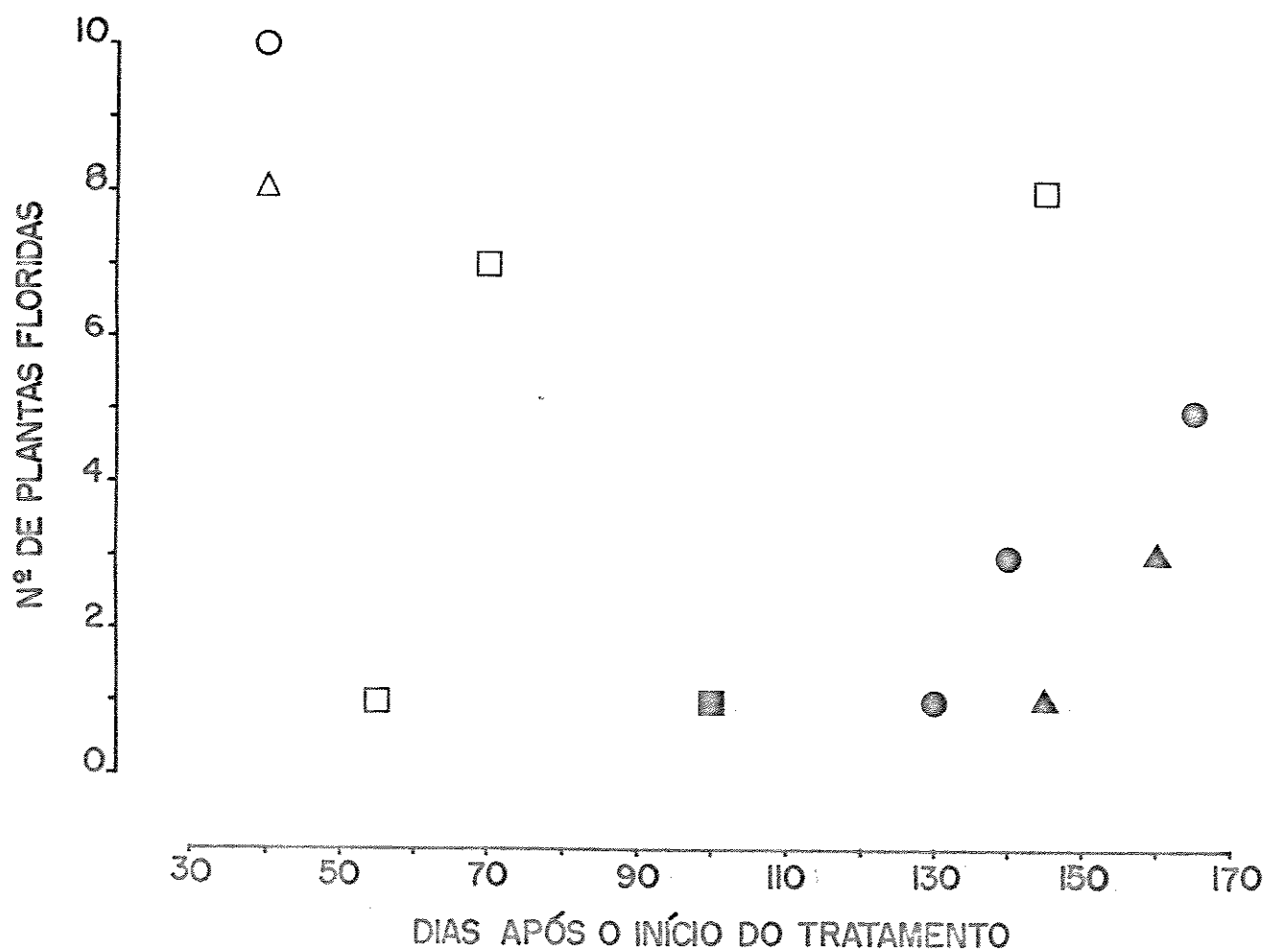


Figura 29 - Efeito de 1 mês de vernalização na floração de Daucus carota L., cultivares Nantes [estádio A ■, estágio B ● e estágio C ▲] e Brasília [estádio A □, estágio B ○ e estágio C △], em fotoperíodo natural.

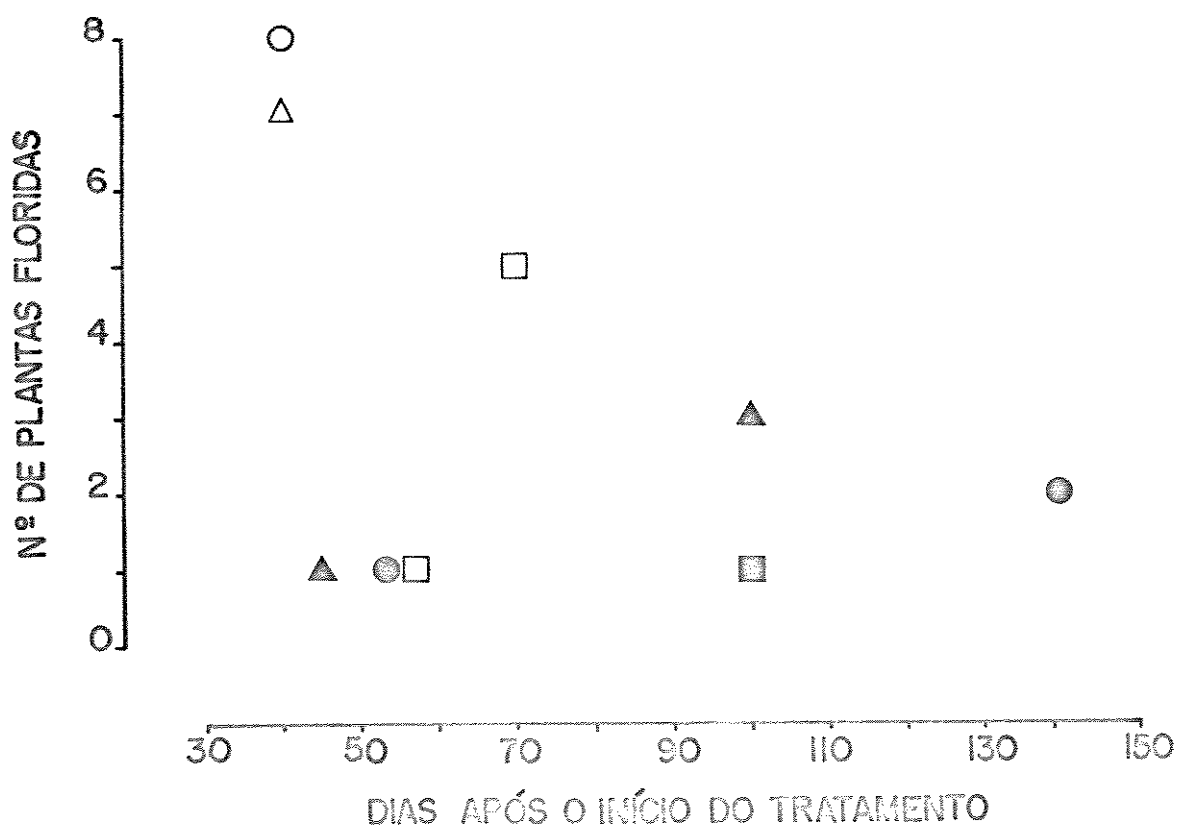


Figura 30 - Efeito de 1 mês de vernalização na floração de Daucus carota L., cultivares Nantes [estádio A □, estágio B ● e estágio C Δ] e Brasília [estádio A □, estágio B ○ e estágio C Δ], em fotoperíodo longo.

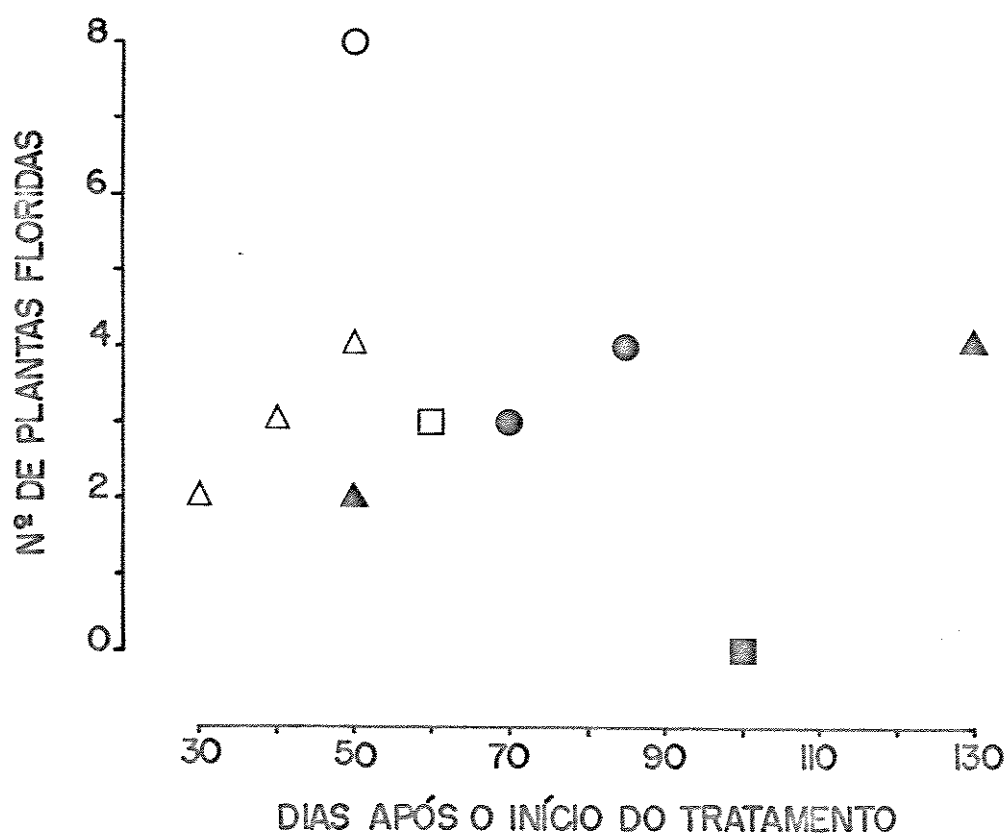


Figura 31 - Efeito de 2 meses de vernalização na floração de *Daucus carota* L., cultivares Nantes [estádio A ■, estágio B ● e estágio C ▲] e Brasília [estádio A □, estágio B ○ e estágio C △], em fotoperíodo natural.

