

Herdabilidade e ganho de seleção na avaliação de populações de cenoura para resistência a mistura populacional de *M. javanica* e *M. incognita* raça 1.

Jadir Borges Pinheiro¹; Agnaldo Donizete Ferreira de Carvalho¹; Giovani Olegário da Silva¹; Danielle Biscaia¹, Jairo Vidal Vieira¹

¹Embrapa Hortaliças – C. Postal 218, 70359-970, Brasília – DF. e-mail: jadir@cnph.embrapa.br, agnaldo@cnph.embrapa.br, olegario@cnph.embrapa.br, danielle@cnph.embrapa, jairo@cnph.embrapa.br.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a herdabilidade e o ganho de seleção de duas populações de cenoura do programa de melhoramento da Embrapa Hortaliças, em campo, para resistência ao nematóide-das-galhas (*Meloidogyne incognita* raça 1 e *M. javanica*). Avaliaram-se as populações de cenoura '0912542' e '0912544' com 62 e 34 progênies respectivamente. A seleção para resistência ao nematóide-das-galhas foi feita com base na menor porcentagem de infecção na raiz principal dos genótipos de cenoura, rendimento de raiz em toneladas por hectare e fator de reprodução (população final de nematoides no solo coletada durante a colheita/população inicial no solo antes da semeadura). Foram observados baixos valores de herdabilidade (menores que 23%) e consequentemente de ganho de seleção para ambas as populações avaliadas '0912542' e '0912544' para os caracteres porcentagem de infecção (% infec.) e fator de reprodução (Fr). Além disto, foram observados valores abaixo de 1 para a razão entre o coeficiente de variação genético sobre o coeficiente de variação experimental (CVg/CVe) para todos os caracteres avaliados, refletindo em condições desfavoráveis a seleção para ambas as populações de cenoura avaliadas para resistência ao nematoides-das-galhas (*M. incognita* raça 1 e *M. javanica*).

Palavras-chave: *Daucus carota* L., nematóide-das-galhas, porcentagem de infecção.

ABSTRACT

Heritability and selection gain in the evaluating of carrot genotypes for resistance to population mixture of *M. javanica* and *M. incognita* race 1.

This study aimed to evaluate the heritability and selection gain of two carrot populations of the Embrapa Vegetables breeding program, in field, for resistance to the root-knot nematodes (*Meloidogyne incognita* race 1 and *M. javanica*). Were evaluated the carrot populations '0912542' and '0912544' with 62 and 34 progenies, respectively. Selection for resistance to root-knot nematode was based on a lower infection percentage at the main root of the carrot genotypes, yield in ton per hectare and reproduction factor (final nematodes population in the soil during the harvest/initial population in the soil before sowing). Both carrot populations evaluated '0912542' and '0912544' showed low percentage values of heritability and selection gain in relation to the characters infection percentage and reproduction factor. In addition, were observed values below 1 for the ratio between the coefficient of genetic variation and the experimental coefficient of variation (CVg / CVe) for all characters evaluated, demonstrating unfavorable condition selection for both carrot populations evaluated for resistance to root-knot (*M. incognita* race 1 and *M. javanica*).

Keywords: *Daucus carota* L., root-knot nematodes, reproduction factor.

Os nematóides constituem um grave problema para o cultivo da cenoura em praticamente todas as regiões do mundo, com perdas que podem chegar a 100%, dependendo da densidade populacional, suscetibilidade da cultivar, espécie de nematóide, tipo de solo e condições ambientais. Todavia, mesmo em baixas infestações a produção pode ser comprometida em até 25% (Huang & Charchar, 1982). As perdas geralmente ocorrem devido à redução na quantidade e a qualidade do produto colhido (Huang *et al.*, 1986). Em certas circunstâncias, a perda de peso nas raízes não é tão significativa quanto às deformações no formato, visto que esta parte da planta sofre alterações físicas e químicas em resposta ao ataque dos nematóides, com interferência direta na classificação comercial do produto.

No Brasil, os danos mais significativos são resultantes do ataque dos nematóides-das-galhas, geralmente *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood e *M. javanica* (Treub) Chitwood que são as espécies com maior distribuição. Embora outras espécies como *M. hapla* Chitwood e *M. arenaria* (Neal) Chitwood sejam observadas em áreas isoladas do País.

Neste contexto, em 1981 a Embrapa Hortaliças (CNPH) lançou a cultivar 'Brasília', que apresenta como uma das principais características a tolerância a *Meloidogyne* spp. Estudos de herança usando germoplasma derivado desta cultivar indicaram que a resistência a *M. javanica* está condicionada por um gene dominante ou dois genes dominantes fortemente ligados (Simon *et al.*, 2000).

Desde então, o CNPH vem trabalhando no intuito de buscar outras fontes de resistência derivadas da cultivar Brasília. Em 2009 houve a liberação de outra cultivar a BRS Planalto que apresenta também elevado nível de tolerância ao nematóide-das-galhas.

