



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS
PARA CARACTERES DE CENOURA EM SISTEMAS
DE CULTIVO AGROECOLÓGICO.**

MICHELLE SOUZA VILELA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

BRASÍLIA/DF
Março/2008

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES DE
CENOURA EM SISTEMAS DE CULTIVO AGROECOLÓGICO.**

MICHELLE SOUZA VILELA

**ORIENTADOR: JOSÉ RICARDO PEIXOTO
CO-ORIENTADOR: JAIRO VIDAL VIEIRA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PUBLICAÇÃO: 285/2008

**BRASÍLIA/DF
Março/2008**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA**

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES DE
CENOURA EM SISTEMAS DE CULTIVO AGROECOLÓGICO.**

MICHELLE SOUZA VILELA

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA À FACULDADE DE
AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA,
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS NA ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DE
DISCIPLINAS PRODUÇÃO VEGETAL.**

**JAIRO VIDAL VIEIRA, D.Sc., (EMBRAPA HORTALIÇAS)
(CO-ORIENTADOR) CPF: 167.134.606-82 e E-mail: jairo@cnph.embrapa.br**

APROVADA POR:

**JOSÉ RICARDO PEIXOTO, D.Sc., (UnB)
(ORIENTADOR) CPF: 354.356.236-34 e E-mail: peixoto@unb.br**

**ANA MARIA RESENDE JUNQUEIRA, D.Sc., (UnB)
(EXAMINADOR INTERNO) CPF: 340.665.511-49 e E-mail: anamaria@unb.br**

**GIOVANI OLEGARIO DA SILVA, D.Sc., (EMBRAPA HORTALIÇAS)
(EXAMINADOR EXTERNO) CPF: 007.101.259-17 e E-mail: olegario@
cnph.embrapa.br**

BRASÍLIA/DF, 13 de março de 2008.

FICHA CATALOGRÁFICA

Vilela, Michelle Souza.

Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres de cenoura em sistemas de cultivo agroecológico./

Michelle Souza Vilela; orientação José Ricardo Peixoto. – Brasília, DF 2008.

68 p. : il

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2008.

1. *Daucus carota* L. 2. Agroecologia 3. Herdabilidade 4. Correlações
5. Ganho genético.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

Vilela, M. S. Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres de cenoura em sistemas de cultivo agroecológico. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2008. 68 p. Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Michelle Souza Vilela

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres de cenoura em sistemas de cultivo agroecológico.

GRAU: Mestre ANO: 2008.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

Michelle Souza Vilela

CPF: 919.623.401- 63

Endereço: ADE Conj. 12 Lote 04 CEP: 71987-540 – Taguatinga-DF– Brasil

Telefone: (61) 3404-5087. /chellysv@yahoo.com.br

DEDICATÓRIA

Á Deus pela oportunidade da vida,

Ao meu pai Adailton e á minha mãe Gilva por me propiciarem a realização de mais uma conquista,

Ao meu esposo Rodrigo por todo apoio, paciência e amor durante a realização do curso de Mestrado.

Ao meu irmão Carlos Lindemberg pelo incentivo e por acreditar em minha vitória.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador Dr. Prof. José Ricardo Peixoto pelo incentivo e oportunidade da realização do curso de Mestrado,

Ao co-orientador Dr. Jairo Vidal Vieira pela dedicação, paciência e perseverança, um verdadeiro pai, no auxílio a realização de todas as etapas para a conclusão do meu curso de Mestrado,

Ao Dr. Giovani Olegário da Silva por todo apoio e ajuda durante a realização dos trabalhos,

À Embrapa Hortaliças pela cessão de laboratórios e campo experimental, permitindo a obtenção dos dados necessários para a realização da dissertação,

À Universidade de Brasília pela oportunidade de realização do Mestrado,

Aos técnicos de campo Junior e Josemar, e aos trabalhadores de campo José Martins, Antonio Bertolo e Assis da Embrapa Hortaliças, por toda ajuda e carinho na obtenção dos dados para a realização da dissertação,

Ao Celso Tomita pela cessão do campo experimental da Fundação Mokiti Okada para a instalação de ensaio,

À Massae Watanabe pela cessão da área de produção de sua propriedade no Núcleo Rural Taguatinga para a instalação de ensaio,

Aos pesquisadores da Embrapa Hortaliças: Dr. Francisco V. Resende, Dr. Valter R. de Oliveira, Dr. Leonardo S. Boiteux, Dr^a Milza M. Lana, Dr^a Ronessa, pela ajuda e incentivo,

Aos Professores da Universidade de Brasília: Ana Maria R. Junqueira e Jean Kleber, por todo apoio,

Aos amigos da Embrapa Hortaliças: Helena, Eliane Terumi, Leomara, Ângela, Carieli, Fabiola, Clodoaldo, Leonardo, por todo carinho e apoio,

Às amigas e primas Luciana, Liana, Aline, Silvana, Karina e Patrícia pelo carinho durante todo o curso de mestrado.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO GERAL	1
2	REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1.	Agroecologia	6
2.1.1.	Breve Histórico, Conceitos e Principais Escolas da Linha Agroecológica	6
2.1.2.	Principais Escolas Dentro da Agroecologia	8
2.1.3.	Certificação Orgânica	9
2.1.4.	Melhoramento Genético para Sistemas de Cultivo Agroecológico	10
2.1.5.	Melhoramento Genético para Sistemas Convencionais de Cultivo	13
3	OBJETIVO GERAL	27
3.1.	Objetivos Específicos	27
4	MATERIAL E MÉTODOS	27
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1.	Estimativas de Interação Genótipo X Ambiente para Caracteres de Cenoura, em Sistemas de Cultivo Agroecológico	31
5.2.	Estimativas de Parâmetros Genéticos para Caracteres de Cenoura, em Sistemas de Cultivo Agroecológico	35
5.2.1	Fundação Mokiti Okada – Agricultura Natural (AN)	35
5.2.2	Núcleo Rural Taguatinga – Agricultura Orgânica (AO)	40
5.3.	Correlações e Ganho Genético por Seleção para Cada Sistema de Cultivo Agroecológico	42
5.3.1.	Correlações Fenotípica (r_f) e Genotípica (r_g)	42
5.3.2.	Ganho Genético por Seleção	46
6	CONCLUSÕES	49
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
8	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	51
9	ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABELAS E FIGURAS

Tabela 1	Resultado da análise química do solo, de amostras coletadas após a colheita de ensaios de cenoura, realizados nas propriedades de cultivo agroecológico: Fundação Mokiti Okada (Agricultura Natural – AN) e Núcleo Rural Taguatinga (Agricultura Orgânica – AO). Brasília-DF, 2007.	63
Tabela 2	Resumo da análise de variância conjunta utilizando-se dados obtidos a partir de ensaios conduzidos em dois sistemas de cultivo agroecológico: Agricultura Natural – AN e Agricultura Orgânica – AO, para caracteres de planta de cenoura. Brasília, 2007.	33
Tabela 3	Resumo da análise de variância individual utilizando-se dados obtidos a partir de ensaio conduzido na Fundação Mokiti Okada – Agricultura Natural (AN), para caracteres de planta de cenoura. Brasília, 2007.	36
Tabela 4	Estimativas das variâncias fenotípica (V_f), genotípica (V_g), ambiental (V_e), herdabilidade senso amplo (h_a^2), coeficiente de variação genético (CV_g) e razão entre coeficiente de variação genético e ambiental (CV_g/CV_e), utilizando-se dados de ensaio conduzido na Fundação Mokiti Okada – Agricultura Natural (AN) para caracteres de planta de cenoura. Brasília, 2007.	37
Tabela 5	Resumo da análise de variância individual utilizando-se dados obtidos a partir de ensaio conduzido no Núcleo Rural Taguatinga – Agricultura Orgânica (AO) para caracteres de planta de cenoura. Brasília, 2007.	40
Tabela 6	Estimativas das variâncias fenotípica (V_f), genotípica (V_g), ambiental (V_e), herdabilidade senso amplo (h_a^2), coeficiente de variação genético (CV_g) e razão entre coeficiente de variação genético e ambiental (CV_g/CV_e), utilizando-se dados de ensaio conduzido no Núcleo Rural Taguatinga – Agricultura Orgânica (AO) para caracteres de planta de cenoura. Brasília, 2007.	41
Tabela 7	Estimativas de valores de correlação fenotípica entre caracteres de planta de cenoura obtidos a partir de dados de ensaios conduzidos no Núcleo Rural Taguatinga – AO (valores abaixo da diagonal) e na Fundação Mokiti Okada – AN (valores acima da diagonal e em itálico), utilizando-se de 100 famílias de meios-irmãos, pertencentes à população “0512399”, Brasília, 2007.	44
Tabela 8	Estimativas de valores de correlação genotípica entre caracteres de planta de cenoura obtidos a partir de dados de ensaios conduzidos no Núcleo Rural Taguatinga – AO (valores abaixo da diagonal) e na Fundação Mokiti Okada – AN (valores acima da diagonal e em itálico), utilizando-se de 100 famílias de meios-irmãos, pertencentes à população “0512399”, Brasília, 2007.	45

Tabela 9	Estimativa de ganho genético por ciclo (GS), com três intensidades de seleção (10%, 20%, 30%), e intervalo de valores das famílias selecionadas (IVF) para caracteres de planta de cenoura. Sistema de cultivo Agricultura Natural – AN da Fundação Mokiti Okada . Brasília, 2007.	48
Tabela 10	Estimativa de ganho por ciclo (GS), com três intensidades de seleção (10%, 20%, 30%), e intervalo de valores das famílias selecionadas (IVF) para caracteres de planta de cenoura. Sistema de cultivo Agricultura Orgânica – AO do Núcleo Rural Taguatinga. Brasília, 2007.	48
Tabela 11	Esquema de análises de variâncias e de covariâncias e as respectivas esperanças Matemáticas.	63
Tabela 12	Crescimento estimado da produção orgânica certificada brasileira, entre 1998 e 2000.	67
Tabela 13	Número de propriedades com agricultura orgânica e suas respectivas certificadoras e regiões de atuação no Brasil.	68
Figura 1	Formato de ombro (A) ligeiramente cônico; (B) arredondado; (C) plano; (D) ligeiramente côncavo.	64
Figura 2	Formato de ponta: (A) arredondado; (B) ligeiramente afilado; (C) afilado	64
Figura 3	Procedimentos realizados para coleta de dados para os dois ensaios de cultivo agroecológico. Medida de comprimento de raiz (1), Medida do diâmetro da raiz (2), Medida de massa da raiz (3), Corte na metade do comprimento da raiz (4).	65
Figura 4	Procedimentos realizados para coleta de dados para os dois ensaios de cultivo agroecológico (continuação). Medida do diâmetro do xilema (5), Medida do parâmetro de cor a* do xilema (6), Corte sentido do comprimento da raiz (7 e 8).	65
Figura 5	Procedimentos realizados para coleta de dados para os dois ensaios de cultivo agroecológico (continuação). Medida do parâmetro de cor a* do floema (9), Analisador de cor de <i>tristimulus</i> compacto Minolta CR-200b (10).	66
Figura 6	Campo experimental da Fundação Mokiti Okada. Sistema de cultivo Agricultura Natural – AN, Brasília-DF, 2007.	66
Figura 7	Campo de produtor agroecológico do Núcleo Rural Taguatinga. Sistema de cultivo Agricultura Orgânica – AO, Brasília-DF, 2007.	67

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS PARA CARACTERES DE CENOURA EM SISTEMAS DE CULTIVO AGROECOLÓGICO.

RESUMO GERAL

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de estimar parâmetros genéticos que propiciem a definição de uma estratégia de melhoramento, visando o desenvolvimento de novas cultivares de cenoura adaptadas às condições de cultivo agroecológico do Distrito Federal. Utilizou-se dados de ensaios em áreas de cultivo agroecológico (Agricultura Natural – AN e Agricultura Orgânica - AO) no Distrito Federal, avaliando-se as seguintes características: incidência de queimadas-folhas (QDF), ocorrência de rachadura (RACH), comprimento de raiz em centímetros (COMP), diâmetro da raiz em centímetros (DR), massa da raiz em gramas (MASSA), diâmetro do xilema em centímetros (DX), razão diâmetro do xilema/diâmetro da raiz (DX/DR), formato do tipo de ponta da raiz (TP), formato do tipo de ombro da raiz (TO), medida de cor do parâmetro a^* do xilema da raiz (a^*X), medida de cor do parâmetro a^* do floema da raiz (a^*F). O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 100 tratamentos (correspondentes a 100 FMI) em duas repetições. Os valores da análise de variância para interação tratamento X ambiente foram não significativos para os caracteres DR, MASSA, DX e DX/DR. Para os caracteres COMP, a^*X , a^*F , TP e TO, a interação tratamento X ambiente foi significativa pelo teste F. Os valores das análises de variância individuais, dos caracteres que apresentaram interação tratamento X ambiente significativa na análise de variância conjunta, foram significativos para os caracteres COMP, a^*X , TP, TO e QDF para o sistema de cultivo AN e COMP, a^*X , a^*F e TP para o sistema de cultivo AO. No sistema de cultivo AN, os valores das estimativas de herdabilidade (h_a^2) dos caracteres de planta COMP, a^*X , a^*F , QDF e RACH foram: 65,66; 37,05; 8,26; 39,11 e 25,52% respectivamente. A razão (CV_g/CV_e) foi menor que 1 para todos os caracteres avaliados no sistema AN. Os valores das estimativas de herdabilidade (h_a^2) no sistema AO dos caracteres COMP, a^*X e a^*F foram medianamente altos (53,00; 81,13; 49,02, respectivamente). A razão CV_g/CV_e para os caracteres a^*X e TP apresentou valores maiores do que 1 no sistema AO. No que se refere a valores

de correlação fenotípica e genotípica, observou-se que para a maioria dos caracteres, os valores de correlação genotípica foram maiores que os encontrados na correlação fenotípica. Foi possível verificar que os caracteres a^*X e a^*F correlacionaram-se entre si positivamente nos dois sistemas de cultivo agroecológico – AN e AO. Verificou-se ainda que, a partir da análise de correlação nos dois sistemas agroecológicos, quanto maior o diâmetro da raiz, menor é o valor de a^*X , ou seja, menor a quantidade de carotenóides no xilema das raízes de cenoura. As correlações fenotípica e genotípica entre os caracteres QDF e DR no sistema AN foram $r_f = 0,23$; $r_g = 0,56$, respectivamente. Além disso, observou-se que quanto maior for o comprimento das raízes, menor é a incidência de rachadura no sistema AN. As estimativas de ganho genético por ciclo para os caracteres a^*X e a^*F foram menores no sistema AN que as observadas no sistema AO. Já para o caráter COMP foram semelhantes nos dois sistemas. Em função das informações preliminares disponíveis, sugere-se a instalação de ensaios em um único local, uma vez que as características que apresentam estreita relação com produtividade de raízes (massa, diâmetro de raiz, diâmetro do xilema e relação entre diâmetro de raiz/diâmetro do xilema) evidenciaram comportamento estável dos genótipos avaliados nos diferentes sistemas. Face a baixa quantidade de inóculo de queima-das-folhas nos sistemas de produção agroecológica, sugere-se que o processo de desenvolvimento de cultivares de cenoura para uso em sistemas orgânicos deve ser conduzido inicialmente em sistemas convencionais, uma vez que nestes é possível o emprego de alternativas mais eficientes de inoculação da doença.

Palavras-chaves: *Daucus carota* L., agroecologia, herdabilidade, correlações, ganho genético.

GENETIC PARAMETERS ESTIMATE FOR CARROT CHARACTERS IN AGROECOLOGIC CULTIVATION SYSTEMS.

ABSTRACT

The aim of the present work was to estimate genetic parameters that provide the definition of a breeding strategy, looking for the development of new varieties of carrot adapted to the conditions of Distrito Federal agroecologic cultivation. Considering data from tests in areas of agroecologic cultivation (Natural Agriculture - AN and Organic Agriculture - AO) in Distrito Federal, the following characteristics were evaluated: incidence of leaf blight (QDF), incidence of root cracking (RACH), root length (COMP), root diameter (DR), root mass (MASSA), xylem diameter (DX), relation of xylem diameter / root diameter (DX/DR), format of root tip (TP), format of root shoulder (TO), measure of the color of the a* xylem parameter (a*X), measure of the color of the a* phloem parameter (a*F). Traits were evaluated in 100 half-sib progenies derived from Brasília cultivar, using a complete randomized block design. The values of the variance analysis for treatment X environment interactions were not significant to the characters DR, MASS, DX and DX/DR. For the characters COMP, a*X, a*F, TP and TO, the treatment X environment interaction was significant by test F. The values of the individual variance analyses, for the characters that showed significant interaction in treatment X environment variance analysis, presented significant effect for the characters COMP, a*X, TP, TO, QDF for AN system and COMP, a*X, a*F, TP for AO system. In AN system, the values of the heritability estimates (h_a^2) for plant characters COMP, a*X, a*F, QDF, RACH were: 65.66, 37.05, 8.26, 39.11, 25.52%, respectively. The reason (CV_g / CV_e) was less than 1 for all characters evaluated in AN system. The values of the heritability estimates (h_a^2) for AO system of the characters COMP, a*X and a*F were 53.00, 81.13 and 49.02%, respectively. The reason (CV_g / CV_e) for the characters a*X and TP showed values greater than 1 in AO system. About phenotypic and genotypic values of correlations, it was observed that for most characters, the values of genotypic correlation were higher than those found in phenotypic correlation. It was possible to verify that the characters a*X and a*F correlated positively with each other in the two agroecologic cropping systems – AN and AO. It was also found that the

value of a^*X is lower when root diameter is larger, and because of this, larger root diameters gives less amount of carotene in the xylem of carrot roots. The phenotypic and genotypic correlations between the characters DR and QDF in AN system were $r_f = 0,23$; $r_g = 0,56$, respectively. Moreover, it was observed that the incidence of root crack is lower when root length is higher. Estimates of genetic gain per cycle for the characters a^*X and a^*F were lower in AN system than the estimates observed in AO system. Estimates of genetic gain obtained in both agroecology cropping systems for the character COMP were similar. In accordance with preliminary information available, is suggested the installation of essays in one place only, since the characteristics which have close relation with root productivity (mass, root diameter, xylem diameter and the relation of xylem diameter / root diameter), showed stable performance of the genotypes evaluated in the different systems. In accordance with these results, is suggested that the process of carrot breeding for leaf blight in organic systems should be made in conventional systems in which strategies to maximize the efficiency of the selection process can be used.

Keywords: *Daucus carota*, agroecology, heritability, correlations, genetic gain

1. INTRODUÇÃO GERAL

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma hortaliça da família *Apiaceae*, do grupo das raízes tuberosas, cujo centro de origem é a região do Himalaia, hoje Afeganistão (Rubatzky *et al.*, 1999). Esta espécie está entre as dez hortaliças mais importantes em termos mundiais, seja considerando-se a área de plantio ou o valor da produção (Rubatzky *et al.*, 1999; Simon, 2000; Vilela, 2004). Em 2005, a produção mundial aproximou-se de 24 milhões de toneladas ocupando uma área de aproximadamente 1,1 milhão de hectares. O valor do mercado global de sementes de cenoura é estimado em 100 milhões de dólares anualmente, muito embora, esta estimativa apresente baixa confiabilidade face à deficiência de informações (Simon, 2000). Acredita-se que o valor real seja muito superior a esta estimativa.

No Brasil a área plantada em 2005 foi de 26 mil hectares, com produtividade de 29,45 toneladas de raízes por hectare (FAO – FAOSTAT, 2006). Os principais municípios produtores são: Carandaí, Santa Juliana e São Gotardo (Minas Gerais); Piedade, Ibiúna e Mogi das Cruzes (São Paulo); Marilândia (Paraná); Lapão e Irecê (Bahia).

Vale ressaltar que o desenvolvimento de cultivares adaptadas para cultivo, seja no inverno ou no período de verão, nos diferentes continentes, tem propiciado a disponibilidade de produtos de cenoura durante todo o ano com preços relativamente estáveis para os consumidores (Simon, 2000). Este fato tem sido constatado no Brasil, onde o desenvolvimento de cultivares de cenoura tolerantes ao calor e com resistência às principais doenças de folhagem e com melhor qualidade de raiz, têm permitido a expansão das áreas de cultivo para as regiões Nordeste e Centro Oeste do país, com realização de plantio e colheita durante todo o ano nestas regiões (Alves, 2004).

