



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA – FAV

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**PRODUTIVIDADE, QUALIDADE DE RAIZ, RESISTÊNCIA AOS
INSETOS DE SOLO E AOS NEMATÓIDES-DAS-GALHAS, E
ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM CLONES DE
BATATA-DOCE CULTIVADOS NO DISTRITO FEDERAL**

DANIELLE CRISTINA KALKMANN

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

**BRASÍLIA – DF
SETEMBRO/2011**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**PRODUTIVIDADE, QUALIDADE DE RAIZ, RESISTÊNCIA AOS
INSETOS DE SOLO E AOS NEMATÓIDES-DAS-GALHAS, E
ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM CLONES DE
BATATA-DOCE CULTIVADOS NO DISTRITO FEDERAL**

DANIELLE CRISTINA KALKMANN

ORIENTADOR: JOSÉ RICARDO PEIXOTO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

PUBLICAÇÃO: 35/2011

**BRASÍLIA/DF
SETEMBRO/2010**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**PRODUTIVIDADE, QUALIDADE DE RAIZ, RESISTÊNCIA AOS
INSETOS DE SOLO E AOS NEMATÓIDES-DAS-GALHAS, E
ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM CLONES DE
BATATA-DOCE CULTIVADOS NO DISTRITO FEDERAL**

DANIELLE CRISTINA KALKMANN

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.**

APROVADA POR:

**JOSÉ RICARDO PEIXOTO, D.Sc. (Universidade de Brasília).
(ORIENTADOR) CPF: 354.356.236-34. Email: peixoto@unb.br**

**JEAN KLEBER DE ABREU MATTOS, D.Sc. (Universidade de Brasília).
(EXAMINADOR INTERNO) CPF: 002.288.181-68. Email: kleber@unb.br**

**FERNANDA RAUSCH FERNANDES, D.Sc. (Embrapa Hortaliças).
(EXAMINADORA EXTERNA) CPF: 042.456.866-77. Email: fernanda@cnph.embrapa.br**

BRASÍLIA/DF, 15 de setembro de 2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Kalkmann, Danielle Cristina

PRODUTIVIDADE, QUALIDADE DE RAIZ, RESISTÊNCIA AOS INSETOS DE SOLO E AOS NEMATÓIDES-DAS-GALHAS, E ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM CLONES DE BATATA-DOCE CULTIVADOS NO DISTRITO FEDERAL

Orientação: José Ricardo Peixoto. 2011.

144 p.

Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2011.

1. *Ipomoea batatas*. 2. Insetos de solo. 3. Nematóides-das-galhas. 4. Herdabilidade. 5. Correlações. I. Peixoto, J.R. II. Doutor.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

KALKMANN, D. C. Produtividade, qualidade de raiz, resistência aos insetos de solo e aos nematóides-das-galhas e estimativas de parâmetros genéticos em clones de batata-doce, cultivados no Distrito Federal. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2011, 144 p. Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Danielle Cristina Kalkmann

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: Produtividade, qualidade de raiz, resistência aos insetos de solo e aos nematóides-das-galhas e estimativas de parâmetros genéticos em clones de batata-doce, cultivados no Distrito Federal.

GRAU: MESTRE

ANO: 2011

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.

Danielle Cristina Kalkmann

CPF: 019.287.771-20

SQN 305 Bloco D CEP: 70737-040 – Brasília – DF

Email: danikalk@gmail.com

A Deus, Senhor e Doador da vida e de todos os dons e bênçãos que recebi e recebo diariamente.

Aos meus pais Ademar e Rozane, por me ensinarem a dar valor àquilo que se conquista com o trabalho, por me mostrarem o caminho do bem, e por fazerem de mim o que sou.

Aos meus irmãos Anderson e Tiago, pelo apoio, pelo carinho, pela companhia, e por sempre acreditarem no meu potencial.

Ao meu marido Marco Antônio, pela paciência, pelo amor, pelo companheirismo, pela amizade e pelo apoio em todas as fases da realização deste trabalho

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado forças para enfrentar mais esse grande desafio, e por permitir que mais uma vez realizasse um sonho.

A minha família: marido, pais, irmãos, avós, tios, primos, Gui (meu afilhado lindo), General Araújo (sogrinho) e Maria do Carmo (sogra), Júnior e Mirella (cunhadinhos) por todo o suporte, atenção, confiança e sorrisos.

A meu marido Marco e ao meu irmão Tiago, por participarem literalmente da execução deste trabalho, colocando a 'mão na massa', ou melhor, na batata-doce. A ajuda de vocês foi muito valiosa!!!

Ao meu querido orientador Dr. José Ricardo Peixoto, que me acompanha desde meu primeiro mês de graduação e tornou-se acima de tudo um grande amigo. Agradeço pela paciência, atenção, conhecimentos transmitidos em todos esses anos, e pela oportunidade de executar esse projeto tão nobre. Foi uma honra poder discutir com o senhor os mais diversos assuntos e ter compartilhado de sua experiência e conhecimentos!

A Poliana Schrammel e Daiane Nóbrega pela ajuda intensa em toda a condução e avaliação dos experimentos, pela amizade e confiança.

Às estagiárias Laura, Monise, Elaine e Mirella, pelo trabalho árduo e pesado dispendido na instalação e avaliação dos experimentos, pela companhia e pela amizade.

Ao apoio técnico dos funcionários da Fazenda Água Limpa, que sempre estiveram dispostos e alegres para ajudar.

Ao apoio dos funcionários da Estação Experimental da Biologia, ao professor Kleber por emprestar o laboratório de nematologia, e ao professor Oswaldo por gentilmente ceder o laboratório da fruticultura para a realização das análises necessárias à condução deste trabalho.

A todos os amigos que fiz durante as aulas e durante a execução dos experimentos, em especial à Sther (pelos valiosos ensinamentos de análise de alimentos), Michelle (pela ajuda com as análises estatísticas) e Karuliny (por emprestar tantos sorrisos).

À Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, pela oportunidade de realizar esse Mestrado, pelo apoio logístico, e pelo pronto atendimento dos funcionários a qualquer solicitação.

A todos aqueles que estiveram presentes e contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, recebam minha eterna gratidão e meu mais sincero

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	vii
GENERAL ABSTRACT	viii
1 – INTRODUÇÃO GERAL	1
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 – Aspectos gerais	2
2.2 – Diversidade genética	16
2.3 – Importância dos nematóides das galhas	18
2.4 – Importância dos insetos do solo	22
2.5 – Mecanismos de resistência	25
2.6 – Melhoramento genético visando resistência a nematóides e insetos de solo	29
2.7 – Estratégias de melhoramento de batata-doce	33
2.8 – Caracterização físico-química	37
3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

CAPÍTULO 1 - Desempenho agrônomo, resistência aos insetos de solo e estimativa de parâmetros genéticos em clones de batata-doce cultivados no Distrito Federal

RESUMO	56
ABSTRACT	57
1 – INTRODUÇÃO	58
2 – MATERIAL E MÉTODOS	60
2.1 – Localização da área experimental	60
2.2 – Obtenção dos clones de batata-doce	60
2.3 – Preparo da área	61
2.4 – Delineamento experimental e instalação	61
2.5 – Avaliações	62
3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
4 – CONCLUSÕES	96
5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

CAPÍTULO 2 - Reação de genótipos de batata-doce aos nematóides formadores de galhas e estimativas de parâmetros genéticos

RESUMO	103
ABSTRACT	104
1 – INTRODUÇÃO	105
2 – MATERIAL E MÉTODOS	107
2.1 – Localização da área experimental	107
2.2 – Obtenção dos clones de batata-doce	107
2.3 – Obtenção, manutenção e preparo do inóculo	108
2.4 – Instalação do experimento	109
2.5 – Inoculação do patógeno	110
2.6 – Avaliações	111
3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	114
4 – CONCLUSÕES	128
5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
CONSIDERAÇÕES FINAIS	133
ANEXOS	135

RESUMO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar clones de batata-doce quanto à produtividade, qualidade de raiz, resistência aos nematóides formadores de galhas e aos insetos de solo, além de estimar parâmetros genéticos e correlações entre caracteres agronômicos de interesse, a fim de orientar as próximas etapas do programa de melhoramento de batata-doce da Universidade de Brasília - UnB. No primeiro ensaio, foram avaliados 21 acessos provenientes do jardim clonal da UnB, e mais quatro variedades (Amarela, Brazlândia Roxa, Rainha e Roxa comum). O experimento foi conduzido em campo, com delineamento em blocos casualizados, 25 tratamentos, quatro repetições e dez plantas por parcela. As raízes foram avaliadas quanto à incidência de danos e número de furos causados por insetos de solo, formato, comprimento, diâmetro, espessura da casca, coloração de casca e polpa, produtividade total e comercial, rendimento de amido, umidade, percentual de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e *ratio*. Os acessos 1223 e 1210 apresentaram aptidão para consumo *in natura*, com alta produtividade e moderada resistência aos insetos de solo. O clone 1229 mostrou-se moderadamente resistente aos insetos e promissor tanto para cultivo de mesa quanto para cultivo industrial. Os acessos 1227, 1197, 1230, 1231 e 1232 também foram selecionados por apresentarem características desejáveis. Diversos caracteres correlacionaram-se, indicando a possibilidade de seleção indireta para esses fatores. A relação entre os coeficientes de variação genética e ambiental, e a herdabilidade no sentido amplo foram altas para a espessura de casca, rendimento de amido, umidade da polpa, produtividade total e produtividade comercial de raízes, demonstrando a eficiência do método empregado na seleção. No segundo ensaio, 21 acessos do jardim clonal e três cultivares de batata-doce (Brazlândia Branca, Brazlândia Roxa e Amarela) foram avaliados para resistência aos nematóides formadores de galhas. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com delineamento de blocos casualizados em arranjo simples, com 24 tratamentos e quatro repetições para cada ensaio (cada ensaio correspondeu a uma população de *Meloidogyne* spp.). A inoculação do patógeno foi feita trinta dias após o plantio das ramas, e, após noventa dias, foram avaliadas as seguintes características: número médio de massas de ovos, número de ovos, massa fresca e seca da parte aérea e massa fresca das raízes. Atribuiu-se o grau de resistência dos clones de acordo com o número médio de massas de ovos e com o fator de reprodução. Os acessos 1199, 1202, 1209, 1210, 1216, 1230 e 1231 foram identificados como resistentes a todas as populações de nematóides, e foram selecionados para permanecerem no programa de melhoramento. Constatou-se correlação entre número de massas de ovos, número de ovos e fator de reprodução em todos os ensaios. A relação entre os coeficientes de variação genética e ambiental e a herdabilidade no sentido amplo foram altas para o número de massas de ovos, o número de ovos e o fator de reprodução de apenas uma das populações analisadas (*Meloidogyne* spp. – jiló), o que demonstra a eficiência do método empregado na seleção de genótipos resistentes a essa população.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*. Insetos de solo. Nematóides-das-galhas. Herdabilidade. Correlações.

GENERAL ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate sweet potato clones for productivity, root quality, root-knot nematodes and soil insects resistance, and estimate genetic parameters and correlations between traits of interest, to guide the next steps of the breeding program of sweet potatoes at the University of Brasilia - UnB. In the first trial were evaluated 21 clones from a clonal garden of the UnB, and four varieties (Amarela, Brazlândia Roxa, Rainha e Roxa comum). The experiment was conducted in field, with randomized block design, 25 treatments, four replications and ten plants per plot. The roots were evaluated for the incidence of damage and number of holes caused by soil insects, format, length, diameter, shell thickness, color of skin and flesh, total and commercial yield, starch income, moisture, soluble solids content, total acidity and *ratio*. The clones 1223 and 1210 showed aptitude for fresh consumption, with high productivity and moderate resistance to soil insects. Clone 1229 was moderately resistant to insects and had multiple horticultural aptitudes. 1227, 1197, 1230, 1231 and 1232 were also selected because of their desirable characteristics. Several characters were correlated, indicating the possibility of indirect selection for these factors. The ratio between genetic and environmental coefficients of variation, and the broad-sense heritability estimates were high for shell thickness, starch income, moisture, total yield and marketable yield of roots, demonstrating the efficiency of the selection method. In the second trial, 21 clones of the clonal garden and three cultivars of sweet potato (Brazlândia Branca, Brazlândia Roxa e Amarela) were tested about their reaction to root-knot nematodes. The experiment was conducted in a greenhouse with a randomized block design in simple arrangement, with 24 treatments and four replicates for each test (each test corresponded to a population of *Meloidogyne* spp.). The inoculation of the pathogen was made thirty days after branches planting, and after ninety days, were evaluated the following characteristics: average number of egg masses, number of eggs, fresh and dry weight from the aerial part of the plant, and root fresh mass. Nematode resistance levels were defined both by the average number of egg masses and the reproduction factor. The clones 1199, 1202, 1209, 1210, 1216, 1230 and 1231 were identified as resistant to all nematode populations, and were selected to remain in the breeding program. In all tests, correlations were observed between the number of egg masses, number of eggs and reproductive factor. The relationship between the coefficients of genetic and environmental variation and broad sense heritability were high for the number of egg masses, the number of eggs and reproduction factor of only one of the populations analyzed (*Meloidogyne* spp. - Jiló), which demonstrates the efficiency of the method employed in the selection of resistant genotypes to this population.

Keywords: *Ipomoea batatas*. Soil insects. Root-knot nematodes. Heritability. Correlations.

1 – INTRODUÇÃO GERAL

A batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck] é uma espécie autohexaplóide ($2n=6x=90$), originária da América tropical e propagada, em sua maioria, por via assexuada (CHEN *et al.*, 1992). Constitui-se na planta tuberosa mais cultivada pelo homem nas regiões tropicais e subtropicais do mundo e é a quarta hortaliça de mais consumida pela população brasileira (REZENDE, 1999). No início da década de 60, sua área plantada era de aproximadamente 180.000 ha, caindo consideravelmente nas últimas décadas. Além da plena decadência na área de plantio, tem-se verificado uma perda média de produtividade de 2 toneladas/ha durante este período (GUEDES, 1980; MIRANDA *et al.*, 1987).

Tal cultura é considerada de subsistência e seu cultivo se destina a alimentação humana e animal, além de outras diversas formas de utilização na produção de amido e na indústria de álcool e derivados. Na maioria dos países latino-americanos essa cultura desempenha maior importância para populações de baixa renda, sendo produzida geralmente com pouca tecnologia e em pequenas áreas marginais.

Apesar de ser bastante rústica, a batata-doce é suscetível a um grande número de doenças causadas por fungos, vírus, nematóides e sendo também atacada por um grande número de pragas, insetos e ácaros (JONES *et al.*, 1986; HUANG *et al.*, 1986; MIRANDA *et al.*, 1987 e MALUF *et al.*, 1987).

A utilização de nematicidas ou inseticidas de solo na cultura da batata-doce não tem sido recomendada como prática, porque não existem, atualmente, produtos registrados para uso em cultivos dessa hortaliça. Contudo, a utilização de genótipos de batata-doce resistentes aos nematóides de raízes e aos insetos de solo tem sido possível, constituindo-se numa importante alternativa de controle (JONES *et al.*, 1986). O Brasil possui um vasto germoplasma mantido por pequenos agricultores, comunidades indígenas e até mesmo em hortas domésticas. Por isso é necessário que um grande número de introduções de batata-doce seja testado mediante técnicas eficazes e rápidas, para a identificação de clones que sejam resistentes aos nematóides do gênero *Meloidogyne* e aos insetos do solo (SILVEIRA, 1993), e também produtivos e com boa qualidade de raiz.

O uso de cultivares resistentes a doenças e pragas, associado a outras técnicas de manejo integrado, é a medida mais eficaz, econômica e ecológica de controle de doenças. O

desenvolvimento de variedades resistentes a doenças é estratégico para todas as culturas agrícolas, pois gera redução de custos de produção, segurança de trabalhadores agrícolas e consumidores, qualidade mercadológica, preservação do ambiente e sustentabilidade do agronegócio. Nesse sentido, a busca e a caracterização de fontes de resistência a doenças é o primeiro passo para a implementação e o sucesso de programas de melhoramento de culturas de importância nacional.

A exploração de todo o potencial de clones de batata-doce envolve trabalhos de pesquisa específicos nas áreas de melhoramento genético, com avaliação de rendimento, qualidade de raiz, resistência genética, adaptação às diversas regiões, e que possuam as mais diversas aptidões, entre elas a alimentação humana e animal. Para subsidiar tais estudos, as atividades desenvolvidas no âmbito deste trabalho são fundamentais, no sentido de selecionar clones promissores que possam ampliar a variabilidade genética da batata-doce por meio de policruzamentos seguidos de seleção recorrente. Isso permite a identificação de materiais mais adaptados para o plantio no Planalto Central, e a conseqüente avaliação destes em outras regiões do Brasil.

Ante o exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar clones de batata-doce quanto à resistência aos nematóides formadores de galhas do gênero *Meloidogyne*, resistência aos insetos de solo, produtividade e qualidade de raiz, além de estimar parâmetros genéticos e correlações entre caracteres de interesse, a fim de orientar o policruzamento e a seleção recorrente baseada em família de meio-irmãos, próximas etapas do programa de melhoramento de batata-doce da Universidade de Brasília.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 – Aspectos gerais

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma dicotiledônea da família Convolvulaceae, de origem exata desconhecida e controvertida. A América Central pode ser considerada o centro de diversidade primário, enquanto a América do Sul (região norte: Peru e Equador) pode ser considerada o centro de diversidade secundário (ZHANG *et al.*, 2000). Silva *et*

al. (2002) informam que ela é originária da América Central e América do Sul, sendo encontrada desde a Península de Yucatán no México, até a Colômbia, com relatos de seu uso há mais de 10.000 a.C., baseados em análises de batatas secas encontradas em cavernas localizadas no vale de Chilca Canyon, no Peru, e em evidências contidas em escritos arqueológicos encontrados na região ocupada pelos Maias, na América Central. Algumas espécies do gênero *Ipomoea* seção *batatas* (*I. X grandifolia*, *I. tilacea* e *I. batatas*) ocorrem naturalmente no Brasil (AUSTIN, 1988), permitindo que o país esteja enquadrado entre aqueles que apresentam variabilidade para a cultura.

Essa hortaliça é o único membro hexaplóide da família, com $2n = 90$ (JONES, 1965; AUSTIN, 1977), e também a única espécie da família cujo cultivo tem expressão econômica. Outras espécies da mesma família normalmente são cultivadas para fins ornamentais na Ásia, África e Austrália (HALL & PHATAK, 1993).

Comercialmente, a batata-doce é propagada vegetativamente, utilizando-se o plantio de secções de ramos (ramos-semente) ou de raízes, e, apesar de ser uma planta perene, é cultivada como anual. A produção de sementes botânicas por polinização cruzada é possível, mas não apresenta interesse comercial devido ao alto nível de segregação na progênie. No entanto, ela pode ser útil para a conservação de germoplasma em longo prazo (RITSCHER *et al.*, 1999).

É uma planta herbácea de hábito prostrado, que atinge 3m de comprimento, e folhas com pecíolos longos. O caule é chamado de rama, com uma coloração variando entre o verde, verde-arroxeadado, verde-bronzeado e arroxeadado. O limbo foliar apresenta-se de diversas formas, podendo ser cordiforme, sagitado, lobado (com vários lobos), fendido e partido, com uma coloração que varia entre o verde-claro, verde-escuro, verde com bordas arroxeadas, verde bronzeado, verde arroxeadado e verde com mancha arroxeadada na inserção do pecíolo (RITSCHER *et al.*, 1999). Esta diversidade de cores costuma se apresentar não só de uma variedade para outra, como também entre diferentes campos de mesma variedade e, algumas vezes, até dentro de uma mesma planta. A principal causa é a suscetibilidade da batata-doce a mutações somáticas, que faz com que uma rama apresente diferenças em relação a outras (BARRERA, 1989). A parte aérea, constituída por uma vegetação agressiva, com grande massa foliar, forma boa cobertura do solo e compete, vantajosamente, com plantas invasoras. De acordo com resultados de experimentos de Bertoni *et al.* (1972), a batata-doce protege melhor o solo do que as culturas como feijão, soja e milho, podendo ser usada eficientemente no controle da erosão.

Apresenta inflorescência do tipo cacho, localizada nas axilas foliares num grupamento de cinco a 11 botões florais. A floração começa próxima da extremidade basilar, permanecendo por um mês ou mais, dependendo da cultivar. Uma rama chega a produzir de 90 a 100 flores, ou, cerca de 300 flores em uma única planta, o que também depende da variedade (RITSCHER *et al.*, 1995). Possui flores com cinco sépalas e cinco pétalas, normalmente de coloração lilás ou roxa, hermafroditas, mas de fecundação cruzada (polinização realizada por insetos). O ovário apresenta dois lóculos, com dois ovários em cada um, e o androceu apresenta cinco estames desiguais. Apresenta também auto-incompatibilidade e incompatibilidade cruzada, aparentemente ligadas à falha de germinação e penetração do grão de pólen no estigma/ estilo, e também certo grau de esterilidade, provavelmente provocado pelo alto nível de ploidia. Se a teoria da origem híbrida da batata-doce estiver correta, este também é um fator que pode contribuir para a ocorrência de esterilidade na espécie (MARTIN, 1970a, 1970b; RITSCHER *et al.*, 1999).

Os frutos são do tipo cápsula globosa, seca e bilocular medindo cerca de 6 mm de diâmetro e de cor castanho-clara. São deiscentes e apresentam de uma a quatro sementes. Da fertilização da flor à deiscência do fruto transcorrem em média seis semanas (FILGUEIRA, 2003; EDMOND & AMMERMAN, 1971). As sementes são pequenas, arredondadas, pretas e irregularmente angulares; apresentam tegumento bastante duro, dificultando a germinação, que pode levar de quatro dias a quatro meses, ou até mesmo um ano se não for tratada. Portanto, seu poder germinativo é baixo, o que exige a escarificação manual ou o tratamento com ácido sulfúrico durante 20 minutos para que ocorra a germinação. A semente da batata-doce não apresenta período de dormência, mas consegue manter sua viabilidade por cerca de 20 anos (RITSCHER *et al.*, 1999; GOES *et al.*, 2000).

A maior parte das raízes da batata-doce se desenvolve nos primeiros 10 cm de solo, havendo, entretanto, uma raiz pivotante que pode atingir 1,3m de profundidade. Podem-se encontrar dois tipos de raízes: as de reservas ou tuberosas, que constituem a principal parte de interesse comercial, e as raízes absorventes, responsáveis pela absorção de água e nutrientes do solo. As raízes tuberosas se formam desde o início do desenvolvimento da planta, sendo facilmente identificadas pela maior espessura, pela pouca presença de raízes secundárias e por se originarem dos nós, pela atividade do câmbio primário (RITSCHER *et al.*, 1999). Já as raízes absorventes se formam a partir do meristema cambial, tanto nos nós quanto nos entrenós. Elas são abundantes e altamente ramificadas, o que favorece a absorção de nutrientes (SILVA *et al.*,

2002). De acordo com Scott, citado por Folquer (1978), o processo combinado de tuberização e produção de ramas pode ser dividido em três fases: 1) crescimento de ramas e raízes absorventes durante aproximadamente 66 dias; 2) início da formação de raízes tuberosas no decorrer de 47 dias, continuando, todavia, o crescimento das ramas e raízes absorventes; 3) paralisação no desenvolvimento das ramas e rápido desenvolvimento das batatas durante 40 dias. O número de batatas por planta é determinado pelo número de nós enraizados e pelo número de raízes que desenvolvem raízes tuberosas, ou mesmo pelo número de raízes capazes de desenvolverem batatas (WILSON, 1970).

As raízes tuberosas, também conhecidas vulgarmente como batatas, são identificadas anatomicamente por apresentarem cinco ou seis feixes de vasos, sendo por isso denominadas de hexárquicas, enquanto que as raízes absorventes apresentam cinco feixes ou pentárquicas (SILVA *et al.*, 2004). O processo da iniciação da tuberização normalmente é influenciado por fatores ambientais, tais como: fotoperíodo, luz, água e suprimento de nitrogênio (FUJISE & TSUNO, 1967). Ainda, segundo Folquer (1978) há algumas limitações fisiológicas na utilização da energia solar que podem repercutir no rendimento da colheita de batata-doce, que são: 1) Baixa eficiência na captação da luz solar devido a: superfície foliar limitada desde o plantio até o momento em que o solo esteja coberto pela folhagem; superfície foliar limitada desde a senescência das folhas até a colheita; escassez de luz nas camadas inferiores da folhagem, nas quais predomina o processo respiratório (índice de área foliar maior que três). 2) Distribuição relativa das substâncias elaboradas, entre a folhagem e as raízes tuberosas, devido a: excessiva formação de folhagem em detrimento das raízes tuberosas; iniciação tardia da tuberização; proporção de substâncias elaboradas que se translocam para as raízes tuberosas. 3) Ineficiência na conversão da energia solar em carboidratos.

As raízes podem apresentar o formato redondo, oblongo, fusiforme ou alongado. Podem conter veias e dobras e possuir pele lisa ou rugosa. Além das características genéticas, o formato e a presença de dobras são afetados também pela estrutura do solo e pela presença de torrões, pedras e camadas compactadas do solo, motivo pelo qual se prefere o plantio em solos arenosos (SILVA *et al.*, 2004).

As raízes tuberosas são revestidas por uma pele fina, formada por poucas camadas de células; uma camada de aproximadamente 2 mm denominada de casca e a parte central denominada de polpa ou carne. A pele se destaca facilmente da casca, mas a divisão entre a casca

e a polpa nem sempre é nítida e facilmente separável, dependendo da variedade, do estágio vegetativo da planta e do tempo de armazenamento (SILVA *et al.*, 2004). A casca e a polpa podem apresentar coloração variável: roxo, salmão, amarelo, creme ou branco, e a preferência do consumidor por determinada cor depende muito da tradição do local de comercialização, pois há locais onde as raízes tuberosas de pele roxa e polpa creme são as mais vendidas, e outros onde aquelas de pele e polpa claras dominam o mercado (MIRANDA *et al.*, 1995; SILVA *et al.*, 2004).