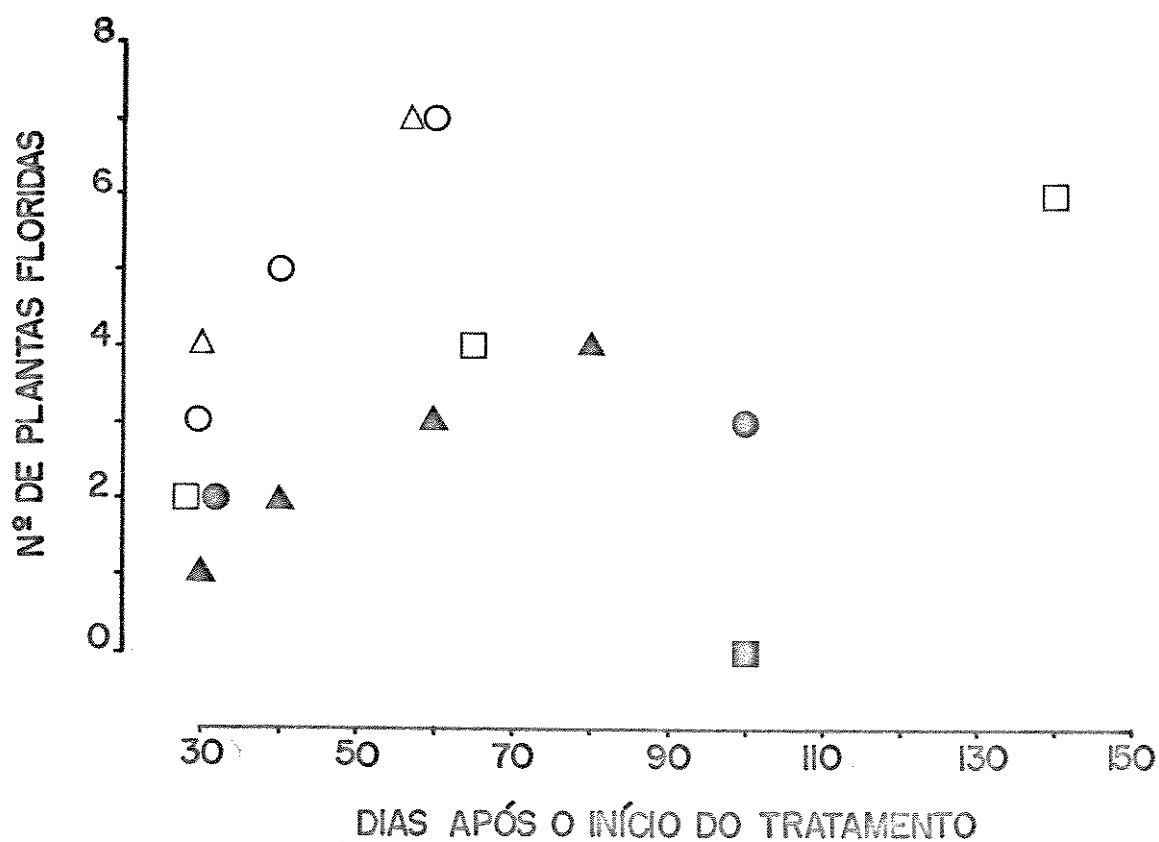


Figura 32 - Efeito de 2 meses de vernalização na floração de *Daucus carota* L., cultivares Nantes [estádio A ■, estágio B ● e estágio C ▲] e Brasília [estádio A □, estágio B ○ e estágio C △], em fotoperíodo longo.

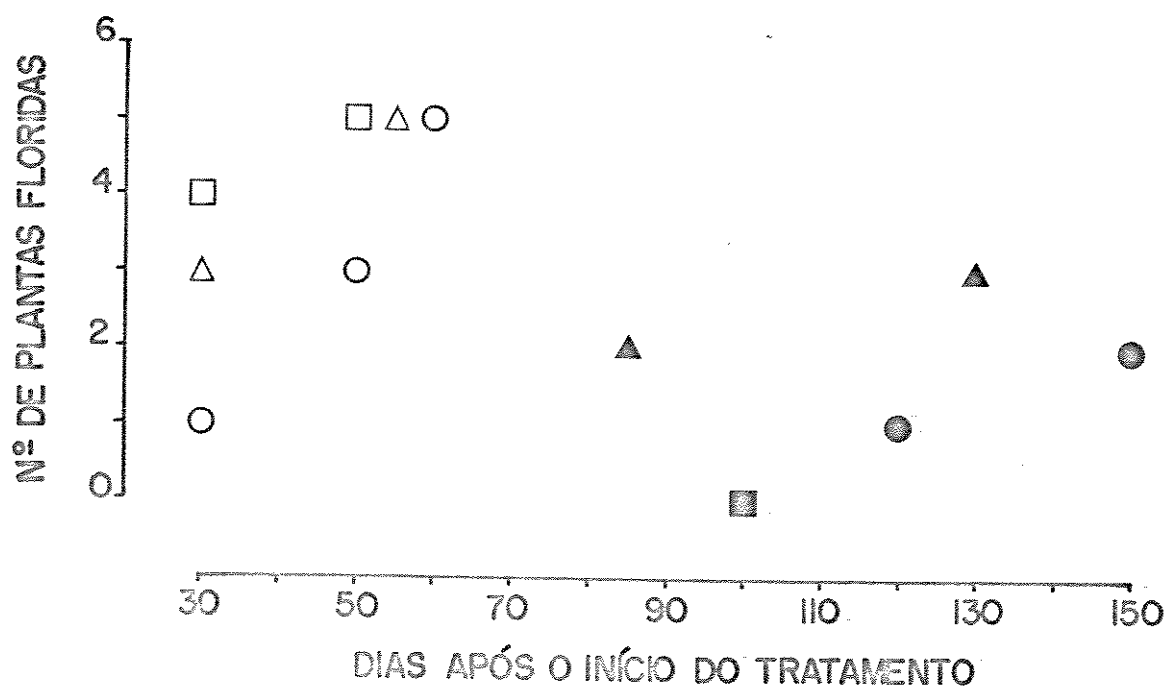


Figura 33 - Efeito de 3 meses de vernalização na floração de *Daucus carota* L., cultivares Nantes [estádio A ■, estágio B ● e estágio C ▲] e Brasília [estádio A □, estágio B ○ e estágio C △], em fotoperíodo natural

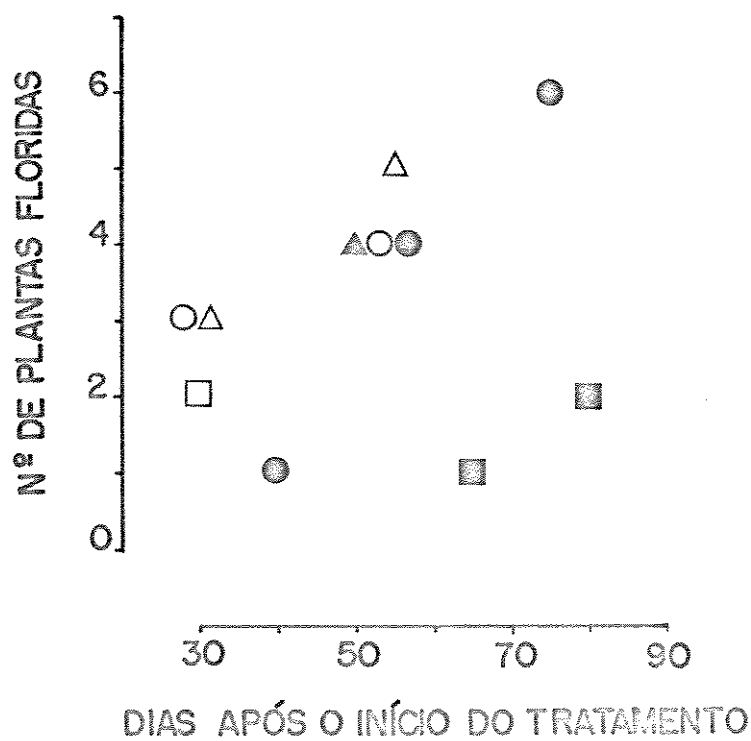


Figura 34 - Efeito de 3 meses de vernalização na floração de Daucus carota L., cultivares Nantes [estádio A □, estágio B ● e estágio C ▲] e Brasília [estádio A □, estágio B ○ e estágio C △], em fotoperíodo longo.

Todas as plantas da cultivar Brasília, vernalizadas por 5, 10, 20 e 30 dias, que se alongaram, também floresceram. O alongamento e a floração foram mais precoces no fotoperíodo longo em relação ao fotoperíodo natural. A média dos alongamentos caulinares foi homogênea independentemente do período de vernalização e fotoperíodo (Figs. 35 e 36).

Plantas vernalizadas por 5 dias apresentaram alongamento caulinar médio semelhante às demais plantas, submetidas a outros períodos de vernalização. Contudo, estas foram as que apresentaram menor número de plantas floridas (Tab. 14 e Figs. 36 e 38). Plantas vernalizadas por 10 e 20 dias comportaram-se de maneira semelhante quanto ao alongamento e número de plantas floridas, independente das condições fotoperiódicas (Tab. 14 e Figs. 35 a 38). Maior número de plantas floridas foi obtido com vernalização por 30 dias (Tab. 14). Em plantas mantidas em fotoperíodo longo o alongamento caulinar e a floração foram mais precoces do que em fotoperíodo natural (Figs. 35 a 38).

A vernalização, na cultivar Brasília, a 7 °C já induz a floração quando aplicada por apenas 5 dias.