Atualmente, é crescente junto aos consumidores do país e do mundo, um aumento da demanda por melhor qualidade das raízes de cenoura associado à utilização de cultivares com boa sustentabilidade de cultivo, na busca por uma alimentação mais saudável e produtos com boa qualidade visual e nutricional e livre de resíduos de agrotóxicos. Tem-se constatado ainda, um crescente interesse por grupos de consumidores no consumo de alguns tipos de

carotenóides (abundantes em raízes de cenoura) associados à redução de riscos de ocorrência de algumas enfermidades que afetam o homem.

Em decorrência dessas demandas, em especial pelo interesse em produtos com baixo nível de resíduos de agrotóxicos e produção menos agressiva ao meio ambiente, a agricultura orgânica e suas derivações tem tido um crescimento acelerado em todo o mundo, apesar da inexistência de dados consolidados sobre o volume e o valor de produtos orgânicos comercializados no mundo até o início de 2002 (Ormond *et al.*, 2002). Assim o é, que o número de hectares conduzidos organicamente no Brasil, que correspondia a 0,63% da área total cultivada organicamente no mundo em 2000 (15,8 milhões de hectares), aumentou para cerca de 3,03% em 2004, quando a área mundial passou para 26,4 milhões de hectares (Dulley, 2005). No Brasil, estima-se que este mercado movimentava mais de US\$ 250 milhões por ano, sendo que desde 1990 vem crescendo a taxas de 10% ao ano (Penteado, 2000). No Distrito Federal, após a implantação em 2000 de um programa específico para desenvolvimento da agricultura orgânica contemplando as áreas de crédito, produção, difusão e comercialização, as atividades de cultivo agroecológico tiveram expressivo crescimento, com aumento de oferta de produtos orgânicos da ordem de 300% no período de 2000-2001 (Valle, 2001). Apesar dessas taxas de crescimento, no caso específico de cenoura, a produção de raízes comerciais oriundas de sistemas orgânicos representa menos de 2% da produção total de cenoura produzida utilizando-se de sistemas convencionais de cultivo (Vieira *et al.*, 2007).

Vale comentar também, que muito embora os alimentos orgânicos tenham assumido um papel importante na mídia internacional, sobretudo por representarem a antítese aos alimentos geneticamente modificados e àqueles produzidos com o emprego de agrotóxicos, este tipo de produto representa nos dias atuais uma pequena parte do mercado de alimentos, caracterizada principalmente por consumidores de maior poder aquisitivo e de maior grau de instrução (Souza, 2006).

Adicionalmente, problemas como: a menor produtividade do sistema agroecológico comparativamente ao sistema convencional, a reduzida disponibilidade de informações tecnológicas sobre os sistemas de produção orgânica e a carência de informações com base científica que possibilitem aumentar a compreensão desses, entre outros fatores, dificultam o

desenvolvimento de um sistema orgânico realmente sustentável e competitivo (Pereira, 2001). Segundo Souza (2001) o atraso tecnológico do setor é decorrente da falta de investimento das Empresas oficiais de pesquisa e Universidades do Brasil na área de orgânicos.

Desta forma, é notório que a competitividade e a sustentabilidade das unidades de produção orgânica ainda depende grandemente da geração de conhecimentos e tecnologias que possibilitem a obtenção de maiores produtividades e melhor qualidade de produto com conseqüente redução do preço ao consumidor final. Segundo Wolfe (2003), “as atividades em melhoramento genético realizadas na metade do ultimo século privilegiaram a seleção de variedades produtivas adaptadas a sistemas agrícolas preferencialmente industrializados, sem priorizar a seleção de caracteres relacionados à sustentabilidade de cultivo. Com isso, as cultivares para uso em sistemas convencionais de produção, são passíveis de serem utilizadas em sistemas ecológicos, mas com ganhos limitados. Este fato, aparentemente decorre da não inclusão durante o processo de seleção, daqueles caracteres ou fatores que são importantes para o desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições de cultivo em sistemas ecológicos”. Assim, apesar da maioria das unidades de produção de cenoura cultivadas em sistema orgânico no Brasil utilizarem-se de cultivares nacionais desenvolvidas para sistemas convencionais, acredita-se que a geração de novas cultivares específicas para cultivo orgânico, pode propiciar ganhos significativos na qualidade do produto final com benefícios para todos os envolvidos no agronegócio de cenoura no país.

Lammerts Van Bueren *et al.* (2007), constataram que “as principais diferenças que devem ser observadas no processo de melhoramento para sistemas de cultivo orgânico e convencional, estão relacionadas à forma de manejo do solo (fertilidade), manejo de doenças (com agentes químicos) e também práticas de rotação de culturas. Esses fatores, se não considerados durante o processo de melhoramento em sistemas convencionais, visando uma possível utilização das cultivares resultantes em sistemas orgânicos, podem proporcionar diferenças no fenótipo (desempenho) dessas cultivares”. Assim o é, que segundo Spanakakis, A. citado por Wolfe (2003), cultivares de trigo melhoradas em sistemas que utilizam pequenas quantidades de fertilizantes químicos, apresentaram melhor performance no sistema orgânico

comparativamente àquelas melhoradas para uso em sistemas convencionais, utilizando-se de quantidades normais de fertilizantes químicos.

No Brasil, o melhoramento genético visando o desenvolvimento de cultivares de cenoura adaptados para cultivo em sistemas agroecológicos é incipiente. A grande maioria dos trabalhos de pesquisa até agora realizados estão direcionados para a validação de cultivares desenvolvidas primariamente para sistemas convencionais, em condições de cultivo orgânico (Saminez *et al.*, 2002; Resende *et al.*, 2005).

Neste contexto, considerando-se a diversidade de ambientes onde se cultiva cenoura no Brasil, e adicionalmente as diferentes linhas do pensamento agroecológico para produção orgânica, o desenvolvimento, por Instituições Públicas de Pesquisa, de cultivares e/ou tecnologias adaptadas aos diferentes sistemas de cultivo orgânico, é um processo difícil, que exige a definição de estratégias que minimizem os custos, maximizem a eficiência do processo e propiciem maior visibilidade no direcionamento das atividades de pesquisa em favor da maioria dos consumidores. Assim, estudos relativos à obtenção de estimativas de herdabilidade, correlações, ganho genético e interação dos genótipos com o meio ambiente para os principais caracteres de interesse tornam-se indispensáveis durante o processo de melhoramento para sistemas orgânicos. Segundo Cruz & Regazzi (2001), “a avaliação da interação genótipos x ambientes é fundamental, pois, no caso da sua existência, há possibilidades de o melhor genótipo em um ambiente não o ser em um outro. Este fato influencia o ganho de seleção e dificulta a recomendação de cultivares com ampla estabilidade”. Com isso, para selecionar um indivíduo particular ou uma população, é preciso estar atento com a performance destes em vários ambientes (Wolfe, 2003).

Considerando-se que segundo Lammerts Van Bueren *et al.* (1999), “o melhoramento genético para cultivo orgânico deve ser feito para cada local ou região, em função de sistemas de produção muito diversos”, a implantação de programas de melhoramento de cenoura por instituições de pesquisa públicas, objetivando o desenvolvimento de cultivares adaptadas para cada sistema orgânico, torna-se um processo dispendioso. Além disso, a adoção desta estratégia pelo setor público de pesquisa da área de melhoramento, levaria ao desenvolvimento de cultivares que iriam contribuir para a manutenção de nichos

de mercado em detrimento dos interesses da maioria dos consumidores. Assim o é, que na Alemanha esta estratégia de melhoramento tem sido preterida em decorrência dos altos custos envolvidos no desenvolvimento de novas cultivares (Lammerts Van Bueren, 2007).

O presente trabalho objetivou a obtenção de estimativas de parâmetros genéticos, bem como a avaliação da significância de estimativas de interação genótipo X ambiente para caracteres de cenoura, visando a definição de uma melhor estratégia de melhoramento a ser adotada no desenvolvimento de novas cultivares de cenoura adaptadas às condições de cultivo agroecológico do Distrito Federal, utilizando-se de informações oriundas da avaliação de uma população de cenoura do grupo Brasília, em dois sistemas agroecológicos de produção adotados na região, a saber: Agricultura Natural (AN) instalado no Campo Experimental da Fundação Mokiti Okada e Agricultura Orgânica (AO) instalado em área de produtor orgânico do Núcleo Rural Taguatinga.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Agroecologia

2.1.1. Breve Histórico, Conceitos e Principais Escolas da Linha Agroecológica

Segundo Ehlers (1996), a agricultura orgânica surgiu na Índia, no período de 1925 a 1930, a partir de trabalhos realizados sobre compostagem e adubação orgânica, como uma alternativa de agricultura mais sustentável.

No início da década de 1970, foi criada a International Federation on Organic Agriculture (IFOAM) em Versalhes/França, congregando cerca de 400 entidades “agroambientalistas” o que possibilitou maior visibilidade ao movimento de agricultura alternativa (Agroecológica) face ao seu posicionamento contrário ao padrão produtivo agrícola convencional (Ehlers, 2000).

No Brasil, após o lançamento do "Manifesto ecológico brasileiro: fim do futuro?" por Lutzenberger em 1976, cujo conteúdo sugeria uma agricultura mais ecológica, profissionais e pesquisadores das ciências agrárias, produtores e a opinião pública em geral acabaram sendo influenciados de alguma forma pelo documento.

Com a Conferência Mundial da ECO92, no Rio de Janeiro – Brasil, 1992, surgiu o conceito de sustentabilidade, o qual ressaltou a importância de conciliar ou reconciliar o desenvolvimento econômico e o meio ambiente, integrando a problemática ambiental ao campo da economia. Foi a partir dos anos 90 que surgiram os processos de certificação ambiental dos produtos agrícolas - os "selos verdes" (Ormond *et al.*, 2002).

A partir de 1999, com a mobilização das Organizações Não Governamentais - ONGs brasileiras, foi publicada a Instrução Normativa 007/99, primeira tentativa no sentido de estabelecer diretrizes e organizar a produção orgânica no Brasil. Esta propiciou, entre outras novidades, a criação de um Órgão Colegiado Nacional e dos respectivos órgãos estaduais, responsáveis pela implementação da Instrução Normativa e fiscalização das certificadoras e a exigência de que a certificação seja conduzida por entidades nacionais e sem fins lucrativos (Brasil, 1999). Em dezembro de 2003, foi sancionada a Lei nº 10.831, que “dispõe sobre a

agricultura orgânica e dá outras providências” (Brasil, 2003). Posteriormente, em 28/12/2007, foi publicado o Decreto n°. 6.323, que regulamenta a Lei n°. 10.831. Entre as novas regras contidas no Decreto n°. 6.323, ressalta-se a que permite também a produção paralela, na mesma propriedade, de produtos orgânicos e não-orgânicos, desde que haja uma separação do processo produtivo, e não haja contato com materiais e substâncias cujo uso não seja autorizado para a agricultura orgânica. Os agricultores familiares também passam a receber autorização para a venda direta ao consumidor, desde que tenham cadastro junto ao órgão fiscalizador (Brasil, 2007).

No que se refere a conceitos, vale mencionar que conforme projeto de lei n° 659-A, de 1999, artigos 1° e 2°, o termo “Agricultura Orgânica” pode ser definido como um sistema de produção em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, tendo como objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, o aumento dos benefícios sociais, a diminuição ou eliminação da dependência de energia não renovável e de insumos sintéticos e a proteção do meio ambiente. Isso vai assegurar, principalmente, a oferta de produtos saudáveis, a preservação da diversidade biológica dos ecossistemas naturais, a conservação do solo e da água, a manutenção ou melhoria da qualidade do solo e ainda a reciclagem de resíduos de origem orgânica para o solo. Com isso, um produto só pode ser considerado orgânico, seja ele *in natura* ou processado, se for obtido em sistema orgânico de produção agropecuária, devidamente certificado e rotulado (Penteado, 2000). Contudo, segundo Souza (2006) “a agricultura orgânica é freqüentemente entendida como a agricultura que não utiliza produtos químicos. Há quem acredite que ela representa um retrocesso a práticas antieconômicas de décadas passadas e à produção de subsistência de pequena escala. Entretanto, pode-se dizer que os métodos alternativos de agricultura são métodos modernos, desenvolvidos em sofisticados e complexos sistemas de técnicas agronômicas, cujo objetivo principal é a exploração econômica por longo prazo, mantendo o agroecossistema estável e auto-sustentável”.

2.1.2. Principais Escolas dentro da Agroecologia

Considerando-se que a agroecologia representa um conjunto de técnicas e conceitos que visam a produção de alimentos mais saudáveis e naturais as linhas agroecológicas mais relevantes são: Agricultura Biodinâmica, Agricultura orgânica, Agricultura Natural, Agricultura Biológica, Agricultura Ecológica e a Permacultura (Souza, 2006).

A Agricultura Biodinâmica teve seu início na Polônia, na década de 1920, pelo filósofo Rudolf Steiner. Ele formulou uma nova filosofia, que pretendia captar através de métodos experimentais, fatos supra-sensoriais, ou elementos de natureza espiritual que estão além da matéria (Planeta orgânico, 2006). As técnicas utilizadas na agricultura por esse movimento são bem parecidas com as utilizadas na Agricultura Orgânica, porém utilizam preparados biodinâmicos e adotam um calendário agrícola que se baseia no movimento da lua ao redor da terra (Souza, 2006).

A Agricultura Orgânica foi fundada em 1931 na Índia, por Sir Albert Howard e por Lady Eve Balfour. A principal característica deste movimento é o processo 'Indore' de compostagem, que se caracteriza por uma compostagem em pilhas ou leiras a céu aberto, as quais são removidas por processo manual. Howard admite que "a verdadeira fertilidade dos solos deve estar assentada sobre um amplo suprimento de matéria orgânica e principalmente na manutenção de elevados níveis de húmus no solo". O uso de plantas de raízes profundas é ainda recomendado por serem capazes de explorar as reservas minerais dos solos (Souza, 2006).

A Agricultura Natural surgiu no Japão em 1935 e seu fundador foi Mokiti Okada. Ele propôs um sistema da produção agrícola que tomasse a natureza como modelo (Planeta orgânico, 2006). Nesse sistema o solo não deve ser movimentado, todos os restos culturais e palhadas devem ser reciclados e não se deve utilizar esterco animal nos compostos. Atualmente, utiliza-se também microrganismos efetivos (EM), que servem para prevenção de problemas fitossanitários ou na inoculação do composto orgânico que será utilizado na propriedade (Souza, 2006).

A Agricultura Biológica ou Agrobiológica surgiu na década de 1960, na França, fundada por Claude Albert. Essa linha de agricultura recomenda o uso de

rochas moídas como fertilizantes e adota a posição de que o equilíbrio nutricional ou desequilíbrio provocado por agroquímicos (Teoria da trofobiose) determina a resistência das plantas ao ataque de predadores e patógenos e a sua saúde e vigor (Souza, 2006).

Na década de 1970 surgiu nos Estados Unidos a Agricultura Ecológica ou Agroecológica. William Albrecht, Stuart Hill e Fritz Schumacher foram os iniciadores desse movimento. Miguel Altieri foi outro sucessor desse movimento e ele define Agroecologia como um movimento que incorpora idéias ambientais e sociais na agricultura, preocupando-se não somente com a produção, mas também com a “ecologia” do sistema de produção, visando um sistema agrícola diversificado e potencialmente resistente (Souza, 2006).

A Permacultura iniciou-se na Austrália por volta de 1975/76 com as idéias de Bill Mollison. Nesta corrente se procura praticar uma agricultura da forma mais integrada possível com o ambiente natural. Defende a manutenção de sistemas que buscam integrar lavouras, com espécies florestais e pastagens e outros espaços para os animais, considerando os aspectos paisagísticos e energéticos, na elaboração e manutenção destes policultivos (Planeta orgânico, 2006). Não utiliza adubação mineral e nem composto (Souza, 2006).

Ainda existem outras escolas, as quais derivam dos movimentos anteriores e que tem menor abrangência, tais como, Método Lemaire-Boucher, Método, Jean, entre outros (Souza, 2006).

2.1.3. Certificação Orgânica

No Brasil, as regras e parâmetros para produção de orgânicos são estabelecidas pelo Colegiado Nacional para a Produção orgânica – CNPOrg. Esse órgão foi criado pela Instrução Normativa nº 007, de 17 de maio de 1999 e é vinculado à Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e tem como objetivo principal, assessorar e acompanhar a implementação de normas para produção de produtos vegetais e animais. Assim, podem avaliar e emitir parecer conclusivo sobre os processos de credenciamento de entidades certificadoras e fornecer subsídios a atividades e projetos para o desenvolvimento do setor (Souza, 2006).

Para garantir a qualidade e veracidade dos produtos orgânicos existem as entidades certificadoras, e estas atribuem aos produtos, processos e serviços suas marcas. As instituições de certificação são encontradas em quase todos os países. A IFOAM agrupa quase 750 associações em mais de 100 países, o que evidencia o crescimento da agricultura orgânica no mundo. Segundo Souza (2006), a certificação de produtos orgânicos no Brasil é feita por 19 certificadoras, sendo 12 nacionais e 7 estrangeiras. No entanto, segundo dados apresentados por Pimenta (2008), a certificação orgânica atualmente é realizada por um número maior de entidades certificadoras (Tabela 13).

2.1.4. Melhoramento Genético para Sistemas de Cultivo Agroecológico

O emprego do melhoramento genético visando o desenvolvimento de cultivares adaptadas especificamente para sistemas de cultivo agroecológico ainda é incipiente. Apesar do crescente interesse de pesquisadores e Instituições de Pesquisa de diferentes regiões do mundo (Louis Bolk Institute/Holanda; European Consortium for Organic Plant Breeding-ECO/PB; Danish Research Center for Organic Farming- DARCOF/Dinamarca; IFOAM) os resultados obtidos até o momento estão restritos à criação de normas específicas e relatórios técnicos com diretrizes sobre melhoramento genético sustentável. Em face dessas normas, o emprego em sistemas orgânicos de cultivares melhoradas para uso em sistemas convencionais, tem sido considerado um problema, uma vez que estas cultivares foram desenvolvidas utilizando-se de práticas divergentes, o que dificulta a manifestação de todo potencial genético destas sob condições de cultivo orgânico.

Segundo Lammerts Van Bueren *et al.* (1999) “a produção orgânica segue três critérios básicos: ciclos de produção próximos, regulação natural própria e agro-biodiversidade. As atividades de melhoramento genético devem incluir ainda, além desses três critérios, a habilidade natural de reprodução, habilidade de adaptação independente ao ambiente e a diversidade genética de cada planta com respeito a características próprias de cada espécie. Existem ainda, os critérios relacionados ao nível sócio econômico: interação entre fazendeiros, comércio, indústria e melhoristas, regulações incorporando princípios orgânicos e diversidade cultural, os quais devem ser considerados”.

Similarmente, Melo (2007) afirma que o melhoramento de hortaliças nos sistemas orgânicos pode ser definido como sendo o desenvolvimento de cultivares de hortaliças aptas a completar um ciclo de (re)produção num sistema orgânico de forma sustentável, econômica, social e ambientalmente, sendo que durante o processo de melhoramento ou de desenvolvimento de cultivares, torna-se necessário a utilização de métodos que respeitam a integridade das plantas. Lammerts Van Bueren *et al.* (2007) constataram também que “as principais diferenças que devem ser observadas no processo de melhoramento para sistemas de cultivo orgânico e convencional, estão relacionadas à forma de manejo do solo (fertilidade), manejo de doenças (com agentes químicos) e também às práticas de rotação de culturas. Esses fatores, se não considerados durante o processo de melhoramento em sistemas convencionais visando uma possível utilização das cultivares resultantes em sistemas orgânicos, podem proporcionar diferenças no fenótipo (desempenho) dessas cultivares”.