Hoje a maioria das batatas-doces cultivadas possui polpa branca ou amarela. A razão provável para esse fato é a preferência dos consumidores e indústrias por polpas pálidas, já que alguns tubérculos possuem antocianinas, que escurecem a polpa quando é cozida, e modificam a coloração do amido na produção industrial (MANO *et al.*, 2007). Apesar disso, a atenção atualmente está sendo focada nas múltiplas funções das antocianinas derivadas das batatas-doces com polpa roxa, como sua intensa atividade antioxidante (KANO *et al.*, 2005), antimutagênica (YOSHIMOTO *et al.*, 1999), efeito anti-hiperglicêmico (MATSUI *et al.*, 2002), e efeitos hepatoprotetivos e anti-hipertensivos (SUDA *et al.*, 2003).

Segundo Mano *et al.* (2007) o gene *IbMYB1* é o responsável pela pigmentação roxa na polpa das raízes de batata-doce. Através da expressão forçada e transiente desse gene, os pesquisadores notaram a intensa pigmentação e presença de antocianinas na raiz em diversos tecidos. Esse pigmento pode se concentrar na pele, na casca, ou ainda constituir manchas na polpa da batata-doce. O papel das antocianinas em raízes tuberosas que crescem sob condições escuras não é clara, mas é concebível que seja similar àquela desempenhada nas sementes, ou seja, proteção contra patógenos e predadores, melhoria da preservação e vantagem reprodutiva, porque os tubérculos, como as sementes, desempenham um papel reprodutivo (MANO *et al.*, 2007). Ainda, acredita-se que esta substância proteja as folhas de vários estresses como luz forte e metais pesados, influencie a entomofilia em flores e desvie predadores de sementes (SHIRLEY, 1998). As variedades de polpa roxa e salmão são geralmente utilizadas como ingredientes para mistura com as de polpa de cor clara, na produção de doces e balas, porque o tecido colorido se torna cinza escuro durante o cozimento, e parte do corante se dissolve na água, causando o escurecimento de outros tecidos expostos (MANO *et al.*, 2007).

Além das antocianinas, algumas variedades de batata-doce possuem níveis consideráveis de carotenóides na polpa, que nesse caso apresenta, normalmente, a coloração alaranjada. Esses

pigmentos são classificados como terpenos, e são conhecidos mais de 600 grupos diferentes dessas substâncias. Alguns são convertidos pelo organismo humano em retinol, uma forma ativa da vitamina A, sendo, por isso, denominados pró-vitamina A. Outros agem como antioxidantes: estudos demonstram que eles atuam na prevenção e tratamento de patologias como câncer, doenças cardiovasculares, catarata, desordens fotossensíveis e do sistema imunológico. Em virtude do seu potencial antioxidante e de seu papel no desenvolvimento e na diferenciação celular, os carotenóides podem proteger o organismo de desordens degenerativas. Várias evidências epidemiológicas associam a ingestão de uma dieta rica em carotenóides e alta concentração tecidual destes com redução do risco de câncer (BENDICH, 1989; TAPIERO *et al.*, 2004; ZIEGLER, 1989).

Estudos da nutrição do brasileiro ainda confirmam que a deficiência de vitamina A tem sido um problema de saúde pública no Brasil nos últimos 20 anos, principalmente nas regiões do Norte, Nordeste e Sudeste (RAMALHO *et al.*, 2002). Assim, variedades de batata-doce de polpa alaranjada (que apresentem níveis mais altos de precursores da vitamina A) podem contribuir para sanar esse problema alimentar, uma vez que a batata-doce é um produto de baixo custo e que atende ao paladar da população brasileira.

O conteúdo de carotenóides em batata-doce varia muito de um estudo para outro, em razão da variedade analisada. Em geral, quanto mais clara é a polpa, menor é o conteúdo de carotenóides. K'Osambo *et al.* (1998), em estudo feito no Quênia, encontraram valores de β -caroteno em batata-doce de polpa branca menores que 10 $\mu\text{g/g}$, enquanto que para as de polpa laranja, este valor foi de 80 $\mu\text{g/g}$, em média. Campos *et al.* (2006) encontraram concentrações entre 0,39 e 0,59 $\mu\text{g/g}$ de β -caroteno em batatas-doces comercializadas em Viçosa, Minas Gerais, sendo que esse valor não mostrou variação significativa entre as três diferentes estações do ano analisadas no estudo.

Em termos nutricionais, a raiz da batata-doce destaca-se principalmente por seu alto conteúdo energético. É rica em carboidratos (amido principalmente), com teores de 13,4 a 29,2%, e em açúcares redutores (4,8 a 7,8%). Cada 100 gramas possui de 110 a 125 calorias, e baixos teores de proteína (2,0 a 2,9%) e de gorduras (0,3 a 0,8%). Como fonte de minerais, a batata-doce fornece em cada 100 gramas o seguinte: cálcio (30mg), fósforo (49 mg), potássio (273mg), magnésio (24mg), enxofre (26mg), sódio (13mg), vitaminas C, A, e do complexo B (MIRANDA *et al.*, 1987; SOARES *et al.*, 2002). O conteúdo protéico é geralmente baixo (1-2% da massa

seca), mas o padrão do conteúdo de aminoácidos essenciais é bastante razoável, contendo grande quantidade de metionina, que é um dos aminoácidos essenciais para o bem estar dos seres humanos (MIRANDA *et al.*, 1989; RITSCHER *et al.*, 1999).

A batata-doce apresenta em média 70,0% de umidade, 0,61% de fibras, 26,0% de carboidrato e 1,05% de cinzas, enquanto as raízes de mandioca apresentam em média 62,0% de umidade, 1,3 % de fibras, 34,0% de carboidratos e 1,1% de cinzas (CEREDA *et al.*, 1985). Ao ser colhida apresenta cerca de 30% de matéria seca, que contém em média 85% de carboidratos, cujo componente principal é o amido. Comparada com outros vegetais amiláceos, possui maior teor de matéria seca, carboidratos, lipídios, cálcio e fibras que a batata, mais carboidratos e lipídios que o inhame e mais proteína que a mandioca (FOLQUER, 1978; WOOLFE, 1992).

Segundo estudo de Leonel & Cereda (2002), a batata-doce apresenta 14,72% de amido (base úmida), e possui rendimento potencial de amido de 2,9 ton/ha. Ainda no mesmo estudo, constata-se na batata-doce elevado teor de açúcares totais e redutores (6,99 e 5,74%), o que a torna uma matéria-prima utilizável não somente para a extração do amido, mas para a produção de hidrolisados e fermentados. Entre estes últimos, pode-se citar a produção de álcool como um dos usos mais promissores para a batata-doce.

A batata-doce apresenta ótima produção de biomassa para obtenção de álcool combustível, associada a baixo custo de produção. Resultados encontrados por Silveira *et al.*, (2002) indicam resultados promissores no processo de seleção de clones com produtividade entre 28 e 65 t/ha nas condições edafoclimáticas do estado do Tocantins. Este fato indica uma superioridade desses novos clones entre 154% a 400% em relação à média de produtividade obtida na década de 70, quando se iniciou pesquisas com esta cultura para produção de etanol combustível. Araújo *et al.*, (1978) obtiveram 158 litros de etanol por tonelada de raiz de batata-doce na década de 70. Se comparados os ciclos de produção, a batata-doce com seu curto ciclo reprodutivo (4 a 5 meses) poderia ultrapassar a cana-de-açúcar (12 e 18 meses) e a mandioca (10 a 20 meses) em sua produtividade global. Mas para que isso ocorra é necessário investimento em pesquisas voltadas para o aperfeiçoamento das tecnologias de produção (SOUZA, 2005).

Além da alta concentração de amido, pode-se citar como fatores que contribuem para destacar as características favoráveis da batata-doce para a produção de álcool: rusticidade, adaptação às condições tropicais, ciclo curto de produção (quatro a cinco meses), possibilidade de

produção em condições de solo de baixa a média fertilidade e principalmente, baixo custo de produção (SOUZA *et al.*, 2005).

O uso da fécula de batata-doce também tem se mostrado bastante promissor, podendo ser usada como espessante (uma vez que apresenta grande quantidade de amido gelatinizável), e como estabilizante, sendo capaz, ainda, de melhorar o substrato para os microrganismos responsáveis pela fermentação (COLLINS *et al.*, 1991).

Além desses importantes empregos da batata-doce, pode-se ainda ressaltar a comercialização do tubérculo sob a forma de produtos congelados processados e semi-processados no Japão, sendo mais de 50% do total colhido destinado à produção de fécula e de álcool (BARRERA, 1989; WALTER & WILSON, 1992) e a substituição de até 15% da farinha de trigo por farinha de batata-doce, sem prejuízo das propriedades físicas do produto final, em Taiwan e no Peru (CARDENAS *et al.*, 1993; CARDENAS & HUAMÁN, 1993). Nos Estados Unidos, é muito consumida não só no estado fresco, como também em enlatados, flocos, purês, doces, sorvetes, geléias e xaropes (BARRERA, 1989). No Brasil, também são relatadas experiências com a fabricação e emprego de farinha de batata-doce (GUEDES *et al.*, 1980; JESUS, 1987; SAVELLI *et al.*, 1995). Tecnologias para a fabricação de produtos tais como “chips” secos e fritos, iogurte de batata-doce, flocos desidratados, enlatados, entre outros, em pequena, média e grande escala estão disponíveis (DATA & OPERARIO, 1992; DEN, 1992; JOHNSON *et al.*, 1992). Estima-se que cerca de 60 produtos diferentes possam ser fabricados com o uso de raízes de batata-doce (TSOU & HONG, 1992).

Apesar de tanta utilidade industrial, o cultivo da batata-doce praticamente se restringe ao nível de subsistência, a maior parte da produção vem sendo destinada prioritariamente para o consumo humano e animal. Algumas causas possíveis podem ser o conhecimento ainda incipiente sobre a composição química das raízes dessa hortaliça, especialmente se comparado àquele disponível para grandes culturas, como o milho, e também a falta de disponibilidade de clones selecionados especificamente para fins industriais (RITSCHER *et al.*, 1999).

No Brasil os resíduos culturais, como ramas, raízes finas e tuberosas não comerciáveis são, na maioria das vezes, descartados. No entanto, esses resíduos podem ser aproveitados como alimento animal, chegando a representar mais de 50% da fitomassa total do cultivo (FIGUEIREDO, 1993). Deles há ainda a oportunidade do consumo dos brotos na alimentação humana. Em países como a China e Vietnã, as ramas, empregadas exclusivamente ou em

associação às raízes, são largamente empregadas na alimentação de suínos, seja na forma fresca, ou na forma de silagem (MONTEIRO *et al.*, 2007).

Segundo Almeida *et al.* (1987) e Ribeiro Filho (1967) as ramas da batata-doce podem ser utilizadas na alimentação animal na forma de forragem verde ou de silagem. Como as ramas são bastante ricas em proteínas e as raízes pobres, podem-se combinar as duas partes da planta, obtendo-se uma mistura mais equilibrada. As raízes apresentam elevada concentração de energia (Nutrientes Digestíveis Totais - NDT) e são utilizadas na alimentação de bovinos, suínos, aves, peixes e outros animais domésticos, cruas, cozidas ou desidratadas na forma de raspa. As ramas de batata-doce são ricas em amido, açúcares, vitaminas e possuem alta porcentagem de proteína bruta e digestibilidade. Podem ser utilizadas na alimentação animal, principalmente de gado leiteiro, verdes ou como silagem, sendo neste caso, de baixo custo e fácil obtenção pelos produtores. Porém, esse alimento não pode ser fornecido em grandes quantidades, porque possui um inibidor de digestão que reduz a ação de enzimas como a tripsina e a quimiotripsina, prolongando a digestão dos alimentos, que, ao fermentarem no trato intestinal, causam grande formação de gases (MIRANDA *et al.*, 1995; SILVA *et al.*, 2002).

A batata-doce é o sétimo produto mais importante do mundo, considerando-se os cultivos que proporcionam alimentos básicos, atrás apenas do trigo (*Triticum aestivum*), arroz (*Oryza sativa*), milho (*Zea mays*), batata (*Solanum tuberosum*), cevada (*Hordeum vulgare*), e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) (MANO *et al.*, 2007). Sua produção mundial atinge cerca de 105 milhões de toneladas ao ano, em uma área plantada de 8.407.447 hectares (FAO, 2008).

Essa raiz tuberosa é cultivada em diversos países, e aproximadamente 82% da produção provém da Ásia, 15% da África e apenas 3% do restante do mundo. A China é o maior produtor mundial, com cerca de 78 milhões de toneladas, colhidas em cerca de 3,8 milhões de hectares cultivados (FAO, 2008).

O Brasil é o décimo oitavo produtor mundial de batata-doce, com aproximadamente 548.438 toneladas/ano, em uma área plantada de 45.597 hectares. A região Nordeste é a maior produtora, seguida pelas regiões Sul e Sudeste (IBGE, 2005; FAO, 2008). Os estados nordestinos da Paraíba, Sergipe, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Bahia e Alagoas concentram 40% da área plantada no país. Nessa região, a batata-doce é uma cultura bastante difundida e cultivada, sendo plantada primariamente para o consumo do produtor rural e de sua família, sendo o excedente comercializado em mercados locais ou nos estados vizinhos (PEREIRA *et al.*, 2003).

Destaca-se ainda o estado do Rio Grande do Sul, que possui 28% da área plantada e concentra 29% da produção total do país. A região Centro-oeste produziu cerca de 1.708 toneladas da raiz em 2008, sendo que o Distrito Federal é o maior produtor, com 76% da produção regional (IBGE, 2008).

O cultivo relativamente simples e pouco dispendioso torna a batata-doce uma hortaliça muito popular e bastante consumida. Seu consumo per capita é bastante variado, desde 2 kg/hab/ano nos Estados Unidos a 114 kg/hab/ano no Burundi (CIP, 2011). No Brasil a batata-doce é a quarta hortaliça mais consumida pela população, com média de 3,6 kg/hab/ano, superada apenas pela batata, pelo tomate e pela abóbora (REZENDE, 1999). Conforme Miranda *et al.* (1989), nas regiões Sul e Nordeste, o consumo médio é estimado em cerca de 5,6 e 6,8 kg, respectivamente.

A produtividade média brasileira é de 12,04 ton/hectare, muito aquém daquela obtida em outros países, como Israel, por exemplo, com produtividade média de 54 ton/hectare (CECILIO FILHO *et al.*, 1998). Dentre os motivos para essa baixa produtividade destacam-se o uso de variedades pouco produtivas e o baixo nível tecnológico empregado.

São poucos os trabalhos de pesquisa visando selecionar e indicar cultivares para as diferentes regiões do país, sendo este um dos principais problemas enfrentados pelos produtores de batata-doce. Prova disso é que, segundo dados do Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), existem atualmente apenas 24 cultivares de batata-doce registradas. Em diversos municípios brasileiros existem variedades locais mantidas por produtores rurais ou cultivadas em fundos de quintais, porém, é difícil o levantamento de informações mais completas desses materiais que espelhem a real dimensão da exploração nos seus múltiplos aspectos sócio-econômicos (MIRANDA, 1995; PEIXOTO *et al.*, 1999). As características edafoclimáticas, de finalidade da produção e preferências de mercado de cada região influenciam diretamente a recomendação e escolha de cultivares de batata-doce. As variedades mais cultivadas no Brasil apresentam-se da seguinte forma: 1) Leucorhiza - Variedades que apresentam tubérculos brancos; 2) Porphyrorhiza - Variedades que apresentam tubérculos vermelhos e 3) Xantorhiza - Variedades que apresentam tubérculos amarelos (SOARES *et al.*, 2010; VILAS BOAS *et al.*, 1999).

Algumas regiões têm indicações próprias de variedades locais, tais como (VILAS BOAS *et al.*, 1999):

- Manaus (AM): Balão, Três Quinas e Jambo;
- Minas Gerais: Gonçalves, Variedade 14, Arroba e Peçanha Branca;
- Porto Alegre e regiões próximas (RS): Americana e Rama Roxa;
- São Paulo: Monalisa, Napoleão e Jacareí;
- Rio de Janeiro: Rosinha do Verdão;
- Sergipe: Ourinho e Batata-Salsa;
- Pará: Rainha e Japonesa;
- Tocantins: Palmas e Canuanã;
- Brasília (DF): Brazlândia Rosada, Brazlândia Branca, Brazlândia Roxa, Coquinho e Princesa.

Considerada a cultivar mais comum e adaptada ao Distrito Federal, a Brazlândia Branca foi coletada na região de Brazlândia, DF, em abril de 1980. Tem película externa (periderme) branca, polpa creme claro que, após o cozimento, torna-se amarela-clara. É do tipo seco, apresenta polpa macia, porém menos seca que a 'Coquinho' e 'Brazlândia Roxa'. O formato das raízes é alongado, uniforme, com ótimo aspecto comercial. A planta é do tipo esparsa (rasteira). As ramas desenvolvem-se rapidamente, são de comprimento médio a longo, grossas (diâmetro de 8 a 9 mm), de cor verde. As folhas são grandes, medindo de 12 a 15 cm de comprimento e de 13 a 17 cm de largura. Os brotos são verdes. A cultura raramente floresce nas condições do DF. É uma cultivar de ciclo médio, muito produtiva, podendo ser colhida a partir dos 120 dias até os 150 dias. Em ensaios no Centro de Pesquisa da Embrapa Hortaliças, a produtividade média obtida em ciclo de 5 meses foi de 37 ton/ha (MIRANDA, 2010; SOARES *et al.*, 2010).

A cultivar Brazlândia Rosada também foi coletada na região de Brazlândia, DF, em abril de 1980. Tem película externa (periderme) rosa. A polpa é de cor creme e, após o cozimento, torna-se amarelada. O formato é alongado, cheio, muito uniforme, com bom aspecto comercial. A polpa de 'Brazlândia Rosada' é seca, porém menos que a de 'Coquinho' e 'Brazlândia Roxa'. A planta é do tipo esparsa a muito esparsa (rasteira). As ramas desenvolvem-se com rapidez, são longas e medianamente grossas (diâmetro de 6 a 7 mm de diâmetro), de cor verde. A cultivar não floresce nas condições do DF. Suas folhas são grandes, medindo de 12 a 16 cm de comprimento e de 13 a 18 cm de largura na base. Apresenta ciclo médio, podendo ser colhida a partir dos 120 dias até os 150 dias. Se colhida tardia ou plantada em espaçamento mais largo, produz batatas graúdas, de elevado peso médio. Recomenda-se fazer a colheita quando as batatas atingirem o

tamanho ideal para o comércio (150-250g). Na região do DF pode ser plantada o ano todo, podendo atingir produtividades 33 t/ha em um ciclo de 5 meses. Esta cultivar apresenta, aproximadamente, 39,7% de matéria seca, sendo que deste total 81,8% representam amido mais açúcar, o que a torna também indicada como matéria-prima para produção de álcool (MIRANDA, 2010; SOARES *et al.*, 2010).

A cultivar Brazlândia Roxa foi coletada na região de Brazlândia, DF, também em 1980. Possui periderme roxa, polpa creme, doce, com baixo teor de fibras. Após o cozimento, a polpa torna-se creme-amarelada. O formato das raízes é alongado, muito uniforme e com ótimo aspecto comercial. A polpa é bem seca. As ramas desenvolvem-se lentamente, são de comprimento médio, com diâmetro médio aproximado de 6 mm, de cor verde. As folhas, tanto as velhas como as novas, são de cor verde, medindo de 11 a 15 cm de comprimento por 10 a 15 cm de largura na base. A cultivar floresce pouco nas condições de Brasília. É uma cultivar tardia, devendo ser colhida após 150 dias. Raramente produz batatas graúdas e apresenta boa resistência contra pragas de solo. A produtividade média obtida em pesquisas foi de 25 t/ha, em ciclo de cinco meses. Pode ser plantada em qualquer época do ano na região de Brasília, desde que se disponha de irrigação (MIRANDA, 2010; SOARES *et al.*, 2010).

Originária da Paraíba, a cultivar Coquinho foi introduzida no DF em 1972. Tem película amarela pálida, polpa branca, doce, delicada, com baixo teor de fibras. A polpa é bem seca e, após o cozimento, torna-se de cor branco-acinzentada. O formato das raízes é alongado ou arredondado, desuniforme, variando de acordo com o tipo de solo. As folhas são de tamanho médio a grande (de 12 a 16 cm de comprimento e de 9 a 13 cm de largura na base) nos plantios de primavera/verão, e pequenas nos plantios de outono. As folhas são de cor verde-clara a verde e as folhas novas são verde-claras. Nas condições do DF, esta cultivar floresce bastante durante quase o ano todo. É relativamente precoce e raramente produz batatas graúdas. A produtividade média obtida em pesquisas na região foi de 28 t/ha em ciclo de quatro meses (MIRANDA, 2010; SOARES *et al.*, 2010).

A planta da batata-doce é normalmente plantada em solos marginais e de baixa fertilidade. É bastante eficiente na extração de nutrientes, principalmente o fósforo, e por isso não responde positivamente à adubação fosfatada. Porém, como os solos brasileiros são geralmente pobres em fósforo, e se a cultura não for antecedida por outra que tenha recebido adubação, recomenda-se aplicar ao menos os teores que são, em média, extraídos pelas culturas, dando-se

maior importância a seguinte ordem: potássio, nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio (ASSI, 2001). Isto porque quando cultivada após uma cultura com uso intensivo de insumos como algumas espécies de hortaliças, aproveita o resíduo da adubação anterior, que é suficiente para se obter uma boa produtividade (MIRANDA, 1995).

A batata-doce é uma hortaliça tipicamente tropical, sensível a geadas, exigindo para o desenvolvimento ideal temperatura média superior a 24°C, alta luminosidade, fotoperíodo longo e suficiente umidade do solo. Essa exigência em temperaturas elevadas é mais crítica durante o período vegetativo, especialmente na fase de formação de raízes tuberosas de reserva e na fase final do amadurecimento e colheita das raízes (FILGUEIRA, 2003; MIRANDA *et al.*, 1995). Sob temperaturas iguais ou inferiores a 10°C, a planta tem o crescimento vegetativo e a produtividade reduzidos, diminuindo o teor de açúcar e aumentando o teor de amido da raiz. Segundo Hozyo, apud Folquer (1978), quanto maior a atividade fotossintética maior o crescimento das raízes tuberosas. Isto explica a escassa tuberização quando as plantas estão em ambientes pouco iluminados. Esta hortaliça produz bem em regiões com 750 a 1000 mm anuais de chuva ou com 500 a 600 mm durante o ciclo da cultura. Entretanto, não tolera encharcamento e forma raízes tuberosas finas e alongadas quando há excesso de umidade no solo (MIRANDA *et al.*, 1995).

Segundo Miranda *et al.* (1995), essa cultura desenvolve-se e produz bem em diversas condições de solo em termos nutricionais e de pH. Entretanto, consideram-se como ideais os solos mais leves, soltos, bem estruturados, de média ou alta fertilidade, bem drenados e com boa aeração. Essas condições permitem que as raízes tuberosas apresentem mais uniformidade, e melhor aparência, pela pouca aderência de terra na superfície.

A época de plantio varia em função das condições climáticas do local de plantio, da cultivar e da disponibilidade ou não de equipamentos de irrigação. No Centro-Oeste, a melhor época de plantio varia entre os meses de novembro, dezembro e janeiro, época que coincide com a estação chuvosa; porém, dispondo-se de irrigação, pode-se plantar em qualquer época. No plantio é necessário cortar as ramas um dia antes, para que percam um pouco de água, ficando murchas e flexíveis. Devem-se usar preferencialmente as pontas das ramas mais vigorosas, tendo-se o cuidado de não quebrá-las durante o enterrio. As ramas são colocadas sobre as leiras transversalmente e são enterradas pela base ou pelo meio, devendo-se enterrar três ou quatro entrenós. Quando se enterram um ou dois entrenós a tendência é a produção de raízes tuberosas

graúdas, e quando se enterram muitos entrenós a tendência é a produção de muitas raízes pequenas (MIRANDA, 1995; SILVA *et al.*, 2002).

A cultura da batata-doce produz alto volume de ramas e raízes não comerciais, e essa biomassa, após a colheita, apesar de ser um subproduto para alimentação animal, é, normalmente, deixada no campo, originando novas plantas, e constituindo o que se denomina de soqueira. A soqueira geralmente hospeda pragas e doenças, dificultando a exploração da área com outros cultivos e tornando difícil o controle manual ou com aplicação de herbicidas (PEREIRA & MIRANDA, 1989).

As raízes tuberosas da batata-doce não apresentam um ponto de maturação específico, permitindo-se, portanto, antecipar ou prorrogar o momento da colheita. Normalmente, são colhidas ao atingir cerca de 300 gramas, contudo pode ser antecipada se houver perspectiva de dano significativo causados por insetos de solo ou broca-da-raiz (SILVA *et al.*, 2002). Quanto mais tempo a batata-doce permanecer no solo, maior será a possibilidade de infestação de pragas e doenças. A colheita deve ser cuidadosa, evitando-se ferimentos na periderme, pois as raízes são bastante suscetíveis a injúrias mecânicas, podendo comprometer a utilização de raízes colhidas e armazenadas para a realização imediata da cura (MIRANDA *et al.*, 1995). O armazenamento ainda melhora o sabor da batata-doce por concentrar os nutrientes, favorece a transformação do amido em açúcar e aumenta a quantidade de vitamina A (BARRERA, 1989).

A cura é um período que ocorre logo após a colheita e tem como objetivo estimular a formação de uma periderme suberosa, pois essa cicatrização ajuda a impedir a entrada de patógenos durante o armazenamento. É um processo rápido, onde as células perdem seus vacúolos e transformam-se em um câmbio de lesão, que dá proteção a toda a raiz. As condições adequadas de cura variam em função de diversos fatores, inclusive da variedade (CEREDA, 1987). Após a colheita, as raízes devem secar ao sol durante 50 minutos, e após a classificação e embalagem devem ser curadas em ambiente de alta temperatura (28 a 30°C) e alta umidade relativa (85%), com boa aeração, durante aproximadamente 7 dias. O armazenamento das batatas pode ser feito de 13 a 15°C, com 85% de umidade, sendo possível, nessas condições, conservar a raiz por 4 a 6 meses com um bom aspecto.