Tabela 14 - Efeito da vernalização por 5, 10 , 20 e 30 dias, no crescimento e floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília, no estágio de desenvolvimento B, em fotoperíodos natural e longo (20 plantas por tratamento). Resultados obtidos após 100 dias.

Fotoperíodo	Parâmetros	Nº de Plantas por Período de vernalização (dias)			
		5	10	20	30
Natural	sobreviventes	-	15	13	17
	alongadas	-	10	9	17
	floridas	-	10	9	17
Longo	sobreviventes	17	17	13	19
	alongadas	9	12	12	18
	floridas	9	12	12	18

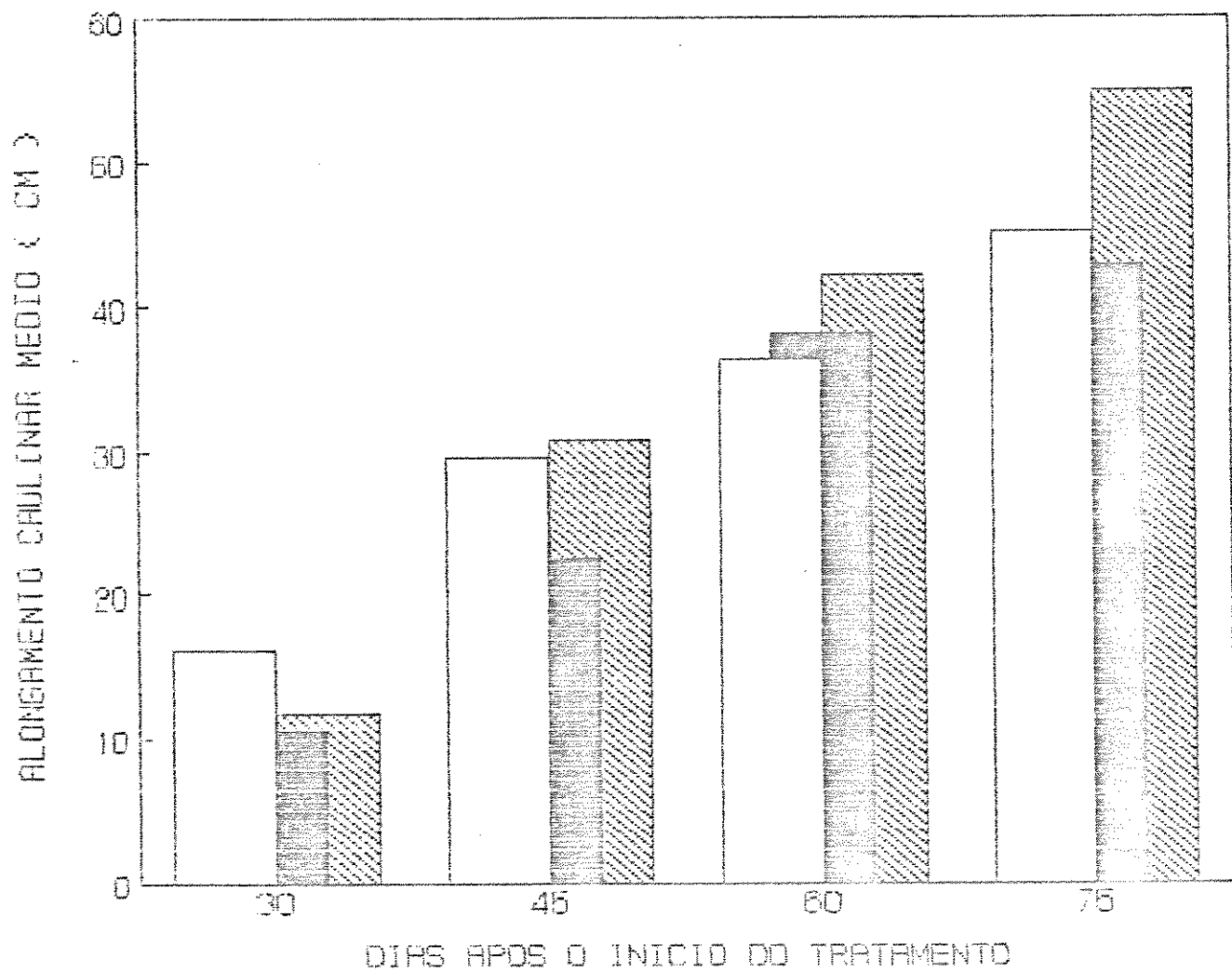


Figura 35 - Efeito da vernalização no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio B), em fotoperíodo natural [período de vernalização de 10 dias □ , 20 dias ▨ e 30 dias ▩].

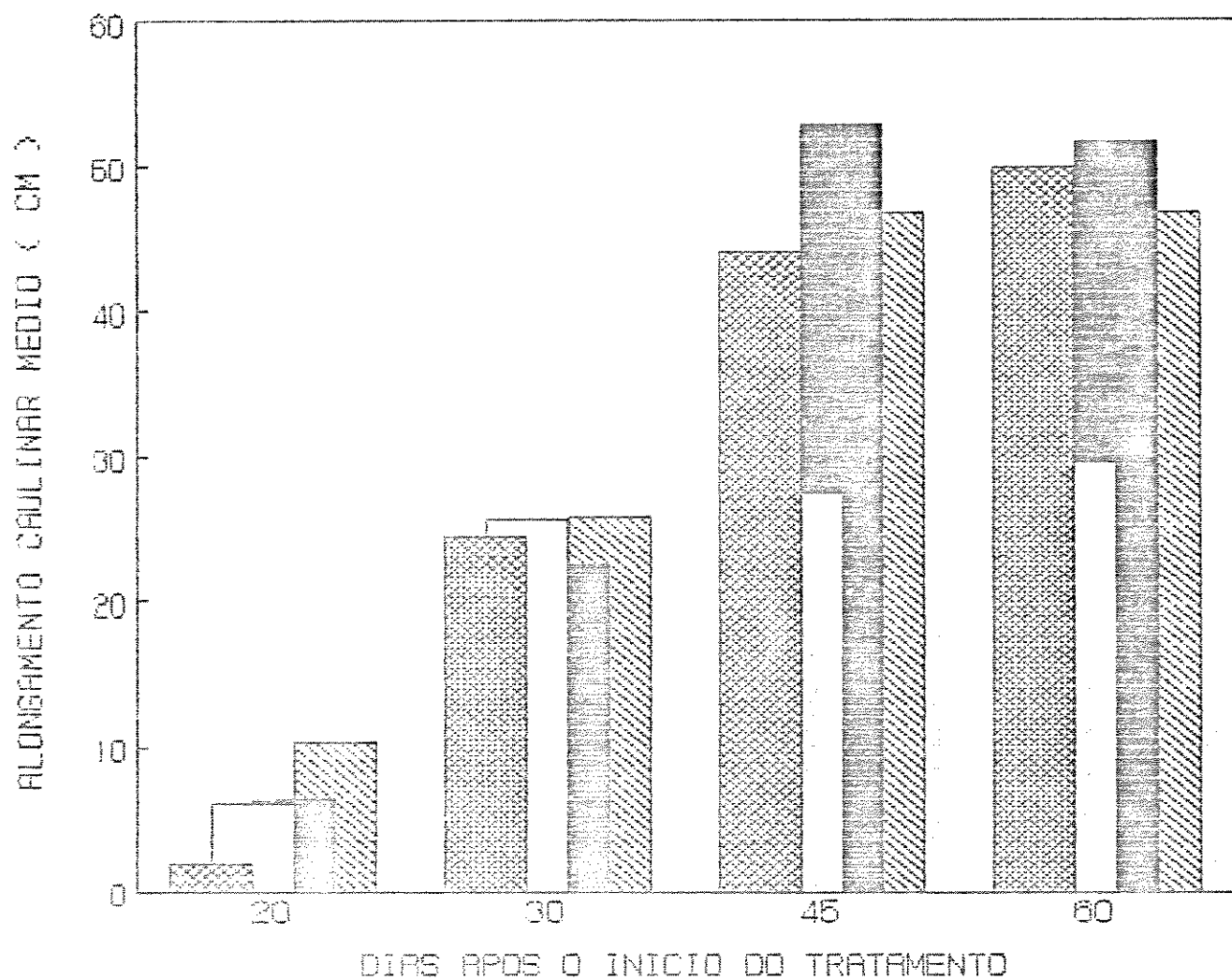


Figura 36 - Efeito da vernalização no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio B), em fotoperíodo longo [período de vernalização de 5 dias ▨ , 10 dias □ , 20 dias ▩ e 30 dias ▮].

