

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**VARIABILIDADE PARA FLORESCIMENTO PREMATURO EM  
CENOURA ‘BRASÍLIA’ NO CULTIVO DE OUTONO-INVERNO**

**RAQUEL GALVANI**

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia - Horticultura

BOTUCATU-SP  
Agosto - 2008

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**VARIABILIDADE PARA FLORESCIMENTO PREMATURO EM  
CENOURA ‘BRASÍLIA’ NO CULTIVO DE OUTONO-INVERNO**

**RAQUEL GALVANI**

ORIENTADOR: PROF. DR. NORBERTO DA SILVA

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Agronômicas da Unesp - Campus de  
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em  
Agronomia - Horticultura

BOTUCATU - SP

Agosto - 2008

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

G182v Galvani, Raquel, 1983-  
Variabilidade para florescimento prematuro em cenoura "Brasília" no cultivo de outono-inverno / Raquel Galvani.  
- Botucatu : [s.n.], 2008.  
v, 65 f. : gráfs., tabs.

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu, 2008  
Orientador: Norberto da Silva  
Inclui bibliografia

1. Cenoura. 2. Cenoura - Aspectos genéticos. 3. Florescimento prematuro. 4. Hortaliças - Melhoramento genético.  
I. Silva, Norberto da. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agronômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS  
CAMPUS DE BOTUCATU

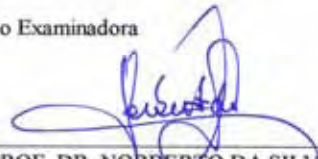
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "VARIABILIDADE PARA FLORESCIMENTO PREMATURO EM  
CENOURA 'BRASÍLIA' NO CULTIVO DE OUTONO-INVERNO"

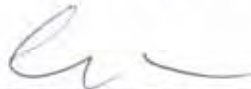
ALUNA: RAQUEL GALVANI

ORIENTADOR: PROF. DR. NORBERTO DA SILVA

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. NORBERTO DA SILVA



PROF. DR. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO



PROF. DR. PAULO CÉSAR TAVARES DE MELO

Data da Realização: 15 de agosto de 2008.

## **AGRADECIMENTOS**

E o que dizer da conclusão deste meu curso? Não utilizei apenas estudos, observações e pesquisas. Somem-se a isso a “Sabedoria Divina” sempre me renovando a vida, a abnegação da minha equipe familiar; o amor daquele que meu coração escolheu, a colaboração de pessoas amigas, o esforço intelectual dos professores e o trabalho de todos os funcionários.

Portanto, serei eternamente grata a todos aqueles que participaram na concretização desse meu ideal. Seus ensinamentos valiosos e conceitos fundamentais me facilitaram entender que um sonho se torna realidade quando é sincero, criativo e original !!!

**SUMÁRIO**

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS .....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	VI
1 RESUMO .....	1
2 SUMMARY .....	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
4.1 Fatores que influenciam o florescimento em cenoura .....	8
4.2 Grupos de cenoura quanto ao florescimento .....	10
4.3 Comportamento de populações do Grupo ‘Nacional’ .....	11
4.4 Estimativa de parâmetros genéticos em cenoura .....	14
4.5 Estimativa de correlações em cenoura.....	16
5 MATERIAL E MÉTODOS .....	21
5.1 Localização experimental .....	21
5.2 Material experimental.....	22
5.3 Instalação e condução do experimento .....	22
5.4 Análise estatística e genética .....	24
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
6.1 Variabilidade entre e dentro de progênies nos diferentes ciclos de seleção .....	29
6.2 Estimativa de parâmetros genéticos.....	41
6.3 Estimativa de correlações .....	49
7 CONCLUSÕES .....	57
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
Tabela 1. Comportamento das cultivares Brasília e Tropical quanto à porcentagem de florescimento prematuro em diferentes épocas de semeadura e segundo diferentes autores.....	13
Tabela 2. Esquema da análise de variância entre progênes de meios-irmãos.....	25
Tabela 3. Esquema da análise de variância dentro progênes de meios-irmãos .....	25
Tabela 4. Quadrados médios de diferentes características, obtidos da análise de variância entre médias de progênes de meios-irmãos do ciclo original de seleção de cenoura ‘Brasília’. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007 .....	30
Tabela 5. Quadrados médios de diferentes características, obtidos da análise de variância entre médias de progênes de meios-irmãos do primeiro ciclo de seleção de cenoura ‘Brasília’. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007 .....	30
Tabela 6. Quadrados médios de diferentes características, obtidos da análise de variância entre médias de progênes de meios-irmãos do segundo ciclo de seleção de cenoura ‘Brasília’. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007 .....	31
Tabela 7. Quadrados médios de diferentes características avaliadas dentro de progênes de meios-irmãos do ciclo original de seleção de cenoura ‘Brasília’. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.....	32
Tabela 8. Quadrados médios de diferentes características avaliadas dentro de progênes de meios-irmãos do primeiro ciclo de seleção de cenoura ‘Brasília’. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.....	32
Tabela 9. Quadrados médios de diferentes características avaliadas dentro de progênes de meios-irmãos do segundo ciclo de seleção de cenoura ‘Brasília’. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.....	32
Tabela 10. Quadrados médios de diferentes características, obtidos da análise de variância de médias de progênes de meios-irmãos do ciclo original, primeiro e segundo ciclo de seleção de cenoura ‘Brasília’ e testemunhas. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007 .....	34

- Tabela 11. Quadrados médios de diferentes características, obtidos da análise de variância de médias de progênies de meios-irmãos do ciclo original, primeiro e segundo ciclo de seleção de cenoura ‘Brasília’ e testemunhas. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007 ..... 34
- Tabela 12. Média geral de diferentes características avaliadas no ciclo original de seleção (C0), primeiro ciclo de seleção (C1) e segundo ciclo de seleção (C2) utilizando progênies de meios-irmãos provenientes da cultivar de cenoura Brasília e testemunhas. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007 ..... 35
- Tabela 13. Estimativa de parâmetros genéticos entre progênies de meios-irmãos de diferentes ciclos de seleção de cenoura ‘Brasília’ para as características produção total, produção comercial, porcentagem de massa de refugo, porcentagem de plantas não florescidas prematuramente e porcentagem de ombro laranja. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007 ..... 43
- Tabela 14. Estimativa de parâmetros genéticos dentro de progênies de meios-irmãos de diferentes ciclos de seleção de cenoura ‘Brasília’ para as características massa da raiz, diâmetro da raiz, comprimento da raiz e índice de formato. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007 ..... 47
- Tabela 15. Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípicos ( $r_f$ ), genotípicos ( $r_g$ ) e ambientais ( $r_e$ ) de características avaliadas em progênies de meios-irmãos do ciclo original de seleção provenientes da cultivar de cenoura Brasília. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007 ..... 50
- Tabela 16. Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípicos ( $r_f$ ), genotípicos ( $r_g$ ) e ambientais ( $r_e$ ) de características avaliadas em progênies de meios-irmãos do primeiro ciclo de seleção provenientes da cultivar de cenoura Brasília. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007 ..... 51
- Tabela 17. Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípicos ( $r_f$ ), genotípicos ( $r_g$ ) e ambientais ( $r_e$ ) de características avaliadas em progênies de meios-irmãos do segundo ciclo de seleção provenientes da cultivar de cenoura Brasília. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007 ..... 52

**LISTA DE FIGURAS****Página**

- Figura 1. Distribuição de frequência das médias das progênes de meios-irmãos do ciclo original de seleção (C0), primeiro ciclo de seleção (C1) e segundo ciclo de seleção (C2) para as características produção total, produção comercial, porcentagem de massa de refugo, porcentagem de plantas não florescidas prematuramente e porcentagem de ombro laranja. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007. .... 36
- Figura 2. Distribuição de frequência das médias das progênes de meios-irmãos do ciclo original de seleção (C0), primeiro ciclo de seleção (C1) e segundo ciclo de seleção (C2) para as características massa da raiz, diâmetro da raiz, comprimento da raiz e índice de formato. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007..... 40

## 1 RESUMO

Com o objetivo de estudar a variabilidade genética para florescimento prematuro e outras características em uma população de cenoura ‘Brasília’ com produção de sementes sem necessidade de vernalização, foram estimados parâmetros genéticos em três ciclos de seleção em semeadura de outono-inverno.

Os três ciclos foram avaliados simultaneamente num único experimento, em 2007, na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agronômicas, Campus de Botucatu/UNESP, localizada no município de São Manuel/SP a 22°44’50” de latitude Sul e 48°34’00” de longitude Oeste.

Os tratamentos foram constituídos por 48 progênies de meios-irmãos do ciclo original de seleção, 48 progênies de meios-irmãos do primeiro ciclo de seleção, 50 progênies de meios-irmãos do segundo ciclo de seleção e oito testemunhas comuns para os três ciclos: ‘Nantes’, ‘HT-2000’, ‘Shin Kuroda’, ‘Brasília’ de quatro diferentes procedências e ‘Londrina’. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 3 repetições e

parcelas de 2m<sup>2</sup> constituídas de oito sulcos transversais de semeadura espaçados de 25 cm de distância.

A colheita foi feita 100 dias após a semeadura, com exceção das testemunhas 'Nantes' e 'Shin Kuroda', que por serem mais tardias foram colhidas aos 120 dias após a semeadura. Durante a colheita as raízes foram separadas em comerciais, apresentando comprimento de 17 a 25 cm e menos que 5 cm de diâmetro, sem a presença de cenouras deformadas, deterioradas, quebradas, rachadas e com outros defeitos que as tornem impróprias para o consumo, em refugo, isto é, fora dos padrões comerciais, e em raízes que apresentavam florescimento prematuro.

A produção comercial, expressa em gramas, foi avaliada ao nível de parcela e obtida através da massa de raízes comerciais, a produção total, expressa em gramas, foi obtida através da soma da massa de raízes comerciais e refugo, excluindo-se aquelas com emissão prematura da haste floral. Também foi obtida a porcentagem de massa de refugo, a porcentagem de plantas não florescidas prematuramente e a porcentagem de ombro laranja em relação à produção comercial.

Após a colheita, foram realizadas avaliações ao nível de indivíduo, sendo amostradas em cada parcela 10 raízes comerciais ao acaso, obtendo-se em seguida os valores individuais correspondentes às características: massa da raiz, em gramas, diâmetro da raiz, em centímetros, comprimento da raiz, em centímetros, e o índice de formato. A partir da massa, diâmetro e comprimento da raiz determinou-se o índice de formato, calculado pela fórmula  $IF = m/\pi r^2c$ , onde  $m$  = massa da raiz (g),  $r$  = raio da raiz (cm) e  $c$  = comprimento da raiz (cm). Os dados foram processados e submetidos à análise de variância.

Concluiu-se que:

Houve eficiência da seleção recorrente do ciclo original para o primeiro ciclo de seleção para a maioria das características avaliadas, em especial contra o florescimento prematuro, mas a variabilidade genética esgotou-se nesta geração.

A partir da cultivar Brasília, que já apresenta características comerciais desejáveis, é possível obter populações para o cultivo de outono-inverno e produzir sementes sem a necessidade de vernalização.

## VARIABILITY FOR BOLTING IN 'BRASILIA' CARROT IN AUTUMN-WINTER CROPS.

Botucatu, 2008. 70p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: RAQUEL GALVANI

Adviser: PROF<sup>o</sup>. DR<sup>o</sup>. NORBERTO DA SILVA

### 2 SUMMARY

To study the genetic variability for bolting and other characteristics in 'Brasilia' carrots with production of seeds without vernalization, genetic parameters in three cycles of selection in autumn-winter sowing were estimated.

The three cycles were evaluated simultaneously in only one experiment in 2007 in the Experimental Farm of the Agronomy School, Botucatu/UNESP Campus, in São Manuel/SP (22°S44' and 48°W34').

The treatments were constituted by 48 lineages of half-sibling from the original cycle of selection, 48 lineages of half-siblings of the first cycle of selection, 50 lineages of half-siblings from the second cycle of selection and eight witnesses for the three cycles: 'Nantes', 'HT-2000', 'Shin Kuroda', 'Brasilia' from four different origins and 'Londrina'. The experimental outline of randomized blocks was used, with 3 replications and 2m<sup>2</sup> lots of eight sowing transversal ridges spaced out at 25cm of distance.

Harvest was carried out 100 days after sowing, exception for 'Nantes' and 'Shin Kuroda' witnesses, which for being late crops had to be harvested 120 days after sowing. During the harvest the roots were separated in commercials, presenting length of 17 the 25cm and less than 5cm of diameter, without the presence of deformed, spoiled carrots, broken, cracked or any other defects for consumption, in rubbish roots, that is out of commercial standards, and in roots presenting bolting.

The commercial production, expressed in grams, was evaluated to the level of lots and obtained by the mass of commercial roots. The total production, expressed in grams, was obtained by the addition of the mass of commercial roots and rubbish, except

those with premature floral connecting rods. Also obtained the percentage of rubbish mass, the percentage of plants not bolting and the percentage of orange shoulder in relation to the commercial production.

After the harvest, evaluations were carried out individually, randomized sampling in each lot 10 commercial roots, assessing the corresponding individual values: root mass in grams, diameter of the root in centimeters, length of the root in centimeters, and the index of shape. From the mass, diameter and length of the roots, the index of shape was calculated with the formula  $IF = m/\pi r^2c$ , where  $m$  = mass of the root (g),  $r$  = ray of the root (cm) and  $c$  = length of the root (cm). The data had been processed and submitted to the variance analysis.

It can be concluded that:

There was efficiency of the recurrent selection of the original cycle for the first cycle of selection for the majority of the evaluated characteristics, in special against the bolting, but the genetic variability was depleted in this generation.

From Brasilia cultivar, that already presents desirable commercial characteristics, it is possible to get populations for the autumn-winter crop and to produce seeds without vernalization.

---

Keywords: *Daucus carota* L., breeding, bolting, genetic parameters.

### 3 INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota* L.) é originária da Ásia e passou por um processo de seleção na Europa. Considerada de clima temperado, é adaptada a solos leves e temperaturas amenas. Dentre as espécies onde a parte consumida é a raiz, é a mais importante hortaliça cultivada ao redor do mundo (BANGA, 1976).

Comporta-se como planta bienal, necessitando de dois anos para realizar o ciclo vegetativo e reprodutivo. O alongamento da haste e o aparecimento do botão floral estão diretamente relacionados à temperatura, necessitando em torno de 4 a 5 °C por 45 a 60 dias para que ocorra a iniciação floral (RUBATZKY *et al.*, 1999). Quanto ao fotoperíodo, a cenoura tem sido classificada como planta de dia neutro. Esta classificação é sustentada pelos resultados de Sakr e Thompson (1942), Dickson e Peterson (1958) e Hiller e Kelly (1979).

No entanto, no Brasil, ocorre uma população de cenoura subtropical denominada de ‘Nacional’, cujo florescimento é induzido por fotoperíodo longo sem necessidade de vernalização. Esta população é plantada sob condições de inverno no Rio Grande do Sul, apesar de apresentar baixa qualidade comercial de raízes (COSTA, 1974).

A partir desse germoplasma, o Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças selecionou a cultivar Brasília com adaptação à semeadura de verão, qualidade superior de raízes em relação ao germoplasma nacional e que produz sementes sob condições de vernalização artificial (VIEIRA *et al.*, 1983).

Com o objetivo de estudar a variabilidade genética para florescimento prematuro e outras características em uma população de cenoura 'Brasília' com produção de sementes sem necessidade de vernalização, foram estimados parâmetros genéticos em três ciclos de seleção em semeadura de outono-inverno.

#### 4 REVISÃO DE LITERATURA

A família botânica *Apiaceae* (também chamada de *Umbelliferae*) consiste de aproximadamente 250 gêneros e 2800 espécies amplamente distribuídas. São plantas geralmente herbáceas, que crescem principalmente em regiões temperadas e do norte setentrional. Uma das características mais marcantes da família é a inflorescência conhecida como umbela, derivada do latim *umbella*, e que significa guarda-sol. A umbela constitui um agrupamento de flores onde todos os pedúnculos individuais se juntam em um mesmo ápice.

Existe considerável diversidade entre as espécies Umbelíferas com relação às partes utilizadas, tais como, raízes, tubérculos, hastes, pecíolos, folhas, flores, frutos, sementes, e poucas são de altas contribuições calóricas, fornecendo micro-nutrientes e uma variada mistura de sabores e texturas.

Dentre as espécies onde a parte consumida é a raiz, a cenoura (*Daucus carota* L.) é a mais importante hortaliça cultivada ao redor do mundo. É originária da Ásia e passou por um processo de seleção na Europa. Considerada de clima temperado, é adaptada a solos leves e temperaturas amenas (BANGA, 1976).