A classificação e embalagem são de grande importância na comercialização de produtos hortigranjeiros, mas para a batata-doce ainda não existe uma norma oficial de classificação. Porém, os principais mercados e até mesmo o consumidor acabam traçando exigências de

tamanho e condições gerais do tubérculo. As batatas destinadas aos mercados devem ser uniformes, lisas, com película da cor específica de cada variedade e isentas de pragas e doenças. A classificação usada nos principais mercados consumidores do Brasil são as seguintes: Tipo Extra A: 300 a 400g; Tipo Extra: 200 a 300g; Tipo Especial: 150 a 200g e Diversos: 80 a 150g (MIRANDA, 1995; CEREDA, 1987; SOARES *et al.*, 2010).

2.2 – Diversidade genética

A batata-doce era uma cultura bem estabelecida já na época pré-colombiana, como mostram registros da época da descoberta das Américas, tendo já alcançado os limites das regiões subtropicais do continente, o que sugere um longo período evolutivo anterior a esta época. Isto é confirmado pelos vestígios arqueológicos de 2.000 a 2.500 antes de Cristo, encontrados no sul do México e do Peru, que sugerem que já neste período a batata-doce era cultivada por povos de etnias e culturas bastante diferenciadas. Restos arqueológicos ainda mais antigos encontrados no Peru e datados de cerca de 10.000 a.C. também indicam a existência da espécie, sugerindo, portanto, que sua domesticação tenha coincidido com os primórdios do desenvolvimento da agricultura. Durante o longo período que antecede a descoberta das Américas por Colombo, portanto, a batata-doce se espalhou por todo o continente americano, através das rotas de migração humana, o que é evidenciado por estudos de lingüística. Assim, a espécie passou por um longo processo evolutivo, que combinou a ação da seleção natural, representada pelo cultivo em diversos nichos ecológicos; a ação da seleção humana diferenciada, ditada pelos costumes e crenças dos vários povos que a cultivaram; a biologia peculiar da espécie que envolve processos como poliploidia, auto-incompatibilidade, hibridação interespecífica e esterilidade; e a possibilidade de reprodução sexuada e assexuada, resultando na diversidade de tipos e cores de raízes que são hoje conhecidas (VARADARAJAN & PRAKASH citado por RITSCHER *et al.*, 1999).

Atualmente, a maior variabilidade de tipos de batata-doce é encontrada no noroeste da América do Sul e no sul da América Central, nas regiões da Guatemala, Colômbia, Equador e Peru. A região oeste do Brasil, que faz fronteira com a Bolívia, é mencionada por alguns autores como parte do centro secundário de diversidade da batata-doce. Daí a necessidade da

caracterização e avaliação de genótipos encontrados e cultivados no Brasil (RITSCHER *et al.*, 1999).

A batata-doce, por ser uma cultura de multiplicação essencialmente vegetativa, apresenta elevada taxa de heterozigose para todos os caracteres, com larga base genética. Isso permite aos futuros programas de melhoramento genético obter novas variedades mais produtivas e resistentes a pragas e doenças (SILVA, 1991).

Segundo Jones (1965), a variabilidade dentro desta espécie é muito alta, provavelmente devido ao alto nível de ploidia. Sementes botânicas derivadas de uma mesma planta são geneticamente diferentes uma das outras, cada uma sendo, potencialmente, uma nova cultivar.

Apesar de apresentar grande diversidade genética, as mudanças de hábitos de consumo e o surgimento de novas opções de consumo têm provocado a perda de genótipos que tradicionalmente eram mantidos por agricultores, tornando necessária a coleta e, conseqüentemente, a manutenção adequada dos materiais (HORTON, 1989).

A Embrapa Hortaliças mantém um Banco Ativo de Germoplasma de batata-doce (BAG/batata-doce) com o objetivo de diminuir a erosão genética e disponibilizar material para o melhoramento e para a produção dessa hortaliça. Essa coleção foi reunida através de expedições de coleta, introduções de outros países, e também pela doação de coleções anteriormente mantidas por outras instituições de pesquisa e extensão. Atualmente são mantidos cerca de 800 acessos, sendo que destes, cerca de 40% já foram caracterizados morfológicamente (AMARO *et al.*, 2011).

De acordo com Oliveira *et al.* (2002), o conhecimento da variabilidade genética disponível em um conjunto de genótipos é muito importante em programas de melhoramento de batata-doce, pois permite evitar o plantio de genótipos idênticos ou semelhantes e o conseqüente estreitamento da base genética das cultivares.

Hoje há pouca informação sobre genótipos mais adaptados às condições particulares dos produtores de determinada região, face à escassez de pesquisas. No entanto, o Brasil possui considerável diversidade genética de batata-doce, oriunda de segregação gênica e de introduções de plantas provenientes de outras localidades. Diante disso, em programas de melhoramento envolvendo seleção de genótipos superiores é necessário dispor de informações a respeito do germoplasma a ser utilizado, de suas potencialidades hereditárias e de parâmetros genéticos intrínsecos às características que serão melhoradas (OLIVEIRA *et al.*, 2000).

2.3 – Importância dos nematóides das galhas

Segundo Sasser & Freckman (1987), os fitonematóides causam uma redução de 12,3% na produção mundial das principais culturas, sendo que entre as hortaliças esse índice pode chegar até 23% de perdas (SASSER, 1979). O mais importante gênero causador de danos é o dos nematóides formadores de galhas (*Meloidogyne* spp.), que inclui microrganismos capazes de infectar quase todas as plantas cultivadas (SASSER & FRECKMAN, 1987).

O nematóide formador de galhas *Meloidogyne* spp. foi descoberto pelo reverendo M. J. Berkeley em 1855, e outras contribuições que auxiliaram o entendimento deste importante grupo de fitonematóides foram feitas por Goeldi em 1887, que publicou a descrição de *Meloidogyne exigua*, produzindo galhas em raízes de cafeeiro no Brasil. Essa foi a primeira investigação de uma espécie de *Meloidogyne* como causa de uma importante doença de planta. A palavra *Meloidogyne* vem do grego *melon*, que significa maçã ou cabaça (fruto do cabaceiro), mais o sufixo *ooides*, *oid* (semelhante) mais *gyne* (mulher ou fêmea), ou seja, fêmea semelhante a uma cabaça. O gênero pertence à Classe Secernentea, Ordem Tylenchida, Superfamília Tylenchoidea e Família Meloidogynidae (TIHOHOD, 2000).

A distribuição mundial desse tipo de nematóide, sua extensa lista de hospedeiros, e a interação com outros fitopatógenos fazem desse grupo o maior causador de prejuízos no fornecimento mundial de alimentos (SASSER, 1980 apud HUSSEY & JANSSEN, 2002). Quatro espécies, *Meloidogyne incognita*, *M. javanica*, *M. arenaria* e *M. hapla*, são responsáveis por 95% de todas as infestações com nematóides de galhas em terras agricultáveis, gerando em média 5% de perdas na produção agrícola mundial (HUSSEY & JANSSEN, 2002).

Meloidogyne incognita e *Meloidogyne javanica* são os fitonematóides mais nocivos para a agricultura brasileira, pois: a) atacam numerosas culturas de importância econômica, mesmo em terrenos recém-desbravados; b) apresentam ampla distribuição geográfica; c) são difíceis de serem controlados; e d) ocorrem associadas a outros patógenos, formando doenças complexas e aumentando os danos e prejuízos às culturas (LORDELLO, 1964). A espécie *Meloidogyne incognita* é a que ocorre com maior frequência nas lavouras, estando associada a 87% das plantas catalogadas (FREIRE & FREIRE, 1978).

Sasser & Carter (1985) estimaram em 12,68% a percentagem média de perda causada pelos nematóides do gênero *Meloidogyne* em toda a agricultura brasileira. Ferraz (1985), citado

por Sasser & Carter em um relatório sobre a atual posição, progresso e necessidade da pesquisa para *Meloidogyne* no Brasil (Região III), no Projeto Internacional de *Meloidogyne*, mostrou que 70% de todos os trabalhos publicados em Nematologia no Brasil são direcionados para *Meloidogyne*, o que dá uma indicação da grande importância desse gênero em nossa agricultura.

Os nematóides das galhas são parasitas obrigatórios de plantas, se alimentando nas células nutridoras desde o juvenil de segundo estágio até o estágio reprodutivo. Eles modificam algumas células das raízes de seus hospedeiros para torná-las aptas a lhes fornecer a nutrição necessária a seu crescimento e reprodução. Os juvenis de segundo estágio que migram no solo são atraídos por determinados tipos de raízes, onde penetram pela capa protetora da ponta da raiz. Os juvenis então migram intercelularmente no tecido cortical do cilindro vascular em diferenciação até alcançar o cilindro central, onde iniciam o parasitismo da raiz. É então injetada, pelo estilete, em cinco a sete células procambiais indiferenciadas, uma secreção de proteínas produzida pelas células da glândula esofágica dos juvenis. Essas células da raiz então se transformam em células altamente especializadas, chamadas células gigantes ou sincícios, que se tornarão um sítio permanente de alimentação para o nematóide durante todo o seu ciclo de vida. A formação dessas células gigantes é uma das mais complexas respostas de um tecido de planta a um parasita: as células parasitadas pelos juvenis tornam-se multinucleadas, intumescem e ficam mais largas, o grande vacúolo central é substituído por pequenos vacúolos, o citoplasma aumenta em volume e densidade, e a parede celular é remodelada. As células gigantes metabolicamente ativas são mantidas e induzidas em hospedeiros suscetíveis apenas pelas atividades de alimentação do nematóide, ou seja, a remoção do estímulo do nematóide leva à atrofia do sincício. Enquanto as células nutridoras e galhas estão se formando, a largura do juvenil aumenta, e ele sofre uma série de transformações que culminam nas ecdises, dando origem aos estádios juvenis j3 e j4 e, finalmente, aos adultos macho e fêmea. O adulto, então, se reproduz, depositando os ovos em uma matriz gelatinosa na superfície da raiz com galhas. A primeira ecdise ocorre dentro do ovo, e logo depois o juvenil de segundo estágio deixa a massa de ovos, recomeçando o ciclo. Essa íntima relação entre o nematóide das galhas e o hospedeiro é controlada geneticamente por ambos os organismos, o que tem permitido a evolução na descoberta de genes resistentes em muitas espécies cultivadas (HUSSEY & JANSSEN, 2002; TIHOHOD, 2000).

Vários estudos demonstram que a duração do ciclo de vida das espécies de *Meloidogyne* é extremamente variável, dependendo de fatores ambientais, do hospedeiro e do parasita. Em

tomateiro, *M. javanica* inicia a formação da matriz gelatinosa no 27º dia, e a oviposição dois dias depois, estágio em que as fêmeas adquirem o tamanho máximo (BIRD, 1959 apud TIHOHOD, 2000). No tomateiro suscetível “Rutgers”, *M. incognita* leva apenas 15 dias após a penetração nas raízes para o aparecimento de fêmeas adultas, ocorrendo a postura seis dias mais tarde (TIHOHOD, 2000).

O início do ciclo de vida da maioria dos fitonematóides e, conseqüentemente, a sua capacidade de causar doença, dependem da habilidade de eclosão dos estádios juvenis. Inúmeros pesquisadores têm trabalhado com a eclosão de juvenis de fitonematóides e, embora para algumas espécies ainda esteja obscura a forma de eclosão, para outras se pode, atualmente, relacionar diversos fatores físicos e químicos que influem no processo de eclosão (como temperatura, umidade e aeração do solo). Segundo Shepherd & Clarke (1971) apud Tihohod (2000), a temperatura ótima para a eclosão dos estádios juvenis de *M. incognita* e *M. javanica* é de 25 a 30 °C. Os ovos sobrevivem a uma ampla variação de umidade do solo, mas em *M. javanica* ocorre a inibição da eclosão quando o solo está seco. A eclosão dos nematóides formadores de galhas também sofre aumento devido à ação de exsudatos de raízes de plantas (TIHOHOD, 2000).

A batata-doce é suscetível aos nematóides *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, *Pratylenchus* spp., *Ditylenchus destructor* Thorne (JATALA & BRIDGE, 1990) e aos nematóides das galhas *Meloidogyne* spp. (HUANG, *et al.*, 1986). Neste caso, o parasitismo se dá, principalmente, por *M. incognita* (Kofoid e White) Chitwood, 1949, raças 1, 2, 3 e 4, e *M. javanica* (Treub), Chitwood, 1949, nematóides endoparasitas sedentários.

As raízes secundárias de plantas de batata-doce apresentam grande potencial para acumular populações altas de nematóides. No entanto, a batata-doce é considerada uma “falsa hospedeira”, já que se pode constatar a presença de inúmeras fêmeas com massas de ovos nas raízes secundárias, imperceptíveis a olho nu, sem que ocorra a formação de galhas, sintoma que caracteriza o ataque de nematóides às raízes das plantas. A presença desses organismos nas raízes secundárias enfraquecem as plantas porque diminuem a habilidade das raízes em absorver água e nutrientes do solo, o que pode resultar em baixa produtividade ou até mesmo na morte da planta (CHARCHAR & MIRANDA, 1989; 1990; CHARCHAR *et al.*, 1991). As raízes secundárias de plantas resistentes não apresentam massas de ovos de nematóides. Na raiz tuberosa, dificilmente

são observados sintomas de galhas, exceto em cultivares de elevada suscetibilidade, onde as galhas depreciam as raízes qualitativamente para comercialização e consumo.

Meloidogyne incognita é a espécie mais importante para a cultura (JATALA & BRIDGE, 1990), uma vez que o seu ataque, além impedir um desenvolvimento satisfatório das raízes, pode provocar rachaduras longitudinais e/ou irregularidades no formato. Deste modo, além da produtividade, a qualidade, a conservação e o aspecto comercial das raízes ficam prejudicados (HUANG *et al.*, 1986; MIRANDA *et al.*, 1987).

Meloidogyne javanica (Treub) Chitwood, 1949 é o segundo nematóide das galhas em ordem de importância que causa perda qualitativa à cultura da batata-doce, depois de *M. incognita* (Kofoid & White) Chitwood, 1949. Segundo Charchar (1997), *Meloidogyne javanica* foi encontrado em 37,0% das amostras de tubérculos infectados por nematóides do gênero *Meloidogyne*, enquanto *M. incognita* foi encontrado em 48,0% das amostras, coletadas nas regiões produtoras de batata do Brasil. Observou-se, também, que *M. javanica* foi mais rápido em ocupar os sítios de alimentação em raízes e tubérculos de batata do que *M. incognita*. As galhas nos tubérculos, resultantes do ataque por *M. javanica*, foram maiores, mais elevadas e menos coalescentes que as provocadas por *M. incognita* (CHARCHAR & MOITA, 1997). Na região Centro-Oeste brasileira, a associação de *M. javanica* com *M. incognita*, nos últimos cinco anos, foi constatada em 15% das amostras de batata-doce coletadas nas lavouras (CHARCHAR & MOITA, 2001).

O controle dos nematóides das galhas em solos infestados é de grande importância para a produção satisfatória de batata-doce, mesmo em áreas com baixas infestações por *Meloidogyne* (DALE, 1971). Diversas medidas de controle podem ser adotadas (CAMPOS, 1992; SANTOS & SOUZA, 1996), como o controle químico, com a ressalva de ser considerado eficiente somente quando for empregado em conjunto com outras medidas, podendo se tornar, caso contrário, ineficiente e antieconômico (CAMPOS, 1995).

Já é consenso na comunidade científica que medidas de controle de patógenos aplicadas em conjunto resultam em melhores efeitos do que quando isoladas. Todavia, existe ainda, por parte de muitos produtores, a dificuldade de empregar de forma correta algumas dessas medidas. O controle químico talvez seja uma das medidas que mais requeira cuidados essenciais para ser empregado na redução da população do patógeno, devido aos riscos de contaminação do homem e do ambiente (FREITAS *et al.*, 2001).

O uso de variedades resistentes é uma das principais práticas usadas pelos programas integrados no controle dos nematóides das galhas (TAYLOR & SASSER, 1978). A identificação de genótipos resistentes é de suma importância para o lançamento de novas cultivares adaptadas, pois alguns demonstram resistência a uma espécie de nematóide, e à outra não. Há resistência variável nos diversos genótipos de batata-doce até mesmo entre as raças de *Meloigogyne incognita* (MASSAROTO, 2008). Como principais vantagens desse método de controle, pode-se citar o fato de não exigir conhecimentos específicos por parte dos agricultores para seu uso, não oferecer riscos à saúde do homem e ao meio ambiente, diminuir os gastos do agricultor com agrotóxicos, além de todas as outras vantagens que uma cultivar melhorada oferece (FREITAS *et al.*, 2001).

2.4 – Importância dos insetos do solo

Em sistemas de produção de pequena escala, é raro observar danos severos causados por pragas e doenças, e isso ocorre devido ao maior isolamento entre plantios, maior rotação de área de cultivo e à menor população de insetos. Quanto mais intensivo é o sistema de produção, maior a oportunidade de ataque de pragas e doenças e maior deve ser o cuidado para evitar a ocorrência de danos econômicos. Para a cultura da batata-doce o controle fitossanitário é ainda mais relevante, porque a maioria das pragas e doenças importantes causam danos às raízes, depreciando o produto (SILVA *et al.*, 2002; FRANÇA & RITSCHER, 1997; PEIXOTO *et al.*, 1999).

As raízes da batata-doce estão sujeitas tanto ao ataque de pragas específicas, que se alimentam do tecido vegetal, quanto de pragas ocasionais que danificam as raízes apenas no momento da prova, ou seja, na busca por alimento. As larvas dos insetos fazem incisões de prova e, mesmo que não prossigam se alimentando do tecido vegetal, estas feridas se ampliam à medida que ocorre o crescimento lateral da raiz. Nesse aspecto, quanto mais precoce a infestação, maior a extensão do dano, além de maior oportunidade de produção de novas gerações de praga (AZEVEDO, 1995b; FRANÇA & RITSCHER, 1997; FRANÇA & RITSCHER, 2002).

Aproximadamente 270 espécies de insetos e 17 espécies de ácaros foram registradas no mundo como pragas da batata-doce em condições de campo ou armazenamento. Destaca-se entre elas a broca do coleto, que ataca eventualmente as raízes e a broca da raiz, considerada a

principal praga dessa cultura em alguns países da região do Caribe, oeste da Índia, sul do Pacífico, América Central e América do Sul (incluindo o Brasil) (FRANÇA & RITSCHER, 1997; BOFF *et al.*, 1992).

Huang *et al.* (1986) e Miranda *et al.* (1987) mostraram que os insetos de solo são responsáveis por danos diretos à produção, afetando não somente a produtividade, mas também a qualidade, conservação e aspecto comercial das raízes tuberosas de batata-doce. As larvas da broca da raiz (*Euscepes postfasciatus*, Coleoptera, Curculionidae) abrem extensas galerias internas e externas na polpa, irregulares, longitudinais e transversais, que desvalorizam e alteram o aspecto físico, odor e sabor das raízes, tornando-as imprestáveis para o consumo humano ou animal. A raiz atacada apresenta casca preta e um pouco afundada na extensão das galerias formadas na polpa, onde, ao cortar a raiz, observam-se galerias de dois a três milímetros de diâmetro, enegrecidas (ASSI, 2001). Com o avanço do ataque os tecidos da raiz tendem a secar, adquirindo uma coloração mais parda, podendo ficar totalmente “mumificados” ou apodrecerem completamente. Além disso, as raízes atacadas ficam mais suscetíveis ao ataque de fungos e bactérias, e produzem terpenóides que trazem à raiz sabor e odor desagradável. Conforme Bondar (1930) e Marques (1933) apud Assi (2001), essa praga é cosmopolita, sendo encontrada em todas as regiões brasileiras e do mundo onde se cultiva a batata-doce, havendo registros de danos em campo de 80 a 85%. De acordo com Novo (1983) apud Assi (2001), a broca da raiz pode causar danos de até 26,3% na produção de batata-doce. Estudos de Bondar (1931, 1954) e Barrera (1986), apud Assi (2001), demonstram que as posturas são efetuadas nas raízes e ramas, sendo que nas ramas preferem os nós e as partes mais grossas junto ao colo da planta, e também nas raízes tuberosas. A fêmea faz um orifício de oviposição na raiz tuberosa e coloca um ovo por vez, tamponando a entrada de cada orifício com material fecal, que se oxida rápido, endurecendo e tornando-se de coloração preta-amarronzada (EDMOND & AMMERMAN apud ASSI, 2001). Este endurecimento do material fecal, segundo Sherman & Tamashiro (1954) apud Assi (2001), protege o ovo da água, de predadores e injúrias mecânicas. Após a eclosão das larvas, estas cavam galerias no interior das ramas e raízes, das quais se alimentam. Elas chegam a medir 5 mm de comprimento quando totalmente desenvolvidas, são ápodas, têm duração de 15 a 20 dias, e apresentam coloração branca e cabeça vermelho-escuro (JUNQUEIRA & SACCHETA apud ASSI, 2001). A fase de pupa dura em torno de 10 a 12 dias, sendo que as larvas passam por cinco instares larvais antes de chegarem à fase de pré-pupa, que pode ser reconhecida pelo fato da larva

cessar sua alimentação e ir mudando de cor, levando de 20 a 30 dias para passar à fase adulta (TUCKER, apud ASSI, 2001).

Larvas de coleópteros da família Chrysomelidae (*Diabrotica speciosa*, *Diabrotica bivarulata*, *Sternocolespis quatuordecimcostata*), também conhecidos por bicho alfinete, provocam pequenos furos na raiz da batata-doce, diminuindo seu valor comercial. Outra consequência do ataque desses insetos é a penetração na raiz de fungos e bactérias causadoras de doenças, que se aproveitam dos ferimentos para infestar as raízes (BARRERA, 1989).

Já as larvas dos besouros da família Elapteridae (Larva-aramé, *Conoderus* sp.) atacam as raízes, provocando furos de até 5 milímetros de comprimento e profundos. Estes furos, além de depreciar o produto para o mercado, facilita a invasão de organismos causadores de doenças. Os adultos são castanhos ou marrons, com 25 milímetros de comprimento (BARRERA, 1989).

Outra praga de importância para a cultura é a broca do colo (*Megasthes pusiales*, Lepidoptera, Pyralidae). Os adultos dessa espécie são mariposas pardo-escuras que depositam os ovos na planta, próximo às raízes. As larvas penetram nas ramas cavando galerias, preferencialmente no colo da planta, mas eventualmente também danificam as raízes da cultura (MIRANDA *et al.*, 1987).

Não existem agrotóxicos registrados para o controle de patógenos em batata-doce. As perdas econômicas são comuns nas áreas de produção, onde se utilizam rotineiramente e erroneamente inseticidas registrados para outras culturas para evitar tais perdas, gerando riscos à saúde do produtor e do consumidor. O problema é que o número de espécies de insetos envolvidos é grande, de modo que as medidas de controle utilizadas normalmente não fornecem proteção adequada para todas elas, e o ataque dessas pragas é geralmente de difícil controle porque os patógenos e insetos não são atingidos facilmente pelos agrotóxicos (SILVA *et al.*, 2002; PEIXOTO *et al.*, 1999; FRANÇA & RITSCHER, 1997).

Em sistemas de produção orgânica ou agroecológica, onde o uso de inseticidas não é permitido, tem-se buscado métodos alternativos de controle, como o controle biológico com entomopatógenos, especialmente fungos entomopatogênicos, como *Beauveria bassiana* (Bal.) Vuillemin e *Metarhizium anisopliae* (Met.) Sorokin, para o controle de adultos de *E. postfasciatus* e de larvas de *Diabrotica* spp (PEIXOTO *et al.*, 1999; MIRANDA *et al.*, 1987).

No entanto, o melhor controle dessas pragas ainda tem sido o preventivo, sendo que sua base é a obtenção de plantas saudáveis. Para isso, pode-se usar cultivares resistentes ou plantas

submetidas ao processo de cultivo de meristemas e indexadas. No último caso, as plantas matrizes passam por processos de reprodução vegetativa em ambiente fechado, à prova de afídeos, visando evitar a recontaminação das plantas. Outras práticas que também contribuem para o controle de pragas na lavoura de batata-doce são a rotação de cultura, a realização da amontoa e a colheita entre 120 e 130 dias (MIRANDA *et al.*, 1995).

O uso de germoplasma de batata-doce resistente a insetos de solo tem sido considerado uma importante alternativa de controle destas pragas (JONES *et al.*, 1986), e diversos experimentos têm sido conduzidos com o intuito de selecionar clones que apresentem essa característica. Todavia, ainda impera a necessidade de que um maior número de introduções de batata-doce sejam avaliadas mediante técnicas eficazes e rápidas, para a identificação de clones resistentes aos insetos de solo (SILVEIRA, 1993).

2.5 – Mecanismos de resistência

A resistência a nematóides pode ser definida como a habilidade da planta em inibir a reprodução de espécies de nematóides na planta (TAYLOR & SASSER, 1978). Os danos causados às plantas são fortemente influenciados pela densidade populacional inicial de nematóides, ao mesmo tempo em que é comum a ausência de grandes sintomas em plantas afetadas. Nesse sentido, a reprodução dos nematóides na planta tem sido muito utilizada para mensurar a resistência do hospedeiro, pois pode ser estimada com facilidade e precisão (STARR *et al.*, 2002). No entanto, para uma completa avaliação da relação planta x parasita, há a necessidade de mensuração de outro fator: o dano causado pelo nematóide à planta (CANTO-SAENZ, 1985).

Os mecanismos envolvidos na resistência de plantas aos nematóides formadores de galhas nas raízes têm sido recentemente revisados por muitos pesquisadores. Estes mecanismos são variados, envolvendo períodos antes, durante e depois da penetração do nematóide.