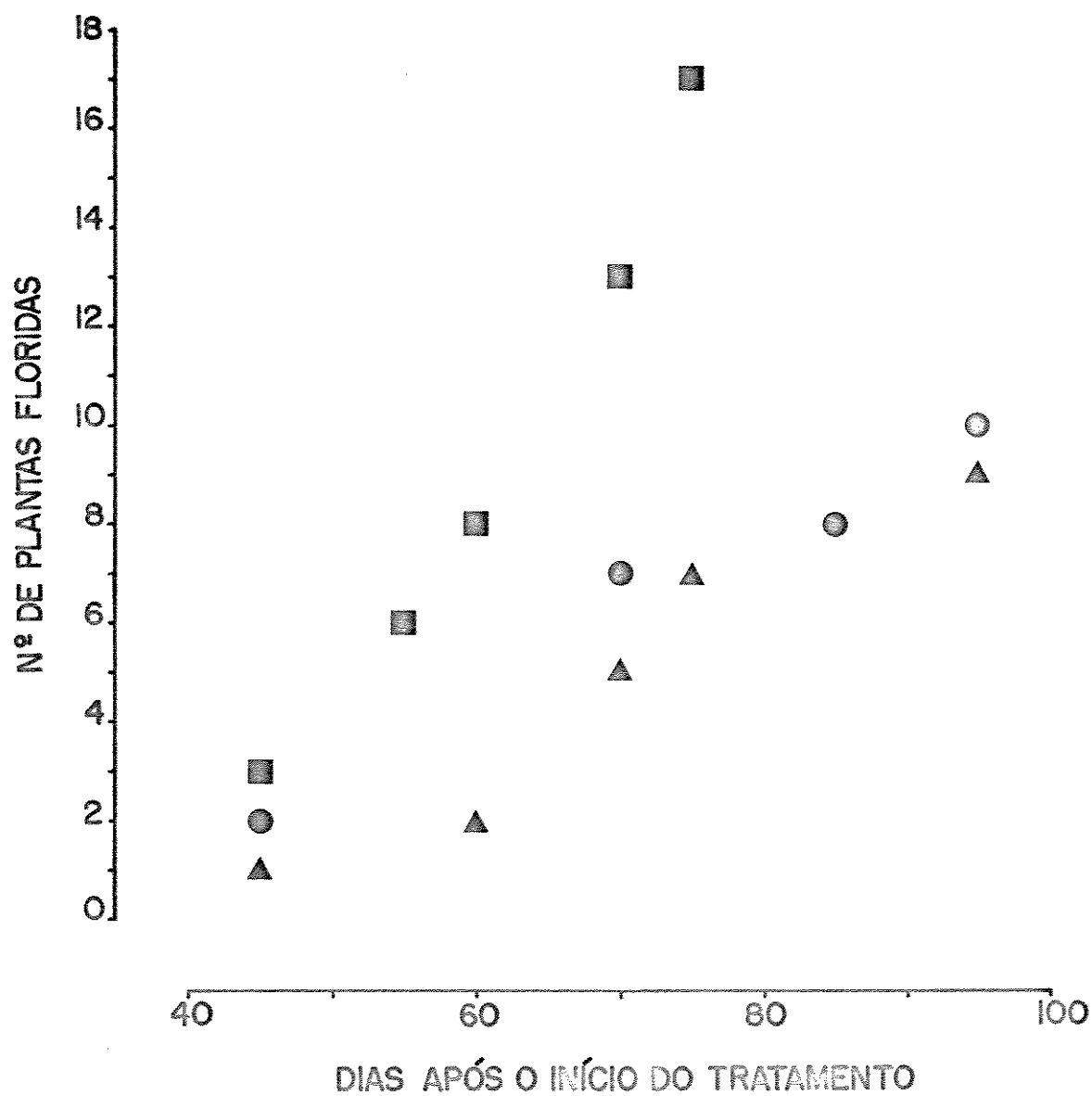


Figura 37 - Efeito da vernalização na floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio B), em fotoperíodo natural [período de vernalização de 10 dias ● , 20 dias ▲ e 30 dias ■].

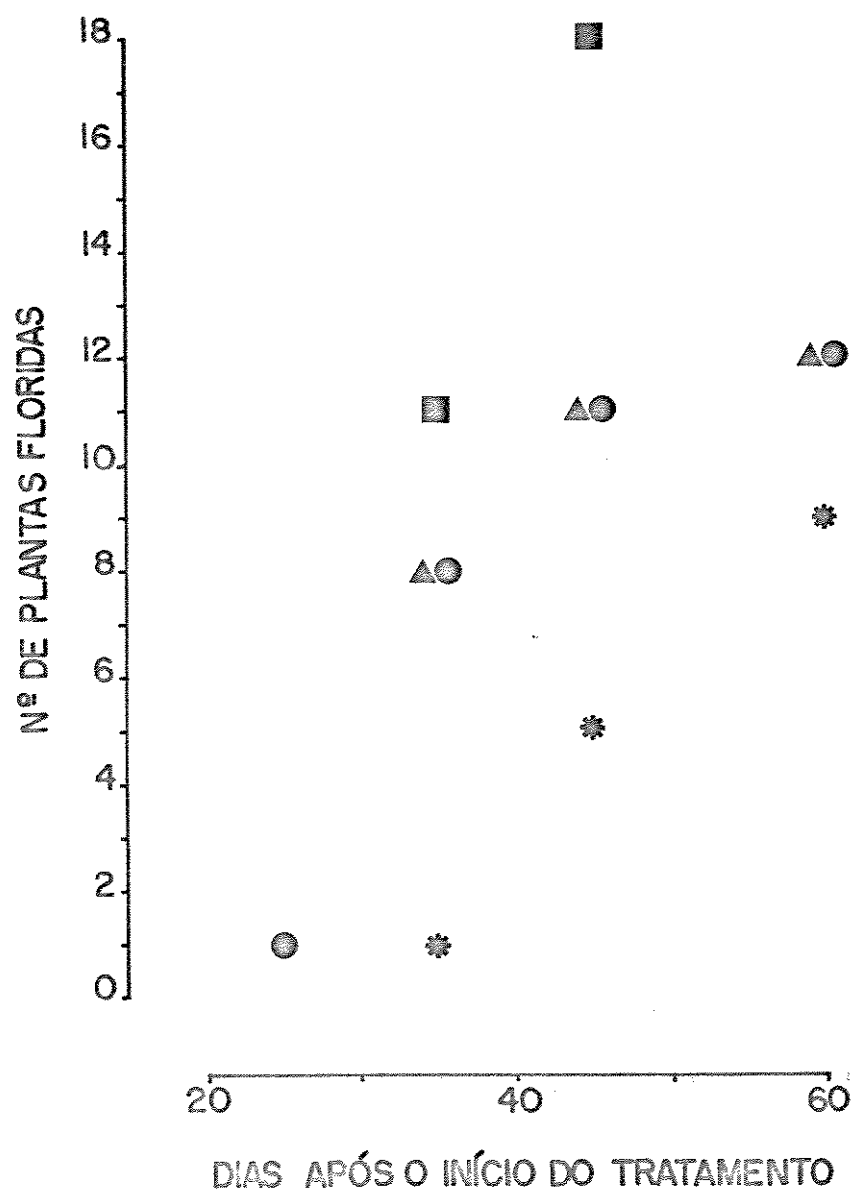


Figura 38 - Efeito da vernalização na floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília (estádio B), em fotoperíodo longo [período de vernalização de 5 dias *, 10 dias ● , 20 dias ▲ e 30 dias ■].

3. Efeito da Vernalização Associada à Aplicação de Ácido Giberélico

O estágio de desenvolvimento C da cultivar Nantes, foi utilizado neste experimento por ter se mostrado o mais precoce quanto à floração.

Observando-se a tabela 15, nota-se, que quando ocorreu associação da vernalização com a aplicação do ácido giberélico, todas as plantas sobreviventes se alongaram e o número de plantas floridas foi maior quando comparado com o controle (plantas somente vernalizadas).

Os diferentes períodos de vernalização da cultivar Nantes, associados ou não ao GA₃, resultaram em diferentes números de plantas floridas. Entretanto, ao se comparar o número de plantas floridas com o número de plantas sobreviventes, as porcentagens foram semelhantes (Tab. 15). No entanto, o alongamento médio foi maior nas plantas onde ocorreu a associação da vernalização com o GA₃. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por HILLER *et al* em 1979, onde reguladores de crescimento, incluindo GA₃, influenciaram o alongamento caulinar de cenouras vernalizadas, sem no entanto afetar o número de plantas floridas.

Na cultivar Nantes, sempre que ocorreu vernalização associada à aplicação de GA₃, o florescimento foi precoce em relação às plantas controle. Da mesma maneira, o alongamento caulinar médio foi mais precoce em relação às plantas somente vernalizadas (Fig. 39 e 40); porém, devido ao alto coeficiente de variação, as diferenças entre as médias dos alongamentos caulinares, não foram estatisticamente significativas.

Tabela 15 - Efeito da vernalização associada à aplicação de ácido giberélico no crescimento e floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes, no estágio de desenvolvimento C, em fotoperíodos natural e longo (10 plantas por tratamento). Resultados obtidos após 120 dias.

Fotoperíodo	Parâmetros	Nº de Plantas por Período de vernalização (dias)			
		30	30+GA	60	60+GA
Natural	sobreviventes	2	8	5	5
	alongadas	2	8	3	5
	floridas	1	6	1	1
Longo	sobreviventes	5	8	10	8
	alongadas	2	8	7	8
	floridas	1	3	6	7