As diferentes cultivares podem ser separadas em dois grupos: Oriental/Asiático e Ocidental. No Oriental/Asiático, as raízes são de coloração púrpura devido à presença de antocianina ou amarelas. As folhas são pubescentes e de aparência verde-parda e as plantas tem tendência ao florescimento prematuro. No grupo Ocidental, as raízes podem ser de coloração laranja, amarela, vermelha ou branca, as folhas são verdes e menos pubescentes e a planta tem menor tendência ao florescimento prematuro, desde que não sejam expostas a baixas temperaturas (RUBATZKY *et al.*, 1999).

Possui uma inflorescência principal terminal denominada de primária e umbelas secundárias, terciárias e quaternárias, que se originam a partir de ramificações da haste principal. O tamanho decresce e o desenvolvimento torna-se mais tardio à medida que cresce o número de ordens. O período de florescimento individual das umbelas varia de 7 a 10 dias e uma planta pode permanecer em processo de florescimento por 30 a 50 dias. As diferentes umbelas e nectários florais atraem insetos, que associado à protandria favorecem a polinização cruzada (FINGER *et al.*, 2005).

#### **4.1 Fatores que influenciam o florescimento em cenoura**

Nos locais onde não ocorrem temperaturas baixas suficientes para induzir florescimento natural, torna-se necessária a vernalização artificial por meio de câmaras frigoríficas. Sabe-se, porém, que as plantas de cenoura não respondem à baixa temperatura de vernalização até que um mínimo de crescimento vegetativo seja atingido. Esta fase é denominada período juvenil (KRISHNAMOORTHY, 1975, citado por TAGLIACOZZO; VALIO, 1992). Rappaport e Bonner (1960) relataram que a fase juvenil em cenoura vai até a raiz tuberosa apresentar 1 cm de diâmetro. Atherton *et al.* (1990) observaram que as condições para o fim da juvenilidade ocorrem quando as plantas de cenoura apresentam de oito a doze folhas e Rubatzky *et al.* (1999) quando as raízes apresentam diâmetro de 4 a 8 mm.

As plantas de cenoura aumentam a sensibilidade à vernalização com a idade, e o nível de resposta depende da cultivar (DICKSON *et al.*, 1961). Temperaturas próximas a 0°C e umidade relativa em torno de 80 a 85% são condições ideais para a

vernalização (FRANKLIN, 1953). Whitaker *et al.* (1970) também mencionam a mesma temperatura e umidade de 90 a 95% como condição vernalizante.

Experimentos conduzidos por Sakr e Thompson (1942) demonstram que a temperatura de vernalização de 5°C resulta em maior florescimento que a temperatura de 0°C e 10°C. Dickson e Peterson (1958) relataram para ‘Chantenay Red Cored’ que temperaturas de 0°C, 4,4°C, 7,2°C, e 10°C por períodos de 2 a 8 semanas não apresentaram diferenças. Para ‘Nantes’, a temperatura de 4,4°C durante 4,7 e 10 semanas foi suficiente para induzir o florescimento antes de ‘Chantenay Red Cored’ e ‘Imperator’. Nas três cultivares estudadas a formação da haste floral foi mais rápida em 10 semanas de vernalização.

Dickson *et al.* (1961) constataram que aproximadamente 650 horas de temperaturas controladas abaixo de 10°C são suficientes para induzir o florescimento. Nas temperaturas de 10°C e 7,2°C ‘Nantes Y’ e ‘Chantenay 1409’ apresentaram maior florescimento que a 12,8°C.

De acordo com estudos realizados por Hiller e Kelly (1979), após período de vernalização, cenouras que permaneceram em casa de vegetação por quase um ano com temperaturas de 21°C/27°C (noturnas/diurnas) continuaram vegetativas. Entretanto, nas temperaturas de 15°C/21°C e 10°C/15°C (noturnas/diurnas), respectivamente, 50% e 100% das plantas floresceram, demonstrando que a temperatura crítica para indução floral apresentava-se mais alta que o normal que era de 5 a 10°C.

Resultado semelhante ao de Sakr e Thompson (1942) foi observado por Craigon *et al.* (1990), onde a formação da haste floral aumentou quando a temperatura passou de -1°C para 6°C e diminuiu quando aumentou para 16°C. Atherton *et al.* (1990) também relataram que a taxa de florescimento para ‘Chantenay Red Cored’ aumentou nas temperaturas de -1°C a 5°C e diminuiu nas temperaturas de 7°C a 16°C, permitindo determinar que as temperaturas base, ótima e máxima são, respectivamente, de -1°C, 6,5°C e 16°C.

Quanto ao fotoperíodo, a cenoura tem sido classificada como de dia neutro, necessitando apenas de baixas temperaturas para induzir a iniciação floral (VINCE-PRUE, 1975). Esta classificação é sustentada pelos resultados de Sakr e Thompson (1942), Dickson e Peterson (1958) e Hiller e Kelly (1979), mas experimentos posteriores demonstram

que a duração do fotoperíodo pode também afetar a iniciação do florescimento e o desenvolvimento de flores e sementes.

Atherton *et al.* (1984) utilizando a cultivar Chantenay Red Cored submetida a tratamento de frio por 11-12 semanas, a 5°C, e mantida em fotoperíodo curto de 12 horas e ausência de luz durante o resfriamento obtiveram florescimento mais rápido e eficiente em comparação ao fotoperíodo longo de 16 horas. Entretanto, as plantas que após o tratamento de frio retornaram para casa de vegetação com temperatura mínima de 16°C e fotoperíodo longo de 16 horas floresceram, sendo que as plantas que retornaram para fotoperíodos curtos, sob as mesmas condições, permaneceram vegetativas.

Atherton *et al.* (1990) observaram que as cenouras se comportam como 'plantas de dias curto-longos', isto é, florescem apenas após uma seqüência de dias curtos seguida por dias longos. São plantas que florescem no início da primavera em resposta ao aumento do comprimento dos dias.

Portanto, um aspecto muito importante a ser considerado é a exigência da planta a sinais ambientais corretos para que possa florescer. O principal fator ambiental que afeta o florescimento em cenoura é a reação à baixa temperatura, que pode ter um efeito indutivo ou direto, dependendo do tempo de exposição (LANG, 1965, citado por HILLER; KELLY, 1979). Se após a vernalização, a planta for submetida a um período de fotoperíodo longo, ajudará estimular a transição da fase vegetativa para a reprodutiva.

#### **4.2 Grupos de cenoura quanto ao florescimento**

As cultivares de cenoura podem ser classificadas em dois grupos: temperadas e subtropicais. Cultivares temperadas são induzidas ao florescimento com temperaturas em torno de 4 a 5 °C por 45 a 60 dias. Entretanto, quando cultivares subtropicais crescem em regiões temperadas, o florescimento prematuro ocorre na maioria das plantas devido às baixas temperaturas e/ou fotoperíodo, sendo a produção comprometida (RUBATZKY *et al.*, 1999).

Os grupos de cenoura temperados incluem as cultivares Nantes, Emperor, Danvers e Chantenay, enquanto que os subtropicais incluem ‘Kuroda’, ‘Brasília’ e ‘Tropical Nantes’ (RUBATZKY *et al.*, 1999).

### **4.3 Comportamento de populações do Grupo ‘Nacional’**

No Brasil, ocorre uma população de cenoura subtropical denominada de ‘Nacional’, cujo florescimento é induzido por fotoperíodo longo sem necessidade de vernalização. Esta população é plantada sob condições de inverno no Rio Grande do Sul, apesar de apresentar baixa qualidade comercial de raízes (COSTA, 1974).

A partir desse germoplasma, o Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças selecionou a cultivar Brasília com adaptação à semeadura de verão e qualidade superior de raízes em relação ao germoplasma nacional e que produz sementes sob condições de vernalização artificial (VIEIRA *et al.*, 1983).

O mesmo material inicial, após seleções realizadas por Costa (1974), havia originado anteriormente a cultivar Tropical (SONNENBERG *et al.*, 1975). Sonnerberg *et al.* (1979) relataram mesmo comportamento para a cultivar Tropical, desenvolvida a partir do germoplasma de cenoura ‘Nacional’, ou seja, maior índice de florescimento prematuro com aumento do fotoperíodo.

As cultivares do Grupo ‘Nacional’ além de resistentes às doenças foliares e ao calor, são próprias para o plantio durante o ano todo nas regiões de latitudes próximas ao Equador ou em condições de dias curtos (inverno) em latitudes maiores, onde o fotoperíodo supera 12,5 horas de luz no período de verão (COSTA, 1974; VIEIRA *et al.*, 1983).

Por serem recomendadas para o plantio sob temperaturas elevadas, amenizaram o período de entressafra. No entanto, em latitudes subtropicais durante o período de primavera-verão, este germoplasma apresenta elevada porcentagem de florescimento prematuro. Também florescem prematuramente em níveis variáveis, quando submetidas às

baixas temperaturas durante o plantio de outono-inverno e à medida que aumenta o tempo de exposição das plantas ao frio, a porcentagem de plantas com hastes florais aumenta.

Informações sobre o comportamento de cultivares do Grupo 'Nacional' quanto ao florescimento prematuro em diferentes épocas de semeadura, são, entretanto, contrastantes na literatura nacional (Tabela 1) e podem ser devido ao não favorecimento da temperatura, as diferentes procedências da semente utilizada e a diferentes locais e anos de cultivo.

Observa-se que a porcentagem de florescimento prematuro para a cultivar Brasília tende a aumentar de abril a agosto. O aumento da porcentagem de plantas a induzirem a haste floral ocorreu à medida que as temperaturas foram se tornando mais baixas e são atribuídas à sensibilidade da cultivar às quedas de temperatura verificadas durante o ciclo de desenvolvimento da planta. Exceções são observadas no mês de abril por Pessoa e Cordeiro (1997) em Brasília – DF que constataram 0,15% e por Nicolaud *et al.* (1997), em Eldorado do Sul – RS, onde não ocorreu incidência de florescimento prematuro. Resultados semelhantes também foram encontrados em experimento realizado no mês de maio por Brune *et al.* (1988) em Teresina – PI e em julho por Vizzotto *et al.* (1986) em Camboriú – SC.

Nos meses de setembro a março, favoráveis ao cultivo de 'Brasília', foram constatadas as menores porcentagens de florescimento prematuro, observando-se diminuição de plantas com haste floral à medida que houve aumento da temperatura, exceto para os trabalhos realizados por Garcia e Barros (1994) no mês novembro em Eldorado do Sul – RS e Nascimento *et al.* (1986) no mês de fevereiro em Brasília – DF, com, respectivamente, 100% e 59,2% de florescimento prematuro, mesmo com a predominância de altas temperaturas.



#### 4.4 Estimativa de parâmetros genéticos em cenoura

Um aspecto importante no melhoramento é a obtenção de estimativas de parâmetros genéticos que possibilitem conhecer a estrutura genética das populações para fins de seleção.

A herdabilidade é um parâmetro de grande importância para o melhoramento e expressa a proporção da variação total que é atribuída ao efeito médio dos genes. Quando determinados indivíduos são escolhidos para genitores, com base nos valores fenotípicos, o sucesso na alteração das características da população poderá ser predito através do conhecimento do grau de correspondência entre o valor fenotípico e genético, medido pela herdabilidade (FALCONER, 1987). Em programas de melhoramento a magnitude das estimativas de herdabilidade são cruciais na definição das estratégias de seleção e também na predição de ganhos obtidos com a seleção (FEHR, 1987).

Na condução de um programa de melhoramento, o conhecimento da herdabilidade permite escolher o método de seleção. Valores altos de herdabilidade podem indicar ganhos genéticos altos, por meio de seleção massal.

Vale ressaltar, ainda, que a herdabilidade é propriedade não somente de uma característica, mas também da população e das circunstâncias de ambiente às quais os indivíduos estão sujeitos, uma vez que seu valor depende da magnitude de todos os componentes da variância. Assim, todas as vezes que a herdabilidade de uma característica é mencionada, esse valor refere-se a uma população particular sob condições especiais. Valores estabelecidos em outras populações, sob outras circunstâncias, são semelhantes somente se a estrutura da população e as condições ambiente não apresentarem grande variação. Nas estimativas de herdabilidade, considerável faixa de variação pode ser em parte, atribuída às diferenças reais entre as populações, à amostragem e às condições em que foram feitas as avaliações (FALCONER, 1987).

Alguns experimentos avaliaram progênies de meios-irmãos de cenoura 'Brasília'. Quanto à incidência de ombro verde, Vieira (1988), Nunes (1991) e Mauch *et al.* (1993a) obtiveram valores de herdabilidade no sentido restrito de 48%, 24,44% e 39% e ganhos genéticos de 4,8%, 4,11% e 39%, respectivamente. Para comprimento da raiz,

herdabilidade de 61,65%, 52% e 42,63% foi observada por Nunes (1991), Mauch *et al.* (1993a) e Alves *et al.* (2006). Vieira *et al.* (2001) em progênies de meios-irmãos de 'Alvorada' observaram herdabilidade de 44% para a mesma característica.

Experimento realizado por Nunes (1991) utilizando a cultivar Brasília, relatou herdabilidade de 52,97% e ganho genético de 4,29% para diâmetro da raiz. Mauch *et al.* (1993a) obtiveram herdabilidade de 22% e ganho genético similar de 3,1% para diâmetro, obtendo para massa da raiz herdabilidade de 37% e ganho genético de 12,7%. Alves *et al.* (2006) para a cultivar Alvorada observaram herdabilidade de 29,87% para diâmetro e de 57,27% para massa da raiz.

O formato das raízes apesar de ser uma característica pouco estudada é de grande importância no melhoramento da cenoura, com alguns estudos sendo realizados na cultivar de cenoura Brasília. Della Vecchia e Pessoa (1984) estudando a proporção de raízes cilíndricas comerciais relataram herdabilidade de 64,41%. Para Vieira (1988) as estimativas de herdabilidade e ganho genético foram de 52,0% e 3,8%, respectivamente. No entanto, Nunes (1991), para índice de formato, obteve herdabilidade de 46,03% e ganho genético de 6,33%.

Com relação à produção, Brar e Sukhija (1980) utilizando 40 cultivares de cenoura de diferentes regiões verificaram que a herdabilidade para produção de raízes de cenoura foi da ordem de 88%, com coeficiente de variação genético de 32%. Posteriormente, em 1981, os mesmos autores, estudando parâmetros genéticos em 14 cultivares de cenoura obtiveram resultados semelhantes, ou seja, herdabilidade e coeficiente de variação genético para produção de raízes de 85,7% e 34,3%, respectivamente.

Adicionalmente, Korla *et al.* (1980), ao determinarem a variabilidade genética existente em 11 cultivares de cenoura procedentes de diferentes regiões da Índia, verificaram que a característica produção de raízes apresentou valores de herdabilidade e coeficiente de variação genético da ordem de 64,3% e 20,2%, respectivamente.

Na cultivar Brasília, Vieira (1988), verificou que os maiores valores de herdabilidade e índice de variação foram obtidos para produção total (80,0% e 1,20), seguido da produção comercial (78,0% e 1,15) e produção de refugo (65,0% e 0,79). Os maiores valores para o coeficiente de variação genético e ganho genético foram para produção

comercial (39,3% e 59,1%), seguido pela produção total (34,4% e 52,2%) e produção de refugo (4,5% e 6,2%).

Quanto à porcentagem de florescimento prematuro para a cultivar Brasília, Della Vecchia e Pessoa (1984) obtiveram estimativas de herdabilidade de 94,65%. Siqueira (1989) também verificou em progênies de meios-irmãos de cenoura 'Campinas', valores próximos de herdabilidade, sendo de 90,76% no outono-inverno e de 91,48% na primavera-verão. O coeficiente de variação genético no outono-inverno (32,47%) foi mais elevado que na primavera-verão (24,63%). O mesmo não ocorreu para o índice de variação, sendo mais elevado na segunda do que na primeira época, com valores de 1,89 e 1,57. Os resultados demonstram que o florescimento prematuro possui herdabilidade alta e que grande parte das variações são de origem genética, com condições relativamente favoráveis à seleção.

No plantio de outono-inverno para a cultivar Campinas, Siqueira (1989) observou que as estimativas de herdabilidade para porcentagem de raízes cilíndricas comerciais, produção total e comercial foram, respectivamente, de 80,84%, 66,74% e 85,08%, não sendo muito diferentes das encontradas no período de primavera-verão. Apenas para produção total o valor da herdabilidade aumentou para 81,97%. Da primeira para a segunda época estudada, o coeficiente de variação genético para porcentagem de raízes cilíndricas comerciais aumentou demasiadamente de 12,60% para 73,39%, para produção total foi de 6,1% e 15,15% e na produção comercial passou de 15,63% para 35,50%.