Sasser & Carter, citados por Canto-Sáenz (1985), caracterizaram assim as diferentes respostas do hospedeiro ao ataque por nematóides: a) não-hospedeira, planta com resistência pré-infecional ou resistência passiva que é condicionada por barreiras fisiológicas e químicas; b) imune, quando a planta é capaz de impedir a penetração do nematóide, não ocorrendo doença; c) resistente, quando a planta impede ou não a entrada do parasita, mas é capaz de limitar, retardar

ou evitar seu desenvolvimento; e d) tolerante, quando a planta sobrevive e dá um rendimento satisfatório com um determinado nível de infecção, que cause perda econômica em outras variedades da mesma espécie. Sasser (1954) mostrou que há uma maior penetração de nematóides em plantas suscetíveis do que em resistentes. Dropkin & Nelson (1960), citados por Huang (1985) relataram menor número de nematóides em plantas resistentes do que em plantas suscetíveis, não se sabendo ao certo se isto é resultante do efeito na superfície da raiz ou de outro agente qualquer. Com isso fica difícil avaliar criticamente a importância da superfície da raiz como uma barreira para penetração do nematóide.

Huang *et al.* (1986), ressaltaram a tolerância de muitos clones de batata-doce aos nematóides, caracterizada pela simples razão de não formarem galhas no sistema radicular, mesmo apresentando massas de ovos na superfície das raízes.

A resistência aos nematóides pode ter efeitos pequenos, moderados ou grandes, e esses níveis de expressão determinarão a sua taxa de multiplicação. Alguns fatores podem influenciar a dinâmica da população de nematóides em plantas resistentes: o nível de expressão dos genes de resistência pode ser modificado de acordo com sua constituição genética, efeitos ambientais e virulência da população de nematóides (ROBERTS, 2002).

O Projeto Internacional de *Meloidogyne* (IMP) apontou que um grande número de plantas contém compostos tóxicos aos nematóides das galhas. Os compostos fenólicos envolvidos na formação de necroses e lesões têm sido freqüentemente sugeridos como compostos responsáveis pela resistência à doença (SASSER apud HUANG, 1985).

O fato de a batata-doce ter sido uma das hortaliças mais cultivadas em períodos quando não se utilizavam agrotóxicos, é um comprovante de sua resistência natural a pragas e doenças. Esta característica foi comprovada por Müller e Börger – 1940, citados por Woolfe (1992), que descobriram que a presença de fitoalexinas, extraídas pela primeira vez nesta planta, funcionava como antibióticos naturais. Quando as raízes são danificadas por fungos patogênicos, tais como *Ceratocystis fimbriata* (CLARK & MOYER, 1988) ou *Fusarium solani* (WILSON, 1973) ou então invadidas por brocas como *Euscepes postfasciatus* (URITANI *et al.* 1975), a planta reage ao ataque, produzindo uma variedade de sesquiterpenos que tornam o tecido vegetal amargo e com odor forte (SCHNEIDER *et al.*, 1984).

De acordo com Paxton (1980), citado por Huang (1985) as fitoalexinas são compostos de baixo peso molecular, antimicrobiano, que são sintetizadas e acumuladas nas plantas em geral

depois da exposição aos microorganismos, podendo ter papel relevante no mecanismo de resistência da planta. Embora não haja evidências que comprove que tais compostos sejam o fator primário na resistência ao parasita, a maioria das fitoalexinas tem um forte poder na atividade microbiana. As fitoalexinas têm diversas estruturas químicas, mas a maioria delas são isoflavonóides, poliacetilenos, terpenóides e esteróides.

Hard (1977), citado por Huang (1985) mostrou que foi verificado o acúmulo da fitoalexina ipomeamarone em raízes de batata-doce resistente a fitonematóides. Desta forma, uma caracterização detalhada destes processos contribuiria para um avanço na compreensão da relação parasita-hospedeiro, e ajudaria imensamente os melhoristas de plantas em programas de melhoramento que tivessem como objetivo a obtenção de cultivares resistentes aos nematóides causadores das galhas em raízes (SILVEIRA, 1993).

Outro mecanismo de resistência pós-infeccional é a reação hipersensitiva. Essa reação é caracterizada pela morte celular rápida de tecidos de plantas infectadas em resposta ao ataque do nematóide. A necrose das células mortas previne que a doença se desenvolva, funcionando como um mecanismo de defesa do hospedeiro resistente à entrada do patógeno (HUANG, 1985).

Com relação aos insetos de solo pouco se sabe sobre os mecanismos de resistência envolvidos, como por exemplo, a resistência à broca-da-raiz. Segundo Painter apud Assi (2001) a resistência de plantas a insetos é “a soma relativa de qualidades hereditárias possuídas pela planta, sobre os quais influenciam o resultado do grau de dano que o inseto causa”, ou seja, é a capacidade que algumas plantas possuem de produzir melhor do que outras sob as mesmas condições de ataque de pragas. A resistência é hereditária, comprovada através de um teste de repetibilidade, isto é: toda vez que ela for comparada, a resistência se manifesta. Diferenciando-se desta há a chamada pseudo-resistência ou falsa resistência, onde fatores ambientais favorecem ou não que a planta manifeste atributos como se fosse uma planta resistente (LARA apud ASSI, 2001).

Se uma cultivar apresentar resistência a duas ou mais espécies de insetos, trata-se de uma resistência múltipla. Essa relação inseto/ planta pode ser influenciada por fatores intrínsecos (a planta se defende do inseto diretamente pelos seus mecanismos próprios) e extrínsecos (a planta se beneficia da ação de inimigos naturais, e através deles, atua de forma indireta sobre a praga) (ASSI, 2001).

A resistência de plantas a insetos pode ser de três tipos: 1) Preferência ou não-preferência: quando o inseto utiliza uma planta ou variedade em menor escala que outra em condições semelhantes para se alimentarem, ovipositarem ou abrigarem; 2) Antibiose: ocorre quando a planta exerce um efeito adverso na biologia da praga, através da liberação de metabólitos tóxicos, antimetabólitos, enzimas, fitohormônios ou compostos antigonodais, todos estes afetando o potencial reprodutivo do inseto; 3) Tolerância: quando a planta sofre mínimos ou menores danos em comparação a outras, não afetando seu comportamento nem sua biologia; portanto, esse tipo de resistência não atua sobre o inseto: depende só da planta (PAINTER apud ASSI, 2001).

A não preferência tem sido indicada como a principal causa de resistência de clones de batata-doce ao inseto *Cylas formicarius elegantulus* (ainda não identificado no Brasil) quando submetidas à infestação artificial em condições de campo (MULLEN *et al.*, 1981). Por outro lado, esses autores admitiram o envolvimento de outros fatores que não foram devidamente controlados. Como, por exemplo, a reinfestação de insetos que emergiram das raízes durante a realização do experimento, aumentando a população, de forma que anulassem pequenas diferenças no grau de resistência entre os clones, causadas por antibiose. Outro aspecto que chamou a atenção foi o fato de que os clones que tiveram baixa produção sofreram menor ataque de broca, possivelmente, por não ter sido o volume de raízes por planta suficiente para provocar rachaduras no solo, as quais facilitam a entrada dos insetos adultos para fazerem a oviposição.

Alguns compostos fenólicos produzidos pela planta de batata-doce atacada também podem ter efeito na redução do crescimento, reprodução e sobrevivência de insetos. Porém, a importância destes depende não só da quantidade produzida no tecido, mas também da velocidade de síntese e/ou oxidação desses compostos (BERENGAUM & FEENY, 1981; COLE, 1984).

Outro fator também tem sido considerado como responsável pelo maior ou menor ataque de insetos à batata-doce: a concentração de substâncias nutritivas. Cultivares com baixo teor de caroteno e amido foram sempre menos atacadas pelo inseto *C. formicarius elegantulus* do que aqueles com características opostas (COCKERHAM & DEEN, 1947 apud SILVA, 1991). A elevação no teor de açúcares também faz com que a resistência a insetos seja minorada, e outros compostos como aminoácidos, fosfolipídios e até algumas vitaminas, mesmo em baixas concentrações, podem agir como atrativos à oviposição e colonização de insetos fitófagos (BECK, 1965).

2.6 – Melhoria genética visando resistência a nematóides e insetos de solo

A batata-doce é uma cultura de multiplicação essencialmente vegetativa, com alta taxa de heterozigose para todos os caracteres e larga base genética, permitindo aos programas de melhoramento genético obter novas variedades mais produtivas e resistentes a doenças e pragas com relativa facilidade.

As prioridades nacionais em termos de melhoramento genético da batata-doce foram estabelecidas e discutidas em um seminário sobre a cultura da batata-doce, patrocinado pelo CNPH/EMBRAPA em Brasília, em 1987. Na época, foram estabelecidas como prioridades o estímulo às coleções regionais de germoplasma de batata-doce e a avaliação desses materiais, enfatizando os aspectos de rusticidade, alta produtividade e resistência a doenças e insetos do solo. Um grande desafio estabelecido, de elevada importância social, foi a obtenção de cultivares que combinassem as boas características agronômicas, a resistência aos nematóides do gênero *Meloidogyne* e aos insetos do solo, e com a característica de polpa alaranjada intensa com alto teor em beta caroteno, uma vez que a maioria das cultivares nacionais é pobre nesta pró-vitamina.

Desde então, vários trabalhos com coleções de clones de batata-doce no Brasil vêm sendo conduzidos com o objetivo básico de se conhecer a extensão da variabilidade genética para as características de resistência a nematóides das galhas e aos insetos do solo (MIRANDA *et al.*, 1987; HUANG *et al.*, 1986; FRANÇA *et al.*, 1983a, 1983b e SILVEIRA, 1993). Esta caracterização tem a função de indicar quais os materiais poderão ser utilizados em programas de melhoramento.

De fato, a variabilidade genética para resistência a maioria das pragas está disponível na cultura da batata-doce (Cuthbert & Jones, 1972). Jones *et al.* (1986) mostraram que há disponibilidade de germoplasma resistente tanto a nematóide quanto a insetos do solo.

Struble *et al.* (1966), após acumular dados no período de 15 anos (1950-1965) sobre a resistência em batata-doce aos nematóides formadores de galhas, concluíram que a resistência a *Meloidogyne* spp. é herdada de maneira multifatorial.

Fontes de resistência genética horizontal em cultivares e clones de batata-doce às principais espécies e raças de *Meloidogyne* foram conhecidas no Brasil a partir de 1989, quando começaram as avaliações de acessos do Banco de Germoplasma da Embrapa Hortaliças para

resistência a 13 populações de espécies e raças de nematóides das galhas (CHARCHAR & MIRANDA, 1989; 1990; CHARCHAR *et al.*, 1991; CHARCHAR & RITSCHER, 1999; 2000).

No entanto, os trabalhos de melhoramento genético da batata-doce no Brasil, com vistas à obtenção de cultivares resistentes a nematóides, não se limitam à identificação e seleção de clones mais resistentes, embora esta seja uma etapa preliminar em estudos desta natureza. Também são realizados sucessivos ciclos de intercrossamentos, avaliações e seleções em programas de melhoramento genético da cultura, a exemplo daqueles efetuados por Silveira e Maluf (1993), Azevedo (1995a) e Peixoto *et al.* (1998), com intuito de obter sementes botânicas de famílias de meio-irmãos, melhoradas geneticamente para resistência aos nematóides do gênero *Meloidogyne*. A grande vantagem de um programa de melhoramento como esse reside na possibilidade de propagação vegetativa da batata-doce, que permite a adoção imediata de clones geneticamente superiores, quando identificados em qualquer fase do programa (FREITAS *et al.*, 2001).

Jones & Dukes (1980), no estudo em que foi determinada a herdabilidade da resistência na batata-doce a *M. incognita* e *M. javanica*, mostraram que a resistência às duas espécies não se correlacionou, indicando que os modos de herança são independentes. A herdabilidade estimada para as resistências em ambas as espécies de *Meloidogyne* foi alta, indicando que grande parte da variação ocorrida é de natureza genética. Por isso, só é possível o desenvolvimento de cultivares resistentes a ambas as espécies de nematóides, desde que se selecione materiais resistentes a cada espécie independentemente. Os mesmos autores verificaram que podem ser consideradas indicações de susceptibilidade às duas espécies de nematóides a produção de massas de ovos, ruptura de raiz (deformidade), formação de galhas, amarelecimento das folhas, atrofiamento ou rendimento reduzido. Por outro lado, podem ser consideradas indicações de resistência às espécies de nematóides as seguintes situações: alimentação reduzida pela larva, desenvolvimento larval interrompido e redução do índice de galhas.

No Brasil são poucos os trabalhos que objetivam caracterizar clones de batata-doce quanto a resistência as raças e espécies de *Meloidogyne* sp. Contudo, uma coleção de clones de batata-doce da Embrapa Hortaliças foi avaliada por Huang *et al.* (1986), que identificaram genótipos resistentes a *M. incognita* (raça não especificada) e *M. javanica*. Estes clones ou cultivares foram comparados através do número de massas de ovos para as duas espécies, que mostraram um alto coeficiente de correlação entre as espécies ($r = 0,96$). Os resultados

mostraram que entre outros genótipos foram identificados cultivares comerciais com alto nível de resistência às duas espécies, como: Brazlândia Roxa, Brazlândia Rosada e Coquinho, enquanto Brazlândia Branca mostrou-se susceptível.

Silveira & Maluf (1993), trabalhando com resistência de clones de batata-doce (*Ipomoea batatas*) quanto aos nematóides do gênero *Meloidogyne*, verificaram que, entre outros, os clones Brazlândia Rosada, Arroba, Coquinho e Surpresa, foram resistentes a *Meloidogyne javanica* e o clone 042 foi resistente as raças 2, 3 e 4 de *Meloidogyne incognita*, além do clone Pira-2 que apresentou nível moderado de resistência às mesmas raças. O mesmo autor expressou a necessidade de, em um processo de seleção para resistência a nematóides, incluir um grande número de isolados e/ou raças e/ou espécies, observando-se principalmente a espécie predominante na região para a qual os clones serão selecionados. Outros pesquisadores têm trabalhado com resistência de clones de batata-doce aos nematóides de galhas do gênero *Meloidogyne*, entre outros pode-se citar: Peixoto *et al.* (1998), Paula & Peixoto (2001), Duarte & Peixoto (2003), Cruz & Peixoto (2003), Massaroto *et al.* (2008) e Marchese *et al.* (2010).

Vários são os relatos do emprego de cultivares resistentes como medida de controle dos nematóides causadores de galha em hortaliças. Destacam-se os trabalhos de Peixoto (1995), Carvalho (1996), Charchar & Moita (1996), Peixoto *et al.* (1998), Freitas *et al.* (2000), dentre outros. Já a efetividade da resistência genética da batata-doce à *Meloidogyne* spp. foi relatada, além dos trabalhos já citados, por Azevedo (1995a), Maluf *et al.* (1996), Silveira *et al.* (1997), Peixoto *et al.* (1998), Wanderley & Santos (2004), Massaroto *et al.* (2008) e Marchese *et al.* (2010).

Com relação aos insetos de solo, o melhoramento de batata-doce visando obter clones resistentes é perfeitamente viável, uma vez que existe variabilidade de germoplasma para resistência a pragas. Como exemplo pode-se citar a resistência a broca da raiz, onde a variabilidade entre clones de batata-doce para o caráter resistência tem sido amplamente relatada na literatura, em experimentos realizados em diversas partes do mundo (MENEZES, 1954; JUNQUEIRA & SACCHETA, 1964; WADDIL & CONOVER, 1978; ROLSTON *et al.*, 1979; HOJO *et al.*, 1988; VEIGA *et al.*, 1989; SILVEIRA, 1993; PEIXOTO *et al.* 1999; RADEL *et al.*, 2006).

Em 1978, um experimento de Cuthbert & Jones que comparava três clones de batata-doce, com diferentes níveis de resistência a insetos do solo, concluiu que o uso de clones

resistentes aumentava a eficácia de inseticidas usados na cultura, por reduzir a injúria. Ainda demonstrou que o grau de controle obtido com níveis apenas moderados de resistência a insetos de solo era igual ou superior ao obtido com o tratamento solitário de inseticidas.

No Brasil, os trabalhos de resistência varietal foram intensificados na década de 80, quando França *et al.* (1983a) estabeleceram metodologias de avaliação de germoplasmas visando resistência às pragas do solo. França *et al.* (1983b) iniciaram trabalhos de seleção que resultaram no lançamento da cultivar Brazlândia Roxa, resistente aos danos causados por larvas de crisomelídeos (MIRANDA *et al.*, 1987).

Silva (1991), em seu estudo sobre associações de características de batata-doce com a resistência à broca da raiz (*Eucospes postfasciatus*), concluiu que houve ampla variação no grau de resistência à broca entre as populações de batata-doce; que todos os clones resistentes apresentaram coloração de periderme roxa e que a periderme da raiz exerceu pouca influência no mecanismo de resistência à broca da raiz.

Já em 1993, Silveira, trabalhando com 29 clones de batata-doce visando resistência a insetos de solo, observou que as notas de danos causados por insetos de solo e o número médio de furos se correlacionaram ($r = 0,80$). Ainda, concluiu que futuras avaliações visando resistência a estas pragas poderiam ser feitas utilizando-se apenas da escala de notas, que é um método mais rápido. Verificou também que os clones Pira 1, 031 e 037 eram altamente resistentes aos danos causados por insetos de solo e que a cultivar Brazlândia Branca, já usada comercialmente, mostrava suscetibilidade (SILVEIRA, 1993).

Testes de livre escolha realizados por Assi (2001) em laboratório, através da liberação de *E. postfasciatus* sobre raízes de batata-doce fatiadas demonstraram que as cultivares Brazlândia Rosada (CNP 009) e Brazlândia Branca (CNP 004) foram as mais suscetíveis ao ataque. O acesso CNP 005 mostrou-se como o mais resistente, ou menos preferido pelos insetos; porém, não apresentou diferença significativa de outros acessos medianamente resistentes. Em campo, a cultivar Brazlândia Branca apresentou-se como a mais suscetível ao dano causado pela broca-da-raiz, tanto na avaliação feita no Distrito Federal quanto na feita em Minas Gerais. Em ambos locais os acessos CNP 005 e CNP 314 demonstraram ser resistentes.

Wanderley *et al.* (2004), avaliando a atratividade de ramas e de raízes, a não preferência por alimentação, e a oviposição de insetos em 40 cultivares de batata-doce, observaram que a grande maioria dos materiais foi considerada muito atrativa ou atrativa para os adultos de *E.*

posfasciatus. Apenas as ramas das variedades CNPH-4, Pincel, Cooperativa e Rainha Branca foram menos danificadas em relação às demais.

Conforme Daros e Amaral Júnior (2000), a recomendação de cultivares com elevada capacidade de adaptação é um dos propósitos mais importantes para o melhoramento genético. Todavia, ainda são poucos os trabalhos de pesquisa que visam selecionar e indicar cultivares para as diferentes regiões do Brasil, levando os produtores a enfrentar diversos problemas na escolha do material a ser cultivado. Falta apenas um incentivo maior ao desenvolvimento de experimentos desse gênero, para que novas cultivares possam ser adaptadas às necessidades de cada região produtiva (CNPH, 1995).

2.7 – Estratégias de melhoramento de batata-doce

Para o desenvolvimento de cultivares com boas características físicas de raiz, boa qualidade nutricional, resistência a pragas e doenças, e adaptação às nossas condições edafoclimáticas, é necessário que sejam empregadas no programa de melhoramento técnicas e estratégias que maximizem a eficiência do processo. Uma dessas ferramentas é a estimativa de parâmetros genéticos confiáveis relacionados à população em estudo, que permite conhecer profundamente a sua estrutura genética. Esse fator é essencial para a seleção dos genótipos que se destacaram na população e para a escolha do melhor método de melhoramento a ser aplicado em cada caso (VILELA, 2008). Além disso, em um programa de melhoramento de batata-doce é fundamental conhecer a magnitude da variação genética e os coeficientes de herdabilidade, visto que a variação genética é a matéria-prima do melhoramento e sem variação genética nada pode ser feito em termos de seleção. O conhecimento do controle genético de caracteres sob seleção e de suas correlações também é indispensável tanto para aumentar as chances de êxito de um programa de melhoramento quanto possibilitar reduções de tempo, custo e esforços dispendidos (MIRANDA *et al.*, 1988).

Os estudos da variação genética entre populações naturais são fundamentais para o conhecimento da estrutura das populações, e podem ser realizados eficientemente a partir do uso de testes de procedências e progênies. Os parâmetros coeficiente de variação genética entre progênies e dentro de progênies, obtidos a partir desses testes, permitem avaliar a variabilidade genética e inferir sobre o sistema de cruzamento das espécies mais eficaz (RESENDE, 1999). A

presença de variabilidade genética em uma população de batata-doce pode ser confirmada e quantificada pelo coeficiente de variação genética, que expressa a magnitude da variação genética em relação à média do caráter (RESENDE, 1991).

Para caracterizar uma população sob melhoramento e particularmente para obter informações sobre a natureza da ação dos genes envolvidos na herança dos caracteres sob investigação, fazer a escolha dos métodos de melhoramento aplicáveis à população e estimar os ganhos genéticos possíveis de serem obtidos, são utilizados alguns parâmetros genéticos.

A herdabilidade é um parâmetro genético que mede o grau de correspondência entre o valor fenotípico e o valor genético. Somente o valor fenotípico de um indivíduo pode ser medido diretamente, mas é o valor genético que determina sua influência na próxima geração. Assim, valores altos deste parâmetro indicam que métodos simples de seleção podem levar a ganhos consideráveis, desde que o ambiente apresente pouca influência, sendo, também, um parâmetro apropriado para determinar a intensidade de seleção a ser aplicada para um caráter específico (FEHR, 1987). Além disso, a herdabilidade não é só uma propriedade do caráter, mas também da população e das condições ambientais. Assim, como seu valor depende de todos os componentes da variância, uma alteração em qualquer um deles já pode afetar o seu valor (FALCONER, 1981). O coeficiente de herdabilidade pode ser expresso no sentido restrito e amplo, sendo que no sentido amplo expressa a proporção de variância genética em relação à variância fenotípica total observada. A herdabilidade no sentido restrito tem a finalidade de orientar o geneticista sobre a quantidade relativa da variância genética que é utilizada no melhoramento (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992). No caso da batata-doce, a herdabilidade no sentido amplo é importante porque os efeitos de epistasia e dominância são mantidos pela propagação vegetativa (GONÇALVES NETO, 2010).

Os valores mínimo e máximo para a herdabilidade são 0 e 1, sendo o valor 0 um indicativo de que não há variação nos valores melhoradores. Qualquer tentativa de seleção com base nos fenótipos só poderá dar resultados (isto é, produzir respostas) se a herdabilidade não for nula. Por isso a sua determinação numa distribuição fenotípica constitui um passo fundamental para caracterizar geneticamente uma população para o fenótipo em causa. Ainda, segundo Bourdon (1997), a herdabilidade é o parâmetro básico para as decisões e estratégias de seleção a serem tomados em uma população, e, em geral, considera-se que valores de herdabilidade de 0,01

a 0,20 são baixas (a característica é pouco herdável), entre 0,20 e 0,40 moderadas (a característica é moderadamente herdável) e, acima de 0,40 são altas (a característica é bastante herdável).

Quando diferentes critérios de seleção são considerados, a predição de ganhos de cada critério é muito importante, pois orienta sobre a melhor forma possível de utilizar o material genético disponível para o experimento (PAULA *et al.*, 2002). O ganho genético por seleção depende da magnitude dos valores de herdabilidade. Para que a seleção de indivíduos superiores seja eficiente é necessário que haja variação fenotípica suficiente na população original, e que os valores de herdabilidade sejam altos, ou seja, a variação fenotípica deve expressar o resultado da ação dos genes (BUENO, 2006 citado por VILELA, 2008).

Na batata-doce o melhoramento é utilizado com intuito de aumentar a frequência dos alelos favoráveis, explorando-se a heterose da população. Dentre as técnicas de melhoramento de populações existentes, na batata-doce, geralmente é realizado o policruzamento seguido por ciclos de seleção recorrente.

O policruzamento ("policross") é um método de cruzamento onde cada material é plantado de maneira a ser circundado pelo maior número possível de materiais diferentes dele, favorecendo a recombinação do material genético.

A seleção recorrente é uma técnica de melhoramento de populações que tem por objetivo a concentração de alelos favoráveis, mantendo a variabilidade genética da população. As populações melhoradas através da seleção recorrente podem ser utilizadas diretamente como variedades de polinização aberta ou então para obtenção de linhagens endogâmicas utilizadas na produção de híbridos.

Qualquer método da seleção recorrente envolve a obtenção das progênies, sua avaliação, a seleção e o intercruzamento das melhores (RAMALHO *et al.*, 1993). Na condução de um programa de seleção recorrente, dois aspectos são fundamentais. O primeiro consiste na avaliação das progênies retiradas de cada população. Essa deve ser realizada com o maior critério, se possível utilizando mais de um ambiente a fim de que efetivamente possam ser identificadas as progênies com as melhores combinações alélicas. O segundo aspecto consiste no intercruzamento das progênies selecionadas. Deve-se utilizar um esquema que permita o máximo de recombinação e que seja viável de ser utilizado na prática (RAMALHO *et al.*, 1993).

O uso da seleção recorrente em batata-doce apresenta as seguintes vantagens: manutenção de alta variabilidade genética enquanto aumenta a média da população - sempre seleciona

material com média melhor que a geração anterior e como está sempre recombinando mantém alta a variabilidade genética; grande facilidade de obtenção de semente botânica, pois, usa esquema de policruzamento onde o inseto faz polinização em grande quantidade do material pré-selecionado para florescimento precoce e produção de muita semente botânica; assim que identificar clones melhores do que aqueles já existentes, estes estarão prontos para serem liberados; grande facilidade de se introduzir novos clones neste programa de seleção recorrente.

Outra alternativa para se promover o melhoramento intra-populacional é a utilização de famílias de meios-irmãos, pois essa avaliação permite que componentes de variâncias genética e fenotípica sejam estimados, fornecendo aos melhoristas informações básicas sobre o comportamento das características (RAMALHO *et al.*, 1993).