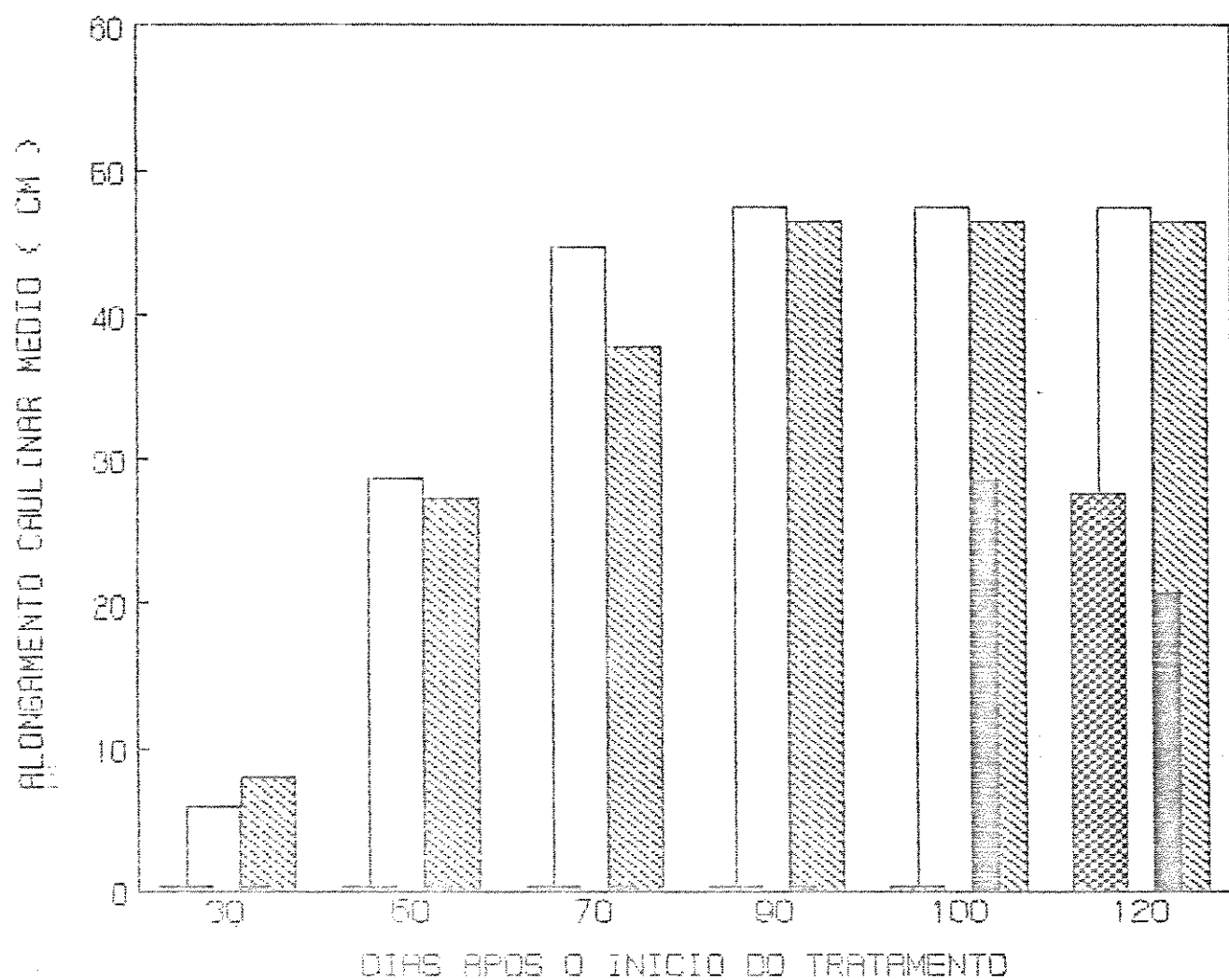


Figura 39 - Efeito da vernalização associada à aplicação de GA₃ ($10^{-3}M$), no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes, estágio C, em fotoperíodo natural [período de vernalização de 30 dias □ , 30 dias + GA □ , 60 dias ■ , 60 dias + GA ▨].

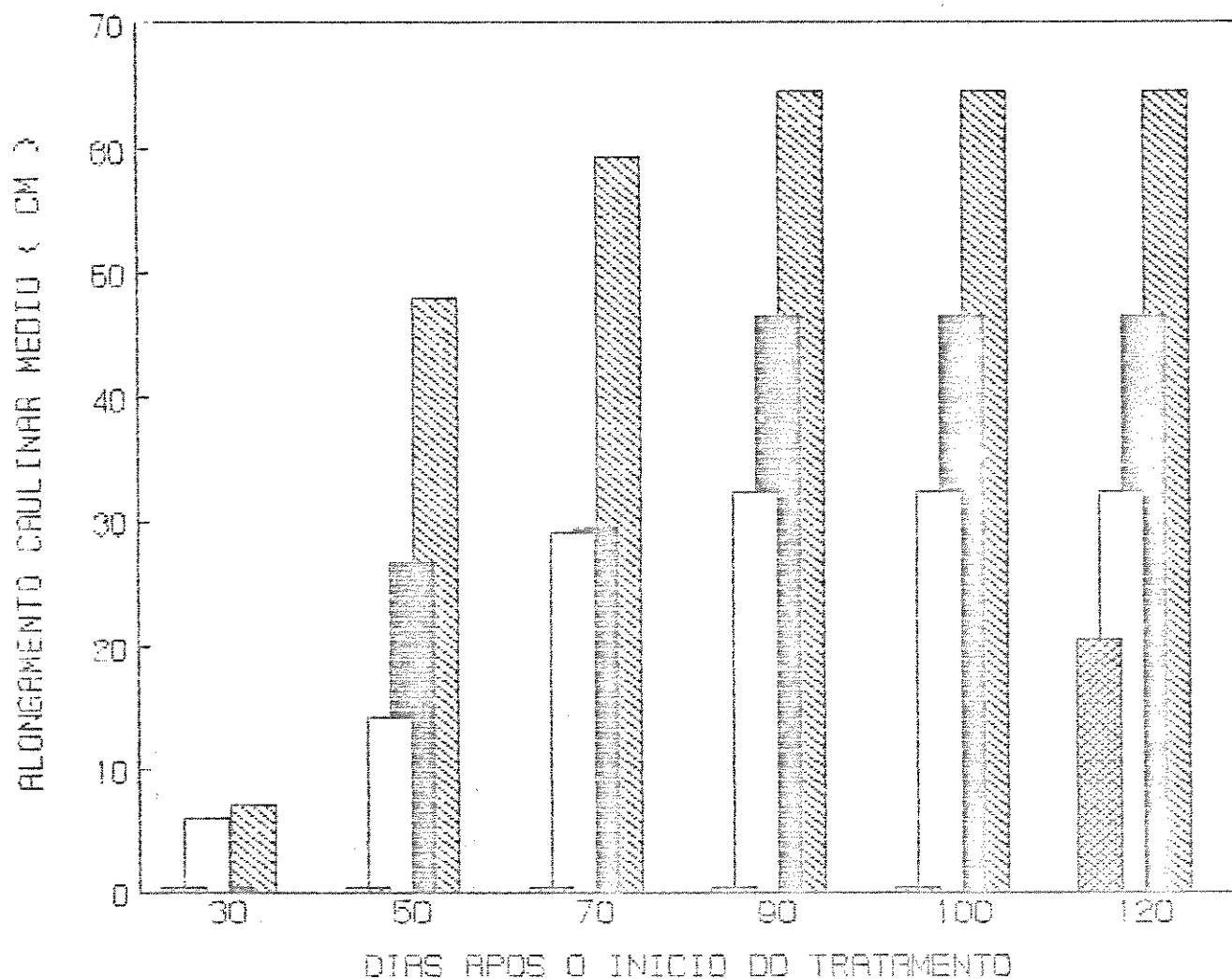


Figura 40 - Efeito da vernalização associada à aplicação de GA₃ ($10^{-3}M$), no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes, estágio C, em fotoperíodo longo [período de vernalização de 30 dias  , 30 dias + GA  , 60 dias  , 60 dias + GA ].

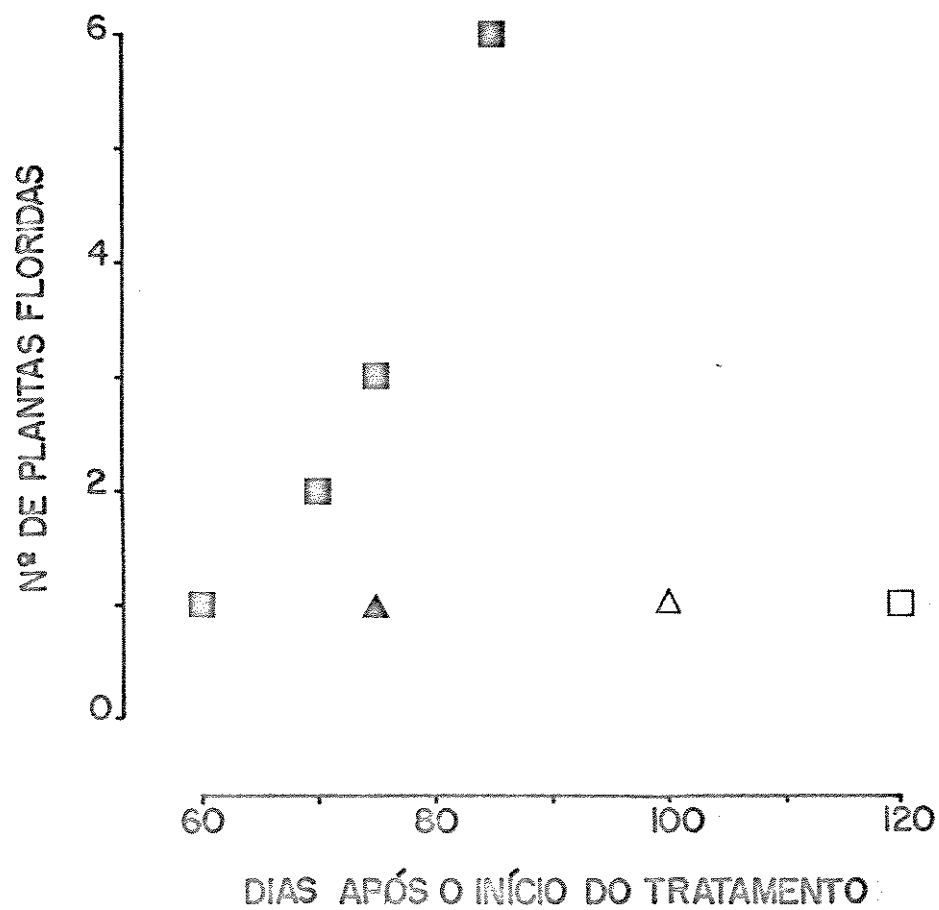


Figura 41 - Efeito da vernalização associada à aplicação de GA_3 ($10^{-3}M$), na floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes, estágio C, em fotoperíodo natural [período de vernalização de 30 dias □ , 30 dias + GA ■ , 60 dias △ , 60 dias + GA ▲].