Assim, este trabalho teve como objetivo verificar a estimativa da herdabilidade e o ganho de seleção no programa de melhoramento de cenoura da Embrapa Hortaliças no ano 2009-2010 para resistência ao nematóide-das-galhas (*Meloidogyne* spp.) em campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em área de campo experimental da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF, previamente infestada pela mistura populacional de *M. incognita* raça 1 e *M. javanica*. Foram avaliadas 96 progênies de duas populações de cenoura (62 progênies da população 0912542 e 34 da população 0912544) do programa de melhoramento genético da Embrapa Hortaliças para resistência à população mista dos nematóides-das-galhas (*M. javanica* e *M. incognita*). O experimento foi realizado de novembro de 2009 a fevereiro de 2010. O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados com quatro repetições. Foram avaliadas as populações '0912542' e '0912544' com 62 e 34 progênies respectivamente, as quais são selecionadas anualmente para resistência ao nematóide-das-galhas via seleção recorrente. A seleção das populações de cenoura para resistência ao nematóide-das-galhas foi realizada 102 dias após a semeadura com base na menor porcentagem de infecção (% infec. = presença de galhas na raiz principal das progênies e cultivares/produção total de raízes x 100), rendimento em toneladas por hectare (Prod, ton.ha⁻¹) e o fator de reprodução (Fr). Para avaliação do Fr, amostras simples de solo de quatro pontos equidistantes em cada parcela foram coletadas inicialmente (antes da semeadura) e durante a colheita do experimento. Em seguida foram homogeneizadas e uma amostra composta de aproximadamente 0,5 kg.parcela⁻¹ foi processada no laboratório de Nematologia

de acordo com a técnica de Jenkins (1974), para extração dos juvenis de 2º estágio de *M. incognita* raça 1 e *M. javanica* presentes no solo. O Fr foi obtido pelo quociente entre a população final de nematóides no solo, coletada durante a colheita, e a população inicial no solo, antes da semeadura. Foi realizada análise de variância, estimados os ganhos com a seleção (GS), a herdabilidade (h^2) e a relação entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação experimental (CVg/CVe). As análises estatísticas foram realizadas com a utilização do aplicativo computacional Genes (Cruz, 1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se para o caráter Prod a herdabilidade de 69,60% para a população '0912542' o que refletiu num ganho de seleção de 10,27%. A razão entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação experimental foi de 0,76, demonstrando assim uma situação pouco favorável a seleção. Para a variável nematológica, porcentagem de Infecção, a h^2 observada foi 0 (zero) indicando que toda variação observada para este caráter tem origem ambiental. Em relação ao fator de reprodução a h^2 foi de 22,60%, o ganho de seleção foi negativo (-1,66%) e a razão CVg/CVe foi de 0,27, com evidências de condição desfavorável a seleção para este caráter. O ganho total de seleção considerando a seleção conjunta com base nos três caracteres foi de 8,61% o que indica que é preferível selecionar os genótipos resistentes a nematóides-das-galhas com base apenas no caráter Prod.

Em relação à população '0912544', foi observado para o caráter Prod 69,36 % de h^2 e GS de 10,15 %. Valores semelhantes ao encontrado para a população '0912542', inclusive para a razão CVg/CVe que foi de 0,76.

Para a variável nematológica, % infec. foi observado 10,63 % de h^2 , valor negativo para o GS (-1,36) e razão CVg/CVe de 0,17. Em relação a Fr também foi observado valores nulos de h^2 e de razão CVg/CVe, confirmando a forte influência ambiental para os caracteres % infec. e Fr para as duas populações de cenoura avaliadas. .

Observou-se ganho de seleção total de 8,79 % para a população '0912544' avaliada para resistência a mistura populacional de *M. incognita* raça 1 e *M. javanica*. Valores de herdabilidade e ganhos de seleção próximos para as duas populações deve-se ao fato de as duas populações pertencerem ao grupo Brasília.

Os baixos valores nematológicos observados para herdabilidade e ganho de seleção, para os caracteres %infec. e Fr, para ambas populações de cenoura '0912542' e '0912544', provavelmente podem ter ocorrido devido as baixas populações observadas no campo experimental, pois meses antes a área encontrava-se em pousio. Sugerindo assim para as próximas seleções a prévia infestação da área pela mistura populacional de *M. incognita* raça 1 e *M. javanica* pelo menos por 120 dias antes da semeadura da cenoura. Para que ocorra o aumento e homogeneização dos níveis populacionais poderá ser realizado o plantio do tomateiro silvestre suscetível (*Solanum hirsutum* L.).

Vieira et al. (2003) avaliaram o percentual de raiz comercial de cenouras sem galhas (%RCSG), percentual de raiz comercial com galha (%RCCG) e percentual de raiz não comercial (%RNC) em campo naturalmente infestado por *M. incognita* raça 1 e *M. javanica*, e apesar dos valores de herdabilidade observados pelos autores variarem entre 30% e 68%, os ganhos calculados foram relativamente baixos. A correlação genotípica entre %RCCG e %RNC (-0,38) foi maior em termos absolutos do que a correlação genotípica entre %RCSG e %RCCG (0,13). A correlação entre %RCSG e %RNC foi de -0,99. Estes dados sugerem

estreita ligação cromossômica (em repulsão) entre os fatores genéticos controlando %RCSG e %RNC. Provavelmente %RCCG esteja também no mesmo grupo de ligação mas geneticamente mais distante. O valor de correlação fenotípica de -0,88 sugere ausência de pleiotropia entre %RCSG e %RNC. A presença de penetrância incompleta e/ou efeitos de dosagens dos fatores genéticos podem também influenciar a expressão destas características.