Outro aspecto importante do melhoramento de batata-doce é que ele busca, concomitantemente, várias características de interesse, sendo, portanto, indispensável, a investigação das correlações genéticas, fenotípicas e ambientais. Esse parâmetro mede a magnitude de associação genética ou não-genética entre dois caracteres. Quando uma variável está correlacionada à outra, a variação de uma é acompanhada da variação da outra (RAMALHO, 2004). O estudo dessas correlações entre caracteres também é uma medida importante para o estabelecimento de estratégias eficientes de melhoramento genético, por indicar a influência de um caráter sobre outro (VILELA, 2008). Existem duas causas principais de correlação entre caracteres: a genética e a ambiental. A correlação genética normalmente advém do pleiotropismo, que ocorre quando um gene influencia em dois ou mais caracteres, de maneira que, se o gene segregar, causará variação simultânea nesses dois caracteres. Esta correlação é a mais usada, pois encerra uma associação de caracteres herdáveis (FALCONER, 1981; ROBINSON *et al.*, 1951). Segundo Carvalho *et al.* (2004), os coeficientes de correlação (r) podem ser classificados em função da magnitude dos seus valores, a saber: muito forte ($r \pm 0,91$ a $\pm 1,00$), forte ($r \pm 0,71$ a $\pm 0,9$), média ($r \pm 0,51$ a $\pm 0,70$) e fraca ($r \pm 0,31$ a $\pm 0,50$). Através da estimativa das correlações genéticas é possível fazer a seleção indireta para um caráter desejado, e muitas vezes consegue-se assim um progresso mais rápido do que na seleção direta. Entretanto, quando duas características são correlacionadas positivamente e com alto grau de associação, mas uma delas é indesejável, o melhorista encontra dificuldades na seleção (FALCONER, 1981).

2.8 – Caracterização físico-química

As mudanças sensoriais, físico-químicas e bioquímicas que ditam as características de qualidade das hortaliças ocorrem durante a pós-colheita e estão diretamente relacionadas com o metabolismo oxidativo decorrente da respiração celular. Por sua vez, as oxidações bioquímicas estão intimamente associadas a mudanças de qualidade, desordens fisiológicas, tempo de vida útil, maturidade, manejo de produtos e tratamentos pós-colheita (MELO *et al.*, 2001).

O pH e a acidez titulável total tem sido determinados com frequência em trabalhos que realizam análises físico-químicas para avaliar a qualidade de alimentos de origem vegetal. Os ácidos orgânicos presentes em alimentos influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade (CECCHI, 2003). A determinação da acidez total em alimentos é de extrema importância, já que através dela podem-se obter dados valiosos na apreciação do processamento e do estado de conservação dos alimentos. A acidez é resultante dos ácidos orgânicos existentes no alimento, dos adicionados propositadamente e também daqueles provenientes das alterações químicas dos mesmos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). O ácido mais acumulado em frutos é o ácido cítrico que decresce, gradativamente, com a maturação. O decréscimo na concentração durante a maturação é parcialmente devido ao aumento do tamanho do fruto, absorção de água pelo fruto, com a diluição do ácido, e à taxa respiratória, que é dependente da temperatura. Quanto maior é a temperatura durante a maturação, maior é o decréscimo da concentração de ácido (ALBRIGO, 1992). Para determinar a acidez total usam-se análises titulométricas, onde o constituinte desejado é determinado medindo-se a sua capacidade de reação contra um reagente adequado usado na forma de uma solução com concentração exatamente conhecida, chamada solução padrão (OHLWEILER, 1980). Assim, a acidez total titulável (ATT) é uma importante característica de qualidade e é bastante variável em função tanto de fatores ambientais como de fatores da própria planta (cultivar, estágio de maturação, etc.) (CHITARRA, 1997).

Os teores de sólidos solúveis totais são utilizados como uma determinação aproximada dos teores de açúcares, além de serem decisivos na manutenção do sabor, aroma, cor e textura de frutos e hortaliças (MANICA *et al.*, 1998). Indica a quantidade dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou na polpa das frutas e hortaliças, sendo que os açúcares correspondem entre 65% e 85% do teor total desses sólidos. É normalmente expresso em °Brix e tem tendência

de aumento com a maturação (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Para a indústria, teores de sólidos solúveis elevados em polpas de frutos, resultam em maior rendimento do produto final (PEREIRA, 1995).

O *ratio* é uma relação empírica entre os sólidos solúveis totais e acidez total presente em um produto. A relação SST/ATT é uma das melhores formas de avaliação do sabor (CHITARRA & CHITARRA, 1990) e pode ser utilizado como índice de qualidade interna da polpa de batata-doce, em conjunto com outros parâmetros. Durante o processo de maturação seu valor tende a aumentar, em função da hidrólise do amido com aumento do teor de açúcares solúveis: redutores (glicose, frutose) e não redutores (sacarose), e devido à diminuição, nesse período, da acidez do fruto (CHITARRA & CHITARRA, 1990). Portanto, pode ser usado como um teste de maturação, porque os sólidos solúveis aumentam e os ácidos diminuem durante o crescimento e maturação dos frutos (BARTHOLOMEW & SINCLAIR, 1943). Apesar dessa relação somente descrever o sabor da fruta, é o melhor índice de maturação disponível, pois é de fácil determinação e se aproxima do grau de maturação real (TING, 1983). Desta forma, quando se comparam frutos de diversos materiais genéticos colhidos na mesma época, os considerados mais precoces devem apresentar maior teor de sólidos solúveis, menor acidez e/ou maior *ratio*.

A seleção de genótipos para uso como matéria-prima visando à extração de fécula também apresenta necessidades específicas. As indústrias têm interesse em variedades que apresentem maior teor de matéria seca, pois potencialmente terá maior teor de fécula e melhor extração, ao mesmo tempo em que deverá gerar menor quantidade de água residual (LEONEL *et al.*, 1998). Sob esse ponto de vista, a batata-doce leva vantagem em relação às tuberosas mais comuns, pois apresenta maior teor de matéria seca, que está em torno de 68% (CEREDA, 2001).

Ahmed & Scott (1957), demonstraram a existência de diferenças entre cultivares de batata-doce, que interferem nas características de cozimento do produto. Estas diferenças ocorrem em função de teor de matéria-seca, açúcares e amido. Com a ação do calor, observaram-se alterações sobre o material péctico, que foram relacionadas com o amaciamento da polpa da batata-doce, tornando-se assim possível a recomendação de seu uso para o consumo direto ou para a industrialização.

O teor de proteínas na raiz da batata-doce depende do tipo de solo, variedade, condições ambientais, teores de umidade e nitrogênio no solo. Esta variação pode ocorrer entre cultivares e em uma mesma cultivar. Geralmente a extremidade apical da raiz tuberosa apresenta um teor de

proteínas menor que o da extremidade basal, e as camadas celulares da periderme têm teor bem maior que os tecidos parenquimatosos mais internos da polpa (CONSTANTIN *et al.* apud SANTOS, 2004).

Cereda *et al.* (1984) propuseram a classificação de genótipos de batata-doce baseada na sua constituição físico-química: cultivares que apresentassem composição físico-química equilibrada e alto valor proteico seriam indicadas para consumo de mesa. Já os acessos com baixa atividade enzimática possuiriam a qualidade de “farinosa” ou “seca”. Estes atributos, somados à elevada viscosidade, favoreceriam muito a indústria de processamento, porque reduziriam os problemas de escurecimento da massa produzida e, futuramente, a corrosão de latas de embalagem. Cultivares com alto teor de amido seriam preferencialmente indicadas para a produção de fécula ou para fermentação, visando a produção de álcool etílico (CEREDA *et al.*, 1985).

3 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, E.M. & SCOTT, L.E. Pectic constituents of the fleshy roots of the sweet potato. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**, v.71, p. 376-387, 1957.

ALBRIGO, G. Climatic influences on seasonal variation of Florida orange pounds solids. **Proceedings International Society Horticulture Science**, Geneva, v.2, p.15-18, 1980.

ALMEIDA, E.X.; GANDIN, L.C; AMADO, T.J.C. **Batata doce na alimentação animal**. Florianópolis: EMPASC, 1987. 4p. (EMPASC. Pesquisa em Andamento, 72).

AMARO, G.B.; FERNANDES, F.R.; MELO, W.F.; LOPES, J.F.; SOUSA, N.Y.C. Banco de Germoplasma de batata-doce. In: WORKSHOP DE CURADORES DE GERMOPLASMA DO BRASIL, 2011, Campinas. **Resumos...** Campinas: IAC, 2011.

ARAÚJO, N. Q. CASTRO, H. F.; LEAL, J. L. S. *et al.* **Batata-doce: parâmetros preliminares na tecnologia de produção de etanol**. (S.L.), 1978. 11 p.

ASSI, M.E.B. **Avaliação de genótipos de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam para resistência a broca-da-raiz (*Eusepeles postfasciatus* (Fairmaire))), aptidão agrônômica, culinária e industrial**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Brasília, Universidade de Brasília, 2001.

AUSTIN, D.F. Hybrid haploids in *Ipomoea* section *batatas*. **Journal of Heredity**, v. 68, p. 259-260, 1977.

AUSTIN, D.F. The taxonomy, evolution and genetic diversity of sweet potatoes and related wild species. In: **Exploration, maintenance and utilization of sweet potato genetic resources**. Ed. CIP, Lima, 1988. p. 27-60.

AZEVEDO, S.M. de **Avaliação de famílias de meios-irmãos de batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] quanto à resistência aos nematóides do gênero *Meloidogyne* e aos insetos de solo**. 1995a. 61p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

AZEVEDO, S.M.; MALUF, W.R.; SILVEIRA, M.A.; MARTINS, V.S. Avaliação de clones de batata-doce *Ipomoea batatas* L. quanto à resistência aos insetos do solo. **Horticultura Brasileira**, v.13, n.1, p.69, 1995b.

BARRERA, P. **Batata-doce – Uma das doze mais importantes culturas do mundo**. Coleção Brasil Agrícola, Editora Ícone, 2ª edição. 1989.

BARTHOLOMEW, E. T.; SINCLAIR, W. B.; Soluble constituents and buffer properties of orange juice. **Plant Physiology**, Rockville, v. 18, n. 2, p. 185- 206.1943.

BECK, S.D. Resistance of plants to insect. **Annuals Review Entomology**, Palo Alto, v. 10, p. 207-232, 1965.

BENDICH, A. Carotenoids and the immune response. **Journal of Nutrition**, v. 119, p. 112-115, 1989.

BERENGAUM, M.; FEENY, P. Toxicity of angular furanocoumarins to swallowtail butterflies escalation in coevolutionary arms races. **Science**, Washington, v. 212, n. 4497, p. 927-929, 1981.

BERTONI, J; PASTANA, F.I.; LOMBARDI NETO, F. *et al.* **Conclusões gerais das pesquisas sobre conservação do solo, no Instituto Agrônômico**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1972. 56p. (IAC. Circular, 20).

BOFF, M.I.C.; BOFF, P.; THOMAZELLI, L.F. Insetos associados à cultura da batata-doce no Alto do Vale do Itajaí, SC. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.5, n.1, p.54-55, 1992.

BOURDON, R. M. **Understanding animal breeding**. New Jersey: Prentice Hall, p.523, 1997.

CAMPOS, F.M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M.; SOUZA, P.M.; 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, 26(1): 33-40, jan.-mar. 2006.

CAMPOS, V.P. Danos e prejuízos causados por fitonematóides. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 172, p. 14-15, 1992.

CAMPOS, V.P. Doenças causadas por nematóides em alcachofra, alface, chicória, morango e quiabo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 182, p. 17-22, 1995.

CANTO-SAÉNZ, M. The nature of resistance to *Meloidogyne incognita* (Kofold e White, 1919) Chitwood, 1949. In: SASSER, J.N. e CARTER, C.C. **An advanced Treatise on Meloidogyne - Biology and control**. Raleigh, North Caroline University Graphics, 1985. v.1, cap.19, p.225-231.

CARDENAS, H. & HUAMÁN, Z. Valor nutritivo del camote, *Ipomoea batatas*, en una muestra representativa de cultivares del Peru. **Buletín de Lima**, v.15, p.63-68, 1993.

CARDENAS, H.; KALINOVSKI, A.; HUAMÁN, Z.; SCOTT, G. Evaluación nutricional de cultivares nativos de camote, *Ipomoea batatas* (L.) Lam. para su utilización en la forma de rallado como sustituto parcial del trigo de panificación. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v.43, p.304-309, 1993.

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

CARVALHO, J.W.A. **Obtenção de linhagens de tomateiro de crescimento determinado com resistência combinada a nematóides de galhas e a tospovirus**. 1996. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análises de alimentos**. 2. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 2003.

CECILIO FILHO, A.B.; REIS, M. dos S.; SOUZA, R.J. de; PASQUAL, M. Degenerescência em cultivares de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v.16, n.1, 1998.

CEREDA, M.P. Potencial de tuberosas sul americanas em uso culinário e uso industrial. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS, 2., 2001, Lima. Resumos... Lima, 2001. [Presentación Magistral].

CEREDA, M.P. Potencialidade e qualidade da batata-doce para industrialização. In: FRANÇA, F.H.; LOPES, C.A.; JABUONSKI, R.E. eds. **Seminário sobre a cultura da batata-doce**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, p.24-36. 1987.

CEREDA, M.P., WOSIACKI, G., CONCEIÇÃO, F.D.A. Avaliação físico-química e reológica de vinte e seis cultivares de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.02, n.01, p. 06-12, mai. 1984.

CEREDA, M.P., WOSIACKI, G., CONCEIÇÃO, F.D.A. Características físico-químicas e reológicas de cultivares de batata doce (*Ipomoea batatas*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.5, p.61-70, 1985.

CHARCHAR, J. M. Nematóides fitoparasitas associados à cultura da batata nas principais regiões de produção do Brasil. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 21, n. 2, p. 49-60, 1997.

CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. Reação de cultivares de batata a uma infestação mista de *Meloidogyne incognita* raça 1 e *M. javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v. 21, n. 1, p. 39-48, 1997.

CHARCHAR, J.M. & MOITA, A.W. Resistência de genótipos de batata a *Meloidogyne javanica*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 535-540, mar. 2001.

CHARCHAR, J. M.; MIRANDA, J. E. C. Seleção de clones de batata-doce para resistência à nematóides de galhas (*Meloidogyne* spp.). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 49, 1989.

CHARCHAR, J. M.; MIRANDA, J. E. C. Seleção de batata-doce para resistência à nematóides de galhas *Meloidogyne* spp. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 130, 1990.

CHARCHAR, J. M.; MIRANDA, J. E. C.; GONÇALVES, C. R.; MEDEIROS, J. G. Seleção de batata-doce para resistência a nematóides de galhas *Meloidogyne* spp. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília v. 16, n. 2, p. 130, 1991.

- CHARCHAR, J. M.; RITSCHER, P. S. Resistência de batata-doce à infecção por nematóides das galhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 282, 1999.
- CHARCHAR, J. M.; RITSCHER, P. S. Resistência de batata-doce à infecção por nematóides das galhas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 335, 2000.
- CHARCHAR, J. M.; MOITA, A. W. Reação de cultivares de batata à infecção por *Meloidogyne incognita* raça 1. **Horticultura Brasileira**, Botucatu, v. 14, n. 2, p. 189-193, 1996.
- CHEN, L.O.; LO, H.S.; CHEN, T.H.; LEE, L. Peroxidase zymograms of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) grown under hydroponic culture. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, v.33, p.247-252, 1992.
- CHITARRA, A.B. Qualidade, colheita e manuseio pós-colheita de frutos do pessegueiro e da ameixeira. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.18, n.189, p.68-74, 1997.
- CHITARRA, M. I. F. Características das frutas de exportação. In: GONGATTI NETO, A. *et al.* **Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília, DF: EMBRAPA,1996. cap. 1, p. 9-11. (Série publicações técnicas FRUPEX, 20).
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL-FAEPE, 1990. 320 p.
- CIP - CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. **La batata em cifras: producción, utilización, consumo e alimentación**. Disponível em: <<http://www.cipotato.org>>. Acesso em: 31 jan. 2011.
- CLARK, C. A.; MOYER, J. W. **Compendium of sweet potato diseases**. St. Paul: APS Press, p. 74.1988.
- CNPH - CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE HORTALIÇAS. Cultivo da batata-doce. **Instruções técnicas do Centro Nacional de Pesquisas em Hortaliças**. Brasília: Embrapa/CNPH, v.7, 1995, 18p.
- COLE, R.A. Phenolic acids associated with the resistance of lettuce cultivars to the lettuce root aphid. **Annals Applied Biology**, London, v. 105, p. 129-145, 1984.
- COLLINS, J.L.; EBAH, C.B.; MOUNT, J.R.; DRAUGHON, F.A. & DEMONTT, B.J. Production and evaluation of milk-sweet potato mistures fermented with yogurt bacteria. **Journal of Food Science**. V.56, n.3, p. 685-688, 1991.
- CRUZ, K.C.M. dos S.; PEIXOTO, J.R. Melhoramento da batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck] visando a resistência ao nematóide das galhas *Meloidogyne javanica*.. In: **Congresso Brasileiro de Fitopatologia**, 2003, Uberlândia - MG. CD-ROOM, 2003.

CUTHBERT Jr., F.P.; JONES, A. Insect resistance as na adjunct or alternative to insecticides for control of sweet potato soil insects. **Journal of the American Society for Horticultural Sciences**, v. 103, p. 443-445, 1978.

CUTHBERT, F.P.; JONES, A. Resistance in sweet potatoes to coleoptera increased by recurrent selection. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.65, p.1655-1658, 1972.

DALE, P.S. Cracking in kimura. **Journal of Agriculture**, New Zealand, v. 11, n. 6, p. 33-37, 1971.

DATA, E.M. & OPERARIO, J.J.A. Processing and storage characteristics of sweetpotato chips. In: HILL, W.A.; BONSI, C.K.; LORETAN, P.A. ed. **Sweetpotato technology for the 21st century**. Tuskegee: Tuskegee University, 1992, p. 407-414.

DAROS, M.; AMARAL JÚNIOR, A.T. do. Adaptabilidade e estabilidade de produção de *Ipomoea batatas*. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 22, n. 24, p. 911-917, 2000.

DEN, T.V. Sweetpotato beverages: product development and technology transfer. In: HILL, W.A.; BONSI, C.K.; LORETAN, P.A. ed. **Sweetpotato technology for the 21st century**. Tuskegee: Tuskegee University, 1992, p. 389-399.

DUARTE, U.L.; PEIXOTO, J.R. Melhoramento da batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck] visando à resistência aos nematóides de galhas do gênero *Meloidogyne* spp. . In: **Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Brasília**, 2003, Brasília - DF. Anais, 2003.

EDMOND, J.B.; AMMERMAN, G. R. **Sweet-potato: Production, Processing, Marketing**. Connecticut, The AVI Publishing Company, Inc. 1971, 334p.

FALCONER, D.S. **Introdução à Genética Quantitativa**. Viçosa, MG. UFV, 1981. 279 p.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Dados agrícolas de 2008**. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

FEHR, W.R. **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan, 1987. 525p.

FERRAZ, S. Summary report on the current status; progress and needs for *Meloidogyne* research in Brazil (Region III). In: SASSER, J.N.; CARTER, L.C. (eds). **An advance treatise on *Meloidogyne***; biology and control. Raleigh: International Meloidogyne Project, 1985. v.1, cap.30, p.351-352.

FIGUEIREDO, A.F. de **Armazenamento de ramas, tipos de estacas, profundidade de plantio e análise do crescimento de batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.]**. Viçosa: UFV, 1993. 127 p. Tese (Doutorado).

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 2.ed. Viçosa: Ed. UFV, 2003. 412p.

FOLQUER, F. **La batata (Camote): Estudio de la planta y su produccion comercial**. San José, Costa Rica, 145p. 1978.

FRANÇA, F.H.; MIRANDA, J.E.C.; FERREIRA, P.E.; MALUF, W.R. Comparação de dois métodos de avaliação de germoplasma de batata-doce visando resistência a pragas do solo. In: **Congresso Brasileiro de Olericultura**, 23., Rio de Janeiro, 1983. Resumos... Rio de Janeiro: SOB, 1983a. p.176.

FRANÇA, F.H.; MIRANDA, J.E.C.; FERREIRA, P.E.; BARBOSA, S. Avaliação de germoplasma de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), visando resistência a insetos de solo. In: **Congresso Brasileiro de Olericultura**, 23., Rio de Janeiro, 1983. Resumos... Rio de Janeiro, SOB, 1983b. p.177.

FRANÇA, F.H. & RITSCHER, P.S. **Caracterização de acessos de batata-doce através dos danos causados nas raízes por crismelídeos e pela broca da raiz**. Pesquisa em andamento, nº 2, 1997. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/pa/pa02.html>>. Acesso em: 21 nov. 2010.

FRANÇA, F.H.; RITSCHER, P.S. Avaliação de acessos de batata-doce para resistência à broca-da-raiz, crismelídeos e elaterídeos. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 79-85, 2002.

FREIRE, F.; FREIRE, T. de A. Nematóides das galhas *Meloidogyne* spp., associados ao parasitismo de plantas na Região Amazônica II. No Estado do Pará. **Acta Amazônica**, Manaus, v.8, n.4, p.557-560, 1978.

FREITAS, J.A.; SANTOS, G.C.; SOUZA, V.S. E AZEVEDO, S.M. Resistência de clones de batata-doce, *Ipomoea batatas* L., aos nematóides causadores de galhas. **Acta Scientiarum** Maringá, v. 23, n. 5, p. 1257-1261, 2001.

FREITAS, J.A.; AZEVEDO, S.M.; MALUF, W.R.; SILVEIRA, M.A.; MARTINS, L.S. Efeito do alelo *Mi* na reação de resistência do tomateiro a *Meloidogyne* spp. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 22, n. 4, p. 907-910, 2000.

FUJISE, K. & TSUNO, Y. Effect of potassium on dry matter production of sweet potato. **Proceeding of the International Symposium of Tropical Root Crops**. v. 1, p. 20-29, 1967.

GOES, M. de; HENSHAW, G.G. **Métodos de conservação de germoplasma de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) in vitro sob camada de óleo**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Boletim de Pesquisa 9, 18 p., 2000.

GONÇALVES NETO, A.C. **Aptidões para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal em clones de batata-doce**. 2010. 77p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.

GUEDES, A.N.; LEITÃO, A.M.; CÉSAR, J. **Batata-doce: nova alternativa agrícola para o estado do Amazonas**. Manaus, Embrapa – UEPAE Manaus, Comunicado Técnico 7, 7 p., 1980.

- HALL, M.R. & PHATAK, S.C. Sweet potato *Ipomoea batatas* (L.) Lam. In: KALOO, G.; BERGH, B.O. **Genetic improvement of vegetable crops**. New York; Pergamon Press, 1993, p. 693-708.
- HOJO, H.; HIMENES, S.D.L.; FURTADO, F.L.; BRIZOLLA, A. D. Ocorrência de brocas *Eucepes postifasciatus* (Coleoptera curculionidae) no município de Tapiraí-SP. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.3, n.1, p.74 1988.
- HORTON, D.; PRAIN, G.; GREGORY, P. High level investment return for global sweet potato research and development. **CIP Circular**, v. 17, n.3, p.1-11, 1989.
- HUANG, J.S. Mechanisms of resistance to root-knot nematodes. In: SASSER, J.N.; CARTER, L.C. (eds). **An advanced treatise on Meloidyne**. Raleigh: International *Meloidogyne* project, 1985. v.1, cap.14, p.165-174.
- HUANG, S.P., MIRANDA, J.E.C. & MALUF, W.R. Resistance to root-knot nematodes in brazilian sweet potato collection. **Fitopatologia Brasileira**, v. 11, p. 761-766, 1986.
- HUSSEY, R.S. & JANSSEN, G.J.W. Root-knot nematodes: Meloidogyne species. In: STARR, J.L.; COOK, R. & BRIDGE, J. (eds) **Plant Resistance to Parasitic Nematodes**. CABI Publishing, London, p. 43-70. 2002.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3aed. São Paulo. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**, v. 1, 1985, 553 p.
- JATALA, P. & BRIDGE, J. Nematode parasites of root and tuber crops. In: Luc, M., Sikora, R.A. & Bridge, J. (Eds.) **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture**. Wallingford. C A B International. 1990. pp.137-180.
- JESUS, V.S. de. **Industrialização da batata-doce, *Ipomoea batatas*: produção de farinha integral**. Salvador: EPABA, Comunicado Técnico 30, 6p., 1987.
- JOHNSON, L.D.; HUNT, S.K.; COLVIN, R.L.; MOORMAN, V.T. Consumer acceptability of sweetpotato yogurts. In: HILL, W.A.; BONSI, C.K.; LORETAN, P.A. ed. **Sweetpotato technology for the 21st century**. Tuskegee: Tuskegee University, 1992, p. 1-35.
- JONES, A. Cytological observations and fertility measurements of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). **Proceedings of the American Society of Horticultural Sciences**, v. 86. p. 527-537, 1965.
- JONES, A.; DUKES, P.D. Heritabilities of sweet potato resistance to root knot caused by *Meloidogyne incognita* and *M. javanica*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount, v.105, p.154-156, 1980.

JONES, A.; DUKES, P.D.; SCHALK, J.M. Sweet potato breeding. In: BASSETT, M.J. (ed). **Breeding vegetable crops**. Westport: Avi, p. 1-35, 1986.

JUNQUEIRA, G.M.; SACCHETA, L.A. A broca da batata-doce *Eucepes postifasciatus* (Fairmaire). Coleoptera: Curculionidae. **O Biológico**, São Paulo, v.30, p.53-59, 1964.

KANO, M.; TAKAYANAGI, T.; HARADA, K.; MAKINO, K.; ISHIKAWA, F. Antioxidative activity of anthocyanins from purple sweet potato, *Ipomoea batatas* cultivar Ayamurasaki. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, 69: 979–988, 2005.

K'OSAMBO, L.M.; CAREY, E.E.; MISRA, A.K.; WILKES, J.; HAGENIMANA, V. Influence of age, farming site and boiling on provitamin A content in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) storage roots. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 11, p. 305-321, 1998.

LEONEL, M. & CEREDA, M.P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 22(1): 65-69, jan.-abr. 2002.

LEONEL, M.; JACKY, S.; CEREDA, M.P. Processamento industrial de fécula de mandioca e batata-doce: um estudo de caso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, p. 343-345, 1998.