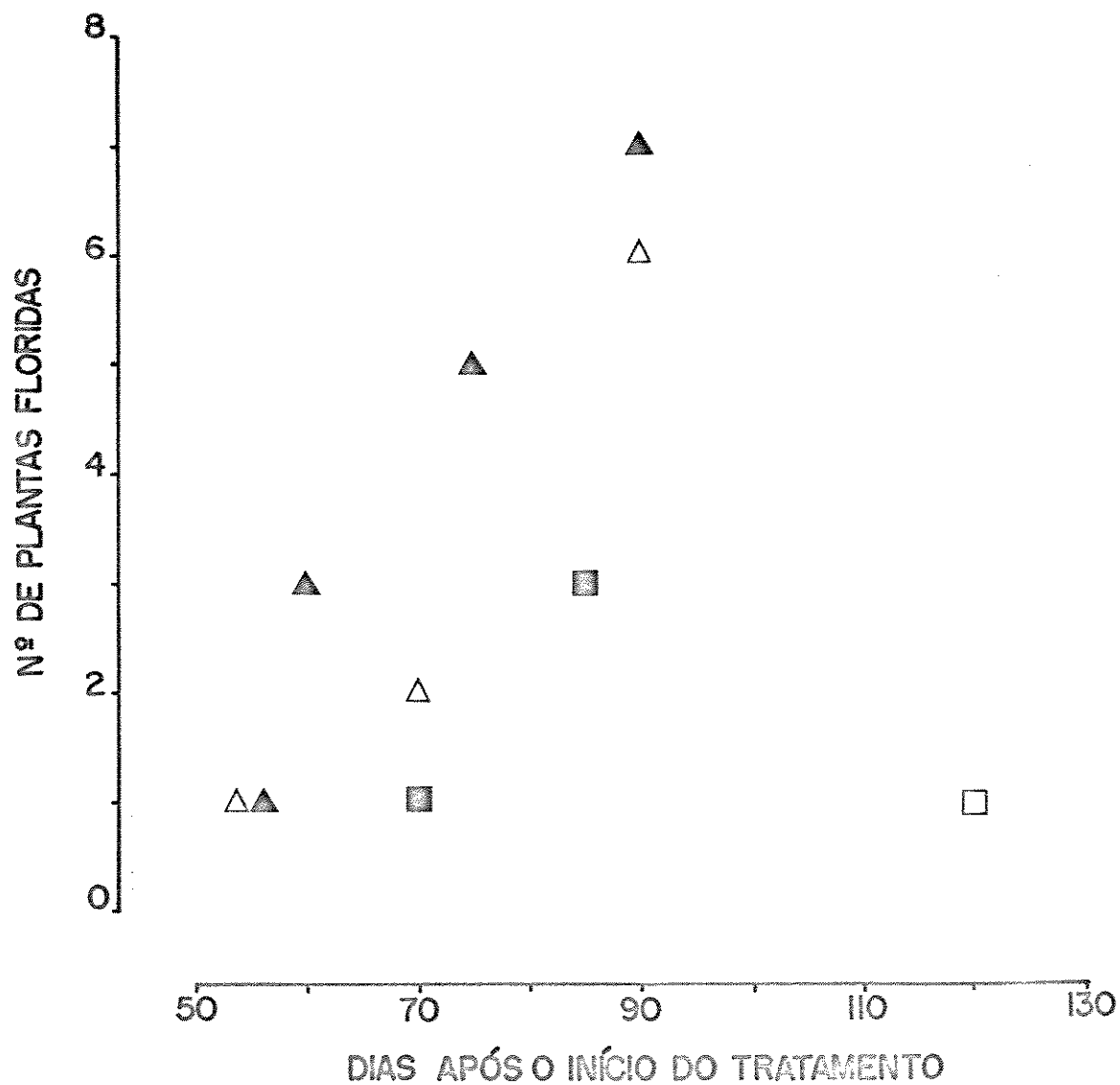


Figura 42 - Efeito da vernalização associada à aplicação de GA_3 ($10^{-3}M$), na floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Nantes, estágio C, em fotoperíodo longo [período de vernalização de 30 dias □ , 30 dias + GA ■ , 60 dias △ , 60 dias + GA ▲].

Em fotoperíodo natural, plantas da cultivar Nantes vernalizadas por 30 dias e com aplicação de GA₃ em seguida, foram as que apresentaram floração mais precoce e maior número de plantas floridas em relação aos demais tratamentos (Fig. 41). Porém, em fotoperíodo longo, plantas da cultivar Nantes, vernalizadas por 60 dias e com aplicação posterior de GA₃, foram as que apresentaram floração mais precoce e maior número de plantas floridas. Entretanto, esse número foi próximo ao das plantas vernalizadas por 60 dias (Fig. 42).

O GA₃ teve um efeito aditivo na floração de plantas de cenoura, cultivar Nantes, que tiveram um menor período de vernalização (30 dias), quando estas são comparadas com o controle (Fig. 41 e 42).

No início do tratamento, GA₃ estimulou a floração de plantas da cultivar Brasília, porém após 80 dias, as diferenças desapareceram (Fig. 44).

Na cultivar Brasília o número de plantas sobreviventes e floridas foi praticamente o mesmo para plantas tratadas ou não com GA₃. Entretanto, no tratamento com GA₃ o número de plantas alongadas foi o dobro em relação às não tratadas (Tab. 16).

As médias do alongamento caulinar não apresentaram diferenças significativas entre os dois tratamentos, embora as médias nas plantas onde houve a associação, tenham sido maiores (Fig. 43).

Tanto na cultivar Brasília como na Nantes, plantas vernalizadas e tratadas com GA₃ alongaram-se antes das que somente foram vernalizadas. Resultados semelhantes foram obtidos por HILLER et al. (1979).

Os resultados demonstram que o GA₃ tem efeito no alongamento caulinar e não na floração (Tab.16).

Tabela 16 - Efeito da vernalização associada à aplicação de ácido giberélico no crescimento e floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília, no estágio de desenvolvimento B, em fotoperíodo natural (15 plantas por tratamento). Resultados obtidos após 120 dias.

Fotoperíodo	Parâmetros	Nº de Plantas por Período de vernalização (dias)	
		20	20+GA
Natural	sobreviventes	13	12
	alongadas	6	12
	floridas	6	6

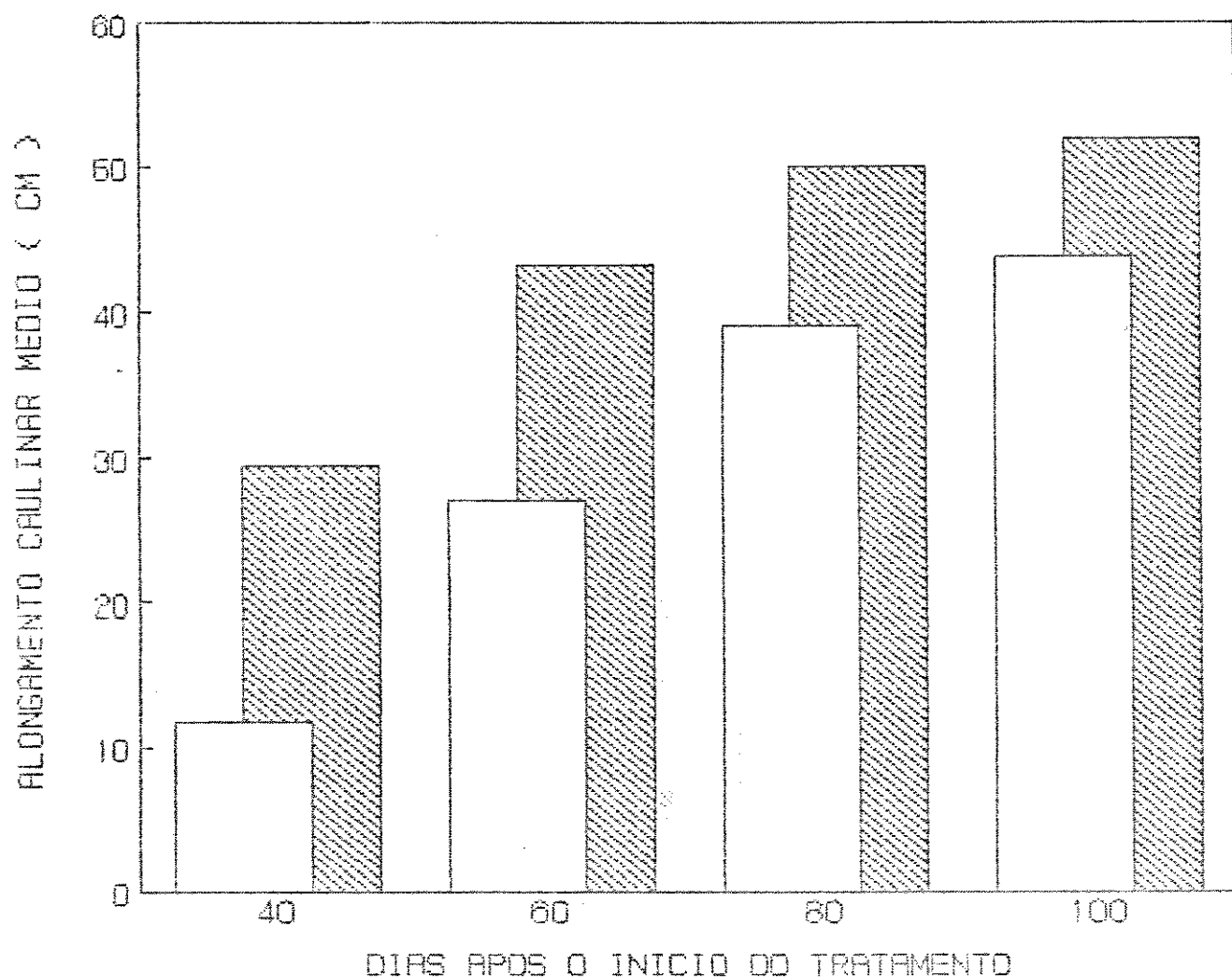


Figura 43 - Efeito da vernalização associada à aplicação de GA_3 ($10^{-3}M$), no alongamento caulinar de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília, estágio B, em fotoperíodo natural [período de vernalização de 20 dias □ e 20 dias + GA ▨].