#### **4.5 Estimativa de correlações em cenoura**

Existem diversos fatores atuando contra ou a favor da seleção quando se deseja alterar as frequências gênicas de uma população. Segundo Paterniani e Miranda Filho (1978), entre estes fatores pode-se mencionar: a variabilidade genética presente na população original, que por sua vez é consequência da frequência gênica original, o método de seleção empregado, o tamanho efetivo da população, a técnica e precisão das avaliações dos genótipos, a influência do ambiente, a interação com o ambiente (locais e anos), os efeitos pleiotrópicos, e as correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente.

Neste aspecto, o estudo de correlações entre características é muito importante do ponto de vista do melhoramento genético. O aprimoramento de uma determinada característica é direcionado para um conjunto de caracteres simultaneamente (VENCOVSKY, 1987).

A correlação entre características permite a seleção indireta para um caráter desejado, muitas vezes com um progresso mais rápido do que a seleção direta. Todavia, o melhorista tem dificuldade quando as duas características são desejáveis, mas apresentam correlações negativas de alto valor, ou quando as duas características são positivamente correlacionadas com alto grau de associação e uma delas é indesejável (FALCONER, 1987).

De acordo com Falconer (1987), existem duas causas de correlação: a genética e a de ambiente. A causa de correlação genética é devido, principalmente, aos efeitos pleiotrópicos dos genes e/ou falta de equilíbrio de ligação. A pleiotropia ocorre quando um gene afeta duas ou mais características, de modo que, se o gene estiver segregando, causará variação simultânea nessas características. O grau de correlação originado pelo pleiotropismo expressa o quanto duas características são influenciadas pelos mesmos genes.

É necessário ressaltar que alguns genes podem atuar aumentando ou diminuindo ambas as características, causando correlações positivas e negativas, enquanto outros podem atuar em sentidos opostos. Portanto, o pleiotropismo não causa, necessariamente, uma correlação que se possa detectar (FALCONER, 1987).

O ambiente também é uma causa de correlação sempre que duas características são influenciadas pelas mesmas diferenças de condições de ambiente. Da mesma forma, a correlação resultante do ambiente é o efeito total de todos os fatores variáveis de ambiente, mas alguns causam correlação positiva e outros, negativa. Ligações gênicas também podem ser causa de correlação, porém são transitórias, especialmente em populações derivadas de cruzamento entre linhagens divergentes (FALCONER, 1987).

A correlação genotípica e a de ambiente são os componentes da correlação fenotípica, mas apenas a genotípica é que encerra uma associação de características herdáveis e seu uso na orientação dos programas de seleção (ROBINSON *et al.*, 1951). Portanto, o conhecimento da correlação entre duas variáveis é de grande importância no direcionamento dos trabalhos em melhoramento de plantas, muito embora a possibilidade

prática de selecionar para um caráter, com o objetivo de influenciar outro indiretamente, depende do grau de associação entre as variáveis. Esse efeito indireto, também denominado resposta correlacionada com a seleção, tem ampla aplicação em melhoramento de animais e plantas de ciclo longo. No caso da cenoura, de ciclo relativamente curto, esse efeito auxilia no melhoramento, uma vez que a seleção pode ser feita com facilidade para quase todas as características.

Contudo, a produção de raízes em cenoura, como em outras culturas, é um caráter complexo, governado por muitos genes, quase sempre associado a diversas características da planta. Dessa forma, o conhecimento das correlações entre produção e outras características assume grande importância no direcionamento do melhoramento, pois proporciona ao melhorista grandes chances de determinar quais têm influência sobre a produção.

Bhagchandani e Choudhrury (1980), estudando as correlações existentes entre produção e algumas características em cultivares de cenoura, verificaram que o comprimento da parte aérea foi positivamente correlacionado com a produção, apresentando valores de 0,45, 0,62 e 0,69 para as correlações fenotípica, genotípica e ambiental. Portanto, a produção de raízes foi altamente influenciada pelas condições ambiente, podendo ser observado pela magnitude da correlação ambiental.

Os mesmos autores observaram que o diâmetro da raiz teve efeito direto e pronunciado sobre a produção e o comprimento da parte aérea efeito indireto sobre o diâmetro da raiz. Diante disso, o diâmetro da raiz é recomendado como critério de seleção visando à produção. Entretanto, o comprimento e diâmetro de raízes foram negativamente correlacionados ao número de folhas. O mesmo não foi verificado por Alves *et al.* (2006) e Mauch *et al.* (1993b) estudando progênies de meios-irmãos da cultivar Brasília, onde o comprimento da raiz correlacionou-se positivamente com o número de folhas, com estimativas de 0,45 e 0,71, respectivamente.

Natarajan e Arurumugan (1980) estudando as correlações existentes entre características quantitativas em 10 cultivares de cenoura verificaram que a produção de raízes estava positivamente correlacionada com o comprimento e massa da folhagem,

apresentando valores de correlações fenotípica e genotípica da ordem de 0,77, 0,72 e 0,56, 0,51, respectivamente.

Para produção e número de folhas, Natarajan e Arurumugan (1980) encontraram correlações fenotípicas negativas. A massa da parte aérea foi positivamente correlacionada ao número de folhas e ao comprimento da parte aérea, o qual, por sua vez, foi positivamente correlacionado ao comprimento e diâmetro da raiz. Portanto, especial atenção deve ser dada ao diâmetro e comprimento de raiz e comprimento e massa da parte aérea, os quais podem ser utilizados como critério real de seleção de genótipos de cenoura para alta capacidade de produção, em razão dos valores de correlações fenotípica e genotípica existentes.

McCollum (1971), estudando progênes de cenoura, na tentativa de determinar valores de correlação entre algumas características da raiz, verificou que, em geral, a massa da raiz da cenoura é correlacionada diretamente com o diâmetro e inversamente com o comprimento e o índice de formato. Alves *et al.* (2006) e Mauch *et al.* (1993b) na cultivar Brasília relataram correlação direta da massa da raiz com o diâmetro (0,84 e 0,69) e o comprimento (0,50 e 0,78).

McCollum (1971) também relata que a incidência de ombro verde, medida longitudinalmente a partir da inserção foliar, possui correlação genotípica positiva de 0,07 com o comprimento da raiz e negativa com o formato. Resultado contrastante foi encontrado por Nunes (1991) em progênes de meios-irmãos da cultivar Brasília, onde a incidência de ombro verde apresentou correlação genotípica negativa de -0,55 apenas com o comprimento da raiz, indicando que raízes mais curtas terão maior chance de apresentarem esverdeamento, entretanto, correlações genotípicas positivas e maiores que 0,50 foram encontradas entre ombro verde e formato da raiz.

Tendo em vista a importância das correlações entre características qualitativas e quantitativas nos programas de melhoramento, Dowker *et al.* (1976) estudaram as diversas correlações envolvendo porcentagem de rachadura, ombro verde, comprimento, diâmetro e formato de raízes de cenoura. Utilizando quatro cultivares do grupo 'Chantenay' e quatro do grupo 'Autumn King', encontraram correlação genotípica negativa de -0,75 entre

porcentagem de rachadura e ombro verde, com valores similares àqueles encontrados por Nunes (1991) na cultivar Brasília, porém com sinais inversos.

Dowker *et al.* (1976) também relataram que o comprimento da raiz correlacionou-se negativamente com o diâmetro (-0,96). As correlações genotípicas do índice de formato com o comprimento e diâmetro da raiz foram de 0,29 e -0,38, respectivamente.

Em experimento realizado por Nunes (1991) verificou-se que para a produção, houve baixas correlações com o comprimento e diâmetro da raiz, refletindo a grande influência do ambiente sobre essas características. Correlações genotípicas positivas do comprimento da raiz com o índice de tortuosidade e rugosidade foram evidenciadas. O índice de formato correlacionou-se positivamente com a produção. Essa associação evidencia a importância do formato cilíndrico como fator de produção, concordando com os resultados encontrados por Vieira (1988) para progênies de meios-irmãos de 'Brasília'. Nunes (1991) também encontrou correlação genotípica negativa de -0,86 entre índice de tortuosidade da raiz e ombro verde, o que não é favorável à seleção contra esses defeitos.

Vieira (1988) verificou que a produção total e comercial de raízes correlacionou-se geneticamente com a maioria das características estudadas, com exceção para proporção de raízes refugo e características relacionadas com a coloração de ombro. Correlação genotípica de 0,90 ocorreu entre produção total e comercial, o que facilita o trabalho de melhoramento, pois praticamente elimina do processo de avaliação uma dessas características. A proporção de raízes com ombro roxo e a proporção de raízes com ombro verde correlacionaram-se positivamente, com valor de correlação genotípica de 0,42. Valores de correlação genotípica negativa de -0,67 ocorreram entre a proporção de raízes refugo e proporção de raízes com formato cilíndrico.

Alves *et al.* (2006), na cultivar Brasília, evidenciaram a correlação genotípica negativa de -0,13 entre comprimento da raiz e diâmetro do xilema. Portanto, verifica-se que há possibilidade de desenvolvimento de populações com qualidade de raiz adequada para processamento mínimo visando à produção de mini-cenouras, pois para alcançar maior qualidade e rendimento se busca combinar menor diâmetro de xilema e maior comprimento de raiz.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Localização experimental

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Experimental de Ensino Pesquisa e Produção de São Manuel, SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu/UNESP, cujas coordenadas geográficas são 22°44'50" de latitude Sul e 48°34'00" de longitude Oeste de Greenwich e altitude de 765 metros.

Segundo Espíndola *et al.* (1974), o clima da região é mesotérmico, CWA (subtropical úmido com estiagem no período do inverno). A média da precipitação total anual é de 1534 mm, sendo o mês de janeiro, com 242 mm, o mais chuvoso e os meses de julho e agosto, com 38 mm, os mais secos. A temperatura média anual é de 21°C. O solo utilizado no experimento foi classificado por Espíndola *et al.* (1974) como Latossolo Vermelho Escuro, fase arenosa, denominado pela nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999) como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Típico.

## **5.2 Material experimental**

Os parâmetros genéticos e correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais foram estimados a partir de progênes de meios-irmãos. As populações de cenoura das quais as progênes foram obtidas são originárias de dois ciclos consecutivos de seleção contra florescimento prematuro e características comerciais de raízes, no cultivo de outono-inverno, com semeadura na primeira quinzena de maio. A população original foi a cultivar Brasília procedente de sementes comerciais da empresa Sakata Seed Sudamérica. O método utilizado foi o da seleção entre e dentro de progênes de meios-irmãos com recombinação das progênes selecionadas pelo plantio imediato das raízes, sem utilização de vernalização.

Os dois ciclos de seleção e a obtenção das progênes dos diferentes ciclos foi realizada pelo Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Norberto da Silva da área de Melhoramento Vegetal do Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP - Campus de Botucatu, de 2004 a 2006.

No experimento foram avaliadas 48 progênes de meios-irmãos do ciclo original de seleção, 48 progênes de meios-irmãos do primeiro ciclo de seleção, 50 progênes de meios-irmãos do segundo ciclo de seleção e oito testemunhas comerciais comuns para os três ciclos, utilizando-se ‘Nantes’, ‘HT-2000’ e ‘Brasília’ (Hortec), ‘Shin Kuroda’ (Ohlsens enke), ‘Brasília’ (Sakata), ‘Brasília’ (Isla), ‘Brasília - Alta seleção’ (Top Seed) e ‘Londrina 2005’ (população selecionada e cedida pelo Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. João Carlos Athanázio, da Universidade Estadual de Londrina).

## **5.3 Instalação e condução do experimento**

As progênes de meios-irmãos do ciclo original, primeiro e segundo ciclo de seleção e as testemunhas comerciais foram avaliadas simultaneamente em um único experimento efetuado no outono-inverno.

O preparo do solo foi realizado dentro dos procedimentos convencionais e de rotina utilizados na Fazenda Experimental de São Manuel e constou de

gradagem pesada e encanteiramento. A adubação de plantio utilizada foi 1000 kg/ha, no sulco, da formulação 4-14-8, não sendo necessário fazer calagem. A sementeira foi realizada em 11/05/2007, utilizando-se aproximadamente 1,0 g de sementes por metro de sulco. Os canteiros foram cobertos com bagacilho de cana através de distribuição mecanizada, deixando uma camada de 10-15 mm de espessura, para o controle de plantas daninhas até a emergência da cultura. Em cobertura utilizou-se 500 kg/ha de uréia um mês após a sementeira e aos 53 dias após a primeira cobertura. Foram feitos desbastes aos 25 e 46 dias após a emergência, deixando-se o espaçamento aproximado de 2,0 cm entre plantas, dentro da linha. O sistema de irrigação utilizado foi por aspersão. Os demais tratamentos culturais foram os usualmente empregados na cultura.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 3 repetições, totalizando 462 parcelas de 2m<sup>2</sup> constituídas de oito sulcos transversais de sementeira espaçados de 25 cm de distância.

A colheita foi feita 100 dias após a sementeira, com exceção das testemunhas 'Nantes' e 'Shin Kuroda', que por serem mais tardias foram colhidas aos 120 dias após a sementeira. Durante a colheita as raízes foram separadas em comerciais, apresentando comprimento de 17 a 25 cm e menos que 5 cm de diâmetro, sem a presença de cenouras deformadas, deterioradas, quebradas, rachadas e com outros defeitos que as tornem impróprias para o consumo (FINGER *et al.*, 2005), em refugo, isto é, fora dos padrões comerciais, e em raízes que apresentavam florescimento prematuro.

A produção comercial, expressa em gramas, foi avaliada ao nível de parcela e obtida através da massa de raízes comerciais, a produção total, expressa em gramas, foi obtida através da soma da massa de raízes comerciais e refugo, excluindo-se aquelas com emissão prematura da haste floral. Também foi obtida a porcentagem de massa de refugo, a porcentagem de plantas não florescidas prematuramente e a porcentagem de ombro laranja em relação à produção comercial.

Após a colheita, foram realizadas avaliações ao nível de indivíduo, sendo amostradas em cada parcela 10 raízes comerciais ao acaso, obtendo-se em seguida os valores individuais correspondentes às características: massa da raiz, em gramas, diâmetro da raiz, em centímetros, utilizando paquímetro a 1,0 cm do ombro da raiz, comprimento da raiz,

em centímetros, utilizando régua comum do ápice à base e o índice de formato. A partir da massa, diâmetro e comprimento da raiz determinou-se o índice de formato de acordo com Ikuta e Vencovsky (1971). Segundo os autores, o formato da raiz pode ser calculado pela fórmula  $IF = m/\pi r^2c$ , onde  $m$  = massa da raiz (g),  $r$  = raio da raiz (cm) e  $c$  = comprimento da raiz (cm). Os valores de IF devem estar entre 0,33 e 1,0. Quanto mais próximo de 1,0 for valor de IF, mais cilíndrica é a raiz.

#### **5.4 Análise estatística e genética**

Cada um dos três ciclos de seleção (C0, C1 e C2) foram tratados como experimentos individuais, sendo a análise estatística para cada ciclo feita separadamente, apesar de terem sido avaliados simultaneamente num único experimento de campo.

Para análise de variância dos experimentos individuais, visando comparar progênies e testemunhas, foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso com 3 repetições e um total de 48 progênies para o ciclo original e primeiro ciclo de seleção e 50 progênies para o segundo ciclo de seleção. Em todos os três experimentos foram incluídas as testemunhas comerciais na análise.

Os dados de porcentagem de massa de refugo, porcentagem de plantas não florescidas prematuramente e porcentagem de ombro laranja foram transformados para arc sen (proporção)<sup>1/2</sup> como sugerido por Sokal e Rohlf (1969). Os valores de 0% e 100% foram substituídos por  $0,25/n$  e  $100-(0,25/n)$ , sendo  $n$  igual ao número de raízes por parcela (STEEL e TORRIE, 1960). As demais características foram analisadas nas unidades originais em que foram coletadas.

A significância dos quadrados médios obtidos na análise de variância e covariância foi testada pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade e a comparação entre as médias das populações foi feita pelo teste de agrupamento proposto por Scott & Knott (1974) ao nível de 5% de probabilidade. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o 'software' de estatística SISVAR - Universidade Federal de Lavras (FERREIRA, 2007).

Os parâmetros genéticos e correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais para características avaliadas foram estimados pelas análises de variância e covariância, excluindo-se as testemunhas comerciais. Utilizou-se o aplicativo computacional GENES - Universidade Federal de Viçosa (CRUZ, 2001).

A análise de variância para as características estudadas entre progênies de meios-irmãos foi realizada com dados obtidos de três repetições, com base na média das parcelas, adotando-se o seguinte esquema da análise de variância (Tabela 2).