Atualmente, a maioria das atividades de melhoramento genético visando o desenvolvimento de cultivares adaptadas para uso em sistemas agroecológicos estão restritas à validação de cultivares desenvolvidas para uso em sistemas de cultivo convencional. Segundo Wolfe (2003), embora neste processo de validação o ganho de biomassa e a época de colheita estejam em concordância com as diretrizes do cultivo orgânico, outras características apresentam limitações no seu potencial, o que dificulta o atingimento da mesma performance destas quando utilizadas no sistema de cultivo convencional. Por outro lado, segundo Oliveira *et al.* (2002), num experimento realizado no Distrito Federal com o objetivo de avaliar a performance de algumas cultivares e populações de cenoura, desenvolvidas primariamente para uso em sistemas convencionais, sob condições de cultivo orgânico, verificaram que algumas populações foram significativamente superiores comparativamente à testemunha, para as características de produção total e comercial, descarte de raízes não comerciais e índice de florescimento. Segundo Spanakakis, A., citado por Wolfe (2003), entre as características que apresentam performance inferior, quando cultivares desenvolvidas para sistema de cultivo convencional são utilizadas no sistema orgânico, estão aquelas relacionadas à nutrição da planta. Cultivares de trigo melhoradas em sistemas que utilizam pequenas quantidades de fertilizantes químicos apresentaram melhor performance no sistema orgânico

comparativamente àquelas melhoradas para uso em sistemas convencionais, utilizando-se de quantidades normais de fertilizantes químicos. A resistência a doenças e pragas é outra característica que mostra-se diferente. Produtores orgânicos afirmam que o potencial de doenças em sistemas orgânicos parece ser menor que o observado em sistemas convencionais. Isso pode acontecer pelo fato que plantas cultivadas em sistemas convencionais apresentam maior quantidade de nitrogênio em seus tecidos, e também pela quantidade de substâncias fenólicas que parecem ser menores à medida que aumenta a quantidade de nitrogênio nas plantas. Além dessas características, a competição entre plantas invasoras e a qualidade das plantas também sofrem influência quando melhoradas em cultivo convencional e são utilizadas em sistemas orgânicos (Wolfe, 2003). Vale comentar que algumas práticas culturais, seja no sistema de cultivo orgânico ou convencional, afetam significativamente a ocorrência de doenças foliares em cenoura. No sistema convencional, quando as raízes de cenoura atingem o ponto de colheita ou tamanho adequado para mercado, estas são colhidas de uma só vez, via arranquio manual ou por um processo semi-mecanizado de arranquio utilizando-se de uma lâmina acoplada ao sistema hidráulico do trator, e em seguida faz-se a separação manual da parte aérea das plantas, que é normalmente deixada no campo para posterior incorporação. As raízes colhidas são posteriormente lavadas, classificadas e acondicionadas em embalagens (caixas diversas e sacos) para comercialização (Vasconcelos *et al.*, 1999). Na região Nordeste do Brasil, diferentemente das demais regiões de produção, os restos foliares de cenoura após serem destacados das raízes durante a colheita, são retirados do campo e utilizados na alimentação de animais domésticos (Vieira *et al.*, 2007).

Em sistemas orgânicos, a colheita é manual, e pode ser feita numa única vez ou de forma parcelada, prolongando-se por 15 a 30 dias (Souza, 2006). O parcelamento da colheita é decorrência da menor demanda do mercado orgânico comparativamente ao tamanho da demanda do sistema convencional, tornando necessário a colheita de raízes na quantidade certa que poderá ser comercializada num determinado período. Outra diferença no processo de colheita decorre do fato que no mercado orgânico as raízes de cenoura podem ser comercializadas em embalagens apropriadas ou pode-se proceder a venda da planta inteira (raízes e parte aérea), na forma de maços, já que as folhas são ricas

em nutrientes e existem consumidores que apreciam seu consumo (Souza, 2006). Além disso, as folhas destacadas das raízes decorrentes da presença de algum tipo de doença foliar, em geral, são utilizadas nas propriedades de cultivo orgânico na produção de compostos, dependendo da certificadora.

Esse tipo de comercialização em maço, associado a outras práticas culturais (rotação de culturas) segundo Vieira *et al.* (2007), pode contribuir para a diminuição da ocorrência de doenças no campo, uma vez que a principal fonte de inóculo não permanecerá no campo como restos culturais.

O processo de produção de sementes é outro fator relevante a ser considerado para o estabelecimento de programas de melhoramento genético de espécies para sistemas orgânicos. Economicamente, é um grande problema, face ao pequeno volume de sementes com potencial de ser comercializado neste tipo de mercado, o que vincula este processo ao atendimento de nichos de mercado. Adicionalmente, ocorrem problemas decorrentes da produção de sementes orgânicas, relacionados à necessidade de garantir a não contaminação das sementes produzidas, por agentes fitopatogênicos que sejam transmitidos via sementes, uma vez que não é permitido nenhum tratamento químico para prevenir a disseminação de doenças. Este fato foi enfatizado por Driessen *et al.* (2003), em um projeto que objetivou o desenvolvimento de estratégias para obtenção de produções saudáveis e seguras de cenoura orgânica por meio do desenvolvimento de métodos de detecção, identificando os riscos de micotoxinas na cadeia produtiva por *Alternaria ssp.*

Na literatura internacional, não foram encontradas citações sobre o melhoramento de cenoura propriamente dito, visando o desenvolvimento de cultivares específicas para cultivo em sistemas orgânicos.

2.1.5. Melhoramento Genético para Sistemas Convencionais de Cultivo

Quanto ao melhoramento de cenoura visando o desenvolvimento de cultivares para uso em sistemas convencionais, diversas instituições no mundo desenvolvem programas de melhoramento, que têm propiciado a obtenção de diferentes tipos de cultivares para atendimento às demandas da sociedade (Vieira *et al.*, 2007). No Brasil, a preferência dos consumidores é por cenouras que apresentem formato cilíndrico, lisas, sem a presença de raízes laterais, bem

desenvolvidas, com diâmetro de 3,5 cm e comprimento de 15-20 cm, coloração alaranjada intensa, sem ombro com pigmentação verde ou roxa na parte superior das raízes (Vieira & Pessoa, 1997). Entretanto, para o desenvolvimento de cultivares com estas características de raiz aliadas a uma melhor qualidade visual e nutricional, e com sustentabilidade de cultivo às nossas condições edafoclimáticas, necessário se faz o emprego de métodos e estratégias de melhoramento que maximizem a eficiência do processo, utilizando-se de estimativas de parâmetros genéticos confiáveis relacionados com as populações em desenvolvimento.

Considerando-se que a estimativa de parâmetros genéticos torna possível conhecer a estrutura genética das populações, isso torna-se essencial para seleção dos genótipos que se destacaram como sendo os melhores. Além disso, estimar os parâmetros genéticos de uma população nos permite escolher qual é o método de melhoramento mais conveniente para cada caso.

A herdabilidade é uma das mais importantes propriedades de um caráter métrico. Somente o valor fenotípico do indivíduo pode ser medido diretamente, mas é o valor genético que determina a sua influência na próxima geração. Com isso, quando o melhorista escolhe os indivíduos para serem pais, levando em conta os seus valores fenotípicos, seu sucesso na alteração das características da população pode ser predito somente com o conhecimento do grau de correspondência entre o valor fenotípico e valor genético. A herdabilidade mede este grau de correspondência, e valores altos deste parâmetro indicam que métodos de seleção simples como seleção massal podem levar a ganhos consideráveis, considerando que o ambiente apresenta pouca influência (Falconer, 1981). Além disso, é importante compreender que “a herdabilidade é uma propriedade não somente do caráter, mas também da população e das circunstâncias de ambiente às quais os indivíduos estão sujeitos. Uma vez que o valor da herdabilidade depende da magnitude de todos os componentes de variância, uma alteração em qualquer um deles afetará o valor da herdabilidade” (Falconer, 1981).

Segundo Ramalho (2000), existem dois tipos de herdabilidade: a herdabilidade de sentido amplo que envolve toda variância genotípica e a restrita que envolve somente a variância genética aditiva. Esta última é sempre mais importante para o melhorista.

Quanto a correlações, segundo Falconer (1981) existem duas causas de correlação entre caracteres: a genética e o ambiente. A principal causa de correlação genética é o pleiotropismo, que ocorre quando um gene influi em dois ou mais caracteres, de modo que, se o gene estiver segregando, causará variação simultânea nesses dois caracteres. Em geral, utiliza-se a correlação genotípica, pois esta encerra uma associação de caracteres herdáveis (Robinson *et al.*, 1951).

A correlação também se destaca como uma medida importante para o estabelecimento de estratégias de melhoramento genético mais eficientes, por indicar a influência que um caráter pode ter sobre outro. Esse parâmetro tenta explicar a variação de duas variáveis de forma conjunta, ou seja, mede o grau de associação de duas variáveis. Quando uma variável está correlacionada com outra, a variação de uma é acompanhada com a variação da outra (Ramalho, 2004). Segundo Carvalho *et al.* (2004), os coeficientes de correlação (r) podem ser classificados em função da magnitude dos seus valores, a saber: $r = 0$ (nula); $0 < |r| \leq 0,30$ (fraca); $0,30 < |r| \leq 0,60$ (média); $0,60 < |r| \leq 0,90$ (forte); $0,90 < |r| \leq 1$ (fortíssima) e $|r| = 1$ (perfeita). Com a correlação entre caracteres é possível fazer seleção indireta para um caráter desejado. Muitas vezes pode-se obter um progresso mais rápido do que na seleção direta. Entretanto, quando duas características são correlacionadas positivamente e com alto grau de associação, sendo uma delas indesejável, o melhorista encontra dificuldades. Isso também ocorre quando as duas características são desejáveis, mas apresentam correlações negativas com alto valor (Falconer, 1981).

Outro parâmetro genético importante em programas de melhoramento genético consiste na obtenção de estimativas de ganho genético para caracteres específicos ou grupo de caracteres. Quando diferentes critérios de seleção são considerados, a predição de ganhos referentes a cada critério tem grande importância, pois orienta os melhoristas sobre como utilizar o material genético disponível da melhor maneira possível, visando a obtenção de ganhos máximos para as características de interesse (Paula *et al.*, 2002). O ganho genético por seleção depende da magnitude dos valores de herdabilidade. Para que a seleção de indivíduos superiores geneticamente seja eficiente, é necessário que haja variação fenotípica suficiente na população original e os valores de herdabilidade

sejam altos, ou seja, a variação genotípica deve expressar o resultado da ação dos genes (Bueno, 2006).

Com relação às doenças foliares que ocorrem na cultura da cenoura, a queima-das-folhas é a mais importante (Filgueira *et al.*, 2003). Essa doença é causada por um complexo fungibacteriológico formado por dois fungos: *Alternaria dauci* (Kuhn) Groves e Skolko e *Cercospora carotae* (Pass) Solheim e por uma bactéria, *Xanthomonas campestris* pv. *carotae* (Kendrick) Dye. Esses patógenos causam sintomas similares e podem ocorrer ao mesmo tempo na planta (Reifschneider, 1980; Reifschneider *et al.*, 1984 citados por Lopes, 2000). Entretanto, a infestação por *Cercospora carotae* geralmente acontece antes da causada por *Alternaria dauci*. Os sintomas foliares são parecidos com os de *Alternaria dauci*, porém as lesões são maiores e mais distintas (Rubatzky, 1999).

A queima-das-folhas causada por bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *carotae* é uma doença particularmente importante em áreas onde há grande volume de chuva distribuído ao longo do ciclo da cultura ou quando a irrigação é por aspersão (Gilbertson, 2002).

Esses patógenos podem ser mais expressivos em alguns cultivares do que em outros e também podem ser encontrados com maior ou menor frequência em diferentes locais (Reifschneider, 1980). Não há registro na literatura de cultivares de cenoura com comportamento diferenciado quanto à incidência de *Xanthomonas carotae*.

Lopes *et al.* (2000) avaliaram o comportamento de 13 genótipos de cenoura durante o período de verão em 1997 e 1998, em seis localidades do Distrito Federal, e constataram a predominância de *Alternaria dauci* (Ad) em quatro locais, sendo que este fungo o patógeno mais freqüente, com presença em todas as localidades. Em três dos seis locais observou-se a presença de *Cercospora carotae* (Cc), prevalecendo em um deles. Em todas as localidades a bactéria *Xanthomonas campestris* pv. *carotae* foi encontrada, mas com intensidade sempre menor do que os dois fungos, quando estes estavam também presentes. Foi verificado que Cc prevaleceu sobre Ad somente no Núcleo Rural Alexandre Gusmão-DF, embora tivesse alta incidência também no campo experimental da Embrapa Hortaliças. Neste local, o ambiente foi favorável a ocorrência da Ad e Cc em proporções similares. Os genótipos mais resistentes foram 'Brasília',

'Alvorada', 'Tropical', 'Carandaí' e 'Kuronan'. As cultivares mais suscetíveis à doença foram Nova Kuroda e Prima.

Similarmente, Carvalho *et al.* (2005) avaliaram o comportamento de oito genótipos de cenoura (Alvorada, Brasília RL, Brasília Agroecologia, Kuronan, Nantes 3 Tip Top, Carandaí AG 106, Brazlândia e a População 0212246) para produtividade e queima-das-folhas em ensaios realizados em Brazlândia e na Embrapa Hortaliças, Distrito Federal, utilizando-se de campos de produção convencional e cultivo orgânico. Verificaram que no sistema orgânico, ocorreu diferença estatística significativa entre genótipos para queima-das-folhas. A cultivar Nantes foi a mais susceptível e a População 0212246 foi uma das mais resistentes nos dois sistemas de cultivo. Adicionalmente, Reis & Vieira (2006) avaliaram o comportamento de 25 cultivares de cenoura quanto a resistência a queima-das-folhas sob condições de telado. Foi feita a inoculação das plantas com uma suspensão de conídios de *Cercospora carotae* a 1×10^4 aos 40 dias após sementeio. A infestação por *Alternaria dauci* se deu naturalmente, devido a presença de restos culturais de cenoura no telado. No geral as cultivares desenvolvidas para plantio no verão foram as que apresentaram maior nível de resistência a doença e aquelas adaptadas às condições de inverno foram as mais suscetíveis. Entretanto, alguns resultados discrepantes foram observados. A cultivar Milena, do grupo Nantes, foi a que apresentou menor nível de severidade da doença, mesmo sendo este o grupo considerado altamente suscetível a *Alternaria dauci*, mas com bom nível de resistência a *Cercospora carotae*, o que pode explicar em parte esse resultado. Além disso, algumas cultivares do grupo Brasília foram classificadas como suscetíveis. O comportamento diferenciado dos genótipos derivados da cultivar Brasília sugere que o processo de seleção dos mesmos foi executado em localidades com diferentes intensidades da doença e predominância de um dos patógenos, em relação ao outro. Vieira *et al.* (1991) estudaram a estrutura genética de quatro populações de cenoura para resistência a queima-das-folhas. Populações foram avaliadas com 45, 70 e 90 dias após sementeio para determinar o melhor período para estudar essa característica. Os parâmetros seguintes foram estimados em progênies de meios-irmãos de cada população: herdabilidade de sentido amplo (45,6 a 81,8%), resposta esperada a seleção como uma porcentagem média (7,0 a 28,1%), coeficiente de variância genético aditivo (7,0 a 18,0%), e a razão entre os coeficientes de variação

genético e ambiental. Adicionalmente, houve uma tendência do caráter queima-das-folhas de mostrar uma maior variação fenotípica que genotípica com o aumento da idade da planta. Setenta dias após semeio foi sugerido como a melhor época para avaliação de resistência à queima-das-folhas em cenoura. Similarmente, Boiteux *et al.* (1993) e Della Vecchia & Reifschneider (1983) estimaram a herdabilidade de sentido restrito da resistência à *Alternaria dauci* em condições de campo, para a cultivar de cenoura de polinização aberta “Brasília”. A estimativa baseada em parcelas de 96 famílias de meio-irmãos foi de $0,4032 \pm 0,1672$, que pode ser considerada de magnitude média-baixa. Considerando esses resultados, concluiu-se que a seleção recorrente baseada em progênies de meios-irmãos será mais eficiente que a seleção fenotípica recorrente simples no aumento do nível de resistência da cv. Brasília a *Alternaria dauci*.

Quanto a estimativas de parâmetros genéticos relacionados a caracteres de raiz de cenoura, Della Vecchia & Pessoa (1984), estimaram herdabilidade no sentido restrito utilizando-se de duas populações de cenoura, CNPH-CEN I (cv. Brasília) e CNPH-CEN II (cv. Kuronan), para as seguintes características: porcentagem de raízes comerciais (PRC), porcentagem de raízes comerciais nas classes de comprimento 1 (8 a 12 cm = PRC1), 2 (12 a 16 cm = PRC2), 3 (16 a 20 cm = PRC3) e 4 (>20 cm = PRC4), e porcentagem de florescimento prematuro (PFL). Foram avaliadas 86 progênies de meios-irmãos para a população CNPH-CEN I e 150 progênies de meios-irmãos para a população CNPH-CEN II. A herdabilidade dos caracteres estudados foi estimada com base na média das parcelas. As estimativas de herdabilidade obtidas para as populações CNPH-CEN I e CNPH-CEN II foram, respectivamente: PRC: 0,6441 e 0,5221, PRC1 = 0,6871 e 0,3025, PRC2= 0,3028 e 0,2413, PRC3= 0,6861 e 0,3708, PRC4= 0,4457 e 0,5256 e PFL= 0,9465 e 0,7794. Embora com estimativas relativamente altas, nem todos os caracteres estudados apresentaram uma variabilidade genética grande o suficiente para sensíveis ganhos genéticos via seleção. Em face disso, os autores sugerem a seleção utilizando-se de famílias de meios-irmãos para os caracteres: porcentagem de raízes comerciais nas classes de comprimento 1 e 3 e porcentagem de florescimento prematuro (PFL).

Nunes (1991), utilizando-se de 27 progênies de meios-irmãos da cultivar de cenoura Brasília em trabalho realizado visando a obtenção de diferentes parâmetros genéticos, observou que a herdabilidade para o caráter rachadura da

raiz foi de 0,46, com ganho genético relativamente alto. Verificou-se também que os caracteres relacionados com a cor do xilema e cor do floema apresentaram herdabilidade variando de 0,36 a 0,46, com estimativas de ganho genético de 3,0% a 5,4% respectivamente. Foi possível ainda verificar que a cor do xilema correlacionou-se positivamente com a cor do floema, o que pode facilitar a seleção, visando obter raízes de coloração mais uniforme. A herdabilidade encontrada para comprimento de raiz foi de 0,61, uma estimativa medianamente alta, com estimativa de ganho genético de 7,73%.

Vieira (1988), com o objetivo de conhecer a estrutura genética de quatro populações de cenoura com relação aos caracteres produção total, comercial e de raízes refugo, queima-das-folhas aos 45, 70 e 90 dias após a semeadura, incidência de ombro verde e/ou roxo nas raízes, vigor de folhagem, coloração externa e formato das raízes, observou que a produção total e comercial de raízes correlacionou-se geneticamente com todos os caracteres, com exceção da incidência do ombro verde, em todas as populações estudadas.

Mauch *et al.* (1993) estimaram a herdabilidade e o ganho de seleção para caracteres de folhas e raiz, utilizando-se de progênies de meios-irmãos de cenoura provenientes de uma população da cultivar Brasília. Verificaram que os caracteres número e comprimento de folhas e comprimento de raiz apresentaram alta herdabilidade (0,68, 0,81 e 0,52 respectivamente). Os caracteres ombro verde, diâmetro médio e peso de raiz apresentaram valores baixos de herdabilidade - 0,39, 0,22 e 0,37, respectivamente. No tocante a ganho de seleção, o caráter ombro verde apresentou o maior valor (37,8%), seguido por comprimento de folhas (16,5%), peso de raiz (12,7%), número de folhas (12,3%), comprimento de raiz (9,0%) e diâmetro médio de raiz (3,1%). Verificaram ainda uma alta correlação genotípica entre peso e comprimento de raiz (+0,78) e entre peso e diâmetro médio de raiz (+0,69). Baixas e negativas correlações genotípicas foram encontradas entre os caracteres ombro verde e comprimento de folhas (-0,24) e entre diâmetro médio de raiz e ombro verde (-0,08).

Na tentativa de determinar valores de correlação entre alguns caracteres de raiz de cenoura, McCollum (1971) observou que o peso da raiz é correlacionado diretamente com o diâmetro e inversamente com o comprimento e o índice de formato das mesmas.

Bittencourt *et al.* (1995) e Bittencourt (1991), num experimento realizado com o objetivo de avaliar distúrbios fisiológicos e caracteres físicos e químicos (parte aérea e raiz) em 20 progênies de meios-irmãos de cenoura 'Brasília', observaram que algumas progênies com maior número, comprimento e peso das folhas apresentaram maior diâmetro do floema e porcentagem de matéria seca nas raízes. Algumas progênies com maior comprimento de raiz apresentaram maior diâmetro do floema e menor diâmetro do xilema. Algumas das progênies com maior diâmetro do floema e porcentagem de matéria seca na raiz apresentaram menor porcentagem de rachadura e ombro verde.