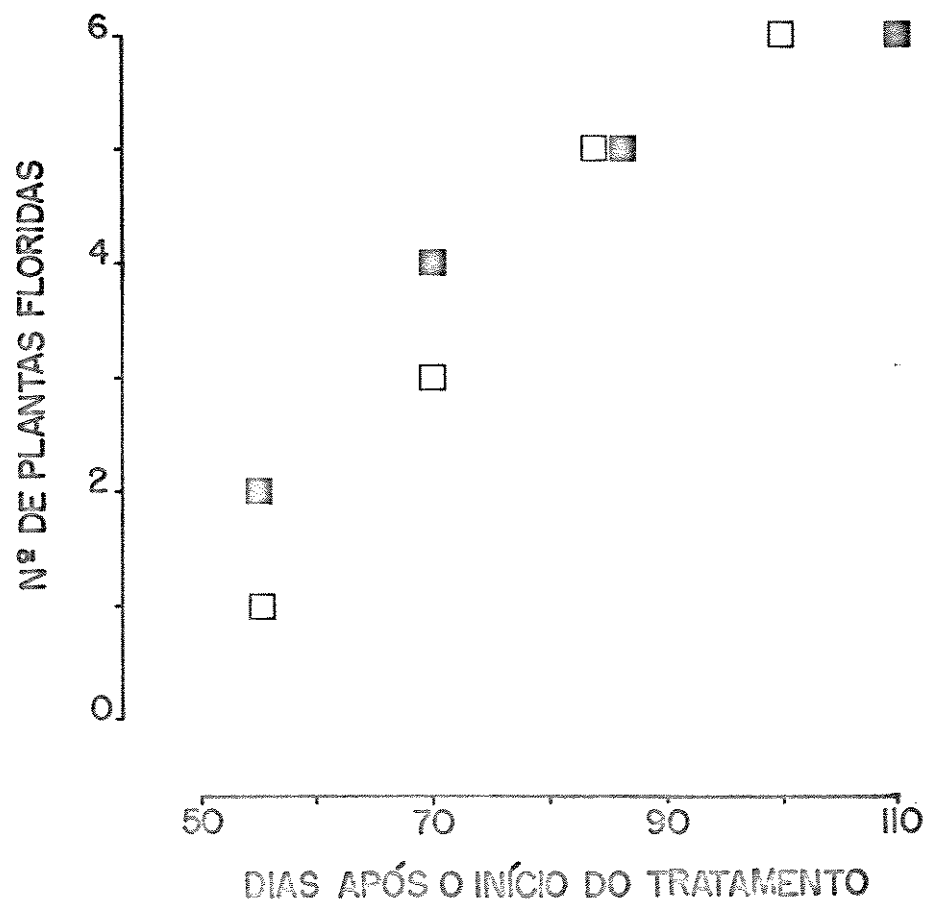


Figura 44 - Efeito da vernalização associada à aplicação de GA₃ ($10^{-3}M$), na floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília, estágio B, em fotoperíodo natural [período de vernalização de 20 dias □ , 20 dias + GA ■].

5. Efeito da Remoção de Partes da Planta

5.1 Remoção das Folhas

Neste experimento foram utilizadas 40 plantas (20 plantas tiveram suas folhas removidas e as outras 20 foram mantidas intactas como controles), sendo mantidas nos dois fotoperíodos utilizados neste trabalho.

A cultivar Nantes não se alongou ou floresceu, independente da remoção ou não das folhas e das condições fotoperiódicas.

Em fotoperíodo natural, 5 plantas de cenoura, cultivar Brasília, que tiveram suas folhas removidas, floresceram, bem como 4 das plantas controle. Em fotoperíodo longo, 2 plantas da cultivar Brasília que tiveram suas folhas removidas, floresceram e, das plantas controle (com folhas), nenhuma floresceu. Porém, 1 das plantas controle se alongou.

O alongamento caulinar médio não apresentou diferenças significativas em plantas com ou sem remoção de folhas.

O início da floração nos fotoperíodos natural e longo ocorreu respectivamente 33 e 40 dias após a remoção das folhas.

A remoção das folhas parece não afetar a floração das plantas de cenoura, uma vez que o controle apresentou valores semelhantes. Estes resultados contrariam o trabalho de GLOBERSON (1972), onde o desfolhamento é seguido de floração, em plantas que contêm reservas na raiz e requerem vernalização.

O fotoperíodo parece ter influenciado quantitativamente na floração da cenoura, pois quando o mesmo foi reduzido, as plantas flo-

resceram em maior número e mais precocemente, no caso dos tratamentos com folhas removidas.

5.2 Remoção de Partes da Raiz Tuberosa

A remoção de $1/2$ ou $2/3$ das partes basais da raiz tuberosa não afetou o aparecimento e desenvolvimento de novas folhas. No entanto, alongamento caulinar e floração não foram observados até o final do experimento (140 dias). A cultivar Nantes apresentou 4 plantas sobreviventes, enquanto a cultivar Brasília apresentou 6, independente da remoção ser de $1/2$ ou $2/3$.

5.3 Remoção das Raízes Seminais

A remoção da raiz seminal de plântulas e posterior produção de plantas cuja tuberosidade se desenvolveu somente às custas do hipocótilo, não afetou o desenvolvimento da parte aérea da planta de cenoura. 90 dias após as plantas terem sido mantidas em fotoperíodo natural e longo, uma se alongou e floresceu dentre aquelas mantidas em fotoperíodo longo. Foram feitas observações por mais 70 dias, sendo que a sobrevivência foi total.

A remoção da raiz seminal não estimulou o alongamento caulinar ou a floração. Contudo, esse experimento foi importante para demonstrar que o que é comumente chamado de cenoura, é constituído de base da raiz seminal mais o hipocótilo. Estes resultados estão de

acordo com a definição de ESAU (1958), de que existem adaptações especiais da raiz para órgãos de armazenamento e estas são comumente expressadas em corpos tenros. Frequentemente, hipocótilo e base da raiz seminal associados, formam essa estrutura tenra e tuberosa, que é característica do gênero Daucus e outros.

6 Efeito de Estresses

6.1 Estresse Mecânico

Em relação à cultivar Nantes, as plantas mantidas sob estresse mecânico, em fotoperíodos natural e longo, não apresentaram alongamento e floração, o mesmo ocorrendo com as plantas controle, mantidas em fotoperíodo natural. Entre as plantas controle mantidas em fotoperíodo longo, 1 entre 13 sobreviventes se alongou e em seguida floresceu.

Quanto à cultivar Brasília, das plantas submetidas ao estresse mecânico, 1 entre 14 sobreviventes mantidas em fotoperíodo natural e 4 entre 15 sobreviventes mantidas em fotoperíodo longo, apresentaram floração, sendo que esta ocorreu após 170 dias do plantio da semente no interior dos cilindros de plástico. A média do alongamento caulinar foi de 80 ± 25 cm. Nesta cultivar não houve alongamento caulinar ou floração entre as plantas controle, tanto no fotoperíodo natural, como no longo.

A porcentagem de sobrevivência nas duas cultivares foi de cerca de 90 % .

6.2 Estresse Hídrico

Após o estresse hídrico (plantas com 70 % do teor de umidade inicial), plantas da cultivar Nantes não sobreviveram. Na cultivar Brasília, 7 entre 14 plantas sobreviveram e das sobreviventes, somente 3 floresceram. O início da floração ocorreu 27 dias após o replantio. A média do alongamento caular foi de 33 ± 14 cm.

Os estresses mecânico e hídrico na cultivar Nantes, não estimularam floração ou alongamento caular. Na cultivar Brasília ocorreu um estímulo no alongamento e floração.

CONCLUSÕES

O replantio (com e sem folhas) estimula o alongamento caulinar e a floração de plantas de Daucus carota L., cultivar Brasília, sendo o estágio de desenvolvimento B o mais precoce na floração. A cultivar Nantes praticamente não responde ao replantio.

O ácido giberélico estimulou o alongamento caulinar nas cultivares Nantes e Brasília desta espécie. Quanto à floração, este influenciou as plantas da cultivar Nantes, mantidas em fotoperíodo longo.

Após a vernalização, ocorreu grande diferença entre as duas cultivares. A cultivar Nantes é mais exigente à vernalização e a cultivar Brasília, menos sensível a este tratamento; como exemplo, para que a cultivar Nantes floresça são necessários 2 ou 3 meses de vernalização, enquanto para cultivar Brasília, 5 dias são suficientes. Provavelmente esta diferença é devido ao fato da cultivar Nantes ser de origem européia e a Brasília ser uma cultivar melhorada geneticamente no Brasil.

A remoção de partes da planta não estimulou o alongamento caulinar ou a floração nas duas cultivares desta espécie.

Os estresses mecânico e hídrico foram muito pouco efetivos na cultivar Brasília; na cultivar Nantes o estresse mecânico não teve efeito e as plantas não sobreviveram ao estresse hídrico.

O critério de juvenilidade adotado por outros autores, baseado no tamanho da cenoura, não foi verificado neste trabalho, provavelmente porque o tamanho de cenoura é muito variável e os experimentos não foram feitos em condições controladas; variações climáticas, bem como plasticidade genética das plantas, podem ser fatores que contribuíram para respostas diferentes.

A variação nos resultados não permitiu uma definição clara do efeito do fotoperíodismo na floração destas cultivares, pelo menos nos fotoperíodos estudados.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar comparativamente as cultivares Brasília e Nantes da espécie Daucus carota L. (em diferentes estádios de desenvolvimento), quanto ao alongamento caulinar e floração, sob o efeito de fatores ambientais e reguladores de crescimento.

As cultivares Nantes e Brasília foram replantadas com e sem folhas, em três estádios de desenvolvimento. O replantio estimulou o alongamento caulinar e floração na cultivar Brasília. A cultivar Nantes praticamente não responde a este tratamento.

Aplicações de ácido giberélico estimularam o alongamento caulinar, mas não influenciaram no número de plantas floridas. A aplicação de GA₃ teve maior efeito na cultivar Nantes, sendo a cultivar Brasília menos sensível.

Foram testados diferentes períodos de vernalização para as duas cultivares, em diferentes estádios de desenvolvimento; verificou-se que a cultivar Nantes necessita de períodos maiores de vernalização em relação à cultivar Brasília.

Aplicações de giberelina, em plantas vernalizadas, mostraram que a mesma tem efeito no alongamento caulinar e não na floração.

Plantas das duas cultivares foram submetidas a estresses mecânico e hídrico. Os estresses não estimularam o alongamento ou floração na cultivar Nantes; no entanto, um pequeno número de plantas da

cultivar Brasília foi estimulado.

Folhas, ou parte da raiz, ou a raiz seminal, foram removidas de plantas de cenoura. A remoção de partes da planta não estimulou o alongamento caulinar ou a floração das cultivares Nantes e Brasília.