Tabela 2. Esquema da análise de variância entre progênies de meios-irmãos.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
<b>Blocos</b>	$r - 1$		
<b>Progênies</b>	$p - 1$	QMP	$\frac{QMP}{QME}$
<b>Erro</b>	$(r - 1)(p - 1)$	QME	
<b>Total</b>	$rp - 1$		

A análise de variância para as características estudadas dentro de progênies de meios-irmãos foi realizada com os dados obtidos de três repetições de amostras de 10 raízes comerciais ao acaso para cada parcela, obtendo-se em seguida os valores individuais, adotando-se o seguinte esquema da análise de variância (Tabela 3).

Tabela 3. Esquema da análise de variância dentro de progênies de meios-irmãos.

<b>F.V.</b>	<b>G.L.</b>	<b>Q.M.</b>	<b>F</b>
<b>Blocos</b>	$r - 1$		
<b>Progênies</b>	$p - 1$	QMP	$\frac{QMP}{QME}$
<b>Erro</b>	$(r - 1)(p - 1)$	QME	
<b>Dentro</b>	$rp(k - 1)$	QMD	
<b>Total</b>	$rpk - 1$		

Com base nas análises de variância, foram obtidas as seguintes estimativas dos componentes da variância de acordo com Vencovsky e Barriga (1992):

**- Variância genotípica ( $\hat{\sigma}_g^2$ ):**

$$\hat{\sigma}_g^2 = \frac{\text{QMP} - \text{QME}}{r}$$

**- Variância fenotípica ( $\hat{\sigma}_F^2$ ):**

$$\hat{\sigma}_F^2 = \frac{\text{QMP}}{r}$$

**- Variância ambiental ( $\hat{\sigma}_e^2$ ):**

$$\hat{\sigma}_e^2 = \hat{\sigma}_F^2 - \hat{\sigma}_g^2$$

Também foi obtida a estimativa do coeficiente de herdabilidade no sentido restrito ( $h_r^2$ ), isto é, entre média de progênes e a herdabilidade para as características avaliadas dentro de progênes de meios-irmãos ( $h_d^2$ ):

$$h_r^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_F^2}$$

$$h_d^2 = \frac{\hat{\sigma}_{gd}^2}{\hat{\sigma}_d^2}, \text{ onde:}$$

$\hat{\sigma}_{gd}^2$  = Variância genotípica dentro de progênes de meios-irmãos,

obtida pela expressão:  $\frac{\theta_d}{\theta_e} \hat{\sigma}_g^2$ , onde para progênes de meios-irmãos  $\theta_d = 3/4$  e  $\theta_e = 1/4$ ;

$\hat{\sigma}_d^2$  = Variância fenotípica dentro de parcelas, obtida diretamente por

QMD.

O coeficiente de variação genético entre progênes de meios-irmãos (CV<sub>ge</sub>) e dentro de progênes de meios-irmãos (CV<sub>gd</sub>) e o índice de variação foi obtido por:

$$CV_{ge}(\%) = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_g^2}}{\bar{x}} \cdot 100$$

, onde:  $\bar{x}$  = média geral da característica.

$$CV_{gd}(\%) = \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_{gd}^2}}{\bar{x}} \cdot 100$$

$$b = \frac{CV_{ge}(\%)}{CV_e(\%)}, \text{ onde:}$$

CV<sub>e</sub> = Coeficiente de variação experimental entre progênes de meios-irmãos, obtido pela expressão:  $CV_e(\%) = \frac{\sqrt{QME}}{\bar{x}} \cdot 100$ .

A análise de covariância forneceu subsídios para o cálculo das estimativas dos coeficientes de correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais. A partir dos valores observados para as características X e Y em uma mesma progênie, a análise de variância para cada característica separadamente e para a soma delas (X + Y), segundo Vencovsky e Barriga (1992), pode determinar a covariância entre essas características. A correlação entre os caracteres X e Y é estimada pelo coeficiente de correlação. Com base no produto médio de progênes (PMP), produto médio do erro (PME), quadrado médio de progênes (QMP), quadrado médio do erro (QME) e número de repetições (r), foram estimados os coeficientes de correlação, utilizando-se as seguintes fórmulas:

**- Coeficiente de correlação fenotípica ( $r_f$ ):**

$$r_f = \frac{\hat{\sigma}_{\bar{F}}(X, Y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2(X) \cdot \hat{\sigma}_{\bar{F}}^2(Y)}}, \text{ em que:}$$

$\hat{\sigma}_{\bar{F}}(X, Y)$  = Covariância fenotípica, obtido do PMP(X,Y)/r;

$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2(X)$  = Variância fenotípica de X, obtido do QMP(X)/r;

$\hat{\sigma}_{\bar{F}}^2(Y)$  = Variância fenotípica de Y, obtido do QMP(Y)/r.

**- Coeficiente de correlação genotípica ( $r_g$ ):**

$$r_g = \frac{\hat{\sigma}_g(X, Y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_g^2(X) \cdot \hat{\sigma}_g^2(Y)}}, \text{ em que:}$$

$\hat{\sigma}_g(X, Y)$  = Covariância genotípica, obtido por: [PMP(X,Y) – PME(X,Y)]/r;

$\hat{\sigma}_g^2(X)$  = Variância genotípica de X, obtido por: [QMP(X) – QME(X)]/r;

$\hat{\sigma}_g^2(Y)$  = Variância genotípica de Y, obtido por: [QMP(Y) – QME(Y)]/r.

**- Coeficiente de correlação ambiental ( $r_e$ ):**

$$r_e = \frac{\hat{\sigma}_e(X, Y)}{\sqrt{\hat{\sigma}_e^2(X) \cdot \hat{\sigma}_e^2(Y)}}, \text{ em que:}$$

$\hat{\sigma}_e(X, Y)$  = Covariância de ambiente, dado pelo valor do PME(X,Y);

$\hat{\sigma}_e^2(X)$  = Variância de ambiente de X, obtido do QME(X);

$\hat{\sigma}_e^2(Y)$  = Variância de ambiente de Y, obtido do QME(Y).

## **6 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1 Variabilidade entre e dentro de progênies nos diferentes ciclos de seleção**

Nas análises de variância para as características avaliadas entre médias de progênies de meios-irmãos (Tabelas 4, 5 e 6), verificou-se significância ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F, para todas as características no ciclo original e primeiro ciclo e para porcentagem de plantas não florescidas prematuramente e porcentagem de ombro laranja no segundo ciclo de seleção.

Para as características avaliadas ao nível individual (Tabelas 7, 8 e 9) verificou-se significância ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F, para todas as características no ciclo original, para massa da raiz, comprimento da raiz e índice de formato no primeiro ciclo e somente índice de formato no segundo ciclo de seleção. Todos os resultados obtidos acima evidenciam considerável variação existente entre e dentro de progênies de meios-irmãos para cada ciclo.

Tabela 4. Quadros médios de diferentes características, obtidos da análise de variância entre médias de progênes de meios-irmãos do ciclo original de seleção de cenoura 'Brasília'. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.

Quadros Médios						
Características						
F.V.	G.L.	Produção total	Produção comercial	% Massa de refugo	% Plantas não florescidas prematuramente	% Ombro laranja
Blocos	2	1463396,8780	5638829,2480	336,5040	80,330067	803,5150
Progênes	47	13649352,1666*	4626314,2608*	158,1920*	535,866560*	457,7350*
Erro	94	2028187,6543	852566,8943	46,9376	65,431231	245,0390
CV (%)		27,43	39,01	14,48	11,86	27,73
Média Geral (1)		-	-	47,31	68,18	56,45
Média Geral (2)		5191,03	2366,68	54,03	86,18	69,46

(1) = dados transformados e (2) = dados não transformados.

\* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

ns = não significativo.

Tabela 5. Quadros médios de diferentes características, obtidos da análise de variância entre médias de progênes de meios-irmãos do primeiro ciclo de seleção de cenoura 'Brasília'. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.

Quadros Médios						
Características						
F.V.	G.L.	Produção total	Produção comercial	% Massa de refugo	% Plantas não florescidas prematuramente	% Ombro laranja
Blocos	2	23660568,5250	12040760,3665	628,4980	119,922178	1018,2265
Progênes	47	4618848,9799*	3877921,5810*	83,9615*	85,785927*	363,5046*
Erro	94	3082216,4679	1731028,6239	48,4320	27,209021	120,5966
CV (%)		21,62	31,07	15,84	6,31	20,31
Média Geral (1)		-	-	43,93	82,70	54,06
Média Geral (2)		8120,24	4234,19	48,13	98,39	65,55

(1) = dados transformados e (2) = dados não transformados.

\* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

ns = não significativo.

Tabela 6. Quadrados médios de diferentes características, obtidos da análise de variância entre médias de progênes de meios-irmãos do segundo ciclo de seleção de cenoura 'Brasflia'. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.

Quadrados Médios						
F.V.	G.L.	Características				
		Produção total	Produção comercial	% Massa de refugo	% Plantas não florescidas prematuramente	% Ombro laranja
Blocos	2	12591280,0896	18287327,9648	1299,4878	35,137261	2274,0455
Progênes	49	2856473,7283 <sup>ns</sup>	2462303,3216 <sup>ns</sup>	50,8392 <sup>ns</sup>	20,018185*	349,8201*
Erro	98	3183853,2722	2819998,9506	60,4109	12,724191	190,1065
CV (%)		20,06	37,97	17,02	4,08	25,32
Média Geral (1)		-	-	45,66	87,44	54,45
Média Geral (2)		8893,20	4422,11	51,15	99,80	66,20

(1) = dados transformados e (2) = dados não transformados.

\* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

ns = não significativo.

Tabela 7. Quadrados médios de diferentes características avaliadas dentro de progênes de meios-irmãos do ciclo original de seleção de cenoura 'Brasília'. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		Características			
		Massa da raiz	Diâmetro da raiz	Comprimento da raiz	Índice de formato
Blocos	2	21926,7373	4,9973	83,4958	0,0763
Progênes	47	8134,2121*	1,2788*	53,4479*	0,0187*
Erro	94	3580,8283	0,6594	15,1747	0,0119
Dentro	1296	795,2423	0,1531	4,6367	0,0070
CV (%)		19,90	8,00	7,33	5,07
Média Geral		95,07	3,21	16,80	0,68

\* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F/ ns = não significativo.

Tabela 8. Quadrados médios de diferentes características avaliadas dentro de progênes de meios-irmãos do primeiro ciclo de seleção de cenoura 'Brasília'. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		Características			
		Massa da raiz	Diâmetro da raiz	Comprimento da raiz	Índice de formato
Blocos	2	63068,6753	12,2167	96,3491	0,0771
Progênes	47	5282,4146*	0,8359 <sup>ns</sup>	21,4473*	0,0213*
Erro	94	3286,9277	0,5978	13,5046	0,0116
Dentro	1296	1089,4029	0,1713	4,5747	0,0064
CV (%)		16,28	7,27	6,59	4,87
Média Geral		111,33	3,36	17,63	0,70

\* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F/ ns = não significativo.

Tabela 9. Quadrados médios de diferentes características avaliadas dentro de progênes de meios-irmãos do segundo ciclo de seleção de cenoura 'Brasília'. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.

F.V.	G.L.	Quadrados Médios			
		Características			
		Massa da raiz	Diâmetro da raiz	Comprimento da raiz	Índice de formato
Blocos	2	23200,2054	6,4797	13,8935	0,0500
Progênes	49	5212,1784 <sup>ns</sup>	0,8022 <sup>ns</sup>	20,2791 <sup>ns</sup>	0,0202*
Erro	98	6754,9813	0,9975	15,8534	0,0109
Dentro	1350	1205,1482	0,1769	4,4547	0,0065
CV (%)		23,06	9,21	7,44	4,67
Média Geral		112,71	3,43	16,92	0,71

\* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F/ ns = não significativo.

Nas análises de variância para as características avaliadas a partir das médias de progênes de meios-irmãos e testemunhas para os três ciclos de seleção (Tabelas 10 e 11), verificou-se significância ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F, para produção total, porcentagem de plantas não florescidas prematuramente, porcentagem de ombro laranja e índice de formato, indicando diferenças para essas características e para as quais será dado maior enfoque.

Grandes variações nos resultados não foram detectadas provavelmente devido aos altos valores dos coeficientes de variação para a maioria das características. Altos coeficientes de variação também foram relatados por outros autores (VIEIRA, 1988; SIQUEIRA, 1989; NUNES, 1991 e ANDRADE, 2002) e podem ser devido à grande variabilidade genética existente nas cultivares de cenoura, principalmente na cultivar Brasília.

Quando se compara a produção total, a média dos dados revela que as progênes apresentaram elevados valores de produção e não diferiram significativamente com as testemunhas comerciais (Tabela 12). Esses valores estão de acordo com outros trabalhos publicados, que relataram produções semelhantes para a cultivar Brasília, para as mesmas condições (CASTELLANE *et al.*, 1987 e PESSOA; CORDEIRO, 1997). Brune *et al.* (1988), Nicolaud *et al.* (1997) e Reghin e Duda (1999) não obtiveram produção satisfatória para a mesma época.

Observa-se, na Figura 1, que para produção total no ciclo original ocorre distribuição das progênes em todos os intervalos, ao contrário do primeiro e segundo ciclo, onde as maiores frequências foram observadas no intervalo de 7300 a 10000 g/parcela, representando 77,08% e 80% das progênes, respectivamente. A alta porcentagem de progênes que se concentraram dentro de um mesmo intervalo revela que a seleção ao longo dos ciclos foi efetiva e contribuiu para o aumento da uniformidade e produção total, com valores bem próximos ou acima dos observados para as testemunhas comerciais. Esse resultado também pode estar relacionado com a eliminação do florescimento prematuro do ciclo original para o segundo ciclo, o que contribuiu para o aumento substancial da produção das progênes (Figura 1).

Tabela 10. Quadrados médios de diferentes características, obtidos da análise de variância de médias de progênies de meios-irmãos do ciclo original, primeiro e segundo ciclo de seleção de cenoura 'Brasflia' e testemunhas. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.

Quadrados Médios						
Características						
F.V.	G.L.	Produção Total	Produção comercial	% Massa de refugo	% Plantas não florescidas prematuramente	% Ombro laranja
Blocos	2	5411656,6372	771927,6293	42,8431	88,0184	348,4014
Tratamento	10	6093194,9687*	1601313,6813 <sup>ns</sup>	36,5709 <sup>ns</sup>	146,7133*	455,7965*
Erro	20	2034866,9776	799986,8674	21,5917	12,7204	114,5082
CV (%)		17,15	24,74	9,52	4,30	19,67
Média Geral (1)		-	-	48,79	83,03	54,41
Média Geral (2)		8318,35	3615,79	56,60	98,53	66,13

(1) = dados transformados e (2) = dados não transformados/ \* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F/ ns = não significativo.

Tabela 11. Quadrados médios de diferentes características, obtidos da análise de variância de médias de progênies de meios-irmãos do ciclo original, primeiro e segundo ciclo de seleção de cenoura 'Brasflia' e testemunhas. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.

Quadrados Médios					
Características					
F.V.	G.L.	Massa da raiz	Diâmetro da raiz	Comprimento da raiz	Índice de formato
Blocos	2	220,5701	0,0657	0,0555	0,0004
Tratamento	10	681,1942 <sup>ns</sup>	0,1014 <sup>ns</sup>	1,6096 <sup>ns</sup>	0,0077*
Erro	20	338,8659	0,0504	1,0001	0,0004
CV (%)		16,82	6,62	5,69	2,93
Média Geral (1)		-	-	-	-
Média Geral (2)		109,41	3,39	17,56	0,68

(1) = dados transformados e (2) = dados não transformados/ \* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F/ ns = não significativo.

Tabela 12. Média geral de diferentes características avaliadas no ciclo original de seleção (C0), primeiro ciclo de seleção (C1) e segundo ciclo de seleção (C2) utilizando progênies de meios-irmãos provenientes da cultivar de cenoura Brasília e testemunhas. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.

População	Características									
	Produção Total	Produção comercial	% Massa de refugo <sup>(1)</sup>	% Plantas não florescidas prematuramente <sup>(1)</sup>	Massa da raiz	Diâmetro da raiz	Comprimento da raiz	Índice de formato	% Ombro laranja <sup>(1)</sup>	
C0	5191,03 a	2366,68	54,03	86,18 c	95,07	3,21	16,80	0,68 b	69,46 a	
C1	8120,24 a	4234,19	48,13	98,39 a	111,33	3,36	17,63	0,70 a	65,55 a	
C2	8893,20 a	4422,11	51,15	99,80 a	112,71	3,43	16,92	0,71 a	66,20 a	
'Nantes'	8030,04 a	3617,45	54,90	100,00 a	92,12	2,97	17,57	0,74 a	79,99 a	
'Shin Kuroda'	7524,49 a	3842,25	51,08	100,00 a	85,78	3,42	16,63	0,54 c	95,40 a	
'Brasília' (Sakata)	10048,13 a	4557,85	53,09	99,89 a	124,79	3,52	18,70	0,68 b	73,47 a	
'Brasília' (Isia)	9854,20 a	3524,57	64,45	99,88 a	111,85	3,38	18,53	0,67 b	74,56 a	
'Brasília' (Hortec)	9340,58 a	3873,19	58,46	99,67 a	127,31	3,60	18,08	0,68 b	57,20 a	
'Brasília' (Top Seed)	9569,68 a	3824,06	59,69	96,57 b	130,02	3,55	18,08	0,72 a	22,29 a	
'HT - 2000'	7343,27 a	2432,70	67,76	95,40 b	96,63	3,29	16,72	0,67 b	64,38 a	
'Londrina 2005'	7586,97 a	3078,86	59,15	94,02 b	115,92	3,55	17,53	0,65 b	46,65 a	
CV (%)	17,15	24,74	9,52	4,30	16,82	6,62	5,69	2,93	19,67	
Média Geral	8318,35	3615,79	56,60	98,53	109,41	3,39	17,56	0,68	66,13	

(1) = Dados não transformados. Análise estatística e comparação das médias com dados transformados.