Vieira *et al.* (2001) estimaram parâmetros genéticos relacionados ao comprimento de raiz, por este ser um dos importantes componentes de produtividade de cenoura. A variância genética de comprimento de raiz obtido dentro das famílias foi superior ao observado entre famílias. Os valores de herdabilidade observados para comprimento de raiz variaram de 12% a 44%, dependendo da unidade de seleção, indicando que estrutura de famílias é a estratégia de seleção mais eficiente para esta característica. Isto é suportado pelas razões entre os coeficientes de variações genéticos entre e dentro das famílias e o coeficiente de variação ambiental. A matriz de correlações fenotípicas e genotípicas obtidas para seis caracteres de folhagem e raiz de cenoura entre famílias de meio-irmãos derivadas da cultivar Alvorada revelou que a seleção de genótipos com múltiplas características de interesse é uma alternativa viável.

Alves (2004) e Alves *et al.* (2006), num trabalho realizado no verão de 1999/2000 em Brasília, utilizando de 69 famílias de meio-irmãos derivadas da cultivar Brasília, com o objetivo de estimar parâmetros genéticos para os caracteres número de folhas por planta (NFP), comprimento da folha (CF), comprimento da raiz (CR), peso da raiz (PR), diâmetro da raiz (DR) e diâmetro do xilema (DX), verificaram que houve uma oscilação de 4,8 a 10,9 nos valores observados para coeficiente de variação genética. Observaram também valores medianamente altos de herdabilidade, com uma variação observada entre 29,87% para DR e 77,57% para CR. Foram também obtidas estimativas de valores de correlação fenotípicas, genotípicas e ambientais entre os caracteres avaliados valendo destacar a magnitude do valor de correlação genotípica entre PR e DR de 0,849. Valores de correlações ambientais negativos e altos foram observados entre PR e DX e entre DR e DX. Correlação genotípica negativa foi observada

entre CR e DX indicando a possibilidade de desenvolver, a partir de populações derivadas de 'Brasília', novas cultivares com arquitetura de raiz mais adequada para a produção de mini-cenouras ("baby-carrots). Este conjunto de informações representa uma importante base de dados genéticos com implicações diretas na otimização do processo de seleção dentro de populações de cenoura derivadas da Cultivar Brasília.

Vieira *et al.* (2007) estimaram parâmetros genéticos para os caracteres: comprimento de folha - CF (cm), comprimento de raiz – CR (cm), diâmetro de raiz - DR (mm), e massa de raiz - MR (g) utilizando-se de dados de 22 cultivares (de diferentes tipos varietais) cultivadas durante o período da primavera (em 2000 e 2001) no Distrito Federal. Todos os caracteres foram significativos em diferenciar os acessos, com CR e DR apresentando uma maior contribuição. Os valores dos coeficientes de variação genético e ambiental indicaram a predominância de variação genética. Os valores de herdabilidade foram, em geral, superiores a 0,80, exceto para MR em 2000 (0,75) e para CF (0,63) em 2001. Os caracteres CR, DR, MR e CF estão relacionados com a produtividade e qualidade das raízes sendo demandados no desenvolvimento de cultivares com maior aceitação para processamento e no mercado *in natura*.

No que se refere a caracteres relacionados a qualidade de raiz, Simon & Wolff (1987) afirmam que esta olerícola é uma das principais fontes de pró-vitamina A na dieta humana face a capacidade de acumular alfa e beta-caroteno, as duas formas principais de pró-vitamina A. Assim o é, que segundo Campos *et al.* (2006), num estudo realizado em Viçosa (MG) com sete espécies de hortaliças, no intuito de verificar o conteúdo de alfa e beta-caroteno e o valor de vitamina A, observou que a cenoura apresentou os teores mais elevados de alfa e beta-caroteno (31,17 e 58,18 µg/g, respectivamente), seguida pela moranga (4,33 e 23,16 µg/g, respectivamente), enquanto a batata-doce apresentou o teor mais reduzido de beta-caroteno (0,51 µg/g).

Atualmente em decorrência do aumento da demanda por alimentos que possuem altos teores de fitoquímicos (carotenóides) relacionados à redução do risco de ocorrência de algumas doenças, tem direcionado os programas de melhoramento desta olerícola para produção de cultivares com altos teores destes compostos. Assim, Vieira *et al.* (1999), com o objetivo de aferir o potencial de populações de cenoura tipo Brasília, quanto a possibilidade de incremento do

teor de caroteno nas raízes, avaliaram 71 progênies de meio-irmãos, utilizando-se de metodologia espectrofotométrica em uso nos laboratórios da University of Florida – EUA. A herdabilidade do caráter “conteúdo de caroteno” foi estimada em 27% com base na média das famílias, e com um coeficiente de variação genética da ordem de 10%. A razão entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação ambiental foi inferior a 1, o que indica uma condição não totalmente favorável para a seleção. Estimativa de ganhos genéticos efetuando-se seleção direta sobre o caráter alcançaram valores de até 11,8% anuais, empregando-se uma intensidade de seleção entre médias de progênies de 5%. Estes resultados permitiam vislumbrar, a médio prazo, aumentos no teor de caroteno estimados em 50% dos teores atuais, em populações de cenoura do tipo Brasília. Entretanto, limitações relacionadas a tempo excessivo gasto por análise levaram à busca por métodos alternativos de avaliação. Assim, Pereira (2002) num trabalho realizado em Viçosa, utilizando-se de 14 cultivares de cenouras cultivadas no Distrito Federal e colhidas em diferentes épocas, verificou que para teores totais de carotenóides e beta caroteno a cultivar Nova Kuroda apresentou, em relação as outras, em todas as épocas de colheita e nas duas metodologias utilizadas os mais altos teores. Em contrapartida a cultivar Brasília Raiz Longa apresentou os mais baixos teores. Pereira (2002) observou ainda que, utilizando-se sistemas de medidas de cor Hunter e CIELAB, respectivamente, as melhores estimativas de teores de carotenóides totais e de beta caroteno foram obtidas com os modelos polinomiais em função de a e a^* . Também foi possível verificar que para situações onde necessita-se de analisar um grande número de amostras para carotenóides, como é o caso de programas de melhoramento de cenoura, pode-se substituir com segurança os métodos espectrofotométricos e cromatográficos pela análise colorimétrica, utilizando o sistema Hunter ou CIELAB, especificamente, os valores de a e a^* .

Vieira *et al.* (2006), utilizando-se deste método colorimétrico, avaliaram a coloração do xilema e do floema de raízes de cenoura de 71 progênies de meios-irmãos, utilizando-se do sistema CIELAB ($L^*a^*b^*$). Verificaram que os valores de correlação para cor do xilema e floema são de magnitude elevada ($r_g = 0,76$). Como do ponto de vista de qualidade, além da intensidade de cor, a uniformidade da cor de floema é desejável, a estratégia baseada na seleção direta sobre o

caráter a^* do xilema face ao valor do coeficiente de variação genética / coeficiente de variação ambiental (CV_g/CV_e) maior que 1 e r_g alta, parece ser mais indicada.

Vieira & Silva (2007), em trabalho realizado no verão de 2004, com o objetivo de estimar a herdabilidade e a correlação entre caracteres em 9 populações de cenoura em fase final de melhoramento, observaram que o parâmetro de cor a^* do xilema apresentou valores altos de herdabilidade (0,95-0,96). Já para o parâmetro a^* do floema os valores de herdabilidade foram mais reduzidos, 0,49 a 0,66, indicando que menores ganhos seriam obtidos em β -caroteno para esta parte da raiz. Também foi possível verificar que maiores diâmetros de raiz e de xilema determinaram maior rendimento. Houve menor quantidade de beta caroteno nas raízes mais grossas principalmente na parte da raiz que é constituída pelo xilema.

Santos & Simon (2006) observaram estimativas de herdabilidade reduzidas para teor de β -caroteno (0,28 a 0,42).

Carvalho *et al.* (2003), em experimento realizado em Brasília-DF, com o objetivo de avaliar a influência de oito densidades de planta sobre o teor de carotenóides totais em duas cultivares de cenoura (Nantes e Alvorada), verificaram que não houve diferença significativa entre os teores das cultivares avaliadas. Também foi possível observar que a densidade das plantas não afetou a quantidade de carotenóides totais.

Fonseca *et al.* (2005) realizaram um trabalho em Brasília com o objetivo de avaliar as raízes das cultivares 'Brasília', 'Alvorada', 'Esplanada' e 'Nantes' para teor e balanço dos pigmentos luteína, alfa-caroteno e beta-caroteno em diferentes épocas de colheita através de espectrometria e HPLC. Observou-se que houve diferenças para o acúmulo de alfa e beta-caroteno entre cultivares e época de colheita. Durante todo o período observado a cultivar 'Esplanada' apresentou o teor mais elevado de carotenóides. A cultivar 'Brasília' apresentou uma alta proporção de alfa-caroteno em relação ao beta-caroteno, mesmo acumulando uma menor quantidade de carotenóides que as outras cultivares.

Segundo Carvalho (2006) os trabalhos com melhoramento de cenoura conduzidos no Brasil têm propiciado o desenvolvimento de cultivares, cujos teores médios de carotenóides estão sendo praticamente duplicados desde a cultivar Brasília ($70 \mu\text{g g}^{-1}$), passando pela cultivar Alvorada ($110 \mu\text{g g}^{-1}$) até a cultivar Esplanada ($153 \mu\text{g g}^{-1}$) (Fonseca *et al.*, 2005). Embora já apresentem

características agronômicas superiores, estas cultivares podem ainda ser melhoradas quanto a teores de pró-vitamina A.

Outro caráter ligado à qualidade de raiz, refere-se à ocorrência de rachadura longitudinal das raízes, caracterizada pela exposição do xilema. É um tipo de anomalia fisiológica cuja ocorrência está geralmente associada à deficiência de micronutrientes (boro) ou a flutuação do nível de água do solo. Segundo Filgueira *et al.* (2003), alguns cultivares apresentam maior tolerância a este distúrbio fisiológico. Dickson (1965) induziu a rachadura com uma faca para facilitar a expressão do caráter nas raízes com tendência natural a este distúrbio. O resultados da análise genética indicaram que a susceptibilidade ao rachamento é possivelmente governada por um gene dominante.

Adicionalmente, Balbino (1983), estudando o efeito do espaçamento utilizado para cultivo de cenoura sobre a incidência de rachadura longitudinal, sugeriu que os maiores espaçamentos poderiam resultar em uma maior quantidade de cenouras rachadas. Assim, a prática de desbaste, que têm a função de eliminar o excesso de plantas para aumentar a disponibilidade de espaço, água, luz e nutrientes por planta, deve ser realizada de maneira que não favoreça o aparecimento de tais anomalias. Experimento realizado em Viçosa-MG visando estudar o efeito de diferentes densidades de semeadura, com e sem desbaste, no crescimento e na produção do cultivar de cenoura Brasília, D`Antonino (1992), verificou que o comprimento e o peso médio das raízes foram reduzidos quando não se realizou o desbaste. Verificou-se ainda que o desbaste diminuiu a produção em peso das raízes não comerciáveis e curtas, e o aumento da densidade de semeadura elevou a produção dessas raízes. Com o desbaste, a produção de raízes longas aumentou.

Além disso, Filho *et al.* (2005), em experimento realizado na Embrapa Hortaliças, em Brasília, para avaliar a resposta da cenoura cv. Alvorada à adubação com boro, observaram que o nível crítico de boro, associado a 90% da produção máxima comercializável estimada de cenoura foi de 0,45 mg kg⁻¹. A produção máxima de raízes comercializáveis de cenoura foi de 50,6 t ha⁻¹, obtida com o teor estimado de 0,55 mg kg⁻¹ de boro no solo. Também observaram que os níveis de B (mg kg⁻¹) no solo poderiam ser classificados, numa primeira aproximação, como: baixo ($\leq 0,30$); médio (0,31-0,44), adequado (0,45-0,55) e alto

($\geq 0,55$ mg kg⁻¹ B), e para efeito de diagnose foliar em: baixo ($\leq 24,1$), médio (25,0-34,9), adequado (35,0-51,9) e alto ($> 51,9$ mg B kg⁻¹).

Bittencourt *et al.* (1995), em experimento realizado com o objetivo de avaliar distúrbios fisiológicos e caracteres físicos e químicos (parte aérea e raiz) em 20 progênies de meios-irmãos de cenoura 'Brasília', observaram que algumas progênies com maior diâmetro do floema e porcentagem de matéria seca na raiz apresentaram menor porcentagem de rachadura e ombro verde.

A interação de genótipos com ambientes (locais, anos, nível tecnológico) é outro aspecto importante no melhoramento e requer muita atenção dos melhoristas. Assim, avaliar a magnitude da interação genótipo X ambiente torna-se necessário por orientar o planejamento e as estratégias do melhoramento, bem como a recomendação de cultivares; além de ser determinante na avaliação da estabilidade fenotípica (Vencovsky & Barriga, 1992). Ela ocorre porque, num grupo de genótipos, cada planta ou cultivar possui uma capacidade inerente de responder às variações ambientais. Com interação genótipos com ambientes, efeitos de genótipos e ambientes tornam-se estatisticamente não-aditivos, indicando que diferenças entre genótipos dependerão do ambiente e, conseqüentemente, torna a seleção com base na média das cultivares no ambiente menos eficiente (Hopkins *et al.*, 1995; Yue *et al.*, 1997).

Vieira & Oliveira (2003) realizaram um trabalho com o objetivo de avaliar o comportamento de genótipos de cenoura Brasília em diferentes locais e quantificar a contribuição das partes simples e complexa para a interação genótipos com ambientes. Foram avaliadas 9 populações avançadas de cenoura do grupo Brasília em três locais: Brasília-DF, São Gotardo-MG e Irecê-BA no ano de 2001. Devido as diferenças regionais em termos de sistemas de plantio, avaliou-se 15 plantas individuais competitivas por parcela em cada local, para os caracteres: massa, comprimento e diâmetro de raiz. As interações genótipos com ambientes foram significantes (teste F, $P < 0,01$) para massa e diâmetro médio de raiz, indicando inconsistência de comportamento dos genótipos com as variações ambientais. Para comprimento de raiz, embora tenha havido diferenças nas ordens de classificação das médias dos genótipos nos vários ambientes, não houve efeito significativo da interação genótipos com ambientes (teste F, $P < 0,01$). Nesse estudo, a presença de interação de elevada magnitude para massa e diâmetro médio de raiz, mas devida predominantemente a parte simples, indica

que um único programa de melhoramento de cenoura poderá ser orientado para o desenvolvimento de cultivares para os três ambientes simultaneamente. Todavia, torna-se necessário avaliar a interação de genótipos com anos, que pode ser de magnitude elevada. Vieira & Oliveira (2003) avaliaram ainda o efeito do ambiente de cultivo (local) sobre o teor de sólidos solúveis e sobre o componente a^* do sistema CIELAB em raízes de cenoura. Constataram que não houve efeito significativo de genótipos, de ambientes e da interação genótipos com ambientes (teste F, $P < 0,05$) para teor de sólidos solúveis totais. Para os valores a^* do xilema, obtidos pela medição no sistema CIELAB, houve efeito significativo de genótipos (teste F, $P < 0,05$). Para os valores a^* do floema, houve efeito significativo de genótipos e de ambientes (teste F, $P < 0,05$). Como as interações genótipos com ambientes não foram significantes para nenhuma das características avaliadas, concluiu-se que, de modo geral, houve consistência de comportamento dos genótipos com as variações ambientais. Esses resultados são importantes do ponto de vista do melhoramento, pois mesmo havendo diferenças nas características edafoclimáticas entre os locais de cultivo, houve comportamento estável dos genótipos avaliados, indicando facilidade na identificação dos melhores genótipos para as características em análise.

Vieira & Silva (2007), com o objetivo de estimar a herdabilidade e a correlação entre caracteres de planta utilizando-se da avaliação de 9 populações de cenoura em fase final de melhoramento, em dois locais (Lapão/BA e Embrapa CNPH/DF), observaram que os caracteres: rendimento de raiz, comprimento de raiz, comprimento do ombro verde externo, tipo de ponta, tipo de ombro, diâmetro da raiz, diâmetro do xilema da raiz, relação diâmetro do xilema / diâmetro da raiz, e os parâmetros de cor a^* do sistema CIELAB para o xilema e floema foram significativos em diferenciar as populações estudadas. Da mesma forma, para todos os caracteres a interação de populações e ambiente também foi significativa, indicando que os ambientes não influenciaram da mesma forma na expressão dos caracteres, com isso, as inferências foram efetuadas para cada ambiente.

3. OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo a obtenção de estimativas de parâmetros genéticos, bem como a avaliação da significância de estimativas de interação genótipo X ambiente para caracteres de cenoura, que propiciem a proposição de estratégia de melhoramento visando o desenvolvimento de cultivares de cenoura para cultivo em dois sistemas agroecológicos (Agricultura Natural - AN e Agricultura Orgânica - AO).

3.1. Objetivos Específicos

Obtenção de estimativas de herdabilidade e correlações relacionadas a caracteres de planta e de raízes de cenoura, em sistemas agroecológicos.

Obtenção de estimativas de ganho genético esperado decorrente da seleção direta, referentes a caracteres de planta e de raízes de cenoura, em sistemas agroecológicos.

Avaliação da significância de estimativas de interação genótipo X ambiente para caracteres de cenoura, em sistemas agroecológicos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

A Embrapa Hortaliças desenvolve atividades de melhoramento com cenoura visando a criação de cultivares de verão adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras, desde 1980. Populações em fase final de melhoramento são validadas anualmente nas principais regiões de produção de cenoura do país. Desde de 2001, algumas dessas populações têm sido também submetidas a testes de validação em sistemas agroecológicos certificados, nas condições do Distrito Federal (Vieira *et al.*, 2007). Em decorrência desse processo, a população identificada como “0512399” por apresentar performance superior comparativamente às cultivares comerciais (Saminez *et al.*, 2002; Resende *et al.*, 2005), passou a ser avaliada em sistemas agroecológicos, utilizando-se de famílias de meios-irmãos (FMI). No verão 2006/2007, dois ensaios foram realizados em áreas de cultivo agroecológico no Distrito Federal, um seguindo as diretrizes da Agricultura Natural - AN na Fundação Mokiti Okada – Brazlandia - DF e outro as diretrizes da Agricultura Orgânica - AO no Núcleo rural

Taguatinga-DF. Na Tabela 1 estão os resultados da análise química de solo, utilizando-se de amostra de solo coletada depois da colheita, realizada pelo Laboratório de Fertilidade de Solos da Embrapa Hortaliças, de cada uma das áreas experimentais.

Cada ensaio foi constituído por 100 tratamentos (correspondentes a 100 FMI da população 0512399), dispostos no delineamento de blocos casualizados com 2 repetições. O tamanho de parcela foi de 1m² de área. A semeadura foi feita em quatro linhas transversais ao comprimento do canteiro, espaçadas de 25 cm uma da outra, totalizando aproximadamente cerca de 100 plantas por m². A condução dos ensaios foi delegada aos produtores, sendo os tratos culturais, inclusive adubações de plantio e cobertura executados conforme diretrizes de cada sistema agroecológico de produção. No sistema de cultivo Agricultura Natural – AN, foi realizado adubação pré-plantio utilizando-se 1200 gramas por metro quadrado de bokashi. O desbaste foi executado aos 30 dias após a semeadura e nenhuma outra prática foi feita posteriormente ao desbaste. No sistema de cultivo Agricultura Orgânica - AO, o preparo da área foi feito utilizando-se de adubação verde e bokashi (300 g/m²), os quais foram incorporados ao solo e curtidos por um período de aproximadamente 30 dias. Em seguida, foi realizado o levantamento dos canteiros e posteriormente a semeadura. Após a semeadura foram realizadas três adubações de cobertura utilizando-se de bokashi. O desbaste foi feito com aproximadamente 30 dias após a semeadura, sendo que não observou-se a distância mínima entre plantas, conforme recomendado para cultivo convencional de cenoura.

Aos 90 dias após a semeadura foi realizada em cada local, uma avaliação do nível de incidência de queima-das-folhas em cada parcela utilizando-se de um critério de atribuição de notas no intervalo de 1 (suscetível) a 5 (resistente) conforme metodologia adaptada por Aguillar *et al.* (1986).