A maioria dos experimentos foi mantida em fotoperíodos natural e longo. Nestes fotoperíodos as cultivares estudadas não apresentaram resposta, sendo provavelmente plantas de dias indiferentes ao fotoperíodo, para floração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATHERTON, J. G.; BASHER, E. A. & CUTTING, B. Control of Bolting and Flowering in Carrot. Acta Horti, 135: 139-45, 1983.
- ATHERTON, J. G.; BASHER, E. A. & BREWSTER, J.L. The Effects of Photoperiod on Flowering in Carrot. J. Horti. Sci., 59 (2): 213-5, 1984.
- AUSTIN, R. B. & LOUGDEN, P. C. Some Effects of Seed Size and Maturity on the Yield of Carrot Crops. J. Horti. Sci., 42: 339-53, 1967.
- BENJAMIN, L. R. Some Effects of Differing Times of Seedling Emergence, Population Density and Seed Size on Root-Size Variation in Carrot Populations. J. Agric. Sci., Camb., 98: 537-45, 1982.
- The Relative Importance of Some Sources of Root-Weight Variation in a Carrot Crop. J. Agric. Sci., Camb., 102: 69-77, 1984.
- BERNIER, G.; KINET, S. M. & SACHS, R. M. Levels, Distribution, and Metabolism of Endogenous Substances. In: ----- ; ----- & ----- . The Physiology of Flowering. Boca Raton, CRC, 1981, v.2, cap.7, p.135-160

- BIDDINGTON, N. L. The Effects of Mechanically - Induced Stress in Plants - a review. Plant Growth Regulation, 4: 103-23, 1986.
- BIDDINGTON, N. L. & DEARMAN, A. S. The Effect of Mecanically Induced Stress on the Growth of Cauliflower, Lettuce and Celery Seedlings. Ann. Bot., 55: 109-19, 1985.
- & ----- The Effects of Mechanical Stress on Carrot Growth. J. Hort. Sci., 62 (3): 359-62, 1987.
- CHOUARD, P. Vernalization and its Relation to Dormancy. A. Rev. Pl. Physiol., 11: 191-238, 1960.
- CHU, T. M.; ASPINALL, D. & PALEG, L. G. Stress Metabolism VI. Temperature Stress and the Accumulation of Proline in Barley and Radish. Aust. J. Pl. Physiol., 1: 87-97, 1974..
- DICKSON, M. H. & PETERSON, C. E. Hastening Greenhouse Seed Production for Carrot Breeding Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 71: 412-15, 1958.
- & ----- The Influence of Gibberellin on the Flowering of Carrots. Can. J. Pl. Sci., 40: 468-73, 1960.
- EVANS, L. T. Flower Induction and the Florigen Concept. A. Rev. Pl. Physiol., 22: 365-94, 1971.

- ESAU, K. The Root. In: ----- Plant Anatomy. New York, John Wiley, 1958. cap.17, p.470-529
- FONTES, M. R.; OZBUM, J. L. & POWELL L. E. Are Endogenous Gibberellin-like Substances Involved in Floral Induction. Nature, 228 (3): 82-3, 1970.
- FUJIOKA, S.; SAKURAI, A.; YAMAGUCHI, I.; MUROFUSHI, N.; TAKAHASHI, N.; KAIHARA, S.; TAKIMOTO, A. & CLELAND, C. F. Flowering and Endogenous Levels of Plant Hormones in Lemna Species. Pl. Cell Physiol., 27 (7): 1297-308, 1986.
- GATES, C. T.; WILLIAMS, W. T. & COURT R. D. Effect of Droughting and Chilling on Maturation and Chemical Composition of Tournsville Stylo (Stylosanthes humilis) Austr. J. Agric. Res., 22: 369-81, 1971.
- GLOBERSON, D. The Effects of Gibberellic Acid on Flowering and Seed Production in Carrots. J. Horti. Sci., 47: 69-72, 1972.
- GOWERS, S. & GEMMELL, D. J. Variation in Flowering Response to Pre Vernalisation Growth in Swedes (Brassica napus spp. rapifera). Euphytica, 37: 275-78, 1988.
- GRAY, D. & STECKEL, J. R. A. Some Effects of Umbel Order and Harvest Date on Carrot Seed Variability and Seedling Performace. J. Horti. Sci., 58 (1): 73-82, 1983.

----- & ----- Variation in Flowering Time as a
Factor Influencing Variability in Seedling Size in the
Subsequent Carrot (Daucus carota) Crop. J. Horti. Sci., 60
(1): 77-81, 1985.

GRAY, D.; STECKEL, J. R. A.; JONES, S. R. & SENIOR, D.
Correlations Between Variability in Carrot (Daucus carota)
Plant Weight and variability in Embryo Length.
J. Horti. Sci., 61 (1): 71-80, 1986.

Gray, D.; STECKEL, J. R. A.; DEARMAN, J. & BROCKLEHURST, P. A.
Effects of Temperature During Seed Development on Carrot
(Daucus carota) Seed Growth and Quality. Ann. Appl. Biol.,
112: 367-76, 1988.

HILLER, L. K. & KELLY, W. C. The Effects of Post-Vernalization
Temperature on Seedstalk Elongation and Flowering in carrots.
J. Am. Soc. Horti. Sci., 104: 253-57, 1979.

----- & ----- Daucus carota. In: HALEVY, A. H., ed.
Handbook of Flowering. Boca Raton, FL., CRC, 1985. v.2,
p. 419-29.

HILLER, L. K.; KELLY, W. C., & POWELL, L. E. Temperature
Interactions with Growth Regulators and Endogenous -----
Gibberellin-like Activity During Seedstalk Elongation in
Carrots Pl. Physiol., 63: 1055-61, 1979.

HOAGLAND, D. R. & ARNON, D. I. The Water - Culture Method for Growing Plants without Soil. Calif. Agric. Exp. Sta. Circ., 374, 1950.

HOCHMAN, Z. Quantifying Vernalization and Temperature Promotion Effects on Time of Flowering of Three Cultivars of Medicago trunculata Gaertn. Aust. J. Agric. Res., 38: 279-86, 1987.

JONES, R. L. Gibberellins: Their Physiological Role A. Rev. Pl. Physiol., 24: 571-98, 1973.

KRISHNAMOORTHY, H. N. Role of gibberellins in juvenility, Flowering and sex expression. In: _____, ed. Gibberellins and Plant Growth. New Delhi, Wiley, 1975. cap. 6, p. 115-43.

KOLLER, D.; HIGHKIN, D. H. & CASO D. H. Effects of Gibberellic Acid on Stems Apices of Vernalizable Grasses. Am. J. Bot., 47: 518-24, 1960.

LANG, A. The Effect of Gibberellin Upon Flower Formation. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S., 43: 709-17, 1957.

_____. Gibberellin: Structure and Metabolism. A. Rev. Pl. Physiol., 21: 537-70, 1970.

_____. MILLER, C. H.; KONSLE, T. R. & LAMONT, W. J. Cold Stress Influence on Premature Flowering of Broccoli. Hort. & Science, 20 (2): 193-95, 1985.

- MOLDER, M. & DWEM, J. N. The Effects of Gibberellin A₃, Photoperiod, and Age on Vegetative Growth and Flowering in Cosmos lipermatus var. Sensation. Can. J. Bot., 52: 1249-58, 1974.
- MORGAN, P. W. & QUINBY, J. R. Genetic Regulation of Development in Sorghum bicolor. Pl. Physiol., 85: 615-20, 1987.
- NILSSON, T. Carbohydrate Composition During Long Term Storage of Carrots as Influenced by the Time of Harvest. J. Horti. Sci., 62 (2): 191-203, 1987.
- RAPPAPORT, L. & BONNER, J. Interactions of Gibberellin, Vernalization, Photoperiod and Temperature in the Flowering of Endive. Pl. Physiol., 35: 98-102, 1960.
- SACHS, M. R. Stem Elongation. A. Rev. Pl. Physiol., 16: 73-96, 1965.
- SACHS, M. R., BRETZ, C. F. & LANG, A. Shoot Histogenesis: The Ecyl Effects of Gibberellin Upon Stem Elongation in Two Rosette Plants. Am. Jour. Bot., 376-84, 1959.
- SALTER, P. J., CUNAH, I. E. & FELDOWS, J. R. Studies on Some Sources of Variation in carrot Root Weight. J. Agric. Sci., Camb., 549-56, 1981.
- SAVAGE, W. E. F. & MC QUISTAN, C. I. Performance of Carrot Seeds Possessing Different Germination Rates Within a Seed Lot. J. Agric. Sci., Camb., 110: 93-99, 1988.

SEARLE, N. E. Physiology of Flowering A. Rev. Plant. Physiol.,
16: 97-118, 1965.

SINGH, T. N.; PALEG, L. G. & ASPINALL, A. Stress Metabolism I.
Nitrogen Metabolism and Growth in the Barley Plant During Water
Stress. Austr. J. Biol. Sci., 26: 45-6, 1973.

STIEBELING, B. & NEWMAN, K. H. Identification and Concentration
of Endogenous Cytokinin in Carrots (Daucus carota) as Influenced
by Development and a Circadian Rhythm. J. Pl. Physiol.,
127: 111-21, 1987.

SUGE, H. Changes of Endogenous Gibberellins in Vernalized
Radish Plants. Pl. & Cell Physiol., 11: 729-35, 1970.

THOMAS, B.; VINCE PRUE, D. Juvenility, Photoperiodism and
Vernalization. In: Wilkins, M., ed. Advanced Plant Physiology.
London, Pitman, 1984. cap.18, p.408-439.

VINCE PRUE, D. Vernalization In: ----- Photoperiodism in
Plants. New York, McGraw Hill, 1975, cap.7, p.262-291

ZEEVAART, J. A. D. Effects of Photoperiod on Growth Rate and
Endogenous Gibberellins in the Long-day Rosette Plant Spinach.
Pl. Physiol., 47: 821-27, 1971.

----- Physiology of Flower Formation A. Rev. Pl.
Physiol., 27: 321-48, 1976