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

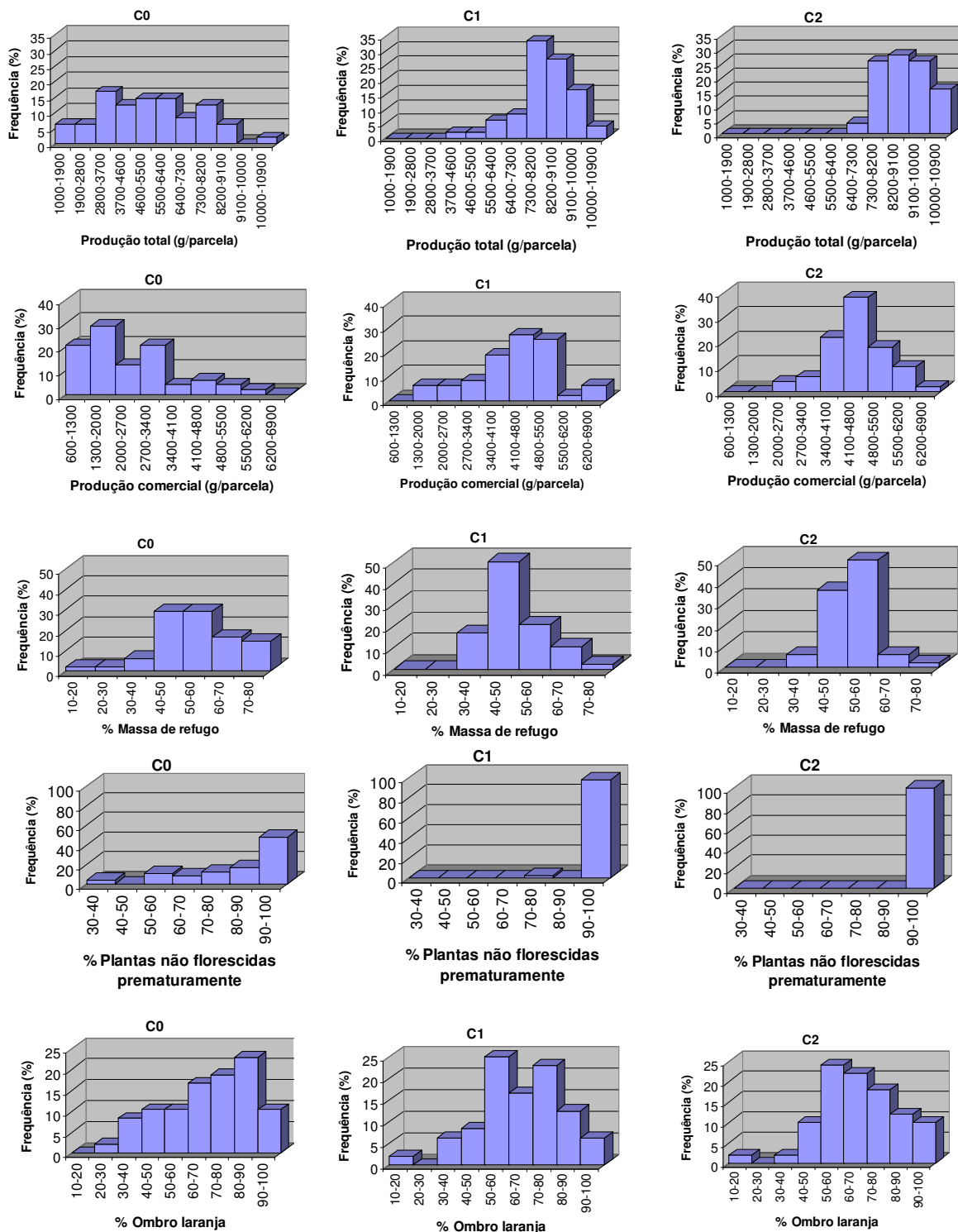


Figura 1. Distribuição de frequência das médias das progênes de meios-irmãos do ciclo original de seleção (C0), primeiro ciclo de seleção (C1) e segundo ciclo de seleção (C2) para as características produção total, produção comercial, porcentagem de massa de refugo, porcentagem de plantas não florescidas prematuramente e porcentagem de ombro laranja. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.

Analisando a produção comercial, observa-se que no ciclo original apenas 16,67% das progênies se concentraram no intervalo com maior produção comercial de 3400-6900 g/parcela (Figura 1). O contrário foi observado no primeiro e segundo ciclo para o mesmo intervalo, havendo aumento na porcentagem de progênies, sendo respectivamente de, 79,16% e 90%. Ao longo dos ciclos constatou-se aumento da massa, diâmetro e comprimento da raiz e diminuição da porcentagem de massa de refugo e de plantas florescidas prematuramente, estando estas características relacionadas com o aumento da produção comercial. Para a cultivar Brasília na semeadura de outono-inverno Brune *et al.* (1988) e Pessoa e Cordeiro (1997) obtiveram maior produção comercial e Reghin e Duda (1999) menor. Estas diferenças, talvez, estejam associadas à interação genótipo por ambiente, já que os ensaios foram realizados em regiões com temperaturas diferentes.

Nos três ciclos de seleção, para porcentagem de massa de refugo (Figura 1), as progênies se concentraram no intervalo de 30-80%, predominando no ciclo original os intervalos de 40-50% e 50-60%, ambos com 29,17% das progênies. Do ciclo original para o primeiro ciclo nos intervalos de 30-40% e 40-50% houve um aumento na frequência das progênies, passando de 6,25% para 16,67% e de 29,17% para 50%, com diminuição para os demais intervalos. Para o segundo ciclo, no intervalo de 50-60%, ocorreu aumento da porcentagem de massa de refugo. Esses valores estão acima dos encontrados por Brune *et al.* (1988) para a cultivar Brasília no outono-inverno e que relataram apenas 7% de raízes refugo.

O cultivo da cenoura no outono-inverno caracterizou-se pela baixa incidência de florescimento prematuro (Tabela 12), com aumento da porcentagem de plantas não florescidas prematuramente ao longo dos ciclos. A média dos dados revela que as populações apresentaram diferenças significativas. As progênies do primeiro e segundo ciclo e as testemunhas comerciais 'Nantes', 'Shin Kuroda', 'Brasília' (Sakata), 'Brasília' (Isla) e 'Brasília' (Hortec) foram resistentes ao florescimento prematuro e não diferiram significativamente entre si. 'Brasília' (Top Seed), 'HT-2000' e 'Londrina-2005' diferiram significativamente do ciclo original que apresentou a maior porcentagem de plantas florescidas prematuramente. Resultados semelhantes também foram obtidos por Nicolaud *et al.* (1997) e Pessoa e Cordeiro (1997) com a cultivar 'Brasília' e semeadura em abril, com 100% e 99,85%

de plantas não florescidas prematuramente. Valores médios de 41,84% e 53,18% foram observados por Cardoso e Della Vecchia (1995) e Reghin e Duda (1999) para a mesma época. Para Cardoso e Della Vecchia (1995), as baixas temperaturas e o fotoperíodo crescente predominantes durante o inverno e primavera são os principais responsáveis pela elevada porcentagem de plantas com florescimento prematuro, em especial na cultivar Brasília, que apresenta maior sensibilidade principalmente ao fotoperíodo crescente.

Para porcentagem de plantas não florescidas prematuramente, observa-se na Figura 1, para o ciclo original, distribuição contínua das progênes em todos os intervalos. O contrário é observado no primeiro e segundo ciclo, com as maiores frequências no intervalo de 90-100%, representando, respectivamente, 97,92% e 100% das progênes, demonstrando que a seleção ao longo dos ciclos foi efetiva, caracterizando-se apenas por progênes resistentes ao florescimento prematuro. Também se pode concluir que o florescimento prematuro de 'Brasília' é induzido por fotoperíodo crescente, podendo ser cultivada no outono-inverno (CARDOSO; DELLA VECCHIA, 1995).

Com relação à porcentagem de ombro laranja observa-se que os valores de média na população estão bastante discrepantes, apesar de não diferirem significativamente (Tabela 12). Dentre as testemunhas, a cultivar Nantes e Shin Kuroda apresentaram as maiores médias, fato que era esperado, pois são dentre todas as cultivares comerciais em teste as mais antigas, mais trabalhadas geneticamente e com qualidades visuais. Quando os três ciclos de seleção são comparados na distribuição de frequência das médias (Figura 1), observa-se que do ciclo original para o segundo ciclo de seleção a frequência das progênes no intervalo de 30-40% passou de 8,33% para 2,0%. Também do ciclo original para o segundo ciclo de seleção no intervalo de 50-60% e 60-70% a frequência das progênes passou de 10,42% para 24% e de 16,67% para 22%, respectivamente, e no intervalo de 80-90% de 22,92% diminuiu para 12%, mantendo o mesmo patamar de 10% de 90-100%.

Para diâmetro da raiz, apesar de não haver diferença na análise de contrastes entre as médias da população, pode-se observar que a cultivar Nantes foi, dentre todos os tratamentos, aquele que apresentou a menor média (Tabela 12). Como o experimento foi conduzido sob condições climáticas tropicais e 'Nantes' é uma cultivar de clima temperado, sendo colhida apenas aos 120 dias, é possível que condições adversas como à

exigência em solo e a suscetibilidade a doenças foliares possam ter influenciado negativamente no diâmetro e também na massa da raiz. Tanto para massa quanto para o diâmetro da raiz, o ciclo original apresentou a menor média geral e o segundo ciclo de seleção a melhor, com valores bem próximos aos verificados para as testemunhas comerciais. Os valores de massa e diâmetro da raiz estão acima dos encontrados por Brune *et al.* (1988) e Reghin e Duda (1999) para a cultivar Brasília.

Para massa da raiz, do ciclo original para o primeiro ciclo, as progênies que mais sofreram variação estão no intervalo de 80-90g, 110-120g e 120-130g (Figura 2). Do primeiro para o segundo ciclo, a frequência das progênies diminuiu no intervalo de 90-100g e o dobro foi verificado de 100-110g. Para o diâmetro da raiz, a seleção foi efetiva em aumentar o diâmetro das raízes comerciais, pois 100% das progênies tanto no primeiro quanto no segundo ciclo se encontram no intervalo de 3,0-4,0cm (Figura 2).

Quanto ao comprimento da raiz ao longo dos ciclos (Tabela 12), observa-se que os valores estão acima dos encontrados por Reghin e Duda (1999) na cultivar Brasília para a mesma época. Na figura 2, o intervalo de 15-19cm no ciclo original concentra as maiores frequências das progênies e mantém-se o mesmo no segundo ciclo, predominando o intervalo de 16-18cm contendo, respectivamente, 76% das progênies.

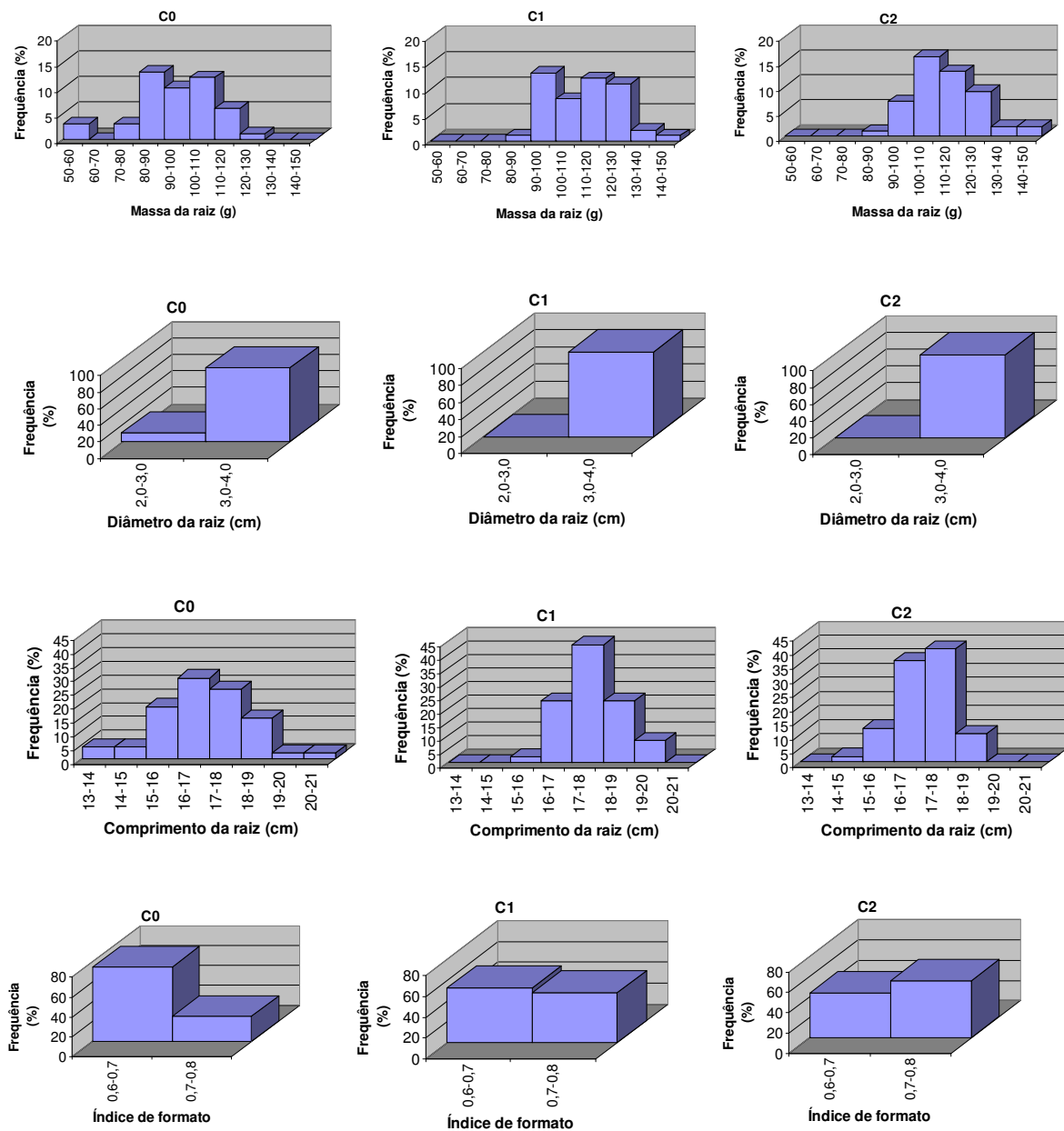


Figura 2. Distribuição de frequência das médias das progênes de meios-irmãos do ciclo original de seleção (C0), primeiro ciclo de seleção (C1) e segundo ciclo de seleção (C2) para as características massa da raiz, diâmetro da raiz, comprimento da raiz e índice de formato. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.

Para a característica índice de formato, no contraste entre médias, observa-se que as raízes se tornaram mais cilíndricas ao longo dos ciclos de seleção e que ‘Nantes’ apresentou valor de média mais próximo de 1,0 e, portanto, raízes mais próximas do formato cilíndrico (Tabela 12). ‘Shin Kuroda’ apresentou menor média dentre toda a população, pois possui raízes mais cônicas e conseqüentemente de menor valor comercial (FINGER *et al.*, 2005). A presença de raízes cilíndricas é uma característica importante em razão de o mercado brasileiro preferir raízes cilíndricas e lisas. Observa-se na Figura 2 que no ciclo original 75% e 25% das progênies se encontram nos intervalos de 0,6-0,7 e 0,7-0,8, sendo a freqüência de progênies semelhante para o primeiro ciclo, com estimativas de 52,08% e 47,92%, respectivamente (Figura 2). No segundo ciclo de seleção, constata-se aumento da freqüência de progênies com valor de índice de formato mais próximo de 1,0 e, portanto, mais cilíndricas, com 56% das progênies no intervalo de 0,7-0,8.