LORDELLO, L.G. Contribuição ao conhecimento dos nematóides que causam galhas em raízes de plantas em São Paulo e Estados vizinhos. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.21, p.181-218, 1964.

MALUF, W.R., AZEVEDO, S.M. & CAMPOS, V.P. Heritability of root knot nematode (*Meloidogyne* spp.) resistance in sweet potatoes. **Journal Genetic and Breeding**, v. 50, p. 161-165, 1996.

MALUF, W.R.; FRANÇA, F.H.; MOURA, W.M.; CASTELO BRANCO, M.; MIRANDA, J.E.C. Screening of sweet potato accessions for resistance to *Tetranychus* spp. mites. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.10, n.3, p.603-610, 1987.

MANICA, I.; KIST, H.; MICHELETTO, E.L.; KRAUSE, C.A. Competição entre quatro cultivares e duas seleções de goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.8, p.1305-1313, 1998.

MANO, H.; OGASAWARA, F.; SATO, K.; HIGO, H. & MINOBE, Y. Isolation of a Regulatory Gene of Anthocyanin Biosynthesis in Tuberos Roots of Purple-Fleshed Sweet Potato. **Plant Physiology**, v. 143, p. 1252–1268, 2007.

MARTIN, F.W. Self- and interespecific incompatibility in the Convolvulaceae. **Botanical Gazette**, v.131, n.2, p.139-144. 1970a.

MARTIN, F.W. Sterility in some species related to the sweetpotato. **Euphytica**, v.19, p.459-464, 1970b.

MARCHESE, A., MALUF, W.R., GONÇALVES NETO, A.C., GONÇALVES, R.J.S., GOMES, L.A.A. Seleção de clones de batata-doce resistentes a *Meloidogyne incognita* raça 1. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.9, p.997-1004, set. 2010.

MASSAROTO, J.A. **Características agrônômicas e produção de silagem de clones de batata-doce**. 2008. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.

MATSUI, T.; EBUCHI, S.; KOBAYASHI, M.; FUKUI, K.; SUGITA, K.; TERAHARA, N.; MATSUMOTO, K. Anti-hyperglycemic effect of diacylated anthocyanin derived from *Ipomoea* batatas cultivar Ayamurasaki can be achieved through the alpha-glucosidase inhibitory action. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 7244–7248, 2002.

MELO, D. F.; LIMA, M. G. S.; NOGUEIRA, F. D. L. Manejo na pós-colheita melhora a conservação de frutas tropicais. **Revista de Ciência e Tecnologia**, Recife, v. 2, p. 16- 17, 2001.

MENEZES, O.B. Melhoramento genético da batata-doce. Resistência à broca e ferrugem branca. **Revista Ceres**, Viçosa, v.9, n.52, p.256-264, 1954.

MIRANDA, J.E.C. **Cultivo da Batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.)Lam)**. Brasília: Centro Nacional de Pesquisas de Hortaliças, Instrução Técnica 7, 18p., 1995.

MIRANDA, J.E.C. **Batata-doce**. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/cultivares/bat-doce.htm>> Acesso em: 10 jun. 2010.

MIRANDA, J.E.C.; FRANÇA, F.H.; CARRIJO, O.A.; SOUZA, A.F.; PEREIRA, W.; LOPES, C.A. **Batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) (Lam.)**. Brasília, Embrapa – CNPH, Circular Técnica nº 3, 19 p., 1989.

MIRANDA, J.E.C.; FRANÇA, F.H.; CARRIJO, O.A.; SOUZA, A.F. **Cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)**. Brasília: EMBRAPA-CNPH. Instruções Técnicas nº 7, 7p, 1987.

MIRANDA, J.E.C.; FRANÇA, F.H.; CARRIJO, O.A.; SOUZA, A.F.; PEREIRA, W.; LOPES, C.A.; SILVA, J.B.C. **A cultura da batata-doce**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças – Brasília: Embrapa – SPI, Coleção Plantar, 1995.

MIRANDA, J.E.C.; FRANÇA, F.H.; CARRIJO, O.A.; SOUZA, A.F.; PEREIRA, W.; LOPES, C.A.; SILVA, J.B.C. **A cultura da batata-doce**. Brasília: EMBRAPA-SPI, Instruções Técnicas, 94p., 1995.

MONTEIRO, A. B.; MASSAROTO, J. A.; GASPARINO, C. F.; SILVA, R. R.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R.; SANTOS FILHO, J. C. Silagens de cultivares e clones de batata-doce para a alimentação animal visando sustentabilidade da produção agrícola familiar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 978-981, 2007.

MULLEN, M. A. Sweet potato weevil, *Cylas formicarius elegantulus* (Summers): development, fecundity, and longevity. **Annals of the Entomological Society of America**, 74:5, p. 478-481, 1981.

OHLWEILER, O. A. **Química analítica quantitativa**. 2. ed. Rio de Janeiro: Livro técnico e Científico, 1980. 644p.

OLIVEIRA, A.C.B. de; SEDIYAMA, M.A.N.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C.D. Avaliação da divergência genética em batata-doce por procedimentos multivariados. **Acta Scientiarum**. v. 22, n. 4, p. 895-900, 2000.

OLIVEIRA, A.C.B. de; SEDIYAMA, M.A.N.; SEDIYAMA, T.; FINGER, F.L.; CRUZ, C.D. Variabilidade genética em batata-doce com base em marcadores isoenzimáticos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 576-582, 2002.

PAULA, A. M.; PEIXOTO, J.R. . Melhoramento da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck] visando a produtividade e à resistência aos nematóides de galhas do gênero *Meloidogyne* spp.. In: Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Brasília, 2001, Brasília - DF. **Anais**, 2001. p. 20.

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.

PEIXOTO, J.R. **Melhoramento do pimentão (*Capsicum annum* L.) visando a resistência aos nematóides do gênero *Meloidogyne* spp.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

PEIXOTO, J.R., FERRAZ, F.M., SANTOS, L.C., DE ANGELIS, B. & JULIATTI, F.C. Seleção de genótipos de batata-doce resistentes ao nematóide das galhas (*Meloidogyne* spp.). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 51-53, 1998.

PEIXOTO, J.R.; SANTOS, L.C.; RODRIGUES, F.Á.; JULIATTI, F.C.; LYRA, J.R.M. Seleção de clones de batata-doce resistentes aos insetos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 385-389, 1999.

PEREIRA, C.R.; SANTOS, M.A.; RIBEIRO, H.U.; BARRA, P.B.; LOURO, F.S.C.; QUEIROGA, R.C.F. 2003. Composição química dos resíduos de cultivares de batata-doce submetida a diferentes idades de colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43. **Resumos...** Recife: SOB (CD-ROM).

PEREIRA, F.M. **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal, SP: Funep, 1995. 47 p.

PEREIRA, W. & MIRANDA, J.E.C. Controle da soqueira da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.)Lam. **Horticultura Brasileira**, v.7, n.1, p.70, 1989.

RADEL, G.; RIBEIRO, N.L.S.; COIMBRA, K. das G.; PEIXOTO, J. R. ; MATTOS, J. K. de A. Melhoramento da batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck] visando a produtividade, qualidade de raiz e resistência aos insetos de solo.. In: **Congresso de Iniciação Científica da Universidade de Brasília e do DF**, 2006, Brasília - DF. Resumos, 2006.

RAMALHO, R.A.; FLORES, H.; SAUNDERS, C. Hipovitaminose A no Brasil: um problema de saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, v. 34, n. 1, p. 56-63, 2002.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas; aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Editora UFG, Goiânia - GO, 1993. 271p.

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

RESENDE, M.D.V. Correções nas expressões do progresso genético com seleção em função da amostragem finita dentro de famílias de populações e implicações no melhoramento florestal. **Boletim Pesquisa Florestal**, Colombo, n.22/23, p.61-77, 1991.

RESENDE, M.D.V. **Predição de valores genéticos, componentes de variância, delineamentos de cruzamento e estrutura de populações no melhoramento florestal**. 1999. 420 f. Tese (Doutorado em Genética), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.

REZENDE, G.M. Características produtivas de cultivares de batata-doce sob condições irrigadas e de sequeiro na região norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, 17:151-154, 1999.

RITSCHER, P.S.; HUAMÁN, Z.; LOPES, C.A.; SILVA, J.B.C. Manutenção e caracterização de acessos brasileiros de batata-doce. In: Simposio Nacional de Recursos Genéticos Vegetais. Campinas, SP. **Programa e resumos...** Campinas: IAC/ Embrapa-Cenargen, p. 84, 1995.

RITSCHER, P.S.; HUAMÁN, Z.; LOPES, C.A.; MENÊZES, J.E.; TORRES, A.C. **Catálogo de germoplasma de batata-doce I**: coleção mantida pela Embrapa Hortaliças. Embrapa Hortaliças. Documentos, 23, 47p., 1999.

ROBERTS, P.A. Concepts and Consequences of Resistance. In: STARR, J.L.; COOK, R. & BRIDGE, J. (eds) **Plant Resistance to Parasitic Nematodes**. CABI Publishing, London, p. 23-41. 2002.

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.

ROLSTON, L.H.; BARLOW, T.; HERNANDEZ, T.; NILAKHES, S.S.; JONES, A. Field evaluation of breeding lines and cultivars of sweet potato for resistance to the sweet potatoes weevil. **Hortscience**, Alexandria, v.14, p.634-635, 1979.

SANTOS, A.M.F. **Estudo de genótipos de batata-doce do Maranhão e Distrito Federal: coleta, caracterização, avaliação agrônômica e entomológica.** 2004. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília.

SANTOS, H.S.; SOUZA, R.J. Efeito de métodos de plantio e manejo do solo infestado com *Meloidogyne javanica* na produção de alface sob estufa plástica. **Horticultura Brasileira**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 19-22, 1996.

SASSER, J.N. Economic importance of *Meloidogyne* in tropical countries, 359-374. In: LAMBERTI, F.; TAYLOR, C.E. (eds). **Root-knot nematode (*Meloidogyne* species). Systematics biology and control**, London, 1979. p.359-374.

SASSER, J.N.; CARTER, L.C. **An advanced treatise on *Meloidogyne*; biology and control.** Raleigh: International *Meloidogyne* Project, 1985.

SASSER, J.N.; FRECKMAN, D.W. A world perspective on nematology: The role of the society. In: VEECH, J.A.; DICKSON, D.W. (eds.). **Vistas on nematology.** Maryland: Society of Nematologists, p.7-14, 1987.

SASSER, J.N. **Identification and host-parasite relationships of certain root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.).** Maryland, 31p, 1954.

SAVELLI, R.A.; PÁDUA, T.A.; DOBRZYCKI, J.H.; CAL-VIDAL, J. Análises texturométricas e microestruturais de pães franceses contendo farinha de batata-doce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, p. 395-400, 1995.

SCHNEIDER, J. A.; LEE, J.; NAYA, Y.; NAKANISHI, K.; OBA, K.; URITANI, I. The fate of the phytoalexin ipomeamarone: furanoterpenes and butenolides from *Ceratocystis fimbriata* infected sweet potatoes. **Phytochemistry**, v.23, n.4, p.759 – 764, 1984.

SHIRLEY, B.W. Flavonoids in seeds and grains: physiological function, agronomic importance and the genetics of biosynthesis. **Seed Science Research**, v. 8, p. 415–422, 1998.

SILVA, J.B.C; LOPES, C.A.; MAGALHÃES, J.S. **Cultura da batata-doce.** Embrapa Hortaliças. Sistemas de Produção 6, versão eletrônica, 2004. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/batatadoce/index.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2010.

SILVA, J. B. C. da; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Cultura da batata-doce. In: CEREDA, M. P.; **Agricultura: Tuberosas amiláceas Latino Americanas**, São Paulo: Cargill, v.2, p. 449-503, 2002.

SILVA, V.F. da. **Associações de características da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) com sua resistência à “broca da raiz” *Eusepeles postfasciatus* (Fairmaire).** 1991, 96p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVEIRA, M. A. *et. al.* Resistência de clones de batata-doce coletados no Estado do Tocantins a insetos de solo e nematóides causadores de galhas. **Horticultura Brasileira**, Suplemento 2, v. 20, n. 2, 2002.

SILVEIRA, M.A. da. **Resistência de clones de batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck] quanto aos nematóides do gênero *Meloidogyne* e aos insetos de solo.** 1993. 41 p. Dissertação (Mestrado). Lavras: ESAL.

SILVEIRA, M.A.; MALUF, W.R. Resistência de clones de batata-doce a *Meloidogyne* spp. **Horticultura Brasileira**, Botucatu, v. 11, n. 2, p. 131-133, 1993.

SILVEIRA, M. A., AZEVEDO, S. M., MALUF, W. R., CAMPOS, V. P., MOMENTÉ, V. G. Canuanã e Palmas, novas cultivares de batata-doce resistentes aos nematóides-das-galhas. **Horticultura Brasileira**, v. 15, n. 2, p. 122-123, 1997.

SOARES, K.T.; MELO, A.S. de; MATIAS, E.C. **A cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam).** Joao Pessoa: EMEPA-PB, 2002. 26 p. il. (EMEPA-PB. Documentos, 41).

SOARES, K.T.; MELO, A.S; MATIAS, E.C. **Cultura da Batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)** Disponível em: <http://www.emepa.org.br/batata_doce.php>. Acesso em: 10 jun. 2010.

SOUZA, F. R.; SILVEIRA, M. A ; TAVARES, I. B; SOUZA, A. F. B. C. Quantificação de diferentes concentrações enzimáticas de alfa.-amilase e amiloglicosidase em fermentação de meio hidrolisado para produção de álcool a partir da cultura de batata-doce. **Anais...** I Congresso Científico Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2005.

SOUZA, A. F. B. C. **Avaliação do processo de hidrólise e fermentativo de biomassa de batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.)Lam] por meio de células imobilizadas para produção de etanol.** 2005. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente). Universidade Federal do Tocantins, Palmas-TO.

STARR, J.L.; BRIDGE, J.; COOK, R. Resistance to plant-parasitic nematodes: history, current use and future potential. In: STARR, J.L.; COOK, R. & BRIDGE, J. (eds) **Plant Resistance to Parasitic Nematodes.** CABI Publishing, London, p. 1-22. 2002.

STRUBLE, F.B.; MORRISON, L.S.; CORONER, H.B. Inheritance of resistance to stem rot and root nematodes in sweet potato. **Phytopatology**, St. Paul, v.56, p.1217-1219, Apr. 1966.

SUDA, I.; OKI, T.; MASUDA, M.; KOBAYASHI, M.; NISHIBA, Y.; FURUTA, S. Physiological functionality of purple-fleshed sweet potatoes containing anthocyanins and their utilization in foods. **Japan Agricultural Research Quarterly**, v. 37, p. 167–173, 2003.

TAPIERO, H.; TOWNSEND, D.M.; TEW, K.D. The role of carotenoids in the prevention of human pathologies. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 58, p. 100-110, 2004.

TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. **Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne species*)**. Raleigh: North Carolina State University Graphics, 111p., 1978.

TIHOHOD, D. **Nematologia Agrícola Aplicada. Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia – Funep, Jaboticabal, 473 p., 2000.**

TING, S. V. Citrus fruits In: CHA, H. T. J. **Handbook of tropical foods**. New York: Marcel Dekker, 1983. chap. 5, p. 201-253.

TSOU, T.L.; HONG, S.C.S; Sweetpotato nutrition and utilization. In: HILL, W.A.; BONSI, C.K.; LORETAN, P.A., ed. **Sweetpotato technology for the 21st century**. Tuskegee: Tuskegee University, p. 87-91, 1992.

URITANI, I.; SAITO, T.; HONDO, H.; KIM, W.K. Induction of furanoterpenoids in sweet potato roots by the larval components of the sweet potato weevils. **Agriculture and Biological Chemistry**, 39(9): 1857 – 62, 1975.

VEIGA, A.F.S.L.; ALMEIDA, R.P. de; MELO FILHO, P.A.; SANTOS, R.C. dos; BATISTA, L.H.L. Resistência entre cultivares de batata-doce ao ataque da broca da raiz, em Pernambuco. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.7, n.1, p.81, 1989.

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

VILAS BOAS, B.M.; OKUMURA, H.H.; MALUF, W.R. **Boletim Técnico de Hortaliças n° 42**, 1^a edição, Novembro 1999, UFLA. Disponível em: <<http://www2.ufla.br/~wrmaluf/bth042/bth042.html>>. Acesso em: 9 jun. 2010.

VILELA, M.S. **Estimativas de parâmetros genéticos para caracteres de cenoura em sistemas de cultivo agroecológico**. 2008. 68 p. Dissertação (Mestrado), Universidade de Brasília, UnB.

YOSHIMOTO, M.; OKUNO, S.; YOSHINAGA, M.; YAMAKAWA, O.; YAMAGUCHI, M.; YAMADA, J. Antimutagenicity of sweetpotato (*Ipomoea batatas*) roots. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v. 63, p. 537–541, 1999.

ZHANG, D.; CERVANTES, J.; HUAMÁN, Z.; CAREY, E.; GHISLAIN, M. Assessing genetic diversity of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) cultivars from tropical America using AFLP. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.47, p.659-665, 2000.

ZIEGLER, R.G., A review of epidemiologic evidence that carotenoids reduce the risc of cancer. **Journal of Nutrition**, v. 119, p. 116-122, 1989.

WADDIL, V.H.; CONOVER, R.A. Resistance of white-fleshed sweet potato cultivars to the sweet potato weevil. **Horscience**, Alexandria, v.13, n.4, p.476-477, 1978.

WALTER, W.M. & WILSON, P.W. Frozen sweetpotato products. In: HILL, W.A.; BONSI, C.K.; LORETAN, P.A. ed. **Sweetpotato technology for the 21st century**. Tuskegee: Tuskegee University, p. 72-77, 1992.

WANDERLEY, P.A.; BOIÇA JUNIOR, A.L.; WANDERLEY, M.J.A. Resistência de Cultivares de Batata-Doce a *Euscepes postfasciatus* Fairmaire (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, 33(3), mai-jun 2004.

WILSON, B. J. Toxicity of mold-damaged sweet potatoes. **Nutrition Reviews**, v. 31, p. 73-8, 1973.

WILSON, L. A. The process of tuberization in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). **Tropical Root and Tuber Crops Tomorrow: Proceedings of the 2nd International Symposium on Tropical Root and Tuber Crops** (Plucknett, D. L., ed.), Honolulu, Hawaii: College of Tropical Agriculture, University of Hawaii, v. 1, p. 24-26., 1970.

WOOLFE, J. A. **Sweet potato: an untapped food resource**. Cambridge: Cambridge University, 188 p., 1992.

CAPÍTULO 1

DESEMPENHO AGRONÔMICO, RESISTÊNCIA AOS INSETOS DE SOLO E ESTIMATIVA DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM CLONES DE BATATA-DOCE CULTIVADOS NO DISTRITO FEDERAL

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar uma coleção de clones de batata-doce mantida em jardim clonal da Universidade de Brasília quanto à produtividade, qualidade de raiz e resistência aos insetos de solo, avaliar a eficiência do método de seleção empregado pela estimativa de parâmetros genéticos e fazer a seleção dos materiais mais promissores para posterior policruzamento. Foram avaliados 21 acessos e quatro cultivares (Amarela, Brazlândia Roxa, Rainha e Roxa comum). O experimento foi conduzido em campo, com delineamento em blocos casualizados, 25 tratamentos, quatro repetições e dez plantas por parcela. As raízes foram avaliadas quanto à incidência de danos e número de furos causados por insetos de solo, formato, comprimento, diâmetro, espessura da casca, coloração de casca e polpa, produtividade total e comercial, rendimento de amido, umidade, percentual de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e *ratio*. Os acessos 1223 e 1210 apresentaram aptidão para consumo *in natura*, com alta produtividade e moderada resistência aos insetos de solo. O clone 1229 mostrou-se moderadamente resistente aos insetos e promissor para tanto para cultivo de mesa quanto para destinação industrial. Os acessos 1227, 1197, 1230, 1231 e 1232 também foram selecionados por serem moderadamente resistentes à insetos de solo e apresentarem características desejáveis. Diversos caracteres correlacionaram-se, indicando a possibilidade de seleção indireta para alguns fatores avaliados. A relação entre coeficiente de variação genética e ambiental, e a herdabilidade no sentido amplo foram altas para espessura de casca, rendimento de amido, umidade da polpa, produtividade total e produtividade comercial de raízes, demonstrando a eficiência do método empregado na seleção.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*. Insetos de solo. Resistência. Produtividade. Qualidade de raízes. Herdabilidade. Correlações.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate a collection of sweet potato clones maintained in a clonal garden at the University of Brasilia for productivity, root quality and resistance to soil insects, assay the efficiency of the selection method employed by the estimation of genetic parameters, and to make the selection of the most promising materials for further policross. Twenty one clones and five cultivars (Amarela, Brazlândia Roxa, Rainha e Roxa comum) were evaluated. The experiment was conducted in field, with a randomized block design, 25 treatments, four replications and ten plants per plot. The roots were evaluated for the incidence of damage and number of holes caused by soil insects, format, length, diameter, shell thickness, color of skin and flesh, total and commercial yield, starch income, moisture, total soluble solids content, total acidity and ratio. Accesses 1223 and 1210 showed aptitude for fresh consumption, with high productivity and moderate resistance to soil insects. Clone 1229 was moderately resistant to insects and had multiple horticultural aptitudes. The Access 1227, 1197, 1230, 1231 and 1232 were also selected because of their moderately resistant to soil insects and desirable characteristics. Several characters were correlated, what indicates the possibility of indirect selection for some factors. The relationship between the coefficients of genetic and environmental variation, and the broad sense heritability were high for shell thickness, starch income, moisture of the pulp, total yield and marketable yield of roots, demonstrating the efficiency of the method employed in the selection.

Key-words: *Ipomoea batatas*. Soil insects. Resistance. Productivity. Root quality. Herdability. Correlations.

1 – INTRODUÇÃO

A produção mundial de batata-doce atinge cerca de 105 milhões de toneladas ao ano, em uma área plantada de 8.407.447 hectares (FAO, 2008). Essa raiz tuberosa é cultivada em diversos países, e aproximadamente 82% da produção provém da Ásia, 15% da África e apenas 3% do restante do mundo. A China produz mais de 78 milhões de toneladas, colhidas em cerca de 3,8 milhões de hectares cultivados, destacando-se como o país que mais produz essa hortaliça (FAO, 2008).

O Brasil é o décimo oitavo produtor mundial de batata-doce, com aproximadamente 548.438 toneladas/ano, em uma área plantada de 45.597 hectares. A região Nordeste é a maior produtora, seguida pelas regiões Sul e Sudeste (IBGE, 2008; FAO, 2008). Os estados nordestinos da Paraíba, Sergipe, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Bahia e Alagoas concentram 40% da área plantada no país. Nessa região, a batata-doce é uma cultura bastante difundida e cultivada, sendo plantada primariamente para o consumo do produtor rural e de sua família, sendo o excedente comercializado em mercados locais ou nos estados vizinhos (PEREIRA *et al.*, 2003). Destaca-se ainda o estado do Rio Grande do Sul, que possui 28% da área plantada e concentra 29% da produção total do país. A região Centro-Oeste produziu cerca de 1.708 toneladas da raiz em 2008, sendo que o Distrito Federal é o maior produtor, com 76% da produção regional (IBGE, 2008).

O cultivo relativamente simples e pouco dispendioso torna a batata-doce uma hortaliça muito popular e bastante consumida. Seu consumo per capita é bastante variado, desde 2 kg/hab/ano nos Estados Unidos a 114 kg/hab/ano no Burundi (CIP, 2011). No Brasil a batata-doce é a quarta hortaliça mais consumida pela população, com média de 3,6 kg/hab/ano, superada apenas pela batata, pelo tomate e pela abóbora (REZENDE, 1999). Conforme Miranda *et al.* (1989), nas regiões Sul e Nordeste, o consumo médio é estimado em cerca de 5,6 e 6,8 kg, respectivamente.

A produtividade média brasileira é de 12,04 ton/hectare, muito aquém daquela obtida em outros países, como Israel, por exemplo, com produtividade média de 54 ton/hectare (CECILIO FILHO *et al.*, 1998). Dentre os motivos para essa baixa produtividade destacam-se o uso de variedades pouco adaptadas, o baixo nível tecnológico empregado, o cultivo em áreas marginais e o ataque de pragas e doenças.

As raízes da batata-doce estão sujeitas tanto ao ataque de pragas específicas, que se alimentam do tecido vegetal, quanto de pragas ocasionais que danificam as raízes apenas no momento da prova, ou seja, na busca por alimento. As larvas dos insetos fazem incisões de prova e, mesmo que não prossigam se alimentando do tecido vegetal, estas feridas se ampliam à medida que ocorre o crescimento lateral da raiz, podendo ainda favorecer a manifestação de outras doenças causadas por fungos e bactérias presentes no solo (AZEVEDO, 1995; FRANÇA & RITSCHHEL, 1997; FRANÇA & RITSCHHEL, 2002). Assim, os insetos de solo são responsáveis por danos diretos à produção, afetando não somente a produtividade, mas também a qualidade, conservação e aspecto comercial das raízes (HUANG *et al.*, 1986; MIRANDA *et al.*, 1987).

Aproximadamente 270 espécies de insetos e 17 espécies de ácaros foram registradas no mundo como pragas da batata-doce em condições de campo ou armazenamento. Destacam-se entre elas a broca do coleto (*Megastes pusiales*, Lepidoptera, Pyralidae), que ataca eventualmente as raízes e a broca da raiz (*Euscepes postfasciatus*, Coleoptera, Curculionidae), considerada a principal praga dessa cultura em alguns países da região do Caribe, oeste da Índia, sul do Pacífico, América Central e América do Sul (incluindo o Brasil) (FRANÇA & RITSCHHEL, 1997; BOFF *et al.*, 1992). Pode-se ainda relacionar como pragas da lavoura de batata-doce as larvas de coleópteros da família Chrysomelidae (*Diabrotica speciosa*, *Diabrotica bivirula*, *Sternocolepis quatuordecimcostata*), também conhecidos por bicho alfinete, as larvas dos besouros da família Elapteridae (Larva-aramé, *Conoderus* sp.) (MIRANDA *et al.*, 1987; BARRERA, 1989).