Paralelamente, quatro amostras compostas, cada uma com 20 folhas de cenoura com sintomas de queima-das-folhas, foram utilizadas para avaliação da prevalência de patógenos associados às folhas doentes, utilizando-se da metodologia adaptada de Lopes *et al.* (2000). Cada amostra composta foi constituída pela coleta de folhas ao acaso em parcelas da população 0512399, e em parcelas de cultivares testemunhas implantadas na área, a saber: Brasília, Alvorada e Esplanada. No campo experimental da Fundação Mokiti Okada (AN) a

coleta foi realizada aos 115 dias após a semeadura, e no Núcleo Rural de Taguatinga (AO) procedeu-se a coleta das folhas aos 90 dias após a semeadura. Para análise etiológica, as folhas coletadas foram submetidas por 24 horas à câmara úmida formada por sacos de plástico vedados contendo “folhas papel toalha” umedecidas com água esterilizada em seu interior. Em seguida, foram analisadas cinco lesões por folha. Cada lesão foi cortada pela metade com auxílio de um bisturi previamente esterilizado, e colocada em lâmina com água e examinada em microscópio óptico para determinação de presença de esporos ou estruturas fúngicas (para **Ad** – *Alternaria dauci* e **Cc** – *Cercospora carotae*) e de exsudação de fluxo bacteriano (para **Xc** – *Xantomonas campestris* pv. *Carotae*).

Para coleta de dados, por ocasião da colheita, uma amostra de 20 plantas competitivas por parcela foi obtida. Cada uma dessas plantas foi avaliada para os seguintes caracteres: comprimento de raiz - medido em centímetros, desde a inserção das folhas até a ponta da raiz, sendo que utilizou-se o valor médio correspondente à parcela; diâmetro da raiz – medido em centímetros, com a utilização de um paquímetro, obtido na metade do comprimento da raiz (figuras 3 e 4). Utilizou-se o valor médio correspondente à parcela; massa da raiz – medido em gramas, por meio de uma balança com precisão de 1g, sendo que utilizou-se o valor médio correspondente à parcela; diâmetro do xilema – medido em centímetros, com a utilização de um paquímetro, obtido na metade do comprimento da raiz. Utilizou-se o valor médio correspondente à parcela; relação diâmetro do xilema/ diâmetro da raiz - utilizou-se o valor médio correspondente à parcela; tipo de ponta - conforme diagrama apresentado na Figura 1, a saber: 1- arredondada, 2- levemente afilada e 3- afilada; tipo de ombro - conforme diagrama apresentado na Figura 2, a saber: 1. Ligeiramente cônico, 2. arredondado, 3. plano e 4. ligeiramente côncavo; ocorrência de rachadura - avaliou-se a presença ou ausência do caráter em cada raiz, sendo que utilizou-se somatório do número de raízes com rachadura por amostra correspondente à parcela. A coloração das raízes foi determinada utilizando-se de um analisador de cor de *tristimulus* compacto Minolta CR-200b (*Minolta Corporation Instrument System Division*) usando como medida de cor o parâmetro a^* no sistema CIELAB (figuras 4 e 5), que determina o teor de β -caroteno das raízes de cenoura (Pereira, 2002). Para tal, cada raiz foi lavada e cortada transversalmente ao comprimento na metade do seu comprimento, fazendo-se em seguida a leitura da

cor do xilema por medida direta, colocando-se o aparelho analisador de cor em contato com tecido da raiz. A cor do floema foi obtida também de forma direta, após a realização de um corte de 2-3 mm de espessura no sentido do comprimento da raiz. Para cor do xilema e floema utilizou-se o valor médio correspondente à parcela.

Os dados foram submetidos à análise para avaliação de homogeneidade de variância (teste de Bartlett) e de normalidade (Lilliefors) para cada sistema individualmente, e de homogeneidade de variância entre os dois sistemas. Os caracteres parâmetro a^* do xilema obtidos no ensaio realizado na Fundação Mokiti Okada (AN), e a^* do floema obtido no sistema (AO) do Núcleo Rural Taguatinga, foram transformados por \sqrt{x} . Os caracteres diâmetro do xilema, tipo de ombro, tipo de ponta do sistema de cultivo Agricultura Orgânica (AO), e diâmetro de raiz para os dois sistemas, foram transformados por $\sqrt{x+0,50}$, para atender a pressuposição de normalidade de distribuição.

Posteriormente foi realizada análise de variância conjunta utilizando-se o modelo $Y_{ijk} = m + G_i + B/A_{jk} + A_j + GA_{ij} + E_{ijk}$, onde m : corresponde a média geral; G_i : corresponde ao efeito do genótipo; B/A_{jk} : corresponde ao efeito de bloco dentro de ambiente; A_j : corresponde ao efeito do ambiente; GA_{ij} : corresponde ao efeito da interação genótipo X ambiente; E_{ijk} : corresponde ao efeito do erro ambiental. Em seguida realizou-se a análise de variância para cada sistema, com informação entre parcelas para os caracteres que apresentaram interação significativa genótipo x ambiente ou que não apresentaram homogeneidade de variância na análise conjunta (Tabela 2). Foram estimadas a herdabilidade pelo quadrado médio (Cruz & Regazzi, 2001), e a relação entre o coeficiente de variação genético e ambiental (CVg/CV). Foram calculadas ainda as correlações fenotípicas e genotípicas entre os caracteres, bem como os ganhos pela seleção (GS) direta entre famílias, onde $GS = DS \cdot h^2$, em que DS : corresponde ao diferencial de seleção, ou diferença entre a média dos selecionados subtraída da média da população base.

Todas as operações estatísticas foram realizadas utilizando-se o aplicativo computacional Genes (Cruz, 1997).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Estimativas de Interação Genótipo X Ambiente para Caracteres de Cenoura, em Sistemas de Cultivo Agroecológico.

Os resumos das análises de variância conjunta dos dados obtidos a partir de ensaios conduzidos em dois sistemas de cultivo agroecológicos: Agricultura Natural – AN e Agricultura Orgânica - AO, para alguns caracteres de raiz utilizando-se de 100 famílias de meios-irmãos de cenoura pertencentes à população “0512399”, são apresentados na Tabela 2. As análises foram feitas com base na média das parcelas. Houve efeito não significativo para interação tratamento (progênies) X ambiente (sistema agroecológico) pelo teste F para os caracteres: Diâmetro da raiz (DR), Massa da raiz (MASSA), Diâmetro do xilema da raiz (DX) e Relação entre o diâmetro do xilema e o diâmetro da raiz (DX/DR). Esses resultados indicam que, para esses caracteres, as famílias tiveram desempenho semelhante nos dois sistemas de cultivo agroecológicos, ou seja, os experimentos poderiam ser realizados apenas em um desses sistemas de cultivo. Entretanto, resultados diferentes indicando inconsistência de comportamento dos genótipos com as variações ambientais foram obtidos por Vieira & Oliveira (2003), decorrentes da avaliação de 9 populações de cenoura do grupo Brasília utilizando-se de sistemas convencionais de cultivo, em três locais: Brasília-DF, São Gotardo-MG e Irecê-BA, para os caracteres de massa, comprimento e diâmetro de raiz, onde as interações genótipos com ambientes foram significantes (teste F, $P < 0,01$) para massa e diâmetro médio de raiz. Contudo, os autores verificaram que a presença de interação de elevada magnitude para massa e diâmetro médio de raiz, foi devida predominantemente a parte simples da interação, indicando que um único programa de melhoramento de cenoura poderia ser orientado para o desenvolvimento de cultivares para os três ambientes simultaneamente. Todavia, foi relatada a necessidade de se avaliar a interação de genótipos X ambiente em vários anos, que pode ser de magnitude elevada.

Como as interações genótipos com ambientes não foram significativas para as características acima avaliadas, conclui-se que, de modo geral, houve consistência de comportamento dos genótipos com as variações ambientais.

Esses resultados são importantes do ponto de vista do melhoramento, pois mesmo havendo diferenças entre sistemas e locais de cultivo, houve comportamento estável dos genótipos avaliados, indicando facilidade na identificação dos melhores genótipos para as características em análise. Além disso, a não significância da interação possibilita ganhos maiores durante o processo de melhoramento e o desenvolvimento de cultivares com ampla estabilidade (Cruz & Regazzi, 2001).

Diferentemente desta estratégia, Lammerts Van Bueren (1999) preconiza que “o melhoramento genético para cultivo orgânico deve ser feito para cada local ou região, em função de sistemas de produção muito diverso”, sem considerar os aspectos de interação entre ambiente e/ou sistemas. A implantação de programas de melhoramento de cenoura para sistemas de cultivo agroecológicos por instituições de pesquisa públicas utilizando-se desta premissa, é um processo dispendioso e de baixa representatividade. Isto porque, a adoção desta estratégia pelo setor público de pesquisa da área de melhoramento levaria ao desenvolvimento de cultivares que iriam contribuir para a manutenção de nichos de mercado, e possivelmente retardar o atendimento das principais demandas da sociedade quanto a produtos orgânicos, especialmente no que se refere a redução de preços a nível de consumidor, maior produtividade, maior número de produtores envolvidos, maior volume de produção.

Alternativamente, considerando-se que segundo Wolfe (2003), “a seleção de genótipos ou de uma população para cultivo em sistemas orgânicos deve considerar a performance destes em vários ambientes”, o desenvolvimento de cultivares para uso em sistemas orgânicos não pode prescindir das informações relativas a interação genótipos X ambientes, que são decisivas para o desenvolvimento de cultivares com maior estabilidade.

Observa-se ainda na Tabela 2, que para os demais caracteres, a saber: Comprimento de raiz (COMP), medida de cor do parâmetro a^* do sistema Cielab referente ao xilema da raiz (a^*X), medida de cor do parâmetro a^* do sistema Cielab referente ao floema da raiz (a^*F), formato do tipo de ponta da raiz (TP) e formato do tipo de ombro da raiz (TO), a interação tratamento X ambiente foi significativa pelo teste F, indicando que as famílias tiveram desempenho diferente entre si em cada sistema de produção orgânica.

Tabela 2. Resumo da análise de variância conjunta utilizando-se dados obtidos a partir de ensaios conduzidos em dois sistemas de cultivo agroecológico: Agricultura Natural – AN e Agricultura Orgânica – AO, para caracteres de planta de cenoura. Brasília, 2007.

FV	GL	Q.M.				
	NUM	-	DR (cm)	MASSA (g)	DX	DX/DR
Blocos/ Ambiente	2	-	0,382	38,520	0,089	0,025
Tratamento	99	-	0,448	*75,827	*0,062	*0,008
Ambiente	1	-	0,511	*430,853	*1,075	*0,230
Trat X Amb	99	-	0,402	42,553	0,028	0,004
Resíduo	198	-	0,420	39,643	0,024	0,005
Média	-	-	2,264	29,529	0,905	0,397
CV (%)	-	-	28,643	21,322	17,244	17,815
CVg/CVe	-	-	0,129	0,477	0,628	0,398

FV	GL NUM	a*X	a*F	TP	TO	COMP
Blocos/ Ambiente	2	2,949	0,239	0,062	0,012	0,102
Tratamento	99	*2,372	*1,252	*0,070	*0,053	*5,430
Ambiente	1	*23813,582	*31085,216	*9,357	*7,639	*7,893
Trat X Amb	99	*1,671	*1,160	*0,051	*0,041	*2,682
Resíduo	198	0,406	0,631	0,036	0,029	1,660
Média	-	11,894	13,465	1,810	1,784	14,536
CV (%)	-	5,360	5,899	10,501	9,601	8,863
CVg/CVe	-	1,099	0,496	0,485	0,456	0,753

(*) – valores com asterisco são significativos pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. COMP: comprimento médio de raiz por parcela (cm), DR: diâmetro da raiz (cm), MASSA: peso médio das raízes (g), DX: diâmetro do xilema (cm), DX/DR: razão entre o diâmetro do xilema/ diâmetro da raiz a*X: cor a* médio do xilema por parcela (CIELAB), a*F: cor a* médio do floema por parcela (CIELAB), TP: tipo de ponta (conforme diagrama adaptado de Vieira *et al.* (2007)), TO: tipo de ombro (conforme diagrama adaptado de Vieira *et al.* (2007)).

Resultados semelhantes foram encontrados por Vieira & Silva (2007), que utilizando-se dos mesmos caracteres avaliaram o comportamento de nove genótipos de cenoura em dois locais, verificaram que a interação de genótipos X ambiente foi significativa, indicando que os ambientes não influenciaram da mesma forma na expressão dos caracteres, assim tornando-se necessário a execução de ensaios de avaliação de genótipos em cada local. Adicionalmente, Simon & Peterson (1993) observaram que os níveis de carotenóides determinados por espectrofotometria em diferentes cultivares de cenoura foram significativamente influenciados pelas condições edafoclimáticas de cada região de plantio nos Estados Unidos.

Vale comentar, que para comprimento de raiz, diferentemente do que foi observado na Tabela 2, Vieira & Oliveira (2003) constataram que embora tenha

havido diferenças nas ordens de classificação das médias dos genótipos nos vários ambientes, não houve efeito significativo da interação genótipos com ambientes (teste F, $P < 0,01$). Desta forma acredita-se que a ocorrência de interação genótipo X ambiente significativa para comprimento de raiz observada na Tabela 2, pode estar relacionada à não realização de desbaste das plantas no sistema de cultivo Agricultura Natural - AN. Isto porque, segundo D'Antonino (1992) o comprimento e o peso médio das raízes foram reduzidos quando não se realizou o desbaste das plantas após a semeadura em sistema de cultivo convencional.

Vale ainda comentar que as características que apresentaram significância para interação genótipo X ambiente estão em sua maioria relacionadas à qualidade de raiz. Em face disso, sugere-se que a estratégia para desenvolvimento de um programa de melhoramento de cenoura para fins de cultivo agroecológico deve basear-se nas informações preliminares disponíveis, que indicam a instalação de ensaios em um único local, uma vez que as características que apresentam estreita relação com produtividade de raízes (massa, diâmetro de raiz, diâmetro do xilema e relação diâmetro da raiz/diâmetro do xilema) evidenciaram comportamento estável dos genótipos avaliados nos diferentes sistemas, indicando facilidade na identificação dos melhores genótipos para estas características mais relevantes.

Novos ensaios devem ser realizados utilizando-se de cultivares comerciais, empregando-se maior número de escolas de agroecologia nas diferentes regiões de produção de cenoura agroecológica no Brasil, visando a obtenção de resultados mais conclusivos relacionados à estabilidade e adaptabilidade de genótipos para subsidiar a definição de uma estratégia definitiva quanto a melhoramento de cenoura agroecológica no país.

Ainda na Tabela 2 pode-se observar que para o parâmetro de medida de cor a^* do xilema, a razão entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação ambiental foi maior que 1 (1,099), o que reflete uma condição favorável à seleção, uma vez que a variabilidade genética é maior do que a de ambiente.

Vale comentar que não se verificou a ocorrência de sintomas de queimadas-folhas nas parcelas a nível de campo que possibilitasse a diferenciação entre as mesmas segundo a metodologia adaptada de Aguillar *et al.* (1986), e, de raízes com rachaduras na amostra de plantas competitivas de cada parcela, no

ensaio instalado no sistema de cultivo Agricultura Orgânica – AO. Em face disso, estas características não foram incluídas na análise conjunta dos dados referentes aos dois ensaios.

5.2. Estimativas de Parâmetros Genéticos para Caracteres de Cenoura, em Sistemas de Cultivo Agroecológico.

Para os caracteres que apresentaram interação genótipo X ambiente significativa (teste F, $P < 0,05$) nas análises de variância conjunta, foram realizadas análises de variância individuais para cada sistema, visando a estimação dos parâmetros genéticos herdabilidade, correlações fenóticas e genóticas, bem como ganho genético em cada sistema de cultivo.

5.2.1 Fundação Mokiti Okada – Agricultura Natural (AN)

Os resumos das análises de variância dos dados obtidos a partir de ensaio conduzido na Fundação Mokiti Okada – (AN), utilizando-se de 100 famílias de meios-irmãos de cenoura pertencentes à população “0512399”, para alguns caracteres de planta são apresentados na Tabela 3.

As análises foram feitas com base na média das parcelas. Houve efeito significativo para as famílias pelo teste F para os caracteres COMP, a*X, TP, TO e QDF. Isso indica que pelo menos uma família apresentou comportamento diferenciado em relação às demais progênies de meios-irmãos dentro de cada população. Pode-se observar que em geral os coeficientes de variação foram baixos, o que sugere boa precisão experimental. Contudo vale comentar que a não significância do caráter RACH na Tabela 3, pode estar relacionada ao alto coeficiente de variação observado para este caráter. A realização de outros ensaios no sistema de cultivo de Agricultura Natural (AN) para avaliação de incidência de rachadura deve ser precedida de um estudo mais acurado acerca do tipo de delineamento, tamanho de amostra, visando o alcance de uma maior precisão experimental. Vale ressaltar ainda que a não significância do caráter a*F, sugere que a avaliação deste caráter no sistema AN deve ser precedida de cuidados, uma vez que apesar da boa precisão experimental conseguida (cv – 6,061%) e de valores de F significativos para este caráter na análise conjunta dos

dados conforme Tabela 2, não foram detectadas diferenças de performance entre as famílias avaliadas.

Tabela 3. Resumo da análise de variância individual utilizando-se dados obtidos a partir de ensaio conduzido na Fundação Mokiti Okada – Agricultura Natural (AN), para caracteres de planta de cenoura. Brasília, 2007.

F.V.	G.L.	QM			
		COMP	a* X	a* F	TP
Blocos	1	0,162	0,001	0,168	0,048
Famílias	99	*3,929	*0,110	0,086	*0,113
Resíduo	99	1,349	0,069	0,079	0,068
Média	-	14,681	17,470	21,614	3,391
CV (%)	-	7,911	6,317	6,061	13,286

F.V.	G.L.	QM			
		TO	QDF	RACH	-
Blocos	1	0,016	0,036	0,041	-
Famílias	99	*0,080	*0,016	0,285	-
Resíduo	99	0,055	0,009	0,212	-
Média	-	3,241	3,322	0,855	-
CV (%)	-	12,224	5,468	39,475	-

(*) – valores com asterisco são significativos pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.
 COMP: comprimento médio de raiz por parcela (cm), a*X: cor a* médio do xilema por parcela (CIELAB), a*F: cor a* médio do floema por parcela (CIELAB), TP: tipo de ponta (conforme diagrama adaptado de Vieira *et al.* (2007)), TO: tipo de ombro (conforme diagrama adaptado de Vieira *et al.* (2007)), QDF: queima-das-folhas (escala de notas adaptada por Aguillar *et al.* (1986)) e RACH: rachadura (presença ou ausência do caráter em cada raiz).

As estimativas dos parâmetros genéticos para caracteres de planta referentes ao sistema de Agricultura Natural (AN) estão apresentados na Tabela 4.

No geral, as estimativas de herdabilidade apresentaram valores de magnitude mediana. A estimativa de herdabilidade para o caráter COMP no sistema de agricultura natural (AN) (65,661%) foi similar àquelas obtidas por Nunes (1991), Mauch *et al.*(1993), Alves (2004) e Vieira & Silva (2007) com valores de 61,65%, 52,00%, 42,63% e 66,00%, respectivamente, obtidas a partir de dados oriundos de sistemas convencionais de cultivo.

Vale ressaltar, que os valores referentes à razão entre coeficiente de variação genética e o coeficiente variação ambiental de cada caráter, foram menores do que 1. Segundo Alves (2004), valores desta magnitude indicam que o

emprego de métodos simples de melhoramento (ex: seleção massal) não proporcionarão ganhos expressivos durante o processo de seleção. O emprego de métodos de melhoramento baseados na performance de famílias é mais adequado do que aqueles que utilizam a seleção com base na performance de plantas individuais.

Quanto à estimativas de herdabilidade para a*X e a*F, verificou-se que as estimativas obtidas foram similares às aquelas observadas por Vieira *et al.* (1999) utilizando-se dados de cultivo convencional, Estes caracteres são estritamente relacionados com o conteúdo de carotenóides em raízes de cenoura segundo Pereira, (2002).

Tabela 4. Estimativas das variâncias fenotípica (V_f), genotípica (V_g), ambiental (V_e), herdabilidade senso amplo (h_a^2), coeficiente de variação genético (CV_g) e razão entre coeficiente de variação genético e ambiental (CV_g/CV_e), utilizando-se dados de ensaio conduzido na Fundação Mokiti Okada – Agricultura Natural (AN) para caracteres de planta de cenoura. Brasília, 2007.