O formato da raiz é influenciado por fatores ambientais, o que torna a seleção bem mais difícil, porém, os coeficientes de variação para índice de formato foram os mais baixos dentre todas as características avaliadas, variando de 4,67% no segundo ciclo até 5,07% no ciclo original. Para essa seleção devem-se ter padrões de cultivares com diferentes formatos, além de um cuidado especial quanto à irrigação e textura do solo que pode influenciar nesta característica (PINTO, 1977).

De modo geral, não há mais o que selecionar em cenoura ‘Brasília’ para as características estudadas, pois além de apresentar valores próximos aos obtidos para as testemunhas comerciais, não foram detectadas grandes variações ao longo dos ciclos, com exceção da porcentagem de plantas não florescidas prematuramente, onde consideráveis ganhos com a seleção foram obtidos para os três ciclos em estudo.

## **6.2 Estimativa de parâmetros genéticos**

As estimativas dos parâmetros genéticos para as características produção total, produção comercial, porcentagem de massa de refugo, porcentagem de plantas

não florescidas prematuramente e porcentagem de ombro laranja, avaliadas entre progênies de meios-irmãos de diferentes ciclos de seleção de cenoura 'Brasília', encontram-se na tabela 13.

Deve-se observar que os componentes de variância das características produção total e produção comercial foram obtidos a partir de análises de variância cujos coeficientes de variação experimental são consideravelmente altos, segundo Pimentel-Gomes (2000). Há varias causas que contribuem para o aumento do coeficiente de variação experimental. Conforme Paterniani (1968), estas podem ser em virtude de falhas na condução dos ensaios ou de fatores inerentes ao material e métodos utilizados, tais como a existência de variabilidade genética dentro das progênies de meios-irmãos e a interação genótipo x ambiente. Segundo Dudley e Moll (1969), as estimativas dos componentes de variância para características avaliadas em parcelas ou individualmente, em um só local ou época, incluem, além do valor dos componentes, os valores devido às interações das progênies por locais e/ou também por época, podendo causar uma superestimação dos componentes da variância.

As estimativas da variância genotípica foram sempre menores do que os valores da variância fenotípica (Tabela 13), reduzindo assim, os valores de herdabilidade para as características, o que poderá limitar o ganho genético esperado com a seleção. Verifica-se que os valores da variância ambiental foram maiores que os da variância genotípica para as características porcentagem de ombro laranja no ciclo original, produção total e porcentagem de massa de refugo no primeiro ciclo e porcentagem de plantas não florescidas prematuramente e porcentagem de ombro laranja no segundo ciclo devido aos efeitos de progênies.

Tabela 13. Estimativa de parâmetros genéticos entre progênes de meios-irmãos de diferentes ciclos de seleção de cenoura 'Brasília' para as características produção total, produção comercial, porcentagem de massa de refugo, porcentagem de plantas não florescidas prematuramente e porcentagem de ombro laranja. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.

Parâmetros Genéticos	Características				
	Produção total	Produção comercial	% Massa de refugo	% Plantas não florescidas prematuramente	% Ombro laranja
<b>Ciclo original</b>					
$\hat{\sigma}_g^2$ <sup>(1)</sup>	3873721,50	1257915,79	37,0848	156,8118	70,8987
$\hat{\sigma}_F^2$ <sup>(2)</sup>	4549784,06	1542104,75	52,7307	178,6222	152,5783
$\hat{\sigma}_e^2$ <sup>(3)</sup>	676062,55	284188,96	15,6459	21,8104	81,6797
$h_r^2$ (%) <sup>(4)</sup>	85,14	81,57	70,33	87,79	46,47
CVge (%) <sup>(5)</sup>	37,91	47,39	12,87	18,37	14,92
b <sup>(6)</sup>	1,38	1,21	0,89	1,55	0,54
<b>Primeiro ciclo</b>					
$\hat{\sigma}_g^2$ <sup>(1)</sup>	512210,84	715630,99	11,8431	19,5256	80,9693
$\hat{\sigma}_F^2$ <sup>(2)</sup>	1539616,33	1292640,53	27,9872	28,5953	121,1682
$\hat{\sigma}_e^2$ <sup>(3)</sup>	1027405,49	577009,54	16,1440	9,0697	40,1989
$h_r^2$ (%) <sup>(4)</sup>	33,27	55,36	42,32	68,28	66,82
CVge (%) <sup>(5)</sup>	8,81	19,98	7,83	5,34	16,64
b <sup>(6)</sup>	0,41	0,64	0,49	0,85	0,82
<b>Segundo ciclo</b>					
$\hat{\sigma}_g^2$ <sup>(1)</sup>	-	-	-	2,4313	53,2379
$\hat{\sigma}_F^2$ <sup>(2)</sup>	-	-	-	6,6727	116,6067
$\hat{\sigma}_e^2$ <sup>(3)</sup>	-	-	-	4,2414	63,3688
$h_r^2$ (%) <sup>(4)</sup>	0,00	0,00	0,00	36,44	45,66
CVge (%) <sup>(5)</sup>	-	-	-	1,78	13,40
b <sup>(6)</sup>	-	-	-	0,44	0,53

(1): variância genotípica;

(2): variância fenotípica;

(3): variância ambiental;

(4): herdabilidade no sentido restrito;

(5): coeficiente de variação genético entre progênes de meios-irmãos;

(6): índice de variação.

No ciclo original, as características produção total, produção comercial, porcentagem de massa de refugo e porcentagem de plantas não florescidas prematuramente (Tabela 13), apresentaram elevadas estimativas de herdabilidade, mas as chances de seleção para produção total e produção comercial são relativamente maiores pelos valores do coeficiente de variação genético serem de, respectivamente, 37,91% e 47,39% e que indicam ganhos genéticos consideravelmente altos. Porcentagem de ombro laranja com herdabilidade de 46,47% apresentou índice de variação baixo. Isto pode ser explicado pelo considerável efeito do ambiente na expressão fenotípica dessa característica. Quando a herdabilidade é baixa, o melhoramento da característica na população estudada torna-se mais difícil, implicando o uso de métodos de seleção mais complexos.

Os valores de herdabilidade para produção total foram bastante próximos aos encontrados por Vieira (1988) para ‘Brasília’ e por Brar e Sukhija (1980) e Korla *et al.* (1980) em cultivares de diferentes regiões, porém superiores à estimativa apresentada por Nunes (1991) também na cultivar ‘Brasília’, onde a herdabilidade encontrada foi de 43,32%. Para produção comercial Vieira (1988) obteve herdabilidade de 78% e Siqueira (1989) para a cultivar Campinas observou valor superior de herdabilidade, com estimativa de 85,08%. Esse fato evidencia a particularidade das estimativas de herdabilidade, como parâmetro genético próprio de cada caráter, de cada população e das condições de ambiente (FALCONER, 1987).

Observa-se ainda no ciclo original que para produção total, produção comercial e porcentagem plantas não florescidas prematuramente o valor do índice de variação igual ou maior que 1,0 indica situação muito favorável à seleção, apresentando condições mais favoráveis em termos de ganhos genéticos imediatos, na medida em que, nesses casos, a variação genética supera a ambiental (VENCOVSKY, 1987). Para produção comercial, valor superior a 1,0 também foi observado por Vieira (1988) na cultivar Brasília.

No primeiro ciclo, para produção total e porcentagem de massa de refugo e no segundo ciclo, para porcentagem de plantas não florescidas prematuramente e porcentagem de ombro laranja (Tabela 13), verificam-se valores de herdabilidade inferiores a 50%, evidenciando baixa variabilidade genética nas progênies.

Os menores valores de herdabilidade e coeficiente de variação genético verificados no primeiro ciclo em relação ao ciclo original, para as características produção total, produção comercial, porcentagem de massa de refugo e porcentagem de plantas não florescidas prematuramente e no segundo ciclo em relação ao primeiro ciclo, para porcentagem de plantas não florescidas prematuramente e porcentagem de ombro laranja podem ser decorrentes da diminuição da variabilidade genética da população pela seleção praticada e número de progênies recombinadas após sucessivas seleções, o que pode ser visto pela diminuição da variância genética entre as progênies (Tabela 13).

Os valores estimados de herdabilidade no primeiro ciclo (Tabela 13) para porcentagem de plantas não florescidas prematuramente e porcentagem de ombro laranja indicam que grande parte das variações obtidas para essas características são de origem genética. Há condições relativamente favoráveis à seleção, com valores de índices de variação de 0,85 e 0,82, com maior chance de progresso quando comparado com a produção total, produção comercial e porcentagem de massa de refugo.

No segundo ciclo, foram obtidos valores nulos de herdabilidade para produção total, produção comercial e porcentagem de massa de refugo (Tabela 13). Uma das prováveis causas seria a fixação de alelos favoráveis que estavam originalmente segregando. À medida que eles se aproximaram da fixação, a variância genética declinou e a taxa de resposta diminuiu, até que, com a fixação completa a resposta cessou.

Os valores de herdabilidade e do índice de variação obtidos para porcentagem de plantas não florescidas prematuramente e porcentagem de ombro laranja no segundo ciclo (Tabela 13) foram semelhantes, embora o coeficiente de variação genético para porcentagem de plantas não florescidas tenha sido baixo, indicando perspectivas pouco favoráveis à seleção, refletindo a considerável influência ambiental.

Para porcentagem de massa de refugo, porcentagem de plantas não florescidas prematuramente e porcentagem de ombro laranja não houve possibilidade de comparação com outros trabalhos porque essas características não foram avaliadas pelos autores.

As estimativas dos parâmetros genéticos para massa da raiz, diâmetro da raiz, comprimento da raiz e índice de formato, avaliadas ao nível individual, referente aos três ciclos de seleção em estudo, encontram-se na Tabela 14.

De modo geral, o coeficiente de variação genético dentro de progênes de meios-irmãos ao longo dos três ciclos de seleção, para as características estudadas ao nível individual, foi superior ao observado entre famílias. Mesmo resultado foi relatado em estudo realizado por Vieira *et al.* (2001) em progênes de meio-irmãos derivadas da cultivar Alvorada para a característica comprimento de raiz.

Ao longo dos ciclos observa-se que os valores de herdabilidade dentro foram superiores aos observados entre progênes de meios-irmãos apenas para massa e comprimento da raiz no ciclo original (Tabela 14). Este fato deve ser levado em consideração caso as características em estudo possam ser incluídas como um dos objetivos do melhoramento desta cultivar. Os valores de herdabilidade sugerem que a adoção exclusiva de seleção massal não reverterá em ganhos consideráveis. Os resultados indicam que a estrutura de famílias é a mais eficiente estratégia de seleção. Este resultado é suportado pela razão entre o coeficiente de variação genético dentro de progênes e o coeficiente de variação experimental ser maior do que a razão entre o coeficiente de variação genético entre progênes e o coeficiente de variação experimental para as características nos três ciclos de seleção.

No ciclo original de seleção, para massa da raiz, o coeficiente de herdabilidade no sentido restrito foi de 55,98% (Tabela 14). Na cultivar Brasília, valor semelhante de 57,27% foi observado por Alves *et al.* (2006) e estimativa 37% foi relatada por Mauch *et al.* (1993a). O valor da estimativa de 57,26% para dentro de progênes de meios-irmãos foi mais elevado do que com relação à média.

Tabela 14. Estimativa de parâmetros genéticos dentro de progênies de meios-irmãos de diferentes ciclos de seleção de cenoura 'Brasília' para as características massa da raiz, diâmetro da raiz, comprimento da raiz e índice de formato. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.

Parâmetros Genéticos	Características			
	Massa da raiz	Diâmetro da raiz	Comprimento da raiz	Índice de formato
<b>Ciclo original</b>				
$h_r^2$ (%) <sup>(1)</sup>	55,98	48,44	71,61	36,26
$h_d^2$ (%) <sup>(2)</sup>	57,26	40,46	82,54	9,69
CVge (%) <sup>(3)</sup>	12,96	4,47	6,72	2,21
CVgd (%) <sup>(4)</sup>	22,44	7,75	11,65	3,82
CVge/CVe <sup>(5)</sup>	0,65	0,56	0,92	0,44
CVgd/CVe <sup>(6)</sup>	1,13	0,97	1,59	0,75
<b>Primeiro ciclo</b>				
$h_r^2$ (%) <sup>(1)</sup>	37,78	28,48	37,03	45,69
$h_d^2$ (%) <sup>(2)</sup>	18,32	13,90	17,36	15,08
CVge (%) <sup>(3)</sup>	7,33	2,65	2,92	2,58
CVgd (%) <sup>(4)</sup>	12,69	4,59	5,05	4,47
CVge/CVe <sup>(5)</sup>	0,45	0,36	0,44	0,53
CVgd/CVe <sup>(6)</sup>	0,78	0,63	0,77	0,92
<b>Segundo ciclo</b>				
$h_r^2$ (%) <sup>(1)</sup>	0,00	0,00	21,82	46,00
$h_d^2$ (%) <sup>(2)</sup>	0,00	0,00	9,93	14,29
CVge (%) <sup>(3)</sup>	-	-	2,27	2,49
CVgd (%) <sup>(4)</sup>	-	-	3,93	4,31
CVge/CVe <sup>(5)</sup>	-	-	0,31	0,53
CVgd/CVe <sup>(6)</sup>	-	-	0,53	0,92

(1): herdabilidade entre médias de progênies;

(2): herdabilidade dentro de progênies de meios-irmãos;

(3): coeficiente de variação genético entre progênies de meios-irmãos;

(4): coeficiente de variação genético dentro de progênies de meios-irmãos;

(5): razão entre coeficiente de variação genético entre progênies de meios-irmãos e o coeficiente de variação experimental;

(6): razão entre coeficiente de variação genético dentro de progênies de meios-irmãos e o coeficiente de variação experimental.

Para diâmetro da raiz no ciclo original (Tabela 14), verificam-se valores de herdabilidade inferiores a 50%, evidenciando baixa variabilidade genética nas progênies. Isto pode ser constatado pelos baixos valores dos coeficientes de variação genéticos entre e dentro de progênies de meios-irmãos. Nunes (1991), Alves *et al.* (2006) e Mauch *et al.* (1993a) relataram estimativas de herdabilidade no sentido restrito de 52,97%, 29,87% e 22% para a mesma característica. Esse resultado pode ser devido à alta influência do ambiente, pois maiores variações das condições reduzem a herdabilidade e maiores uniformidades das condições aumentam a herdabilidade (FALCONER, 1987).

Observa-se ainda no ciclo original que os valores estimados de herdabilidade para comprimento da raiz indicam que grande parte das variações obtidas para essa característica são de origem genética (Tabela 14). Porém, as condições são relativamente mais favoráveis à seleção para massa da raiz, quando os coeficientes de variação genéticos são comparados. O valor da herdabilidade no sentido restrito para comprimento da raiz foi superior às estimativas encontradas por Nunes (1991), Mauch *et al.* (1993a) e Alves *et al.* (2006), com 61,65%, 52,0% e 42,63% para a mesma característica na cultivar Brasília. Resultados similares foram obtidos por Brar & Sukhija (1981), que relataram herdabilidade de 76% e Prasad & Prasad (1978) com valores de herdabilidade de 67% em relação à média do comprimento de raiz, a partir de vinte cultivares de origens diversas. Nas estimativas de herdabilidade, essa considerável faixa de variação pode ter ocorrido, em parte, devido às diferenças reais entre as populações.

Quanto ao índice de formato (Tabela 14) ao longo dos ciclos, as estimativas de herdabilidade no sentido restrito foram semelhantes aos valores encontrados por Nunes (1991) e Vieira (1988), enquanto que para as demais modalidades de seleção, ou seja, dentro de progênies de meios-irmãos, os valores foram baixos. Para essa característica, os baixos valores dos coeficientes de variação genéticos entre e dentro de progênies de meios-irmãos podem ser decorrentes da pequena variabilidade genética entre e dentro das progênies.

Os menores valores de herdabilidade e coeficiente de variação genético verificados no primeiro ciclo em relação ao ciclo original, para as características massa, diâmetro e comprimento da raiz e no segundo ciclo em relação ao primeiro, para comprimento

da raiz pode ser decorrente da diminuição da variabilidade genética após sucessivas seleções (Tabela 14).

No segundo ciclo (Tabela 14), foram obtidos valores nulos de herdabilidade para massa e diâmetro da raiz. Como foi observada nas características produção total, comercial e porcentagem de massa de refugo, uma das prováveis causas seria a fixação de alelos favoráveis que estavam originalmente segregando e a conseqüente diminuição da variância genética e da taxa de resposta, que com a fixação completa cessou. Observam-se perspectivas pouco favoráveis à seleção para comprimento da raiz e índice de formato no segundo ciclo com base nos baixos valores de herdabilidade, indicando que uma parcela da variância genética já pode ter sido esgotada no desenvolvimento da nova cultivar.