Atualmente não existem agrotóxicos registrados para o controle de insetos de solo em campos de batata-doce. Por isso, o método de controle mais eficaz dessas pragas ainda tem sido o preventivo, através de técnicas de manejo da cultura, e, principalmente, por meio do uso de cultivares resistentes. O Brasil possui grande variabilidade de germoplasma de batata-doce. Grande parte desse material tem sido mantido por entidades de pesquisa, pequenos agricultores, comunidades indígenas e até mesmo em hortas domésticas. Assim, é necessário que introduções de batata-doce sejam testadas mediante técnicas eficazes e rápidas, para a identificação de clones que demonstrem um bom desempenho agrônômico aliado à resistência aos insetos do solo (JONES *et al.*, 1986; SILVEIRA, 1993; PEIXOTO *et al.*, 1999).

O presente trabalho teve o seguinte objetivo: avaliar uma coleção de clones de batata-doce quanto à produtividade, qualidade de raiz e resistência aos insetos de solo. Os objetivos específicos foram: 1) Avaliar a produtividade de 25 clones de batata-doce nas condições de verão

do Distrito Federal; 2) Verificar parâmetros qualitativos das raízes, como formato, comprimento, diâmetro, espessura de casca, rendimento de amido, umidade, teor de sólidos solúveis totais e acidez total titulável; 3) Avaliar a resistência dos acessos aos insetos de solo, por meio da atribuição de notas à incidência de danos e da contagem do número de furos causados por insetos de solo; 4) Estimar a herdabilidade, os coeficientes de variação genética, e a relação entre os coeficientes de variação genética e ambiental para todas as características analisadas; 5) Selecionar os clones que demonstrem o melhor conjunto dessas características para posterior policruzamento.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Localização da área experimental

O ensaio foi realizado na Fazenda Água Limpa, pertencente à Universidade de Brasília. A fazenda localiza-se no Núcleo Rural Vargem Bonita, ao sul de Brasília, Distrito Federal, e está a 1.100 m de altitude, entre 16° de latitude Sul e 48° de longitude Oeste. O clima da região é caracterizado por duas estações típicas; verão chuvoso de outubro a abril e inverno seco de maio a setembro.

2.2 – Obtenção dos clones de batata-doce

Foram utilizados 25 clones de batata-doce, dos quais 21 foram obtidos do jardim clonal da Fazenda Água Limpa (FAL) da UnB e quatro junto à produtores da região do DF, os quais foram utilizados como testemunhas. As testemunhas utilizadas foram as cultivares Amarela, Brazlândia Roxa, Rainha e um material conhecido como Roxa pelos produtores, neste trabalho denominada Roxa comum. Os demais clones foram cedidos à Universidade Brasília pela Embrapa Hortaliças, e vinham sendo cuidadosamente mantidos na FAL em campos isolados para garantir o vigor e a sanidade dos mesmos. Os genótipos foram cedidos à Embrapa Hortaliças pelo Centro Internacional de la Papa, no Peru, e a Tabela 1 apresenta os acessos e suas respectivas

denominações comuns. Os clones identificados como ‘Avançado’ não são cultivares conhecidas, e não possuem nome comum.

Tabela 1. Acessos e denominações dos clones de batata-doce oriundos do Peru.

ACESSO	NOME	ACESSO	NOME
1190	Santo Amaro	1216	VSP-1
1197	Xushu-18	1218	Tainung-66
1198	Ningshu-1	1223	Salyboro
1199	Feng Shu Bai	1225	INA-100-INIA
1200	Jewel	1227	Avançado
1202	IITA-TIB-11	1229	Avançado
1203	NCSU-1560	1230	Avançado
1204	Naveto	1231	Avançado
1206	Tanzânia	1232	Avançado
1209	AVRDC CN 1108-13	1234	Avançado
1210	LO-323		

2.3 – Preparo da área

O terreno onde foi implantado o experimento sofreu uma primeira aração profunda (25 cm), visando um maior revolvimento do solo e incorporação dos restos culturais, para que ficasse homogêneo. Depois de 7 dias aproximadamente, foi feita uma nova aração seguida de uma gradagem. A seguir foram feitos camalhões, ou leiras, distanciados de 1,0 m entre si, com aproximadamente 150 m de comprimento e 1,0 m de largura.

2.4 – Delineamento experimental e instalação

O plantio ocorreu no dia 30 de novembro de 2010 e foi programado para que a cultura permanecesse em campo nos meses chuvosos do ano e para que a colheita ocorresse no início do período seco. No plantio foram utilizadas ramas de batata-doce com aproximadamente 3 a 4 gemas, das quais 2 foram enterradas no solo. Essas ramas foram plantadas em leiras de 1 m de largura por 4 m de comprimento, com espaçamento de 0,40 m entre plantas dentro da leira, totalizando 10 plantas por leira. O espaçamento entre leiras foi de 1,0 m, de ambos os lados.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com 25 tratamentos (clones) e 4 repetições (blocos), totalizando 100 parcelas (leiras), com 10 plantas cada uma. A

distribuição do experimento no campo pode ser observada no Anexo A, que apresenta o croqui da área experimental. Foram utilizadas bordaduras nas laterais do experimento, onde foram plantadas as mesmas ramas das variedades usadas como testemunhas.

Durante o desenvolvimento (Figuras 1 e 2) procurou-se manter a lâmina de água entre 4 e 6 mm, sendo feita irrigação complementar por aspersão quando necessário. Foi efetuada adubação de cobertura de 15 em 15 dias, com sulfato de amônio na dose de 10 gramas por planta, e o controle de plantas espontâneas foi feito por meio de capinas manuais.



Figuras 1 e 2. Desenvolvimento da cultura. Fotos: Danielle C. Kalkmann, 2010.

2.5 - Avaliações

Após 150 dias do plantio (dia 2 de maio de 2011), as raízes foram colhidas manualmente (Figuras 3 e 4), sendo que cada parcela foi acondicionada em uma caixa plástica. As batatas foram lavadas em água corrente e, em seguida, foram avaliadas as seguintes variáveis: produtividade total e produtividade comercial, número de furos, incidência de danos, formato de raiz, comprimento e diâmetro de raiz, espessura de casca, cor da casca, cor da polpa, percentual de sólidos solúveis totais, acidez total titulável, rendimento de amido e umidade.



Figuras 3 e 4. Colheita manual das raízes tuberosas do experimento. Fotos: Danielle C. Kalkmann, 2011.

2.5.a – Incidência de danos e grau de resistência

A incidência de danos causados por insetos foi avaliada em doze raízes por parcela (escolhidas ao acaso), medida segundo a escala de notas estabelecida por França *et al.* (1983), e mostrada fotograficamente (Figura 5) por Massaroto (2008).

As notas foram atribuídas segundo uma escala variável de 1 a 5, onde a nota 1 correspondeu às raízes livres de danos causados por insetos, apresentando um aspecto comercial desejável; a nota 2 representou uma raiz com poucos danos, mas que perdeu um pouco o aspecto comercial, pois os danos neste caso podiam ser observados, apesar de pequenos. Para a nota 3, os danos já eram verificados sem muito esforço visual, o que prejudicava o aspecto visual das raízes. Aquelas raízes que apresentavam danos muito claros, tornando a batata praticamente imprestável para comercialização, receberam a nota 4. E, a nota 5, foi conferida àquela raiz que não seria aceita para fins comerciais e, às vezes, nem mesmo para fins de consumo humano ou animal.



Figura 5. Notas para danos causados às raízes de batata-doce por insetos de solo. Foto: Massaroto, 2008.

Considerando-se a escala de notas para incidência de danos, classificaram-se os genótipos de acordo com o seu grau de resistência aos insetos de solo (Tabela 2), onde é considerado resistente apenas o material que não apresenta nenhum dano causado por insetos de solo.

Tabela 2. Grau de resistência de raízes de batata-doce a insetos de solo.

Nota	Grau de resistência
≤ 1	Resistente
≤ 2	Moderadamente Resistente
≤ 3	Moderadamente Suscetível
≤ 4	Suscetível
≤ 5	Altamente Suscetível

2.5.b – Número de furos

Fez-se a contagem do número de furos causados por insetos (Figura 6) em doze raízes comerciais de cada parcela, escolhidas ao acaso.



Figura 6. Raiz tuberosa mostrando furos causados por insetos de solo. Foto: Danielle C. Kalkmann, 2011.

2.5.c – Formato da raiz

O formato da raiz também foi avaliado através da atribuição de notas, estabelecida e mostrada fotograficamente (Figura 7) por Massaroto (2008), a doze raízes por parcela, escolhidas ao acaso. Atribuiu-se notas entre 1 e 5, sendo a nota 1 correspondente a um formato praticamente ideal para batata-doce, que seria um formato fusiforme regular e sem veias ou qualquer tipo de rachadura, sendo por isso considerado um excelente formato. A nota 2 foi atribuída a um formato considerado bom, mas que apresentou algumas características indesejáveis como a presença de veias ou o formato mais desuniforme. Atribuiu-se a nota 3 às raízes desuniformes com veias e com rachaduras, que se apresentaram bastante irregulares e grandes. A nota 4 foi designada a raízes indesejáveis do ponto de vista comercial: muito grandes, com rachaduras e com presença de veias (consideradas por isso como formato medíocre). A nota 5 correspondeu às raízes totalmente fora dos padrões comercialmente desejados, apresentando veias, rachaduras e muito irregulares.



Figura 7. Notas para formato de raízes de batata-doce. Foto: Massaroto, 2008.

2.5.d – Coloração da casca e da polpa

A coloração da casca e da polpa das raízes de batata-doce foi avaliada visualmente, adotando-se um critério de notas. Foram atribuídas notas a doze raízes de cada parcela.

Para a coloração da casca utilizou-se um critério de notas variando de um a dez de acordo com as tonalidades de cor: creme, creme-escuro, rosada, branca, roxa, roxa-escuro, roxa-avermelhado, vinho, amarelo-pálido e marrom-alaranjado (Figura 8). Já na avaliação da coloração da polpa adotou-se um critério de notas que variou de um a nove de acordo com as tonalidades de cor creme, creme-escuro, branca, amarela, amarelo-claro, amarelo-escuro, roxeada, pigmentada roxa e alaranjado-pálido (Figura 9). As tabelas de cores foram desenvolvidas no aplicativo *Word*.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BRANCO	CREME	CREME ESCURO	AMARELO PÁLIDO	ROSADO	MARROM ALARANJADO	ROXO	ROXO ESCURO	ROXO AVERMELHADO	VINHO

Figura 8. Escala de notas utilizada para a avaliação da cor da casca.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
BRANCO	CREME	CREME ESCURO	AMARELO CLARO	AMARELO	AMARELO ESCURO	ALARANJADO PÁLIDO	ARROXEADA	PIGMENTADA ROXA

Figura 9. Escala de notas utilizada para a avaliação da cor da polpa.

2.5.e – Características gerais

Comprimento (C): o comprimento médio da raiz foi obtido pela medição de 12 raízes por parcela, medindo-se o eixo longitudinal da raiz fusiforme com o uso de uma régua. A leitura foi expressa em milímetros (mm);

Diâmetro (D): obteve-se o diâmetro médio da raiz pela medição de 12 raízes por parcela na região central da raiz com o uso de paquímetro digital. A leitura foi expressa em milímetros (mm);

Espessura da casca (EC): a espessura média da casca da raiz foi obtida pela medição da casca na porção mediana das raízes cortadas, totalizando 12 raízes por parcela, com o auxílio de um paquímetro digital. A leitura foi expressa em milímetros (mm);

2.5.f – Produtividade

Foi calculada após a pesagem de todas as raízes da parcela, em balança com aproximação em centígramas. O peso total de cada parcela foi extrapolado para toneladas/ha. Separaram-se as raízes muito grandes, muito pequenas, e com deformações excessivas, consideradas impróprias para a comercialização, e foi feita nova pesagem. Esse dado também foi extrapolado para toneladas/ha, originando a produtividade comercial da parcela.

2.5.g – Características físico-químicas da raiz

- *Percentual de sólidos solúveis totais (SST)*: pesou-se 40g de polpa de batata-doce (três raízes diferentes de cada parcela) em balança analítica digital, e bateu-se no liquidificador com 40 mL de água destilada por aproximadamente 50 segundos. Passou-se por peneira fina e extraiu-se uma alíquota da polpa, que foi colocada no prisma do refratômetro manual portátil, com leitura na faixa de 0° a 32° Brix. Os dados foram expressos em °Brix, ou, g de sólidos solúveis dissolvidos em 100 g de produto.
- *Acidez total titulável (ATT)*: a acidez total titulável foi determinada de acordo com a metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). Primeiramente, preparou-se a solução de hidróxido de sódio a 0,1M, a ser usada na titulação: tarou-se em balança analítica um béquer de 100 mL e adicionou-se exatamente 1,1 g de hidróxido de sódio. Numa proveta mediu-se 100 mL de água destilada e a transferiu lentamente para o béquer com o hidróxido de sódio. Dissolveu-se agitando com um bastão. A seguir, transferiu-se a solução, depois de resfriada, para um balão volumétrico de 250 mL e completou-se o volume com água destilada. Acertou-se o menisco e armazenou-se a solução em frasco de polietileno rotulado. Logo depois, padronizou-se a solução de NaOH 0,1M através do seguinte procedimento: lavou-se uma bureta de 50mL com pequena quantidade da solução de NaOH 0,1M. Fixou-se uma bureta de 50 mL no suporte universal com a torneira de controle de escoamento fechada. Colocou-se um béquer de 100 mL embaixo da bureta, e com o auxílio de um béquer de 50mL, encheu-se a bureta com solução de NaOH 0,1M. Pesou-se na balança analítica 0,56g de hidrogenofalato de potássio e o transferiu para um erlenmeyer de 250 mL. Anotou-se a massa pesada e adicionou-se 50 ml de água destilada, agitando até dissolver. Em seguida adicionou-se duas gotas de

fenolftaleína 1% e titulou-se com a solução recém preparada de NaOH 0,1M, até mudança de coloração do indicador de incolor para rosa. O volume gasto foi anotado, e então se calculou o fator de correção da solução, através da seguinte equação:

$$f = \frac{V_{\text{teorico}}}{V_{\text{gasto}}}$$

Onde:

V_{teorico} = volume de solução que se esperava gastar na titulação (ml)

V_{gasto} = volume de solução realmente gasto na titulação (ml).

Nesse experimento, encontrou-se um fator de correção para a solução de 0,998.

Com a solução pronta para uso, procedeu-se à titulação: bateu-se no liquidificador 40 g de polpa de batata-doce, extraída ao acaso de três raízes diferentes de cada parcela, com 40 ml de água destilada. Extraiu-se 10 ml de polpa, e diluiu-se com 50 mL de água destilada, na proporção de 5:1, e transferiu-se essa solução para um frasco Erlenmeyer de 125 mL. Adicionou-se 4 gotas de fenolftaleína a 1g/L (indicador) e titulou-se com solução de NaOH 0,1 mol.L⁻¹, sob agitação, com o auxílio de bureta de 25mL, até mudança de cor da solução para levemente rosa. Anotou-se o volume gasto, e aplicou-se na seguinte equação:

$$\text{Acidez} = \frac{V_g \times f \times 100}{P \times c}$$

Onde:

V_g = volume de solução de hidróxido de sódio 0,1 M gasto na titulação (mL);

f = fator de correção da solução de NaOH 0,1 M obtido na padronização;

P = volume de polpa utilizado na solução (mL);

c = correção para solução de NaOH 1 M: 10 para solução NaOH 0,1 M.

A acidez foi expressa em % de acidez em 100 mL de amostra.

- *Relação SST/ATT*: O valor da relação SST/ATT foi obtida através da divisão dos resultados dos teores de sólidos solúveis totais (°Brix) e da acidez total titulável (% ácido cítrico). Essa relação é denominada *ratio* e constitui a melhor forma de avaliação da

qualidade de um produto. Esta relação também é utilizada como uma indicação do grau de maturação da matéria prima.

- *Rendimento de amido*: a extração e quantificação de amido foram feitas de acordo com o protocolo proposto por Zavarese *et al.* (2009): foram escolhidas ao acaso três raízes de cada parcela, que foram lavadas, descascadas manualmente e cortadas em rodela. Pesou-se em balança analítica 100 g de polpa, e esta foi triturada em liquidificador contendo 200 mL de água destilada por aproximadamente 50 segundos. A massa obtida foi filtrada em peneira caseira, onde a solução resultante foi separada, ficando em repouso durante quatro horas para decantação do amido (Figura 10). Após decantação, o amido decantado foi seco em estufa com circulação de ar a 40 °C, por 24 horas. O amido seco foi então pesado em balança analítica. O resultado foi expresso em g de amido/ 100 g de polpa, ou, % de amido.



Figura 10. Decantação de extrato da polpa de raízes de batata-doce para a estimativa do rendimento de amido. Foto: Danielle C. Kalkmann, 2011.

- *Umidade*: o cálculo da umidade, ou perda por dessecação foi feito de acordo com o método proposto pelo Instituto Adolfo Lutz (1985). Foram escolhidas ao acaso três raízes de cada parcela, que foram lavadas, descascadas manualmente e cortadas em rodela. Pesou-se em balança analítica 10 g de polpa, que foram levados à estufa com circulação de ar a 105°C por 8 horas. Os resultados foram expressos em percentual de perda por dessecação ou percentual de umidade, e o cálculo foi efetuado utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\% \text{ perda por dessecação} = \frac{100 \times N}{P}$$

Onde:

$N = n^\circ$ de gramas de umidade (perda de massa em g);

$P = n^\circ$ de gramas da amostra.

2.5.h – Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o auxílio dos *softwares* SISVAR (FERREIRA, 2000) e GENES (CRUZ, 1997).

Os dados de incidência de danos e número de furos foram transformados por raiz quadrada de $X + 0,5$, para atender à pressuposição de normalidade de distribuição, e submetidos à análise de variância, utilizando para o teste de F o nível de 5% de probabilidade. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2000).

As variáveis comprimento, diâmetro, espessura de casca e formato de raízes foram analisadas quanto à variância de seus dados, e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 1 % de probabilidade, com o auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2000).

Os dados relativos à produtividade total, produtividade comercial, brix, acidez total titulável, *ratio* e rendimento de amido foram transformados por raiz quadrada de $X + 0,5$, e submetidos à Análise de Variância. Posteriormente, as médias dos tratamentos foram agrupadas usando-se o procedimento proposto por Tukey a 1% e a 5% de probabilidade com o auxílio do software SISVAR (FERREIRA, 2000).

As análises de correlação linear (Pearson), entre todas as variáveis, basearam-se na significância de seus coeficientes. A classificação de intensidade da correlação para $p \leq 0,01$ foi: muito forte ($r \pm 0,91$ a $\pm 1,00$), forte ($r \pm 0,71$ a $\pm 0,9$), média ($r \pm 0,51$ a $\pm 0,70$) e fraca ($r \pm 0,31$ a $\pm 0,50$) (CARVALHO *et al.*, 2004). Foi estimado a herdabilidade no sentido amplo (h_a^2), o coeficiente de variação genético (CV_g), e a relação entre o coeficiente de variação genético e ambiental (CV_g/CV_e). Todas essas operações foram realizadas utilizando-se o aplicativo GENES (CRUZ, 1997).

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas entre os clones, pelo teste F, para as características: incidência de danos (Anexo B), número de furos (Anexo C), produtividade total (Anexo H) e comercial de raízes (Anexo I), formato (Anexo G), comprimento (Anexo C), diâmetro (Anexo E) e espessura de casca (Anexo F), relação entre acidez e sólidos solúveis totais (*ratio*) (Anexo L). Não foram observadas diferenças significativas para as características rendimento de amido (Anexo M), sólidos solúveis totais (°Brix) (Anexo J), acidez total titulável (Anexo K) e umidade (Anexo N).

Houve diferença significativa no número de furos nas raízes dos diferentes clones (Tabela 3). Dos 25 materiais analisados, 11 (44%) apresentaram menos de quatro furos por raiz, em média. O clone 1206 foi o que apresentou o maior número médio de furos por raiz, e a cultivar Rainha foi a que apresentou menor número médio de furos. Com exceção de um genótipo (1202), os clones que apresentaram número médio de furos menor que quatro apresentaram notas de incidência de dano menores que 2, sendo considerados moderadamente resistentes. Já o clone 1218 apresentou número médio de furos pouco superior a quatro, mas foi considerado moderadamente resistente, já que sua nota de incidência de danos foi baixa. Isso ocorreu porque a nota de incidência de danos não está relacionada apenas ao número de furos, e sim ao aspecto comercial da raiz após a ocorrência do dano. No entanto, como se pode verificar pela Tabela 3, esses dados correlacionam-se a 1% de significância, podendo-se afirmar, portanto, que quanto maior o número de furos em uma raiz, maior vai ser a nota de incidência de danos, e, conseqüentemente, menor o grau de resistência do genótipo avaliado.

Não houve grande variação no grau de resistência dos clones avaliados, dos quais apenas 11, ou 44 % foram selecionados por apresentar moderada resistência aos insetos de solo, ou, nota de incidência de danos menor que 2,0 e maior que 1,0 (Tabela 3). Peixoto *et al.* (1999) conseguiram selecionar apenas 32,8% dos clones avaliados, que possuíam também notas de incidência inferiores a 2,0. Entre as cultivares utilizadas como testemunha, e atualmente utilizadas comercialmente no Distrito Federal, apenas Rainha apresentou-se moderadamente resistente aos insetos de solo. As demais cultivares apresentaram-se moderadamente suscetíveis, apresentando notas de incidência de danos entre 2,012 e 2,228. A cultivar Amarela foi a que apresentou maior nota. Entre os acessos que vinham sendo mantidos na Fazenda Água Limpa, o

1209 foi o que apresentou a maior nota de incidência de danos, sendo considerado como moderadamente suscetível. O clone 1230 foi o que demonstrou o melhor desempenho, sendo considerado moderadamente resistente, e apresentando a menor nota de incidência de danos e o menor número de furos.

Silveira (1993) também verificou a suscetibilidade das cultivares Coquinho e Brazlândia Branca, com notas 3,03 e 3,20, respectivamente, e Azevedo (1995) nas cultivares Brazlândia Rosada, Coquinho e Brazlândia Branca, com notas 2,10, 2,37 e 2,90, respectivamente. Segundo o último autor, as notas mais baixas resultam da baixa incidência de insetos de solo na cultura durante a condução do experimento. Massaroto (2008), em experimento instalado em Ijaci, Minas Gerais, verificou que os acessos UFT-112, UFT-35-AL e UFT-09-AL apresentaram notas inferiores a 2,00, juntamente com as cultivares Palmas, Brazlândia Roxa e Canuanã, caracterizando-os como de resistência alta a moderada. A cultivar de batata-doce Brazlândia Roxa, recomendada pela Embrapa Hortaliças como resistente a crisomelídeos (MIRANDA *et al.*, 1984), obteve a nota 2,144, nota mais alta que a cultivar comercial Rainha (nota 1,667), sendo considerada moderadamente suscetível, estando parcialmente de acordo com França *et al.* (1983), os quais iniciaram trabalhos de seleção que resultaram no lançamento dessa cultivar como sendo resistente aos danos causados por larvas de crisomelídeos. No entanto, deve-se lembrar que o critério usado para o grau de resistência foi mais severo do que o utilizado por esses autores, e que se o critério usado fosse o mesmo a nota desse experimento também teria classificado essa cultivar como resistente.

Azevedo *et al.* (2002), encontraram variação de 1,57 a 2,87 nas notas de danos de insetos, ao avaliarem 30 acessos diferentes na Universidade Federal de Lavras, em Minas Gerais. Os clones 92764, 92688, 92599 e 92001 foram considerados resistentes aos danos causados por insetos de solo. Todos os oito clones avaliados por Viana (2009) em dois ambientes diferentes de Minas Gerais apresentaram, em média, notas para resistência a insetos de solo abaixo de 2,0 (VIANA, 2009), variando entre 1,0 e 2,53.

Figueiredo (2010) observou que o clone BD-25 apresentou a nota, 1,10 para incidência de danos de insetos de solo, não diferindo dos clones BD-54, BD-31-TO e Cambraia, mas diferindo dos demais clones avaliados em Diamantina, Minas Gerais, e das cultivares comerciais Brazlândia Branca e Brazlândia Rosada. O clone BD-25, que obteve a menor e melhor nota para resistência a insetos, apresenta coloração da casca roxa, o que confirma os resultados encontrados

por Murilo & Santos (1999), que obtiveram as menores notas para incidência de danos para os clones que apresentavam coloração da casca roxa. Este último fato não foi confirmado nesse experimento, onde os genótipos com as menores notas apresentam cores variadas de casca e polpa.

Tabela 3. Médias do número de furos em raízes, nota média de 1 a 5 para danos causados por insetos de solo e grau de resistência (MR = Moderadamente Resistente e MS = Moderadamente Suscetível) de 25 clones de batata-doce avaliados. UnB, Brasília, DF, 2011.

GENÓTIPO	NÚMERO DE FUROS*	INCIDÊNCIA DE DANOS*	GRAU DE RESISTÊNCIA
Rainha	1.333 a	1.667 a	MR
1230	1.645 a	1.562 a	MR
1232	1.750 a	1.664 a	MR
1199	2.070 a	1.609 a	MR
1229	2.103 a	1.687 a	MR
1210	2.729 a	1.707 a	MR
1227	2.896 a	1.749 a	MR
1197	2.938 a	1.791 a	MR
1223	3.249 a	1.936 a	MR
1231	3.315 a	1.894 a	MR
1202	3.792 a	2.019 b	MS
1218	4.061 b	1.895 a	MR
Roxa comum	4.275 b	2.012 b	MS
1200	4.932 b	2.092 b	MS
Brazlândia Roxa	4.999 b	2.144 b	MS
1204	5.229 b	2.187 b	MS
1234	5.439 b	2.123 b	MS
1203	5.770 b	2.248 b	MS
1225	5.771 b	2.249 b	MS
1216	5.780 b	2.178 b	MS
1190	5.855 b	2.375 b	MS
1198	6.042 b	2.395 b	MS
Amarela	6.645 b	2.396 b	MS
1209	9.441 b	2.425 b	MS
1206	11.791 b	2.228 b	MS
CV %	27.58	6.65	

* Significativo a 5 % pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste "Scott-Knott", em nível de 5% de probabilidade.