Parâmetros genéticos	COMP	a*X	a*F	TP	TO	QDF	RACH
V_f (média)	1,964	0,055	0,043	0,055	0,040	0,008	0,142
V_e (média)	0,674	0,034	0,039	0,034	0,027	0,004	0,106
V_g (média)	1,289	0,020	0,003	0,022	0,012	0,003	0,036
h_a^2 %(média)	65,661	37,053	8,261	39,194	30,294	39,112	25,526
CV_g	7,736	3,427	1,286	7,543	5,698	3,099	16,342
CV_g/CV_e	0,977	0,542	0,212	0,567	0,466	0,566	0,414

COMP: comprimento médio de raiz por parcela (cm), a*X: cor a* médio do xilema por parcela (CIELAB), a*F: cor a* médio do floema por parcela (CIELAB), TP: tipo de ponta (conforme diagrama adaptado de Vieira *et al.* (2007)), TO: tipo de ombro (conforme diagrama adaptado de Vieira *et al.* (2007)), QDF: queima-das-folhas (escala de notas adaptada por Aguillar *et al.* (1986)) e RACH: rachadura (presença ou ausência do caráter em cada raiz).

No que se refere a queima-das-folhas (QDF), conforme Tabela 4, a herdabilidade para resistência a “queima-das-folhas” no sistema de cultivo AN foi baixa (39,112%), e de magnitude semelhante aos encontrados por Della Vecchia & Reifschneider (1983), Vieira *et al.* (1991), Boiteux *et al.* (1993) utilizando-se de sistemas convencionais de cultivo, o que sugere pouca variabilidade genética nas populações do grupo Brasília para este caráter. Este baixo valor de herdabilidade, pode também estar relacionado à baixa pressão de inóculo no campo durante o período de avaliação da doença. Esta baixa pressão de inóculo pode ser atribuída

a vários fatores a saber: impossibilidade de utilizar inoculação artificial da doença em sistemas cultivo orgânico; sistema de rotação de culturas empregado e sistema de colheita utilizado que elimina todo o resto cultural no final do ciclo. Segundo Vieira *et al.* (2007), em sistemas orgânicos, geralmente, as plantas são colhidas sem “quebrar” as folhas, e caso estejam sem sintomas de doenças estas são comercializadas em “maços”. Caso contrário, as folhas são destacadas e utilizadas na produção de compostos orgânicos, sendo a comercialização das raízes feita de outra forma. Este procedimento de colheita contribui para diminuição da quantidade de inóculo residual no campo, principalmente quando está associado a algum sistema de rotação de cultura. A não ocorrência de sintomas da queima-das-folhas no sistema de agricultura orgânica (AO), pode ser decorrente desta prática.

A razão entre coeficiente de variação genético e ambiental (CVg/CVe) foi de 0,566 para queima-das-folhas. Este valor sugere uma condição pouco favorável à seleção para resistência ao caráter. Acredita-se que o emprego de métodos tradicionais de melhoramento podem apresentar baixa eficiência na melhoria do nível de resistência da população em foco (Alves, 2004). Neste contexto, sugere-se que o processo de desenvolvimento de cultivares de cenoura para uso em sistemas orgânicos seja conduzido inicialmente em sistemas convencionais, uma vez que nestes é possível o emprego de alternativas mais eficientes de inoculação da doença, que possibilitam maximizar a eficiência do processo de seleção. Nesta estratégia, as populações mais promissoras seriam submetidas aos diferentes sistemas de cultivo agroecológicos apenas a partir da fase de validação.

Vale comentar que foi realizado ainda uma análise etiológica para patógenos causadores da queima-das-folhas utilizando-se de amostras foliares coletadas nos dois sistema de agricultura agroecológica: Agricultura Natural (AN) e Agricultura Orgânica (AO). Verificou-se, que no campo experimental da Fundação Mokiti Okada (AN), houve prevalência de *Alternaria dauci* (Ad) para a cultivar Alvorada e para a população “0512399”. O patógeno *Cercospora carotae* (Cc) prevaleceu na cultivar Brasília, enquanto que na cultivar Esplanada a incidência de Ad e Cc foi similar. Resultados obtidos por Carvalho (2005) utilizando-se da mesma área experimental, evidenciaram que os patógenos *Alternaria dauci* e *Cercospora carotae* estiveram presentes em todos os genótipos estudados,

incluindo os acima listados. No ensaio realizado no Núcleo Rural Taguatinga (AO) houve baixa incidência da doença, sendo que Ad foi o patógeno que prevaleceu em todos os tratamentos.

As diferenças observadas acima refletem a necessidade e importância em uniformizar a inoculação da doença em toda a área experimental visando maximizar a eficiência do processo de seleção.

Quanto ao caráter RACH, a estimativa de herdabilidade para rachadura foi baixa (25,526%), e a razão entre o coeficiente de variação genético e ambiental (CVg/CVe) foi de apenas 0,414 (Tabela 4). Além disso, o coeficiente de variação ambiental para este caráter foi elevado (Tabela 3). Estes dados indicam que existe pouca variabilidade de ordem genética na população e/ou as condições ambientais se mostraram desfavoráveis para a seleção. Como este caráter parece ser muito influenciado pelo ambiente, pode-se concluir que métodos tradicionais de melhoramento seriam pouco eficientes na diminuição a incidência de rachadura em cenoura. Estudos comparando espaçamentos, métodos de irrigação e diferentes níveis de fertilidade poderiam ser úteis no melhor esclarecimento das causas da rachadura em cenoura. Assim, situações de estresse poderiam ser induzidas para se tentar fazer uma seleção mais efetiva. Isto porque, no ensaio instalado no Núcleo Rural de Taguatinga (AO) não se verificou a ocorrência de rachadura e conforme análise de amostra de solo coletada na área (Tabela 1) o teor médio de Boro (B) foi de 0,20 mg/dm³. Contudo, no ensaio realizado na Fundação Mokiti Okada (AN), o caráter RACH não apresentou significância na análise de variância (tabela 3) e o teor de B no solo onde foi conduzido o ensaio foi de 0,05 mg/dm³ (Tabela 1). Esse valor foi bem inferior comparativamente ao valor encontrado no ensaio do Núcleo Rural de Taguatinga – AO (onde não houve ocorrência de rachadura), indicando que este fator pode ter contribuído na expressão do caráter rachadura de raiz. Vale comentar que, de acordo com Filho *et al.* (2005), o teor adequado de boro no solo para produção de raízes de cenoura comercializáveis, sem rachadura é de 0,45 – 0,55 mg kg⁻¹.

5.2.2 Núcleo Rural Taguatinga – Agricultura Orgânica (AO)

Os resumos das análises de variância dos dados obtidos a partir de ensaio conduzido no Núcleo Rural Taguatinga - (AO), utilizando-se de 100 famílias de meios-irmãos de cenoura pertencentes à população “0512399”, para alguns caracteres de planta são apresentados na Tabela 5. As análises foram feitas com base na média das parcelas. Houve efeito significativo para as famílias pelo teste F para os caracteres COMP, a*X, a*F e TP, sendo que os coeficientes de variação foram baixos para todos os caracteres avaliados. Vale ressaltar que no ensaio de Agricultura Orgânica (AO), aos 90 dias após a semeadura não foi possível visualizar diferenças de sintomas entre as parcelas para o caráter queima-das-folhas.

Neste sistema agroecológico – AO, verificou-se valor de F significativo para o caráter a*F indicando diferença entre as famílias, fato este que não foi observado no sistema de Agricultura Natural (AN). Isto sugere que a avaliação deste caráter no sistema Agricultura Orgânica (AO) tem maior possibilidade de sucesso na identificação de genótipos superiores comparativamente ao sistema de Agricultura Natural (AN).

Tabela 5. Resumo da análise de variância individual utilizando-se dados obtidos a partir de ensaio conduzido no Núcleo Rural Taguatinga - Agricultura Orgânica (AO) para caracteres de planta de cenoura. Brasília, 2007.

F.V.	G.L.	Q.M.				
		COMP	a* X	a* F	TP	TO
Blocos	1	0,061	5,880	0,368	0,088	0,013
Famílias	99	*4,191	*3,935	*2,326	*0,009	0,014
Resíduo	99	1,969	0,742	1,185	0,004	0,004
Média	-	14,395	19,607	22,278	2,247	2,205
CV (%)	-	9,749	4,394	4,887	4,166	4,043

(*) – valores com asterisco são significativos pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

COMP: comprimento médio de raiz por parcela (cm), a*X: cor a* médio do xilema por parcela (CIELAB), a*F: cor a* médio do floema por parcela (CIELAB), TP: tipo de ponta (conforme diagrama adaptado de Vieira *et al.* (2007)), TO: tipo de ombro (conforme diagrama adaptado de Vieira *et al.* (2007)).

As estimativas dos parâmetros genéticos para caracteres de planta referentes ao sistema de Agricultura Orgânica (AO) estão apresentados na Tabela 6. Verifica-se que para todos os caracteres listados os valores de herdabilidade

foram de medio a alto, similares aos valores encontrados por Alves (2004) e Vieira & Silva (2007). Para os caracteres a*X e a*F a literatura apresenta alguns valores diferentes destes (Vieira, 1988; Santos & Simon, 2006). Esta diferença de valores observados pode ser decorrente do fato da herdabilidade ser uma propriedade não somente do caráter, mas também da população e do ambiente ao qual os indivíduos estão inseridos.

Contudo, vale ressaltar que os valores de herdabilidade obtidos no ensaio realizado no sistema de Agricultura Orgânica (AO) para os caracteres a*X e a*F, foram de magnitude muito maior do que aqueles obtidos no sistema de Agricultura Natural (AN). Estes resultados sugerem que a avaliação de genótipos de cenoura para os caracteres a*X e a*F no sistema de cultivo AO apresenta maior chance de sucesso do que se realizada no sistema de cultivo AN, uma vez que no sistema AO a razão CV_g/CV_e para o caráter a*X apresenta valores maiores do que 1 para esta característica, o que evidencia condição favorável de seleção uma vez que a variância genética supera a ambiental (Vencovsky, 1987).

Tabela 6. Estimativas das variâncias fenotípica (V_f), genotípica (V_g), ambiental (V_e), herdabilidade senso amplo (h_a^2), coeficiente de variação genético (CV_g) e razão entre coeficiente de variação genético e ambiental (CV_g/CV_e), utilizando-se dados de ensaio conduzido no Núcleo Rural Taguatinga – Agricultura Orgânica (AO) para caracteres de planta de cenoura. Brasília, 2007.

Parâmetros genéticos	COMP	a* X	a* F	TP	TO
V_f (média)	2,095	1,967	1,163	0,004	0,007
V_e (média)	0,984	0,371	0,592	0,002	0,002
V_g (média)	1,110	1,596	0,570	0,002	0,005
h_a^2 % (méd fam)	53,002	81,133	49,029	51,408	69,768
CV_g	7,321	6,444	3,389	3,030	4,343
CV_g/CV_e	0,750	1,466	0,693	0,727	1,074

COMP: comprimento médio de raiz por parcela (cm), a*X: cor a* médio do xilema por parcela (CIELAB), a*F: cor a* médio do floema por parcela (CIELAB), TP: tipo de ponta (conforme diagrama adaptado de Vieira *et al.* (2007)), TO: tipo de ombro (conforme diagrama adaptado de Vieira *et al.* (2007)).

Vale ressaltar que no sistema de cultivo Agricultura Orgânica (AO), aos 90 dias após a semeadura, não foi possível visualizar diferenças de sintomas entre as parcelas para o caráter QDF. Além disso, não foi possível verificar a presença de rachadura nas raízes derivadas do sistema de cultivo AO. Assim, não foi

possível diferenciar as famílias nas análises estatísticas para os caracteres QDF e RACH no sistema AO.

5.3. Correlações e Ganho Genético por Seleção para cada Sistema de Cultivo Agroecológico

5.3.1. Correlações Fenotípica (r_f) e Genotípica (r_g)

Em geral, verificou-se que as estimativas de correlação genotípica apresentaram valores superiores aos encontrados na correlação fenotípica. Isso sugere que houve predominância da influência do componente genético sobre o componente ambiental no valor da correlação.

As estimativas dos valores de correlações fenotípicas (Tabela 7) e genotípicas (Tabela 8) obtidas utilizando-se dados dos ensaios conduzidos no Núcleo Rural Taguatinga - (AO) e na Fundação Mokiti Okada (AN), para os caracteres de planta: COMP - comprimento de raiz; DR - diâmetro da raiz; MASSA - peso médio das raízes; DX - diâmetro do xilema; DX/DR - relação entre o diâmetro do xilema e da raiz; a*X - cor a* do xilema; a*F - cor a* do floema; TP - tipo de ponta; TO - tipo de ombro; QDF – queima-das- folhas; RACH - rachadura da raiz, estão apresentadas a seguir.

Verificou-se que os parâmetros a*X e a*F apresentaram valores de correlação fenotípica (Tabela 7) e genotípica (Tabela 8) positivas entre si nos dois sistemas de cultivo agroecológico – AN ($r_f = 0,464$; $r_g = 0,975$) e AO ($r_f = 0,647$; $r_g = 0,769$), indicando que raízes com maior teor de carotenóides totais nos tecidos do xilema apresentam relação linear com o teor no tecido do floema, uma vez que segundo Pereira (2002) há uma correlação direta entre o valor do componente a do sistema CIELAB com o conteúdo de carotenóides totais em cenoura. Resultados semelhantes foram encontrados por Vieira *et al.* (2006) que sugeriram como estratégia de melhoramento a seleção direta sobre o caráter a*X face a ocorrência de valores da relação CV_g/CV_e próximos a unidade, o que reflete condição favorável a seleção. Nunes (1991), também verificou que a cor de xilema correlacionou-se positivamente com a cor do floema, sugerindo que a seleção de raízes com coloração mais uniforme pode ser facilitada.

Pode-se verificar ainda valores negativos e significativos de correlação fenotípica (r_f) e genotípica (r_g) entre DX e a*X para os dois sistemas de cultivo agroecológico AN ($r_f = -0,427$; $r_g = -0,542$) e AO ($r_f = -0,433$; $r_g = -0,488$), indicando que quanto maior o diâmetro deste tecido menor é a concentração de carotenóides totais existente na raiz, o que confirma resultados obtidos por Vieira & Silva (2007).

Altos valores de correlação positiva foram encontrados para os caracteres MASSA e COMP, nos dois sistemas AN ($r_f = 0,616$; $r_g = 0,695$) e AO ($r_f = 0,654$; $r_g = 0,625$) confirmando resultados obtidos por Mauch *et al.* (1993) também utilizando-se de genótipos do grupo Brasília. Foram verificados ainda altos valores de correlação fenotípica e genotípica para os pares de caracteres DR versus MASSA, confirmando resultados de McCollum (1971), Natarajam & Arumagan (1980), Mauch *et al.* (1993), Vieira *et al.* (2001) e Alves (2004), com valores de correlação variando de 0,50 a 0,80. Altos valores de correlação também ocorreram para DR versus DX nos dois sistemas: AN ($r_f = 0,688$; $r_g = 0,872$) e AO ($r_f = 0,570$; $r_g = 0,430$). Da mesma forma, MASSA e DX estiveram associados nos dois sistemas de produção, com valores de correlação fenotípica e genotípica de 0,21 a 0,74. Além disso, DX também se correlacionou fortemente com a relação entre DX/DR (Tabelas 7 e 8).

Vale comentar que para o sistema de cultivo AN, verificou-se que os valores para correlações fenotípica (0,232) e genotípica (0,567) entre os caracteres QDF e DR, foram diferentes daqueles obtidos por Vieira (1988) que observou valores de correlação de maior magnitude utilizando-se de informações obtidas de sistemas convencionais. Acredita-se que este fato pode estar relacionado à baixa pressão de inóculo na área experimental no presente estudo. Verifica-se ainda que as correlações genotípicas entre QDF e MASSA; QDF e DX; QDF e a*F foram significativas e positivas com valores de 0,345, 0,221 e 0,253, respectivamente. A correlação genotípica entre QDF e TP foi negativa e significativa, porém de fraca magnitude (-0,279) conforme Carvalho *et al.* (2004).

Para o caráter RACH não foi encontrada nenhuma correlação fenotípica significativa com os demais caracteres (Tabela 7). Quanto a correlações genotípicas (Tabela 8) observou-se valores significativos de correlação negativa entre os caracteres RACH e COMP sugerindo que raízes mais longas apresentam menor índice de rachadura.

Tabela 7. Estimativas de valores de correlação fenotípica entre caracteres de planta de cenoura obtidos a partir de dados de ensaios conduzidos no Núcleo Rural Taguatinga – AO (valores abaixo da diagonal) e na Fundação Mokiti Okada – AN (valores acima da diagonal e em itálico), utilizando-se de 100 famílias de meios-irmãos, pertencentes à população “0512399”, Brasília, 2007.

	COMP	DR	MASSA	DX	DX/DR	a*X	a*F	TP	TO	QDF	RACH
COMP	1	0,138	*0,616	0,097	0,047	-0,011	0,074	0,172	*0,198	0.003	-0.076
DR	*0.307	1	0,687	0,688	0,231	-0,145	*0,216	-0,132	-0,047	*0.232	0.102
MASSA	*0.654	0.676	1	0,526	0,178	*-0,235	0,161	0,043	0,070	0.157	0.059
DX	*0.215	0.570	0.447	1	0,764	*-0,427	0,084	-0,075	0,050	0.109	0.106
DX/DR	0.039	-0.028	0.029	0.711	1	*-0,430	-0,076	0,076	0,020	0.048	0.098
a*X	-0.035	-0.362	-0.273	*-0.433	*-0.339	1	*0,464	*-0,240	0,036	-0.030	0.079
a*F	*0.225	0.077	0.203	-0.103	-0.217	*0.647	1	*-0,256	-0,016	0.088	0.108
TP	0.086	-0.078	-0.054	-0.203	-0.142	-0.028	-0.116	1	0,133	-0.178	0.037
TO	0.185	0.050	0.252	0.037	0.136	-0.037	0.159	-0.028	1	-0.109	-0.187

COMP: comprimento médio de raiz por parcela (cm), DR: diâmetro da raiz (cm), MASSA: peso médio das raízes (g), DX: diâmetro do xilema (cm), DX/DR: razão entre o diâmetro do xilema/ diâmetro da raiz, a*X: cor a* médio do xilema por parcela (CIELAB), a*F: cor a* médio do floema por parcela (CIELAB), TP: tipo de ponta (conforme diagrama adaptado de Vieira *et al.* (2007)), TO: tipo de ombro (conforme diagrama adaptado de Vieira *et al.* (2007)), QDF: queima-das-folhas (escala de notas adaptada por Aguillar *et al.* (1986)) e RACH: rachadura (presença ou ausência do caráter em cada raiz).

(*) – valores com asterisco são significativos pelo teste de t a 5% de probabilidade.

Tabela 8. Estimativas de valores de correlação genotípica entre caracteres de planta de cenoura obtidos a partir de dados de ensaios conduzidos no Núcleo Rural Taguatinga – AO (valores abaixo da diagonal) e na Fundação Mokiti Okada – AN (valores acima da diagonal e em itálico), utilizando-se de 100 famílias de meios-irmãos, pertencentes à população “0512399”, Brasília, 2007.

	COMP	DR	MASSA	DX	DX/DR	a*X	a*F	TP	TO	QDF	RACH
COMP	1	-0.159	*0.695	-0.048	0.093	-0.049	-0.053	*0.342	*0.320	-0.049	*-0.301
DR	-0.012	1	0.677	0.872	0.582	*-0.234	0.187	0.056	0.005	*0.567	0.126
MASSA	*0.625	0.580	1	0.741	0.482	*-0.444	0.139	*0.340	0.181	*0.345	0.066
DX	*-0.258	0.430	0.211	1	0.867	*-0.542	*0.202	-0.105	0.163	*0.221	*0.331
DX/DR	-0.195	-0.185	-0.190	0.713	1	*-0.609	-0.072	0.050	0.146	0.118	*0.361
a*X	0.055	-0.370	-0.300	*-0.488	*-0.415	1	*0.975	*-0.366	0.022	-0.155	0.195
a*F	0.007	-0.132	0.001	*-0.379	*-0.400	*0.769	1	*-0.468	0.127	*0.253	-0.105
TP	*0.508	0.111	0.046	-0.164	-0.157	-0.144	-0.086	1	0,136	*-0.279	*0.370
TO	0.081	-0.077	0.171	-0.027	*0.242	-0.045	0.124	-0.013	1	-0.127	*-0.527

COMP: comprimento médio de raiz por parcela (cm), DR: diâmetro da raiz (cm), MASSA: peso médio das raízes (g), DX: diâmetro do xilema (cm), DX/DR: razão entre o diâmetro do xilema/ diâmetro da raiz, a*X: cor a* médio do xilema por parcela (CIELAB), a*F: cor a* médio do floema por parcela (CIELAB), TP: tipo de ponta (conforme diagrama adaptado de Vieira *et al.* (2007)), TO: tipo de ombro (conforme diagrama adaptado de Vieira *et al.* (2007)), QDF: queima-das-folhas (escala de notas adaptada por Aguillar *et al.* (1986)) e RACH: rachadura (presença ou ausência do caráter em cada raiz).