### **6.3 Estimativa de correlações**

Nas estimativas de correlações verificou-se efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F, para a maioria das características correlacionadas no ciclo original, primeiro e segundo ciclo de seleção (Tabelas 15, 16 e 17). Esses resultados evidenciam considerável variação existente entre progênies de meios-irmãos dentro de cada ciclo.

Serão enfocadas com maior detalhe as correlações genotípicas, uma vez que apresentam maior valor no melhoramento. Além disso, a correlação genotípica corresponde à porção da variação total que encerra uma associação de características herdáveis (ROBINSON *et al.*, 1951). Maior enfoque é dado aos valores dos coeficientes de correlação genética superiores a 0,50, em razão desse valor ser considerado alto coeficiente de correlação por Vieira (1988).

Tabela 15. Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípicos ( $r_f$ ), genotípicos ( $r_g$ ) e ambientais ( $r_e$ ) de características avaliadas em progênies de meios-irmãos do ciclo original de seleção provenientes da cultivar de cenoura Brasília. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.

	r	Produção total	Produção comercial	% Massa de refugo	% Plantas não florescidas prematuramente	Comprimento da raiz	Diâmetro da raiz	Índice de Formato	% Ombro laranja
Produção comercial	f	0,8633*							
	g	0,9017*							
	e	0,6762*							
% Massa de refugo	f	0,0555 <sup>ns</sup>	-0,3977*						
	g	0,0400 <sup>ns</sup>	-0,3697*						
	e	0,1169 <sup>ns</sup>	-0,5031*						
% Plantas não florescidas prematuramente	f	0,8569*	0,6320*	0,2343*					
	g	0,9786*	0,7304*	0,3114*					
	e	0,0809 <sup>ns</sup>	0,0927 <sup>ns</sup>	-0,0545 <sup>ns</sup>					
Comprimento da raiz	f	0,3108*	0,4017*	-0,4145*	0,2532*				
	g	0,2891*	0,4196*	-0,5272*	0,3711*				
	e	0,4141*	0,3542*	-0,1390 <sup>ns</sup>	-0,2203*				
Diâmetro da raiz	f	0,5696*	0,6178*	-0,3338*	0,3894*	0,5418*			
	g	0,7323*	0,8636*	-0,5337*	0,7396*	0,4549*			
	e	0,3625*	0,2474*	-0,0591 <sup>ns</sup>	-0,3639*	0,7159*			
Índice de Formato	f	0,1675 <sup>ns</sup>	0,2529* <sup>1</sup>	-0,2480*	0,1862 <sup>ns</sup>	-	-		
	g	0,2792*	0,4141*	-0,4057*	0,3016*	-	-		
	e	0,0443 <sup>ns</sup>	0,0861 <sup>ns</sup>	-0,1027 <sup>ns</sup>	0,0626 <sup>ns</sup>	-	-		
% Ombro laranja	f	0,1444 <sup>ns</sup>	-0,0896 <sup>ns</sup>	0,4466*	0,3073*	-0,2963*	-0,0035 <sup>ns</sup>	-0,3039*	
	g	0,2535*	-0,1503 <sup>ns</sup>	0,7088*	0,5024*	-0,2177*	0,3451*	-1,0741*	
	e	-0,0534 <sup>ns</sup>	0,0093 <sup>ns</sup>	0,1038*	-0,0530 <sup>ns</sup>	-0,4379*	-0,3165*	0,2268*	
Massa da raiz	f	0,5404*	0,6434*	-0,4872*	0,3944*	0,8030*	0,8921*	0,1414 <sup>ns</sup>	-0,2208*
	g	0,6286*	0,8053*	-0,7062*	0,6788*	0,7982*	0,8649*	0,6202*	-0,0962 <sup>ns</sup>
	e	0,4158*	0,3483*	-0,1220 <sup>ns</sup>	-0,3513*	0,8419*	0,9273*	-0,2547*	-0,3538*

\* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.  
ns = não significativo.

Tabela 16. Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípicos ( $r_f$ ), genotípicos ( $r_g$ ) e ambientais ( $r_e$ ) de características avaliadas em progênies de meios-irmãos do primeiro ciclo de seleção provenientes da cultivar de cenoura Brasília, São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.

	r	Produção total	Produção comercial	% Massa de refugo	% Plantas não florescidas prematuramente	Comprimento da raiz	Diâmetro da raiz	Índice de Formato	% Ombro laranja
Produção comercial	f	0,7518*							
	g	0,9395*							
	e	0,6387*							
% Massa de refugo	f	-0,3492*	-0,8633*						
	g	-0,9655*	-1,0222*						
	e	0,0210 <sup>ns</sup>	-0,7264*						
% Plantas não florescidas prematuramente	f	0,4577*	0,4285*	-0,3268*					
	g	1,0405*	0,7808*	-0,6945*					
	e	-0,0831 <sup>ns</sup>	-0,1370 <sup>ns</sup>	0,1088 <sup>ns</sup>					
Comprimento da raiz	f	0,3017*	0,3468*	-0,2388*	-0,0579 <sup>ns</sup>				
	g	-0,0305 <sup>ns</sup>	0,1714 <sup>ns</sup>	-0,2266*	-0,1591 <sup>ns</sup>				
	e	0,4820*	0,5077*	-0,2473*	0,0495 <sup>ns</sup>				
Diâmetro da raiz	f	0,4426*	0,4806*	-0,3503*	0,1854 <sup>ns</sup>	0,4163*			
	g	0,1954 <sup>ns</sup>	0,3293*	-0,3924*	0,4852*	0,1495 <sup>ns</sup>			
	e	0,5537*	0,6192*	-0,3332*	-0,0599 <sup>ns</sup>	0,5481*			
Índice de Formato	f	0,1658 <sup>ns</sup>	0,2184*	-0,1891 <sup>ns</sup>	0,3056*	-	-		
	g	1,0822*	0,8432*	-0,6867*	0,5205*	-	-		
	e	-0,4131*	-0,4037*	0,1933 <sup>ns</sup>	0,0436 <sup>ns</sup>	-	-		
% Ombro laranja	f	-0,1424 <sup>ns</sup>	-0,0939 <sup>ns</sup>	0,0244 <sup>ns</sup>	0,1415 <sup>ns</sup>	-0,1493 <sup>ns</sup>	-0,1200 <sup>ns</sup>	-0,0082 <sup>ns</sup>	
	g	-0,1521 <sup>ns</sup>	-0,0975 <sup>ns</sup>	0,0717 <sup>ns</sup>	0,2490*	-0,0562 <sup>ns</sup>	-0,1797 <sup>ns</sup>	0,0898 <sup>ns</sup>	
	e	-0,1503 <sup>ns</sup>	-0,0899 <sup>ns</sup>	-0,0313 <sup>ns</sup>	-0,0823 <sup>ns</sup>	-0,2655*	-0,0854 <sup>ns</sup>	-0,0953 <sup>ns</sup>	
Massa da raiz	f	0,5383*	0,6251*	-0,4717*	0,2226*	0,6870*	0,8815*	-0,0098 <sup>ns</sup>	-0,1509 <sup>ns</sup>
	g	0,5027*	0,6185*	-0,6446*	0,4549*	0,5617*	0,8412*	0,5396*	-0,1263 <sup>ns</sup>
	e	0,5588*	0,6494*	-0,3571*	-0,0191 <sup>ns</sup>	0,7619*	0,9077*	-0,3941*	-0,1924 <sup>ns</sup>

\* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.  
ns = não significativo.

Tabela 17. Estimativa dos coeficientes de correlação fenotípicos ( $r_f$ ), genotípicos ( $r_g$ ) e ambientais ( $r_e$ ) de características avaliadas em progênies de meios-irmãos do segundo ciclo de seleção provenientes da cultivar de cenoura Brasília. São Manuel/SP, outono-inverno de 2007.

	r	Produção total	Produção comercial	% Massa de refugo	% Plantas não florescidas prematuramente	Comprimento da raiz	Diâmetro da raiz	Índice de Formato	% Ombro laranja
Produção comercial	f	0,8012*							
	g	-0,8374*							
	e	0,8048*							
% Massa de refugo	f	-0,4307*	-0,8642*						
	g	0,6913*	0,9402*						
	e	-0,4625*	-0,8741*						
% Plantas não florescidas prematuramente	f	-0,1258 <sup>ns</sup>	-0,0363 <sup>ns</sup>	-0,0371 <sup>ns</sup>					
	g	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>					
	e	-0,1984 <sup>ns</sup>	-0,2493*	0,2253*					
Comprimento da raiz	f	0,3051*	0,3517*	-0,3519*	-0,1935 <sup>ns</sup>				
	g	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	-0,0479 <sup>ns</sup>				
	e	0,6453*	0,7099*	-0,5921*	-0,2554*				
Diâmetro da raiz	f	0,5878*	0,5978*	-0,4484*	-0,4084*	0,2845*			
	g	-1,6493*	-1,7330*	1,3796*	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>			
	e	0,7333*	0,7741*	-0,6119*	-0,2985*	0,6924*			
Índice de Formato	f	0,1077 <sup>ns</sup>	0,0706 <sup>ns</sup>	-0,0545 <sup>ns</sup>	0,1193 <sup>ns</sup>	-	-		
	g	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	0,1232 <sup>ns</sup>	-	-		
	e	-0,1908 <sup>ns</sup>	-0,1454 <sup>ns</sup>	0,1120 <sup>ns</sup>	0,1175 <sup>ns</sup>	-	-		
% Ombro laranja	f	-0,1516 <sup>ns</sup>	-0,0033 <sup>ns</sup>	0,0107 <sup>ns</sup>	0,0488 <sup>ns</sup>	-0,2660*	-0,0656 <sup>ns</sup>	-0,1707 <sup>ns</sup>	
	g	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	-0,0967 <sup>ns</sup>	0,2188*	0,0000 <sup>ns</sup>	-0,3072*	
	e	-0,3992*	-0,4149*	0,2865*	0,1502 <sup>ns</sup>	-0,5141*	-0,4040*	-0,0576 <sup>ns</sup>	
Massa da raiz	f	0,6475*	0,6447*	-0,4943*	-0,4109*	0,6092*	0,8684*	-0,0512 <sup>ns</sup>	-0,1911 <sup>ns</sup>
	g	-1,4061*	-1,6793*	1,2469*	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	-1,2004*	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>
	e	0,7543*	0,8150*	-0,6356*	-0,2961*	0,8367*	0,9379*	-0,1876 <sup>ns</sup>	-0,5127*

\* = Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.  
ns = não significativo.

Em geral, os valores das correlações genotípicas, para todos os ciclos de seleção, foram superiores aos das correlações fenotípicas, indicando correlações herdáveis para essas características, à semelhança dos resultados obtidos por Bhagchandani e Choudhury (1980), Vieira (1988), Nunes (1991), Vieira *et al.* (2001) e Alves *et al.* (2006). Além disso, pode-se notar que, na maioria dos casos, os sinais dos coeficientes de correlação fenotípica e genotípica foram iguais. Estimativas similares foram encontradas por Vieira (1988), Nunes (1991) e Alves *et al.* (2006) em progênies de meios-irmãos de 'Brasília'.

No melhoramento de cenoura, a produção comercial por área é a característica de maior importância, juntamente com outras características relacionadas com a qualidade da raiz, por isso maior enfoque será dado a essas correlações.

Correlação genotípica positiva foi observada entre produção comercial e produção total no ciclo original (Tabela 15) e primeiro ciclo (Tabela 16), indicando que a produção comercial influencia diretamente a produção total. Vieira (1988) também encontrou valores de 0,981 para progênies de meios-irmãos da cultivar Brasília. Este resultado facilita o trabalho de melhoramento, pois praticamente elimina do processo de avaliação uma dessas características. No segundo ciclo (Tabela 17) as características correlacionaram-se negativamente, indicando uma situação desfavorável. Segundo Falconer (1981), os sinais das correlações indicam que condições semelhantes de ambiente influenciam, diferentemente, essas características.

Pode-se verificar que a porcentagem de massa de refugo correlacionou-se negativamente com a produção comercial no ciclo original e primeiro ciclo de seleção (Tabelas 15 e 16). Observa-se que as correlações genotípicas e fenotípicas apresentaram os mesmos sinais, indicando que as fontes de variação genotípica e de ambiente influenciaram essas características pelos mesmos mecanismos fisiológicos (FALCONER, 1981). No segundo ciclo (Tabela 17), encontrou-se correlação positiva entre porcentagem de massa de refugo e produção comercial, o que não é desejável para a seleção. Vieira (1988) observou estimativas de 0,554 para produção comercial e proporção de raízes refugo, bem diferente das observadas nesse estudo.

A correlação entre produção comercial e produção total e produção comercial e porcentagem de massa de refugo no segundo ciclo não é desejável para a seleção

de genótipos altamente produtivos (Tabela 17). Apesar dos resultados observados, nenhuma característica será direta ou inversamente influenciada por outra, pois a herdabilidade encontrada foi nula.

Houve correlação genotípica positiva entre porcentagem de plantas não florescidas prematuramente e produção comercial no ciclo original e primeiro ciclo de seleção (Tabelas 15 e 16). Essa correlação é de grande interesse, considerando também as herdabilidades observadas para essas características, podendo ser um indicativo de que as progênes de plantas não florescidas prematuramente apresentaram maior quantidade de raízes comerciais.

Para comprimento da raiz no ciclo original, houve correlação de 0,4196 com a produção comercial e de 0,2891 com a produção total, o que reflete a grande influência ambiental sobre essas características (Tabela 15). Nunes (1991), para produção total e comprimento da raiz observou estimativa de 0,3403 para a correlação genotípica. Correlações também positivas, mas de alta magnitude entre essas características, foram observadas por Bhagchandani e Choudhury (1980) em plantas de cenoura.

O índice de formato correlacionou-se positivamente com a produção comercial no ciclo original e primeiro ciclo, com a correlação passando de 0,4141 para 0,8432 de um ciclo para outro (Tabelas 15 e 16). Valor de 0,491 foi observado por Vieira (1988) para a característica proporção de raízes com formato cilíndrico e produção comercial. Essa associação evidencia a importância do formato cilíndrico de raiz como um fator de aumento da produção.

Não houve correlação genotípica de ombro laranja com produção comercial em nenhum dos três ciclos de seleção em estudo, uma vez que essa característica não foi incluída como critério na escolha das raízes comerciais, mas o ombro laranja caracteriza raízes com qualidade comercial (Tabelas 15, 16 e 17).

Observa-se no segundo ciclo que, além de não haver correlação da produção comercial com a porcentagem de plantas não florescidas prematuramente, comprimento da raiz, índice de formato e porcentagem de ombro laranja, elas foram nulas (Tabela 17). Vale salientar que no segundo ciclo, à seleção a favor da produção comercial já havia se estagnado, com herdabilidade igual a zero (Tabela 13). Porcentagem de plantas não

florescidas prematuramente, comprimento da raiz e índice de formato apresentavam baixa herdabilidade e coeficiente de variação genético de 1,78%, 2,27% e 2,49%. Para porcentagem de ombro laranja, apesar do coeficiente de variação genético ser de 13,40%, o índice de variação apresentava estimativa de 0,53, indicando condições relativamente desfavoráveis à seleção, com pouca chance de progresso (Tabelas 13 e 14). A partir dos resultados das estimativas de parâmetros genéticos e correlações, observa-se que a seleção já chegou ao limite, com progênies bastante uniformes para essas características.

No ciclo original (Tabela 15), o diâmetro da raiz teve efeito direto e pronunciado sobre a produção comercial, com correlação genotípica positiva de 0,8636. Diante disso, o diâmetro da raiz é recomendado como critério de seleção visando à produção. No primeiro ciclo, apesar de existir correlação positiva, ela foi de 0,3293 (Tabela 16), podendo estar relacionado com o fato de que as progênies são oriundas de cruzamentos, o que pode ter quebrado algumas ligações, reduzindo assim a magnitude da correlação genotípica. Correlação genotípica negativa de -1,7330 foi observada no segundo ciclo (Tabela 17). O sinal da correlação indica que o ambiente exerceu influência no sentido oposto em cada característica do par analisado (FALCONER, 1981).

Massa da raiz e produção comercial apresentaram correlações genotípicas no ciclo original e primeiro ciclo de seleção de, respectivamente, 0,8053 e 0,6185 (Tabelas 15 e 16). Como era esperado, esse resultado indica que ao aumentar a massa das cenouras consequentemente será aumentada a produção comercial. A estimativa do valor de correlação genotípica negativa observado entre massa da raiz e produção comercial no segundo ciclo, pode ser decorrente da existência de pleiotropia ou de alelos ligados em fase de repulsão (Tabela 17).