Desta maneira, pode-se verificar que a seleção realizada na safra 2009/10 evidencia que a avaliação empregada nestas populações não foi efetiva para aumentar a herdabilidade e o ganho de seleção com a hipótese da necessidade de ajustes como o plantio de hospedeira suscetível meses antes do plantio de cenoura na área.

REFERÊNCIAS

- CRUZ, CD. 1997. Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 442 p.
- HUANG, GS; CHARCHAR JM. 1982. Preplanting inoculum densities of root-knot nematode related to carrot yield in greenhouse. *Plant Disease*, v.66, n.11:1064-1066.
- HUANG, SP; DELLA VECCHIA, PT; FERREIRA, PE. 1986. Varietal response and estimates of heritability of resistance to *Meloidogyne javanica* in carrots. *Journal Nematology*, v.18, n.4:406-501.
- JENKINS, WR. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for separating nematode from soil. *Plant Disease Reporter*, v.48:62.
- SIMON, PW; MATTHEWS, W; ROBERTS, PA. 2000. Evidence for simply inherited dominant resistance to *Meloidogyne javanica* in carrot. *Theoretical and Applied Genetics*, v.100:735-742.
- VIEIRA, JV; CHARCHAR, JM; ARAGÃO, FAS; BOITEUX, LS. 2003. Heritability and gain from selection for Field resistance against multiple root-knot nematode species (*Meloidogyne incognita* raça 1 e *M. javanica*) in carrot. *Euphytica*, v.130:11-16.

Tabela 1. Estimativas da herdabilidade (h^2) e ganho com a seleção (GS) com a população '0912542' de cenoura de verão avaliada para resistência ao nematóide-das-galhas (mistura populacional de *M. incognita* raça 1 e *M. javanica*), na safra 2009/10. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2010.

CARÁTER	¹ Xo	² Xs	³ h^2 %	⁴ GS	⁵ GS %	⁶ CVe %	⁷ CVg/CVe
Produção	27,08	31,07	69,60	2,78	10,27	27,02	0,76
Porcentagem de Infecção	0,36	0,33	0,00	0,00	0,00	52,79	0,00
Fator de reprodução	0,93	0,87	22,60	-0,02	-1,66	17,01	0,27
GANHO TOTAL				2,76	8,61		

¹Xo= média da população original; ²Xs = média dos indivíduos selecionados; ³ h^2 %=herdabilidade em porcentagem; ⁴GS= valor em unidades em que a próxima geração será superior em relação a população Xo. GS %= valor em unidades em que a próxima geração será superior em relação a população em porcentagem CVe %= valor em porcentagem que indica quanto a nova população é superior em relação a população inicial (Xo). CVg/CVe= razão entre coeficiente de variação genético sobre o coeficiente experimental; valores acima de '1' refletem uma situação favorável a seleção, enquanto que abaixo de '1' um situação pouco favorável. Dados de porcentagem de infecção e fator de reprodução transformados pra raiz (X=0,5).

Tabela 2. Estimativas da herdabilidade (h^2) e de ganho de seleção (GS) com a população '0912544' de cenoura de verão avaliada para resistência ao nematóide-das-galhas (mistura populacional de *M. javanica* e *M. incognita* raça 1 e *M. javanica*), na safra 2009/10. Brasília, Embrapa Hortaliças, 2010.

CARÁTER	¹ Xo	² Xs	³ h^2 %	⁴ GS	⁵ GS %	⁶ CVe %	⁷ CVg/CVe
Produção	25,83	29,61	69,61	2,62	10,15	19,15	0,75
Porcentagem de Infecção	0,38	0,33	10,63	-0,01	-1,36	57,97	0,17
Fator de reprodução	0,97	0,91	0,00	0,00	0,00	20,89	0
GANHO TOTAL				2,62	8,79		

¹Xo= média da população original; ²Xs = média dos indivíduos selecionados; ³ h^2 %=herdabilidade em porcentagem; ⁴GS= valor em unidades em que a próxima geração será superior em relação a população Xo. ⁵GS %= valor em unidades em que a próxima geração será superior em relação a população em porcentagem ⁶CVe %= valor em porcentagem que indica quanto a nova população é superior em relação a população inicial (Xo). ⁷CVg/CVe= razão entre coeficiente de variação genético sobre o coeficiente experimental; valores acima de '1' refletem uma situação favorável a seleção, enquanto que abaixo de '1' um situação pouco favorável. Dados de porcentagem de infecção e fator de reprodução transformados para raiz ($X=0,5$).