(*) – valores com asterisco são significativos pelo teste de t a 5% de probabilidade.

5.3.2. Ganho Genético por Seleção

A obtenção de estimativas de ganho genético para caracteres específicos ou grupo de caracteres é de grande importância, uma vez que orienta os melhoristas sobre como utilizar o material genético disponível da melhor maneira possível, visando a obtenção de ganhos máximos para as características de interesse (Paula *et al.*, 2002). As estimativas de ganho genético por ciclo, utilizando-se três diferentes intensidades de seleção (10, 20, 30%), para os ensaios realizados na Fundação Mokiti Okada – AN e no Núcleo Rural Taguatinga - AO estão apresentados nas Tabelas 9 e 10, respectivamente.

No que se refere ao caráter COMP observa-se que as estimativas de ganho obtidas em ambos os sistemas de cultivo agroecológico AN e AO são semelhantes, uma vez que os valores de herdabilidade obtidos em cada sistema foram de magnitude similar, a saber 65,661% e 53,002%, respectivamente. Além disso, estes valores de ganho não divergem das estimativas obtidas para este caráter em sistemas convencionais de cultivo, a saber: Nunes (1991), 7,73%; Mauch *et al.* (1993), 9,00%. Isto sugere que a seleção para este caráter pode ser realizada seja em sistemas agroecológicos ou convencionais de cultivo.

Quanto aos caracteres a^*X e a^*F verifica-se nas Tabelas 9 e 10 que as estimativas de ganho obtidas a partir de informações oriundas do sistema agroecológico AN são muito inferiores às obtidas no sistema agroecológico AO. Este fato está diretamente relacionado com a magnitude das estimativas de herdabilidade obtidas para o caráter em cada sistema de cultivo agroecológico utilizado (Tabelas 4 e 6), Além disso, considerando-se o maior valor da relação CV_g/CV_e para a^*X (Tabela 6) no sistema AO, sugere-se que a utilização do sistema agroecológico AN para avaliação de genótipos visando a seleção daqueles com maiores valores de a^* deve ser preterida a favor do sistema agroecológico AO (Tabela 9).

Vale comentar ainda que os ganhos obtidos para os caracteres a^*X e a^*F no sistema de agricultura orgânica, são similares aos obtidos por Nunes (1991) com 3,0 a 5,0% de ganho esperado utilizando-se 10% de intensidade de seleção e Vieira *et al.* (1999) com 11,8% com 5% de intensidade de seleção.

Quanto ao caráter QDF, verifica-se que os ganhos genéticos esperados são de baixa magnitude para as diferentes intensidades de seleção. Isto pode estar

associado à baixa pressão de inóculo, durante a época de avaliação na área experimental da Fundação Mokiti Okada, uma vez que não é possível inocular os agentes etiológicos da doença na área, ou ainda, devido a pequena variabilidade genética (3.099%) da população utilizada para este caráter (Tabela 4). Considerando-se que os consumidores de produtos orgânicos têm maior consciência a respeito importância da qualidade nutricional do produto final, é imprescindível que durante o desenvolvimento de cultivares específicas para sistemas orgânicos, as raízes das famílias selecionadas sejam cortadas e avaliadas para caracteres de qualidade. Este fato possivelmente implicará na utilização de menores intensidades de seleção (por exemplo, 30%) como forma de garantir um tamanho de população adequado para o processo posterior de recombinação das famílias selecionadas. A razão de reduzir a intensidade de seleção deve-se ao fato que não é permitido a utilização de qualquer agrotóxico para reduzir a perda de raízes após o processo de frigorificação e seleção das mesmas. Adicionalmente, a razão entre o coeficiente de variação genético e ambiental (CV_g/CV_e) neste sistema agroecológico, foi de 0,566 (Tabela 4), o que sugere uma condição pouco favorável à seleção para resistência ao caráter. O emprego de métodos tradicionais de melhoramento deverão apresentar baixa eficiência na melhoria do nível de resistência da população em foco no sistema de Agricultura Natural.

Neste contexto, sugere-se que o processo de desenvolvimento de cultivares de cenoura resistentes a QDF para uso em sistemas orgânicos seja conduzido inicialmente em sistemas convencionais, uma vez que nestes é possível o emprego de alternativas mais eficientes de inoculação que possibilitam maximizar a eficiência do processo de seleção. Nesta estratégia, as populações mais promissoras seriam submetidas aos diferentes sistemas de cultivo orgânicos apenas a partir da fase de validação.

No que se refere ao caráter RACH, verifica-se que as estimativas de ganhos genéticos esperados foram ligeiramente maiores comparativamente àquelas encontradas para os demais caracteres avaliados no sistema de cultivo AN (Tabela 9). Considerando-se a baixa magnitude dos valores de herdabilidade e da relação CV_g/CV_e , e o alto valor do coeficiente de variação para RACH (Tabelas 3 e 4) sugere-se que a seleção contra esse caráter deve ser precedida do emprego de métodos que garantam maior expressão do caráter e maior

controle ambiental visando garantir a qualidade das estimativas obtidas. Assim, recomenda-se que o sistema de agricultura natural AN seja utilizado para avaliação de genótipos, uma vez que no sistema de cultivo AO não foi possível verificar a ocorrência de rachadura.

Tabela 9. Estimativa de ganho genético por ciclo (GS), com três intensidades de seleção (10%, 20%, 30%), e intervalo de valores das famílias selecionadas (IVF) para caracteres de planta de cenoura. Sistema de cultivo Agricultura Natural – AN da Fundação Mokiti Okada . Brasília, 2007.

Caracteres		Intensidade de seleção		
		10%	20%	30%
COMP	GS(%)*	11,00	8,77	7,27
	IVF	18,20 – 16,65	18,20 – 15,85	18,20 – 15,35
a*X	GS(%)*	3,66	2,92	2,42
	IVF	23,04 – 19,36	23,04 – 18,92	23,04 – 18,49
a*F	GS(%)*	0,65	0,52	0,43
	IVF	24,50 – 23,52	24,50 – 23,04	24,50 – 22,56
QDF	GS(%)*	3,40	2,71	2,25
	IVF	4,00 – 3,75	4,00 – 3,50	4,00 – 3,50
RACH	GS(%)*	14,49	11,56	9,57
	IVF	0,00 – 0,00	0,00 – 0,00	0,00 – 0,44

(*) - Estimativa de ganho genético decorrente de seleção direta sobre o caráter; COMP: comprimento médio de raiz por parcela (cm), a*X: cor a* médio do xilema por parcela (CIELAB), a*F: cor a* médio do floema por parcela (CIELAB), QDF: queima-das-folhas (escala de notas adaptada por Aguillar *et al.* (1986)) e RACH: rachadura (presença ou ausência do caráter em cada raiz).

Tabela 10. Estimativa de ganho por ciclo (GS), com três intensidades de seleção (10%, 20%, 30%), e intervalo de valores das famílias selecionadas (IVF) para caracteres de planta de cenoura. Sistema de cultivo Agricultura Orgânica – AO do Núcleo Rural Taguatinga. Brasília, 2007.

Caracteres		Intensidade de seleção		
		10%	20%	30%
COMP	GS(%)*	9,35	7,46	6,18
	IVF	18,06 – 16,06	18,06 – 15,50	18,06 – 15,12
a*X	GS(%)*	10,19	8,12	6,73
	IVF	23,46 – 21,55	23,46 – 20,93	23,46 – 20,21
a*F	GS(%)*	4,17	3,32	2,75
	IVF	26,13 – 23,59	26,13 – 23,01	26,13 – 22,78

(*) - Estimativa de ganho genético decorrente de seleção direta sobre o caráter; COMP: comprimento médio de raiz por parcela (cm), a*X: cor a* médio do xilema por parcela (CIELAB), a*F: cor a* médio do floema por parcela (CIELAB).

6. CONCLUSÕES

1. A baixa magnitude das estimativas de herdabilidade obtidas para os caracteres relacionados a qualidade de raiz e resistência a queima-das-folhas, indicam a necessidade do emprego de métodos de melhoramento mais sofisticados visando maximizar os ganhos decorrentes do processo de seleção em ambos os sistemas de cultivo.
2. A magnitude das estimativas obtidas para caracteres de raiz avaliados em sistemas de cultivo agroecológico foi similar às estimativas verificadas em sistemas convencionais de produção. Isto sugere que a seleção para estes caracteres pode ser realizada em sistemas agroecológico ou convencional de cultivo.
3. Algumas características não apresentaram significância para interação genótipo X ambiente. Isto sugere que, para estas características, a seleção dos indivíduos superiores poderia ser realizada em um único sistema agroecológico.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se que algumas características não apresentaram significância para interação genótipo X ambiente, sugere-se que a estratégia para desenvolvimento de um programa de melhoramento de cenoura para fins de cultivo orgânico deve basear-se nas informações preliminares disponíveis, que indicam a instalação de ensaios em um único local, uma vez que as características que apresentam estreita relação com produtividade de raízes (massa, diâmetro de raiz, diâmetro do xilema e relação diâmetro de raiz/diâmetro do xilema) evidenciaram comportamento estável dos genótipos avaliados em ambos os sistemas de cultivo agroecológico. A escolha do local deve também basear-se na magnitude das estimativas de herdabilidade para os caracteres de qualidade nutricional e visual de raiz.

O processo de desenvolvimento de cultivares de cenoura resistentes a queima-das-folhas para uso em sistemas orgânicos deve ser conduzido inicialmente em sistemas convencionais, uma vez que nestes é possível o emprego de alternativas mais eficientes de inoculação da doença, que possibilitam maximizar a eficiência do processo de seleção. Nesta estratégia, as populações mais promissoras seriam submetidas aos diferentes sistemas de cultivo agroecológicos apenas a partir da fase de validação.

Além disso, sugere-se que novos ensaios devam ser realizados utilizando-se de cultivares comerciais, empregando-se maior número de escolas de agroecologia nas diferentes regiões de produção de cenoura agroecológica no Brasil, visando a obtenção de resultados mais conclusivos relacionados à estabilidade e adaptabilidade de genótipos para subsidiar a definição de uma estratégia definitiva quanto a melhoramento de cenoura agroecológica no país.

8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

AGUILLAR, J. A. E.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; PESSOA, H. B. S. V. Época de início de aplicação de fungicidas para o controle de queima-das-folhas de cenoura, **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 4, n. 11, p. 41, 1986.

ALVES, J. C. S. **Estimativa de parâmetros genéticos para caracteres de semente e de planta em populações de cenoura (*Daucus carota* L.) derivadas da cultivar Brasília**. 2004. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

ALVES, J. C. da S.; PEIXOTO, J. R.; VIEIRA, J. V.; BOITEUX, L. S. 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. 363-366, jul./set. 2006.

BALBINO, J. M. de S. Distúrbios fisiológicos em cenoura (*Daucus carota* L.). In: HEREDIA, M. C. V. de; CASALI, V. W. D. **Seminários de Olericultura**. Viçosa, MG, v. 7, p. 82-101. 1983.

BITTENCOURT, M. L.C.; CASALI, V. W. D.; OLIVEIRA, A. G. R. de. Distúrbios fisiológicos e caracteres físico e químicos em raízes e folhas de progênies de meios-irmãos de cenoura (*Daucus carota* L.) 'Brasília'. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 13, n. 1, p. 71, maio 1995. Trabalho apresentado no 35º Congresso Brasileiro de Olericultura, 1995, Foz do Iguaçu.

BITTENCOURT, M. L. C. **Qualidade das sementes e avaliação de progênies de meios-irmãos de cenoura (*Daucus carota* L.) 'Brasília'**. 1992. 77 f. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

BRASIL. **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**. Instrução Normativa n. 007, de 17 de maio de 1999. Brasília, 1999. 12 p.

BRASIL. **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**. Lei n. 10.831, de 23 de dezembro de 2003.. Brasília, 2003. 3 p.

BRASIL. **Ministério da Agricultura e do Abastecimento**. Decreto n. 6.323, de 27 de dezembro de 2007. Brasília, 2007. 23 p.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Cadeia produtiva de produtos orgânicos / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Secretaria de Política Agrícola, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura ; coordenadores Antônio Márcio Buainain e Mário Otávio Batalha. – Brasília : IICA : MAPA/SPA, 2007. 108 p.

BOITEUX, L. S.; DELLA VECCHIA, P. T.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Heritability estimate for resistance to *Alternaria dauci* in carrot. **Plant Breeding**, Madison, v. 110, p. 165-167, 1993.

BUENO, L. C. de S.; MENDES, A. N.; CARVALHO, S. P. de. **Melhoramento de plantas**: princípios e procedimentos. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. 319 p.

CAMPOS, F. M.; SANTANA, H. M. P.; SOUZA, P. M. de; STRINGHETA, P. C.; CHAVES, J. B. P. Pró-vitaminas A em hortaliças comercializadas no mercado formal e informal de Viçosa (MG), em três estações do ano. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 33-40, jan./mar. 2006.

CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: Ed. Universitária da UFPel, 2004. 142 p.

CARVALHO, A. M.; JUNQUEIRA, A. M. R.; VIEIRA, J. V.; REIS, A.; SILVA, J. B. C. 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, abr./jun. 2005.

CARVALHO, P. G. B. de; MACHADO, C. M. M.; MORETTI, C. L.; FONSECA, E. de N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 4, p. 397-404, out./dez. 2006.

CARVALHO, P. G. B. de; MACHADO, C. M. M.; VIEIRA, J. V.; SILVA, J. B. C. da. Influência da densidade de plantas no teor de carotenóides totais das cultivares de cenoura Nantes e Alvorada. **Horticultura Brasileira**. Brasília, DF, v. 21, n. 2, jul. 2003. Suplemento CD-ROM. Trabalho apresentado no 43º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2003.

CRUZ, C. D. **Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: Editora UFV, 1997. 442 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 390 p.

D'ANTONINO, L. **Efeito de densidades de semeadura e do desbaste no crescimento e na produção da cenoura (*Daucus carota* L.) cv. Brasília**. 1992. 94 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais.

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: XXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA; 1 REUNIÃO LATINO-AMERICANA DE OLERICULTURA, 1984, Jaboticabal, SP. Resumos... Jaboticabal: FCAV, 1984. p. 97.

DELLA VECCHIA, P. T. & REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Estimativa de herdabilidade da resistência a *Alternaria dauci* em cenoura**. In: XXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 1983, Rio de Janeiro, RJ. Resumos... Rio de Janeiro, Sociedade de Olericultura do Brasil, 1983. p. 141.

DICKSON, M. H. The inheritance of longitudinal cracking in carrot. **Euphytica**, v. 15, p. 99-101, 1965.

DRIESSEN, R. G.; LANGERAK, C. J.; OOSTERHOF, J.; VAN TONGEREN, C. A. M.; KOOLSTRA, G. H. **Optimising organic seed production of carrot and dealing with *Alternaria spp.*** In: Organic Seed Production and Plant Breeding – strategies, problems and perspectives. Proceedings of ECO-PB 1st International symposium on organic seed production and plant breeding, Berlin, Germany. 21-22. November 2002. Proceedings... European Consortium of Organic Plant Breeding (ECO-PB), Driebergen/Frankfurt, 2003. 83p.

DULLEY, R. D. Produtos agrícolas orgânicos: Brasil sobe para a quinta posição em extensão de área. **Instituto de Economia Agrícola**, São Paulo, set. 2005. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=3291>>. Acesso em: 3 fev. 2007.

EHLERS, E. Agricultura alternativa: uma perspectiva histórica. **Revista Brasileira de Agropecuária**, ano 1, n. 1, p. 24-37, 2000.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma**. São Paulo: Livros da Terra, 1996. 178 p.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa MG: UFV, 1981. 279 p.

FAO - **FAOSTAT Database Results**. Disponível em: <<http://www.apps.fao.org>>. Acesso em 3 maio 2006.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: Editora da UFV, p. 302-308, 2003.

FILHO, M. V. de M.; SOUZA, A. F.; SILVA, H. R. da. Nível crítico de boro em cenoura cultivada em um solo sob cerrado. **Horticultura Brasileira**. Brasília, DF, v. 23 n. 1, jan./mar. 2005.

FONSECA, M. A. de N.; CARVALHO, W.; FEITOZA, J.; SILVA, P. P. da; BOITEUX, L. S.; VIEIRA, J. V. Marcha de acumulação de luteína, α -caroteno e β -caroteno em raízes de cultivares de cenoura em quatro épocas de colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n.2, p. 336, ago. 2005. Suplemento CD-ROM. Trabalho apresentado no 45° Congresso Brasileiro de Olericultura, 2005.

GILBERTSON, R. L. Bacterial leaf blight of carrot. In: DAVIS, M. R.; RAID, R. N. **Compendium of umbelliferous crop diseases**. Minnessota: APS Press, 2002. p. 11-12.

HOPKINS, A. A.; VOGEL, K. P.; MOORE, K. J.; JOHNSON, K. D.; CARLSON, I. T. Genotype effects and genotype by environment interactions for traits of elite switchgrass populations. **Crop Science**, Madison, v. 35, p. 125-132, 1995.

LAMMERTS VAN BUEREN, E. T.; WILBOIS, K. P.; ØSTERGÁRD, H. European perspectives of organic plant breeding and seed production in a genomic era. **Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics an Subtropics**, Kassel: Witzenhausen JARTS, n. 89, p. 101 – 120, mar. 2007. Supplement.

LAMMERTS VAN BUEREN, E. T., HULSCHER, M., HARING, M., JONGERDEN, J., VAN MANSVELT, J. D., DEN NIJS, A. P. M., RUIVENKAMP, G. T. P. **Sustainable organic plant breeding**. Final report: a vision, choices, consequences and steps. Driebergen: Louis Bolk Institut, 1999. 60 p.

LOPES, C. A.; RITSCHER, P. S.; VIEIRA, J. V.; LIMA, D. B. Comportamento de genótipos de cenoura para verão em localidades com diferentes etiologias da queima-das-folhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, p. 119-122, 2000.

MAUCH, C. R.; BARROS, I. B. I.; VIEIRA, J. V. 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, maio 1993. Trabalho apresentado no 33° Congresso Brasileiro de Olericultura, 1993, Brasília, DF.

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 meios-irmãos de cenoura. **Horticultura Brasileira**. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 11, n. 1, p. 83, maio 1993. Trabalho apresentado no 33° Congresso Brasileiro de Olericultura, 1993, Brasília, DF.

McCOLLUM, G. D. Greening of carrot roots (*Daucus carota* L.). Estimate of herdability and correlation. **Euphytica**, Beltsville, v. 20, n. 4, p. 549-560, 1971.

MELO, P. E. de. Melhoramento genético. In: HENZ, G. P.; ALCÂNTRA, F. A. de; RESENDE, F. V. (Ed.) **Produção orgânica de hortaliças: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 247-262.

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

NUNES, M. U. C. **Estimativas de parâmetros genéticos e de correlações de caracteres de raiz, parte aérea e semente de progênies de meios-irmãos da cenoura (*Daucus carota* L.) cv. Brasília**. 1991. 133 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1991.

OLIVEIRA, T. C. de; RESENDE, F. V.; VIEIRA, J. V.; COUTO, J. R.; PAULA, W. S. de; LIMA, D. de B. Desempenho de cultivares e populações de cenoura em cultivo orgânico no verão do Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p. 301, jul. 2002. Suplemento CD-ROM. Trabalho apresentado no 42° Congresso Brasileiro de Olericultura, 2002.

ORMOND, J. G. P.; PAULA, S. R. L. de; FILHO, P. F.; ROCHA, L. T. M. da. Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 15, p. 3-34, mar. 2002.

PAULA, R. C. de; PIRES, I. E.; BORGES, R. de C. G.; CRUZ, C. D. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n. 2, p. 159-165, fev. 2002.

PENTEADO, S. R. **Introdução à agricultura orgânica**: normas e técnicas de cultivo. Campinas: Editora Grafinação, 2000. 110 p.

PEREIRA, A. S. **Teores de carotenóides totais em cenoura (Daucus carota L.) e sua relação com a coloração das raízes**. 2002. 128 f. Tese (Doutorado) - Universidade federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PEREIRA, W. Relatório. In: **1º workshop de Olericultura Orgânica na região agroeconômica do Distrito Federal**, 2001, Brasília, DF. Anais...Brasília, Embrapa Hortaliças: Emater-DF, 2001. 171 p.