Porcentagem de plantas não florescidas prematuramente correlacionou-se positivamente com comprimento da raiz, diâmetro da raiz, índice de formato, porcentagem de ombro laranja e massa da raiz no ciclo original (Tabela 15). No primeiro ciclo apenas o comprimento da raiz não foi correlacionado (tabela 16). Esse resultado indica que plantas que não floresceram podem apresentar raízes mais compridas e grossas e, portanto mais pesadas, com formato cilíndrico e ombro laranja. As correlações positivas podem ser explicadas pela

maior translocação de água e nutrientes para as raízes, podendo ter a nutrição e o crescimento ideais (FINGER *et al.*, 2005).

O diâmetro da raiz correlacionou-se positivamente com o comprimento no ciclo original (Tabela 15). Valor similar foi encontrado por Nunes (1991) para progênies de meios-irmãos de 'Brasília', porém de sinal inverso, diferentemente dos resultados obtidos nesse estudo. Dowker *et al.* (1976) também relataram correlação negativa, porém com estimativas de -0,96. Valor próximo e positivamente correlacionado foi relatado por Vieira *et al.* (2001) para progênies de meios-irmãos de 'Alvorada'. Esse fato pode ser decorrente do diferente grau de melhoramento das populações utilizadas em cada tipo de estudo.

Entre massa e diâmetro da raiz no segundo ciclo, verificou-se correlação genotípica negativa de -1,2004 (Tabela 17). Apesar dos resultados observados, a herdabilidade encontrada para ambas as características foi nula e, portanto, não haverá progresso genético para nenhuma das características. No ciclo original e primeiro ciclo, verificou-se correlação genotípica positiva de 0,8649 e 0,8412, respectivamente (Tabelas 15 e 16). Os valores estão muito próximos aos encontrados por McCollum (1971), Mauch *et al.* (1993b), Alves *et al.* (2006) e Vieira *et al.* (2001), com estimativas de 0,87, 0,69, 0,84 e 0,90. Segundo Adams e Grafius (1971), a correlação negativa entre os componentes de rendimento pode ocorrer, principalmente, pela competição desses pelo suprimento de fotoassimilados durante o desenvolvimento da planta.

Para comprimento e massa da raiz no ciclo original e primeiro ciclo, verificou-se a ocorrência de coeficientes de correlação genotípica positivos (Tabelas 15 e 16). Estes resultados são de certa maneira esperados, uma vez que, massa de raiz é uma característica dependente, dentre outros atributos, do diâmetro e comprimento da raiz. Mauch *et al.* (1993b), Singh *et al.* (2002) e Vieira *et al.* (2001), também observaram correlação genotípica positiva para a mesma característica, ao contrário de McCollum (1971), onde a massa da raiz correlacionou-se inversamente com o comprimento.

## **7 CONCLUSÕES**

Pode-se concluir que:

Houve eficiência da seleção recorrente do ciclo original para o primeiro ciclo de seleção para a maioria das características avaliadas, em especial contra o florescimento prematuro, mas a variabilidade genética esgotou-se nesta geração.

A partir da cultivar Brasília, que já apresenta características comerciais desejáveis, é possível obter populações para o cultivo de outono-inverno e produzir sementes sem a necessidade de vernalização.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMS, M. W.; GRAFIUS, J. E. Yield component compensation alternative interpretations. **Crop Science**, Madison, v. 11, p. 33-35, 1971.

ALVES, J. C. S., *et al.* Herdabilidade e correlações genotípicas entre caracteres de folhagem e sistema radicular em famílias de cenoura, cultivar Brasília. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 3, p. 363-367, 2006.

ANDRADE, F. F. de. **Progresso genético em duas populações derivadas de cenoura 'Brasília', melhoradas por seleção massal estratificada**. 2002. 50 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

ATHERTON, J. G.; BASHER, E. A.; BREWSTER, J. L. The effects of photoperiod on flowering in carrot. **Journal of Horticultural Science**, Headley, Ashford, v. 59, n. 2, p. 213-215, 1984.

ATHERTON, J. G.; CRAIGON, J.; BASHER, E. A. Flowering and bolting in carrot. I. Juvenility, cardinal temperatures and thermal times for vernalization. **Journal of Horticultural Science**, Headley, Ashford, v. 65, n. 4, p. 423-429, 1990.

BANGA, O. Carrot. In: SIMMONDS, N. W. (Ed.). **Evolution of crop plants**. London: Longman, 1976, p. 291-293.

BHAGCHANDANI, D. M.; CHOUDHRURY, B. Correlation and path coefficient studies in carrot. **Indian Journal of Agriculture Science**, New Delhi, v. 50, n. 9, p. 663-666, 1980.

BRAR, J. S.; SUKHIJA, B. S. Variability, heritability and genetic advance in carrot (*Daucus carota* L.). **Journal of Research Punjab Agriculture University**, Ludhiana, India, v. 17, n. 4, p. 442-443, 1980.

BRAR, J. S.; SUKHIJA, B. S. Studies on genetic parameters in carrot (*Daucus carota* L.). **Journal of Research Punjab Agriculture University**, Ludhiana, India, v. 18, n. 3, p. 287-291, 1981.

BRUNE, S.; RIBEIRO, V. Q.; BATISTA, H. M. Comportamento de cultivares de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 6, n. 1, p. 13-14, 1988.

CARDOSO, A. I. I.; DELLA VECCHIA, P. T. Considerações sobre o florescimento prematuro e suas implicações para o melhoramento de cenoura para primavera. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 13, n. 2, p. 146-149, 1995.

CARVALHO, A. M., *et al.* Produtividade, florescimento prematuro e queima-das-folhas em cenoura cultivada em sistema orgânico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 250-254, 2005a.

CARVALHO, J. O. M., *et al.* Avaliação de genótipos de cenoura na região de cerrado pré-Amazônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 2, ago., 2005b. Suplemento. 1 CD-ROM.

CASTELLANE, P. D.; CHURATA-MASCA, M. G. C.; MAKIYAMA, B. K. Produção e florescimento de cultivares de cenoura sob condições de outono-inverno em Jaboticabal (SP). **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 5, n. 1, p. 51, 1987. Resumo.

COSTA, C. P. Cenoura Nacional, um germoplasma para as condições de dias curtos nas Regiões Tropicais e Subtropicais. **Revista de Olericultura**, Santa Maria, RS, v. 14, p. 30-31, 1974.

CRAIGON, J.; ATHERTON, J. G.; BASHER, E. A. Flowering and bolting in carrot. II. Prediction in growth room, glasshouse and field environments. **Journal of Horticultural Science**, Headley, Ashford, v. 65, n. 5, p. 547-554, 1990.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística. versão Windows. Viçosa, MG: Editora UFV, 2001. 648 p.

DELLA VECCHIA, P. T.; PESSOA, H. B. S. V. Estimativas de herdabilidade para produção comercial de raízes e florescimento prematuro em duas populações de cenoura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 24.; REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE OLERICULTURA, 1., 1984, Jaboticabal, SP. **Resumos...** Jaboticabal: FCAV, 1984. p. 97.

DICKSON, M. H.; PETERSON, C. E. Hastening greenhouse seed production for carrot breeding. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 71, p. 412-415, 1958.

DICKSON, M. H.; RIEGER, B.; PETERSON, C. E. A cold unit system to evaluate bolting resistance in carrots. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 77, p. 401-405, 1961.

DOWKER, B. D.; JACKSON, J. C.; FENNELL, J. F. M. Variation studies in carrot as an aid to breeding. IV. Associations between characters. **Journal of Horticultural Science**, Headley, Ashford, v. 51, p. 245-252, 1976.

DUDLEY, J. W.; MOLL, R. H. **Interpretation and use of estimates of heritability and genetic variances in plant breeding**. Crop Science, Madison, v. 9, n. 3, p. 257-262, 1969.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412p.

ESPÍNDOLA, C. R.; TOSIN, W. A. C.; PACCOLA, A. A. Levantamento pedológico da Fazenda Experimental de São Manuel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14., 1973, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1974. p. 650-651.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG: Editora UFV, Imprensa Universitária, 1987. 279 p.

FAORO, I. D.; BECKER, W. F.; BUSATO, M. V. Comportamento de cultivares de cenoura na semeadura de setembro e outubro em Caçador-SC. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 3, n. 1, p. 68, 1985. Resumo.

FERREIRA, D. F. **Sisvar**: sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 5.0. Lavras: DEX/UFLA, 2007. 1 CD-ROM. Software estatística.

FHER, W. R. Breeding methods for cultivar development. In: WILCOX, J. R. (Ed.) **Soybeans: improvement, productions and uses**. 2<sup>nd</sup> ed. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1987. p. 249-293.

FINGER, F. L.; DIAS, D. C. F. S; PUIATTI, M. Cultura da cenoura. In: FONTES, P. C. R (Ed.) **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. p. 371-384.

FRANKLIN, D. F. **Growing carrot seed in Idaho**. Idaho: University of Idaho, 1953. 35 p. (Idaho University. Experiment Station Buletin, 294).

GARCIA, C. A. R.; BARROS, I. B. I. Competição de cultivares de cenoura no verão em Eldorado do Sul, RS. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 12, n. 1, p. 80, 1994. Resumo.

GUEDES, A. C.; NASCIMENTO, W. M.; PESSOA, H. B. S. V. Efeito do ácido giberélico no florescimento e produção de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) cv. Brasília. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 3, n. 1, p. 73, 1985. Resumo.

HILLER, L. K.; KELLY, W. C. The effect of post-vernalization temperature on the seedstalk elongation and flowering in carrots. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 104, p. 253-257, 1979.

IKUTA, H.; VENCOVSKY, R. Seleção e avaliação do formato de raiz em cenoura (*Daucus carota* L.) Kuroda Gossum. **Revista de Olericultura**, Santa Maria, RS, v. 11, p. 49-50, 1971.

KORLA, B. N.; SINGH, A. K.; RATTAN, R. S. A research note on variability studies in carrot. **Punjab Horticulture Journal**, Patiala, v. 20, n. 3-4, p. 215-217, 1980.

MAUCH, C. R.; BARROS, I. B. I.; VIEIRA, J. V. Estimativa de herdabilidade e ganho de seleção de caracteres de raiz e parte aérea de progênies de meio-irmãos de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 11, n. 1, p. 83, 1993a. Resumo.

\_\_\_\_\_. Correlações genotípica, fenotípica e de ambiente entre caracteres de raiz e parte aérea de progênies de meio-irmãos de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 11, n. 1, p. 83, 1993b. Resumo.

McCOLLUM, G. D. Greening of carrot roots (*Daucus carota* L.): estimates of heritability and correlation. **Euphytica**, Springer Netherlands, v. 20, n. 4, p. 549-560, 1971.

NASCIMENTO, W. M.; GUEDES, A. C. Efeito do tempo de frigidificação das raízes na produção e qualidade de sementes de cenoura, cv. 'Brasília'. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 6, n. 2, p. 7-9, 1988.

NASCIMENTO, W. M.; GUEDES, A. C.; PESSOA, H. B. S. V. Efeito do número de aplicações de ácido giberélico na produção de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) cv. Brasília. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 4, n. 1, p. 63, 1986. Resumo.

NASCIMENTO, W. M.; PESSOA, H. B. S. V.; MACHADO, H. R. Produção comercial de cenoura em diferentes épocas de plantio, em Brasília, 1985. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 5, n. 1, p. 67, 1987. Resumo.

NASCIMENTO, W. M.; VIEIRA, J. V. Avaliação na qualidade de sementes de cenoura cv. Brasília comercializadas em Brasília, DF. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 10, n. 1, p. 40-41, 1992.

NATARAJAN, S.; ARUMUMUGAN, R. Association analysis of yield and its components in carrot (*Daucus carota* L.). **Madras Agriculture Journal**, Coimbatore, v. 67, n. 9, p. 594-597, 1980.

NICOULAUD, B. A. L.; PORTO, M. D. M.; MATSUMURA, A. Desempenho de cultivares de cenoura durante duas épocas de produção no sul do Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 15, n. 1, p. 25-27, 1997.

NUNES, M. U. C. **Estimativa de parâmetros genéticos e de correlações de caracteres da raiz, parte aérea e semente de progênie de meios-irmãos de cenoura (*Daucus carota* L.) C.V. Brasília**. 1991. 85 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)– Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

PATERNIANI, E. **Avaliação do método de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no melhoramento do milho (*Zea mays* L.)**. 1968. 92p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)–Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1968.

PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J. B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1978. p. 202-256.

PESSOA, H. B. S.; CORDEIRO, C. M. T. Avaliação de cultivares de cenoura no outono-inverno no Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 15, n. 1, p. 72-74, 1997.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. São Paulo: Editora Nobel, 2000. 477 p.

PINTO, C. A. B. P. **Melhoramento de hortaliças**. Piracicaba: USP, ESALQ, 1977. 319 p. (Apostila).

PRASAD, A.; PRASAD, L. Genotypic and phenotypic variability in a collection of carrot varieties. **Chandra Shekhar Azad University of Agriculture and Technology, Kanpur-2**, India, p. 21-25, 1978.

RAPPAPORT, L.; BONNER, J. Interactions of gibberellin vernalization, photoperiod and temperature in the flowering of endive. **Plant Physiology**, Rockville, v. 35, p. 98-102, 1960.

REGHIN, M. Y., DUDA, C. **Efeito da época de semeadura em cultivares de cenoura**. 1999.

ROBINSON, H. F.; COMSTOCK, R. E.; HARVEY, P. H. Genotypic correlations in corn and their implications in selection. **Agronomy Journal**, Madison, v. 43, p. 282-284, 1951.

RUBATZKY, V. E.; QUIROS, C. F.; SIMON, P. W. **Carrots and related vegetable Umbelliferae**. Crop Production Science in Horticulture. CABI Publishing, CAB International, Wallingford, United Kingdom, 1999, v. 10, 294 p.

SAKR, S.; THOMPSON, H. C. Effect of temperature e photoperiod on seedstalk development in carrots. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Geneva, v. 41, p. 343-346, 1942.

SCOTT, A. J., KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Arlington, v. 30, p. 507-512, 1974.

SILVA, M. A. S. da., *et al.* Desempenho de cenoura cultivar Brasília proveniente de sementes produzidas pelo sistema agroecológico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, p. 505-507, jul. 2000. Suplemento.

SINGH, B., *et al.* Correlation studies in carrot (*Daucus carota* L.). **Progressive Agriculture**, Birmingham, v. 2, p. 84-85, 2002.

SIQUEIRA, W. J. **Seleção intrapopulacional em cenoura (*Daucus carota* L.) baseada em progênies de meios irmãos**. 1989. 163 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal/Genética Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. **Biometry**: the principles and practice of statistics in biological research. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1969. 776 p.

SONNENBERG, P. E.; MONTEIRO, M. S. R.; MARTINS, J. C. Comportamento da Tropical - novo cultivar de cenoura (*Daucus carota* L.) no final da estação chuvosa em Goiânia. **Revista de Olericultura**, Santa Maria, RS, v. 15, p. 1-4, 1975.

SONNENBERG, P. E.; MONTEIRO, M. S. R.; MARTINS, J. C. Comportamento das cultivares de cenoura (*Daucus carota* L.) ‘Tropical’, ‘Nantes’ e ‘Kuroda’, em diferentes épocas do ano. **Revista de Olericultura**, Santa Maria, RS, v. 17, p. 178-185, 1979.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. W. **Principles and procedures of statistics**. Mc Graw Hill New York: Book, 1960. 481 p.

TAGLIACOZZO, G. M. D.; VALIO, I. F. M. Efeitos de diferentes estresses sobre a floração de cenoura cvs. Nantes e Brasília. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 10, n. 2, p. 121-122, 1992.

WHITAKER, T. W., *et al.* **Carrot production in the United States Washington**. Washington, DC, USDA, 1970. 37 p. (Agriculture handbook, 375).

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho**. Piracicaba: Fundação Cargill, 1987. p. 135-214.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

VIEIRA, J. V.; DELLA VECHIA, P. T.; IKUTA, H. Cenoura 'Brasília'. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 1, n. 2, p. 42, 1983.

VIEIRA, J. V. **Herdabilidade, correlações e índice de seleção em populações de cenoura (*Daucus carota* L.)**. 1988. 86 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1988.

VIEIRA, J. V.; BOITEUX, L. S.; ARAGÃO, F. A. S. Estimativas de parâmetros genéticos relativos ao comprimento de raízes de cenoura em populações derivadas da cultivar Alvorada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 41. 2001, Brasília, DF. **Resumos...** Brasília: SOB, 2001. 1 CD-ROM.

VINCE-PRUE, D. **Photoperiodism in plants**. McGraw-Hill Book Company: Maidenhead, UK, 1975. 428p.

VIZZOTTO, V. J.; SILVA JUNIOR, A. A.; MULLER, J. J. V. Comportamento de cultivares de cenoura nas semeaduras de maio, julho e setembro no litoral Catarinense. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 4, n. 1, p. 75, 1986. Resumo.