PIMENTA, M. L. **Comportamento do consumidor de alimentos orgânicos na cidade de Uberlândia: um estudo com base na cadeia de meios e fins**. 2008. 125 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.

PLANETA ORGÂNICO. **História da agricultura orgânica: algumas considerações**. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br>>. Acesso em 12 jul. 2007.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. 7 ed. rev., São Paulo: ed. Globo, 2000.

RAMALHO, M. A. P. SANTOS, J. B., PINTO, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. 3 ed. rev., Lavras: UFLA, 2004. 472 p.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. Queima das folhas da cenoura, um complexo patológico. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 5, n. 3, p. 445-446, 1980.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; TAKATSU, A.; LOPES, C. A. Crestamento bacteriano causado por *Xanthomonas campestris* pv. *carotae* no Distrito Federal. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 9, n. 2, p. 189-192, 1984.

REIS, A.; VIEIRA, J. V. Reação de cultivares comerciais de cenoura quanto a resistência a queima-das-folhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 1, p. 192, jul. 2006. Suplemento CD-ROM. Trabalho apresentado no 46° Congresso Brasileiro de Olericultura, 2006.

RESENDE, F. V.; VIEIRA, J. V.; VIDAL, M. C. Avaliação de populações de cenoura do programa de melhoramento da Embrapa Hortaliças em sistema orgânico de produção. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, 2005. Suplemento CD-ROM. Trabalho apresentado no 45° Congresso Brasileiro de Olericultura, 2005.

ROBINSON, H. F.; COMSTOK, R. E.; HARVEY, P. H. Genotypic correlation in corn and their implication in selection. **Agronomy Journal**, v. 43, p. 282 - 284, 1951.

RUBATZKY, V. E.; SIMON, P. W. **Carrots and related vegetable umbeliferae**. Bristol. 1999. 294p.

SAMINEZ, T. C. O.; RESENDE, F. V.; VIEIRA, J. V.; COUTO, J. R.; PAULA, W. S.; LIMA, D de B. Desempenho de cultivares e populações de cenoura em cultivo orgânico no verão do Distrito Federal. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 2, p. 301, jul. 2002. Suplemento CD-ROM. Trabalho apresentado no 42° Congresso Brasileiro de Olericultura, 2002.

SANTOS, R. H. S. Olericultura orgânica. In: FONTES, P. C. R. (Ed.). **Olericultura – teoria e prática**. 1 ed. Viçosa: Suprema gráfica e editora. 2005. p. 249-276.

SANTOS, C. A. F.; SIMON, P. W. Heritabilities and minimum gene number estimates of carrot carotenoids. **Euphytica**, v. 151, p. 79–86, 2006.

SIMON, P. W.; WOLFF, X. Y. Carotenes in typical and dark orange carrots. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 35, p. 1017-1022, 1987.

SIMON, P. W.; PETERSON, C. E. Genetic and environmental components of carrot culinary and nutritive value. **ISHS Acta Horticulturae 93**: Symposium on Quality of Vegetables. v. 110, n. 2, p. 165-167, 1993.

SIMON, P. W. Domestication, historical development, and modern breeding of carrot. **Plant Breed. Rev.** v. 19, p. 157-190, 2000.

SOUZA, J. L. de. **Manual de horticultura orgânica**. 2.ed. atual e ampl. – Viçosa, MG: Aprenda fácil, 2006. 843p.

SOUZA, J. L. de. **Desenvolvimento de tecnologias para a olericultura orgânica brasileira**. INCAPER, Domingos Martins – ES, mar. 2001. 109p. (Monografia).

VALLE, J. C. V. Experiência de comercialização no Distrito Federal. In: 1º WORKSHOP DE OLERICULTURA ORGÂNICA NA REGIÃO AGROECONÔMICA DO DISTRITO FEDERAL, 2001, Brasília, DF. **Anais...Brasília**, Embrapa Hortaliças: Emater-DF, 2001. 171 p.

VASCONCELOS, R. T.; FORTEZA, R. E.; MALUF, W. R. **Recomendações gerais para a cultura da cenoura**. 1 ed. Lavras MG, UFLA, 1999. (Boletim técnico de hortaliças n° 32).

VENCOVSKY, R. **Herança quantitativa**. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G. P. (coord.). Melhoramento e produção de milho no Brasil. 2ed. Campinas: Fundação Cargil, 1987. p. 137-214.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 406 p.

VIEIRA, J. V.; CASALI, V. W. D.; MILAGRES, J. C.; CARDOSO, A. A.; REGAZZI, A. J. Heritability and genetic gain for resistance to leaf blight in carrot (*Daucus carota* L.) populations evaluated at different times after sowing. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, SP, v. 14, n. 2, p. 501-508, 1991.

VIEIRA, J. V.; OLIVEIRA, V. R. Influência do ambiente de cultivo sobre componentes de qualidade de cenoura Brasília. Melhoramento da qualidade de vida: **anais**. Porto Seguro: SBMP, 2003. Suplemento CD-ROM. Trabalho apresentado no 2º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2003.

VIEIRA, J. V.; OLIVEIRA, V. R. Interação de genótipos com ambientes em cenoura Brasília. Melhoramento da qualidade de vida: **anais**. Porto Seguro: SBMP, 2003. Suplemento CD-ROM. Trabalho apresentado no 2º Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 2003.

VIEIRA, J. V., REIS, A.; LOPES, C. A.; CHARCHAR, J. M.; NASCIMENTO, W. M.; LANA, M. M.; FONSECA, M. E.; FINGER, F. L.; CARVALHO, F. de A.; NETO, J. C.; PEIXOTO, J. R.; RESENDE, F. V.; VALLE, J. C. V.; TOMITA, C.; PIRES, J.; MORI, E. K.; SILVA, J. B. C.; MEROLA, J. O.; BOITEUX, L. S.; MARQUES, C.; UTUMI, M. M. **Desenvolvimento de cultivares e populações de cenoura com resistência às principais doenças e melhor qualidade de raiz fase II**. Brasília, DF. Embrapa Hortaliças, set. 2007. Xp. (Embrapa Hortaliças. Macroprograma 2. Competitividade e Sustentabilidade. Projeto 354-060206020120000). Projeto em andamento.

VIEIRA, J. V.; PESSOA, H. B. S. V. Cultivares. **Cultivo da cenoura** (*Daucus carota* L.). Instrução Técnica da Embrapa Hortaliças. n. 13. Brasília, DF, dez. 1997. 19p.

VIEIRA, J. V.; LANA, M. M.; RITCHEL, P. S. Estimativas de herdabilidade e ganho genético para conteúdo de carotenóides totais em cenouras do tipo Brasília. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, SP, v. 2, n. 3, p. 667, Oct. 1999. Resumo 17-038. Suplemento.

VIEIRA, J. V.; SILVA, G. O. da. Herdabilidade e correlação para caracteres de cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, 2007. (Enviado para publicação em janeiro de 2008).

VIEIRA, J. V.; SILVA, G. O. da; BOITEUX, L. S. Herdabilidade de caracteres de raiz utilizando-se diferentes grupos varietais de cenoura cultivados durante a primavera no Brasil central. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 1, ago. 2007. Trabalho apresentado no 47° Congresso Brasileiro De Olericultura, 2007, Porto Seguro-BA.

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 cultivara Alvorada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 19, n. 2, jul. 2001. Suplemento CD-ROM. Trabalho apresentado no 41° Congresso Brasileiro de Olericultura, 2001.

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

VIEIRA, J. V.; OLIVEIRA, V. R.; BOITEUX, L. S. Herdabilidade e correlações para coloração de floema e xilema em raízes de uma população de cenoura do tipo Brasília. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 1, p. 193, jul. 2006. Suplemento CD-ROM. Trabalho apresentado no 46° Congresso Brasileiro de Olericultura, 2006.

VILELA, N.J. 2004. Cenoura: um alimento nobre na mesa popular. **Horticultura Brasileira** 22: cover article.

WOLFE, M. S. **Plant breeding, ecology and modern organic agriculture**. In: Organic Seed Production and Plant Breeding – strategies, problems and perspectives. Proceedings of ECO-PB 1st International symposium on organic seed production and plant breeding, Berlin, Germany. 21-22. November 2002.

Anais... European Consortium of Organic Plant Breeding (ECO-PB), Driebergen, Frankfurt, 2003. 83 p.

YUE, G. L.; ROOZEBOOM, K. L.; SCHAPAUGH Jr., W. T.; LIANG, G. H. Evaluation of soybean cultivars using parametric and nonparametric stability estimates. **Plant Breeding**, Madison, v. 116, p. 271-275, 1997.

9. ANEXOS

Tabela 1. Resultado da análise química do solo, de amostras coletadas após a colheita de ensaios de cenoura, realizados nas propriedades de cultivo agroecológico: Fundação Mokiti Okada (Agricultura Natural - AN) e Núcleo Rural Taguatinga (Agricultura Orgânica - AO). Brasília-DF, 2007.

Local	pH em água (1:2,5)	P	K	Na	S	Al	H+Al	Ca+Mg	Ca	Mg
		mg/dm ³					cmol _c /dm ³			
AO	6,70	147,00	189	57	15,00	0,00	2,50	11,60	7,10	4,50
AN	6,20	16,10	82	48	6,60	0,00	4,70	12,90	8,80	4,10

Local	MO g/dm ³	m	Cu	Fe	Zn	Mn	B
		%	mg/dm ³				
AO	51,80	0	0,75	11,60	3,20	13,70	0,20
AN	59,50	0	0,20	23,80	1,80	17,50	0,05

Fonte: Laboratório de fertilidade de solos da Embrapa Hortaliças. Brasília, 2007.

Legenda: m – saturação por Al

Tabela 11. Esquema de análises de variâncias e de covariâncias e as respectivas esperanças Matemáticas.

FV	GL	QM	E(QM)	PM	E(PM)
Blocos	$r-1$				
Progênes	$t-1$	QMP	$\sigma^2 + r\sigma_g^2$	PMP _{xy}	$\sigma_{xy} + r\sigma_{gxy}$
Resíduo	$(r-1)(t-1)$	QMR	σ^2	PMR _{xy}	σ_{xy}

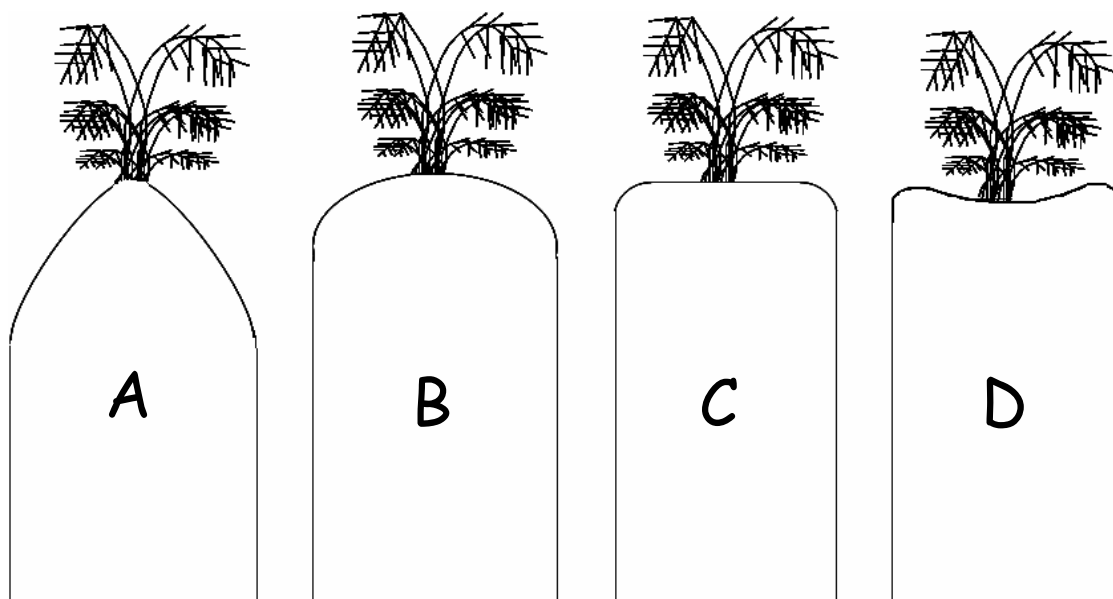


Figura 1 - Formato de ombro (A) ligeiramente cônico; (B) arredondado; (C) plano; (D) ligeiramente côncavo. Adaptado de Vieira *et al.*, (2007).

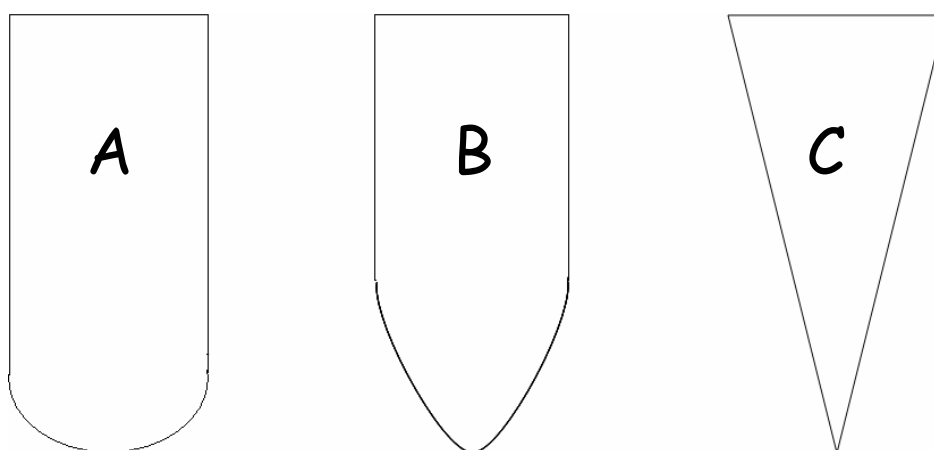


Figura 2 - Formato de ponta: (A) arredondado; (B) ligeiramente afilado; (C) afilado
Adaptado de Vieira *et al.*, (2007).



Figura 3 – Procedimentos realizados para coleta de dados para os dois ensaios de cultivo orgânico. Medida de comprimento de raiz (1), Medida do diâmetro da raiz (2), Medida de massa da raiz (3), Corte na metade do comprimento da raiz (4). Fonte: Embrapa Hortaliças, 2007.

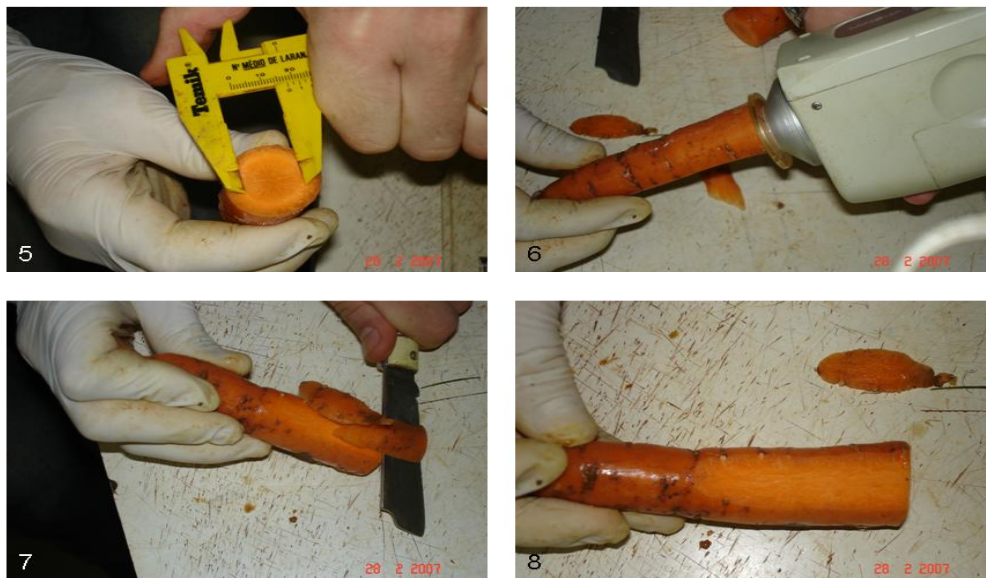


Figura 4 – Procedimentos realizados para coleta de dados para os dois ensaios de cultivo orgânico. Medida do diâmetro do xilema (5), Medida do parâmetro de cor a^* do xilema (6), Corte sentido do comprimento da raiz (7 e 8).
Fonte: Embrapa Hortaliças, 2007.



Figura 5 – Procedimentos realizados para coleta de dados para os dois ensaios de cultivo orgânico. Medida do parâmetro de cor a^* do floema (9), Analisador de cor de *tristimulus* compacto Minolta CR-200b (10).

Fonte: Embrapa Hortaliças, 2007.



Figura 6 – Campo experimental da Fundação Mokiti Okada. Sistema de cultivo Agricultura Natural – AN, Brasília-DF, 2007.



Figura 7 – Campo de produtor agroecológico do Núcleo Rural Taguatinga. Sistema de cultivo Agricultura Orgânica – AO, Brasília-DF, 2007.

Tabela 12. Crescimento estimado da produção orgânica certificada brasileira, entre 1998 e 2000.

Produto	Unidade	Safra 1998/1999	Safra 1999/2000	Varição 1998/1999 a 1999/2000 (%)
Açúcar	Tonelada	4.000	6.000	50,0
Café	Saca 60 Kg	2.000	2.400	20,0
Frango	Cabeça	500.000	550.000	10,0
Fumo	Tonelada	154	190	23,4
Laranja	Caixa 40,8 Kg	450.000	1.500.000	233,3
Leite	Litro	1.500	1.650	10,0
Olerícolas	Tonelada	5.600	7.000	25,0
Ovos	Dúzia	15.600	17.000	9,0
Soja	Tonelada	3.200	7.000	118,8

Fonte: Adaptado de Brasil (2007).

Tabela 13. Número de propriedades com agricultura orgânica e suas respectivas certificadoras e regiões de atuação no Brasil.¹

Certificadora	Região					Total
	Sul	Sudeste	Nordeste	Centro - Oeste	Norte	
IBD	X	X	X	X	X	3.600
AAO CERT	X	X	X	X		527
Certificadora MOKITI OKADA		X				500
COOLMÉIA - Coop. Ecológica	X					763
APAN Certificadora		X				70
REDE ECOVIDA	X					164
AOSC	X					25
FUNDAGRO	X					30
ANC		X				
SAPUCAÍ		X				310
CHÃO VIVO		X				-
ABIO		X				-
IHAO	X			X		-
MINAS ORGÂNICA		X				-
TECPAR CERT	X					-
ECOCERT - Brasil	X	X	X	X	X	1.544
IMO-Control	X	X	X		X	805
FVO	-	-	-	-	-	120
IMAFLOA		X	X	X	X	95
BCS ÖKO		X	X	X	X	60
SKAL-International	X	X	X			46
OIA BRASIL		X				30
FSC-BRASIL	X	X	X			63
SGS-ICS Certificadora Ltda	X	X	X			-
OCIA	X					-
AB-PARIS			X			-
BIO SUISSE			X			-
Total						8.752

¹ Algumas Certificadoras não forneceram número de clientes.

Fonte: Adaptado de Pimenta (2008).

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	6
2.1.	Agroecologia.....	6
2.1.1.	Breve Histórico, Conceitos e Principais Escolas da Linha Agroecológica.....	6
2.1.2.	Principais Escolas dentro da Agroecologia.....	8
2.1.3.	Certificação Orgânica.....	9
2.1.4.	Melhoramento Genético para Sistemas de Cultivo Agroecológico.....	10
2.1.5.	Melhoramento Genético para Sistemas Convencionais de Cultivo.....	13
3.	OBJETIVO GERAL.....	27
3.1.	Objetivos Específicos.....	27
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	27
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1.	Estimativas de Interação Genótipo X Ambiente para Caracteres de Cenoura, em Sistemas de Cultivo Agroecológico.....	31
5.2.	Estimativas de Parâmetros Genéticos para Caracteres de Cenoura, em Sistemas de Cultivo Agroecológico.....	35
5.2.1	Fundação Mokiti Okada - Agricultura Natural (AN).....	35
5.2.2	Núcleo Rural Taguatinga - Agricultura Orgânica (AO).....	40
5.3.	Correlações e Ganho Genético por Seleção para cada Sistema de Cultivo Agroecológico.....	42
5.3.1.	Correlações Fenotípica (r_f) e Genotípica (r_g).....	42
5.3.2.	Ganho Genético por Seleção.....	46
6.	CONCLUSÕES.....	49
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
8.	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	51
9.	ANEXOS.....	63