De maneira geral, os dados mantiveram-se dentro dos padrões obtidos nas avaliações dos autores citados anteriormente, realizadas em Minas Gerais, já que as notas de incidência variaram de 1,562 a 2,425. Os clones 1230, 1232, 1199, 1229, 1210, 1227, 1197, 1223, 1231 e 1218 são muito promissores e podem ser selecionados para prosseguirem no programa de melhoramento, pois apresentaram moderada resistência a insetos de solo.

O material menos produtivo foi a cultivar Rainha, seguida pelos clones 1200 e 1218. Já os mais produtivos foram 1210 e 1223, com produtividade total acima de 70 ton/ha. Quantitativamente, as maiores perdas de raízes que não puderam ser comercializadas foram constatadas nos clones 1223, 1234 e 1232, que tiveram perdas de 12,000 ton/ha, 6,501 ton/ha e 5,167 ton/ha, respectivamente (Tabela 4). A análise do *ratio* (Tabela 6), relação que estima o grau de maturação de frutos e tubérculos, confirmou a precocidade do clone 1223, indicando, portanto, que essa seja uma possível causa para a excessiva perda evidenciada. No entanto, para uma melhor análise dos dados de perda, o experimento deveria ter avaliado também a precocidade dos acessos, uma vez que um tempo maior no campo pode tanto aumentar o número de raízes imprestáveis para o consumo pelo aumento do ataque de pragas e doenças, aparecimento de rachaduras e etc, como também pode diminuir o número de raízes de tamanho muito reduzido, que não são comercializadas, encobrindo os reais dados de perda.

Avaliando 16 clones de diferentes estados nas condições de Vitória da Conquista, Bahia, Cardoso *et al.* (2005) encontraram produtividade total de 4,1 a 28,5 toneladas/ha e produtividade comercial de 1,4 a 14,1 toneladas/ha. Já Azevedo *et al.* (2002), conduzindo um ensaio nas condições climáticas de Minas Gerais, testaram clones de uma coleção de batata-doce do programa de melhoramento de plantas da Universidade Federal de Lavras, e encontraram valores de produtividade comercial de 1,25 a 29,82 toneladas/ha. Avaliando outros clones em condições semelhantes em Uberlândia, Peixoto *et al.* (1999) obtiveram produtividades comerciais entre 0,738 e 28,5 toneladas por hectare.

Cavalcante *et al.* (2003), avaliaram clones de batata-doce produzidos em Alagoas para a variável produtividade comercial, e utilizaram somente raízes com peso acima de 80g, consideradas comercializáveis, obtendo produtividade comercial entre 5,35 e 19,97 ton/ha. Já no estado do Paraná, Souza (2000), analisando 7 introduções diferentes, encontraram produtividade média entre 13,7 ton/ha (Roxa comum) e 21,7 ton/ha (Iracema). Os clones avaliados por Massaroto *et al.* (2008) em Minas Gerais apresentaram amplitude de produtividade comercial de

4,6 a 22,6 ton/ha, sendo que o clone UFT-08 foi o mais produtivo. Viana (2009) encontrou produtividade total de raízes variando de 8,41 a 21,11 para a colheita realizada em um dos locais de cultivo, e de 13,78 a 51,04 no outro ambiente, aos 150 dias do plantio, em Minas Gerais.

Tabela 4. Médias de produtividade total de raízes, produtividade comercial de raízes e perda causada pela retirada de raízes não comerciáveis, expressos em toneladas por hectare. UnB, Brasília, DF, 2011.

GENÓTIPO	PRODUTIVIDADE TOTAL (ton/ha) **	PRODUTIVIDADE COMERCIAL (ton/ha) **	PERDA (ton/ha)
1210	76.583 h	74.000 g	2.583
1223	76.417 gh	64.417 fg	12.000
1234	67.584 fgh	61.083 efg	6.501
1202	62.458 efgh	60.667 efg	1.791
1197	60.250 efgh	57.250 efg	3.000
1229	52.417 defgh	49.167 cdefg	3.25
1190	52.334 defgh	48.334 cdefg	4.000
1225	51.417 cdefgh	48.333 cdefg	3.084
1227	45.750 bcdefgh	42.000 bcdefg	3.750
1204	45.417 bcdefgh	42.833 bcdefg	2.584
1203	44.333 bcdefgh	41.833 defg	2.500
1216	44.000 bcdefgh	42.167 bcdefg	1.833
1230	43.583 bcdefgh	41.667 bcdefg	1.916
1231	43.000 bcdefgh	39.500 bcdefg	3.500
1198	39.667 bcdefg	37.834 bcdef	1.833
1232	35.667 bcdef	30.500 abcde	5.167
Amarela	35.250 bcdef	33.500 bcdef	1.750
1209	35.083 bcde	34.083 bcdef	1.000
1206	33.083 abcde	31.625 bcdef	1.458
Brazlândia Roxa	26.750 abcd	24.833 abcd	1.917
Roxa comum	24.917 ab	24.000 abc	0.917
1199	24.250 abc	20.500 ab	3.750
1218	22.084 ab	20.667 ab	1.417
1200	20.584 ab	18.917 ab	1.667
Rainha	11.958 a	10.250 a	1.708
CV %	13.17	13.86	

** Significativo a 1% pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste "Tukey", em nível de 1% de probabilidade.

Os acessos testados neste trabalho demonstraram ser superiores a grande parte dos demais genótipos testados por Peixoto *et al.* (1999), Souza (2000), Azevedo *et al.* (2002), Cavalcante *et al.* (2003), Cardoso *et al.* (2005), Massaroto (2008) e Viana (2009).

Segundo Silva *et al.* (2004), as variedades comerciais mais cultivadas no Distrito Federal e entorno, Brazlândia Roxa e Rainha, apresentam produtividade média superior a 25 e 22 ton/ha, respectivamente. No presente experimento a cultivar Brazlândia Roxa produziu 26,750 ton/ha, média que está de acordo com a citada pelo autor, e a cultivar Rainha produziu 11,958 ton/ha, abaixo da média encontrada por ele. Possivelmente essa alteração deve-se, entre outras causas, à diferenças de fertilidade do solo entre as estações experimentais, e à diferenças de época de plantio e tempo de permanência da cultura no campo. A produtividade comercial de Brazlândia Roxa encontrada foi de 24,883 ton/ha, resultado superior ao encontrado por Azevedo *et al.* (2002), que foi de apenas 11,71 ton/ha.

Houve significativa diferença de formato entre os genótipos testados. Entre os 25 clones selecionados para resistência, todos apresentaram nota de formato inferior a 3,0, variando de 1,874 a 2,914 (Tabela 5), sendo considerados de formato ideal aqueles que obtiveram notas de 1 a 2, que é o formato fusiforme (AZEVEDO, 1995). O melhor formato foi verificado na cultivar Amarela, com nota 1,874 e nos clones 1223 (1,957) e 1229 (1,894). Os piores formatos foram verificados no clone 1203 (2,914) e na cultivar Rainha (2,603).

Entre os 21 clones selecionados para resistência por Peixoto *et al.* (1999) em Minas Gerais, todos também apresentaram nota de formato inferior a 3,0, variando de 2,0 a 2,93, dados bem semelhantes aos encontrados nos genótipos testados em Brasília. Azevedo (1995) também encontrou formato de clones próximos ao ideal, mas também diversos com nota superior a 3,0. Nas cultivares comerciais o mesmo autor verificou melhor formato em Surpresa, Brazlândia Rosada e Coquinho, com as notas 1,90, 2,57 e 2,93, respectivamente, e pior formato em Brazlândia Branca, com nota 3,00. Azevedo *et al.* (2002) também verificaram que os clones 92676, 92762 e 92001 apresentaram, em média, notas de 2,20, 2,30 e 2,23, respectivamente, e quando comparados com as testemunhas (Brazlândia Branca = 3,00, Coquinho = 2,93, Brazlândia Rosada = 2,56 e Brazlândia Roxa = 2,46), mostraram-se com um bom potencial para formato de raiz. Massaroto (2008) verificou entre os genótipos testados, que a cultivar Brazlândia Roxa e o acesso UFT-114 apresentaram os melhores formatos, com notas 2,27 e 2,32, respectivamente. Os demais acessos avaliados apresentaram notas médias inferiores a 3,0 e muito próximas às cultivares usadas como testemunha. Figueiredo (2010) encontrou notas de formato variando de 1,67 a 2,5 quanto ao formato de raízes, e Gonçalves Neto (2010) também verificou que, quando comparados às testemunhas, os clones avaliados mostraram-se com um bom potencial para

formato de raiz. De modo geral, os resultados desse experimento mostraram-se bem próximos aos encontrados por esses autores.

Portanto, todos os genótipos são bastante promissores para essa característica, merecendo destaque os clones 1223 e 1229, que apresentaram as menores notas médias, com bastante proximidade ao formato fusiforme, ideal para a raiz de batata-doce (Tabela 5).

Tabela 5. Comprimento médio, diâmetro médio, espessura média da casca de raízes e notas médias de 1 a 5 para formato de raízes de 25 clones de batata-doce. UnB, Brasília, DF, 2011.

GENÓTIPO	COMPRIMENTO (mm) **	DIÂMETRO (mm) **	ESPESSURA DE CASCA (mm) **	FORMATO**
1225	147.188 a	68.308 abcd	2.370 ab	2.146 abc
1234	147.813 a	77.499 bcd	2.386 ab	2.414 abcd
1227	150.117 a	69.455 abcd	3.185 bcd	2.208 abc
1230	150.333 a	70.137 abcd	2.729 abc	2.041 abc
1232	153.125 ab	58.702 ab	2.029 a	2.208 abc
1206	154.264 ab	65.556 abcd	2.857 abcd	2.019 abc
1210	156.667 abc	78.116 bcd	2.780 abcd	2.312 abcd
Rainha	156.771 abc	48.033 a	2.869 abcd	2.603 cd
1200	157.366 abc	64.224 abcd	3.176 bcd	2.042 abc
1198	158.406 abc	65.549 abcd	2.697 abc	2.228 abc
1231	159.648 abc	68.437 abcd	2.626 abc	2.520 bcd
1199	162.472 abc	58.091 ab	2.490 ab	2.179 abc
1216	162.813 abc	85.371 d	2.376 ab	2.401 abcd
1229	164.084 abc	73.588 bcd	2.937 abcd	1.894 ab
1218	166.667 abc	59.258 abc	2.411 ab	2.520 bcd
1190	173.333 abc	67.046 abcd	3.019 abcd	2.187 abc
1204	185.104 abc	73.574 bcd	3.157 bcd	2.375 abcd
Brazlândia Roxa	185.313 abc	66.915 abcd	2.543 ab	2.292 abcd
1223	187.500 abc	67.968 abcd	2.113 a	1.957 ab
Roxa comum	190.083 abc	67.121 abcd	2.048 a	2.450 abcd
1197	196.313 abc	66.071 abcd	3.217 bcd	2.374 abcd
1203	199.250 abc	81.972 cd	3.773 d	2.914 d
1202	205.229 bc	77.731 bcd	3.613 cd	2.457 abcd
Amarela	206.000 bc	60.707 abc	2.392 ab	1.874 a
1209	207.677 c	67.050 abcd	2.741 abc	2.238 abc
CV %	11.54	12.54	13.56	10.53

** Significativo a 1% pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste “Tukey”, em nível de 1% de probabilidade.

Quanto ao comprimento de raízes também houve diferença significativa entre os clones. O tamanho médio das raízes variou entre 14,72 cm e 20,78 cm. Os clones 1225, 1234, 1227 e

1230 apresentaram o menor comprimento, e clone 1209 foi o que apresentou o maior comprimento médio de raiz (Tabela 5). Esses dados estão bem semelhantes aos encontrados por Cavalcante *et al.* (2003) ao avaliar 14 clones em Alagoas: o clone 01 apresentou o maior comprimento (20,78 cm) e diferiu dos clones 03, 04, 06, 07, 08, 13, e 14 que apresentaram os menores valores, com média de 16,03 cm. No entanto, apenas 11 genótipos (incluindo uma testemunha) se enquadraram no comprimento ideal de raízes de batata-doce (na classificação extra A) proposto por Miranda *et al.* (1995), que deve variar entre 12 e 16 cm. Considerando-se esse limite, os genótipos mais promissores seriam 1225, 1234, 1227, 1230, 1232, 1206, 1210, 1200, 1198 e 1231.

Ainda segundo Miranda *et al.* (1995), as raízes de batata-doce do tipo extra A devem apresentar diâmetro entre 5 e 8 cm. O menor diâmetro médio de raízes avaliado foi apresentado pela cultivar Rainha (4,8cm), e o maior diâmetro foi verificado no clone 1216 (8,54cm). Cardoso *et al.* (2005) não encontrou diferença significativa para diâmetro em seus clones, e os valores oscilaram entre 2,98 e 5,63 cm. Cavalcante *et al.* (2003) já encontrou diferença significativa, e os diâmetros encontrados foram de 3,68 a 7,05 cm. Portanto, diferentemente dos genótipos avaliados por esses autores, todos os materiais avaliados neste trabalho mostraram valores na faixa ideal para essa característica, sendo, portanto, promissores.

Houve diferença significativa também para a espessura da casca das raízes de batata-doce. Os valores variaram entre 2,048 e 3,773 mm. Os clones 1223 e 1232, assim como também a cultivar Roxa comum apresentaram a casca mais fina, e o clone 1203 apresentou a casca mais grossa (Tabela 5).

Não houve diferença significativa entre os genótipos analisados quanto ao teor de sólidos solúveis totais (Tabela 6). Mesmo não apresentando diferença estatística significante, o teor de sólidos solúveis totais variou entre 0,875 (1227) e 1,975 (Roxa comum), podendo-se considerar os materiais Roxa comum, Brazlândia Roxa e 1218 como mais doces que os demais.

Como esperado, a acidez da polpa das raízes de batata-doce foi bem baixa (variando de 0,675 a 1,700 %), sendo encontrada diferença significativa entre os materiais analisados a 1% de probabilidade. O clone 1227 foi o que apresentou o maior nível de acidez, e o clone 1210 foi o que mostrou o menor nível (Tabela 6). Esses valores são similares aos encontrados por Roesler *et al.* (2008), quando avaliou o percentual de acidez em quatro genótipos diferentes em duas épocas de colheita no estado do Paraná. Na primeira época avaliada (onde as batatas foram colhidas 115 dias após o plantio) o percentual de acidez variou de 1,75 a 2,48, e, na segunda época de colheita

avaliada (183 dias após o plantio) os percentuais variaram de 0,65 a 0,81. Franco *et al.* (2001) apud Roesler *et al.* (2008), todavia, observaram valores de pH e acidez para a batata-doce de 6,29 e 7,93%, respectivamente, diferindo bastante dos valores de acidez aqui obtidos.

A relação entre as variáveis acidez e sólidos solúveis totais (*ratio*) apresentou diferença significativa para os diversos clones. Os clones 1223, 1199 e 1203 foram os que apresentaram o maior *ratio* (2,071, 1,976 e 1,701 respectivamente). O menor *ratio* foi verificado no clone 1227 (0,490), e os demais clones não diferiram entre si nesta característica. Como a relação SST/ATT pode ser considerada como indicativo da maturidade do produto, pode-se deduzir que os clones 1223, 1199 e 1203 são clones mais precoces, pois, segundo Chitarra & Chitarra (1990), durante o processo de maturação o valor do *ratio* tende a aumentar, em função da hidrólise do amido com aumento do teor de açúcares solúveis: redutores (glicose, frutose) e não redutores (sacarose), e devido à diminuição, nesse período, da acidez do fruto. E o clone 1227, que apresentou o menor *ratio*, deve ser uma cultivar mais tardia, pois na época da colheita ainda não apresentava teores de sólidos solúveis tão altos, e, em contrapartida, como mostrado na Tabela 6, apresentou o maior teor de ácidos orgânicos. Ainda, pode-se inferir que os clones que apresentaram o maior *ratio* também possuem maior teor de açúcares, provavelmente mostrando maior doçura que os demais, uma vez que essa relação depende do teor de sólidos solúveis totais encontrado nas raízes tuberosas.

Leonel *et al.* (1998) mostrou que as raízes de batata-doce apresentam em média 62,86% de umidade. Comparando-se o teor de umidade das raízes entre diversos cultivares, em duas épocas de colheita no Paraná, Roesler *et al.* (2008) mostrou que CNPH 003 foi a cultivar que apresentou o menor índice de umidade: entre 69,08 e 66,18%. Essa característica é muito interessante para a indústria, pois de acordo com Cereda (2001) o alto teor de massa seca é vantajoso por proporcionar maior rendimento de extração de amido e menor quantidade de água residual. Os genótipos avaliados em Brasília não diferiram quanto ao percentual de umidade da polpa. Entretanto, a umidade variou de 45,815% (Roxa comum) a 76,238% (1216). Então, pode-se afirmar que o genótipo 1229 possui boa aptidão industrial, por apresentar teor de umidade inferior ao encontrado por Roesler *et al.* (2008). Ainda destacam-se para essa finalidade os materiais comerciais Roxa comum e Rainha, ambos apresentando teor de umidade inferior a 60%.

Os teores mais baixos de umidade também são desejáveis às batatas-doces de mesa, uma vez que a preferência do consumidor é por raízes que apresentem polpa seca após o cozimento (GONÇALVES NETO, 2010). Por esse ângulo, os genótipos 1223, 1202, 1197, 1229, 1198, 1209, 1199, 1200 e 1218 seriam aqueles com maior aptidão de mesa, por apresentaram umidade menor que 70%.

Tabela 6. Média de teores de sólidos solúveis totais (°Brix), acidez total titulável (% de acidez em 100 mL de amostra), *ratio*, rendimento de amido (%) e umidade de raízes (%) de 25 clones de batata-doce. UnB, Brasília, DF, 2011.

GENÓTIPO	RENAM**	ACID**	BRIX ^{NS}	RATIO*	UMIDADE ^{NS}
1216	3.866 a	1.175 abcd	1.175 a	1.026 ab	76.238 a
1210	6.119 ab	0.675 a	1.025 a	1.554 ab	76.025 a
1234	6.936 abc	0.875 abcd	1.450 a	1.631 ab	72.935 a
Rainha	7.357 abc	1.025 abcd	1.200 a	1.190 ab	52.750 a
1227	7.623 abc	1.700 d	0.875 a	0.490 a	72.228 a
1232	7.964 abc	1.100 abcd	1.275 a	1.157 ab	72.663 a
1225	8.106 abc	1.000 abcd	1.175 a	1.219 ab	72.413 a
1204	8.141 abc	1.075 abcd	1.075 a	1.033 ab	71.090 a
1209	8.786 abcd	1.400 bcd	1.325 a	0.972 ab	67.890 a
1223	8.901 abcd	0.750 ab	1.500 a	2.071 b	67.258 a
1231	9.102 abcd	1.175 abcd	1.650 a	1.433 ab	70.705 a
1200	9.470 bcde	0.850 abc	1.050 a	1.278 ab	69.293 a
1199	9.808 bcde	0.950 abcd	1.900 a	1.976 b	66.883 a
1230	9.906 bcde	0.875 abc	0.925 a	1.095 ab	70.760 a
1190	10.121 bcde	1.025 abcd	1.200 a	1.173 ab	71.245 a
1202	10.257 bcde	0.875 abc	1.300 a	1.553 ab	67.355 a
1229	10.320 bcde	0.800 ab	0.950 a	1.196 ab	52.173 a
1203	10.341 bcde	1.000 abcd	1.675 a	1.701 b	74.313 a
1198	11.040 bcde	1.075 abcd	1.125 a	1.049 ab	69.810 a
1197	11.580 bcde	0.875 abcd	1.300 a	1.486 ab	66.108 a
Brazlândia Roxa	12.032 bcde	1.350 abcd	1.925 a	1.388 ab	64.175 a
Amarela	13.123 cde	1.025 abcd	1.350 a	1.336 ab	65.302 a
1206	13.538 cde	1.618 cd	1.525 a	0.874 ab	75.340 a
1218	15.837 de	1.250 abcd	1.750 a	1.372 ab	60.768 a
Roxa comum	17.325 e	1.475 bcd	1.975 a	1.363 ab	45.815 a
CV%	13.26	12.77	23.96	19.90	15.86

** Significativo a 1% pelo teste F. * Significativo a 5% pelo teste F. ^{NS} Não-significativo a 5% pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste “Tukey”, em nível de 5% ou 1% de probabilidade.

Com relação ao rendimento de amido também foi encontrada diferença significativa entre os genótipos a 1% de probabilidade (Tabela 6). O genótipo 1216 foi o que apresentou o menor

rendimento de amido (apenas 3,866 g/100g de polpa). Os materiais 1231, 1200, 199 e 1230 não se diferenciaram entre si, e apresentaram rendimento médio de amido normal, similar ao encontrado por Zavarese *et al.* (2009), que foi de 9,1%, utilizando o mesmo método de cálculo. Outros autores encontraram valores superiores de rendimento de amido, de 19,9 a 37,69% (MIRANDA *et al.*, 1988), 76,37% (LEONEL *et al.*, 1998) e 14,72% (LEONEL & CEREDA, 2002), porém todos utilizaram o método enzimático de hidrólise, mais preciso que o método de decantação utilizado nesse trabalho. No entanto, alguns materiais ainda apresentaram valores similares ao encontrado por Leonel & Cereda (2002), mesmo com o uso de um método menos preciso. Assim, os genótipos deveriam ser testados quanto ao rendimento de amido também pelo método enzimático para a obtenção de dados mais concretos, mas, já se percebe a superioridade de alguns clones nessa característica, como 1218, 1206, 1197, 1198, 1202, 1190, 1203 e 1229, todos com rendimento de amido superior a 10%. Todos estes poderiam ser melhorados para uso em fecularias, com bom rendimento de produção.

A população de batata-doce disponível na Fazenda Água Limpa apresenta grande variabilidade de cores de casca e polpa. Nenhum material é rico em antocianinas, que confere coloração da polpa arroxeadada e pigmentada roxa. Também não foram encontrados materiais que apresentassem casca nas cores roxo escuro, roxo avermelhado e vinho (Tabela 7). A maioria (44%) dos clones apresentou casca rosada, e 48% apresentaram polpa de cor creme.

Conforme Miranda *et al.* (1995), as raízes comercializadas nos grandes centros urbanos apresentam coloração de polpa branca ou amarela. Assim, geralmente as raízes tuberosas consideradas de boa aparência, são as que apresentam estas colorações. Azevedo *et al.* (2002), observando a coloração de casca e de polpa dos clones avaliados, verificou que as cores de casca variaram entre branca, rosada, e roxa, e um clone apresentou casca creme. As cores de polpa variaram entre branca, creme, amarela e alaranjada. O autor selecionou os clones que apresentaram casca branca e polpa amarela. Entre os materiais avaliados por Cardoso *et al.* (2007) a coloração da polpa de raiz de batata-doce varia de branca, amarela até a roxa, sendo uma característica de importância para a comercialização da mesma. No trabalho desses autores, foi constatado que os clones 1, 2, 7, 9, 15, 17, 19, 29, 36 e 38 apresentaram coloração da polpa amarela; os clones 14, 23, 25, 30 e 100 apresentaram coloração da polpa branca e apenas o clone 44, oriundo de Vitória da Conquista BA apresentou coloração roxa, que ainda não é muito aceita comercialmente.

Fica evidente que a escolha de um material pela coloração de sua polpa ou de sua casca depende do objetivo do programa de melhoramento. Se este visar primordialmente a obtenção de uma cultivar que atenda à preferência imediata do consumidor, terá que observar quais as colorações mais vendidas na região. Entretanto, se buscar um material com maior valor nutracêutico, deverá buscar materiais de colorações mais raras no mercado, como aqueles que apresentam colorações de polpa amarelo claro, amarelo escuro e alaranjado, mais ricos em beta-caroteno (ALMEIDA-MURADIAN & PENTEADO, 1992; HAGENIMANA *et al.*, 1998), ou de polpa roxa, mais ricos em antocianinas.

Destacam-se, portanto, os materiais 1210, 1216 e 1223, por apresentarem polpa de coloração alaranjada, possivelmente com maior quantidade de pró-vitaminas A, e os clones 1202 (polpa branca), 1203 (polpa branca), 1204 (polpa branca), 1218 (amarelo) e 1227 (amarelo), pela preferência do consumidor por essas colorações de polpa.

Tabela 7. Cores da casca e da polpa de raízes dos 25 clones de batata-doce avaliados em Brasília. UnB, Brasília, DF, 2011.

GENÓTIPO	COR DA CASCA	COR DA POLPA	GENÓTIPO	COR DA CASCA	COR DA POLPA
1190	rosado	creme	1223	amarelo pálido	alaranjado pálido
1197	roxo	creme	1225	roxo	creme
1198	roxo	creme	1227	amarelo pálido	amarelo
1199	rosado	creme	1229	rosado	creme
1200	rosado	creme	1230	rosado	creme escuro
1202	rosado	branco	1231	roxo	creme
1203	rosado	branco	1232	rosado	creme
1204	rosado	branco	1234	roxo	creme
1206	creme	creme	Amarela	roxo escuro	creme escuro
1209	creme escuro	creme	Brazlândia Roxa	roxo escuro	amarelo
1210	marrom alaranjado	alaranjado pálido	Rainha	rosado	creme escuro
1216	marrom alaranjado	alaranjado pálido	Roxa comum	roxo escuro	amarelo
1218	rosado	amarelo			

Dentre os clones avaliados, alguns se destacaram por concentrar diversas características desejáveis. O clone 1223 destacou-se por apresentar moderada resistência aos insetos de solo (nota para incidência de danos: 1,936), altíssima produtividade (mais de 70 ton/ha), formato próximo ao ideal (fusiforme, com nota 1,957), pouca umidade de polpa (67,26%) e o maior *ratio* entre os materiais analisados. Além dessas características, as raízes desse clone apresentam casca

de cor amarelo pálido e polpa alaranjada, característica desejável por estar relacionada a elevados teores de carotenóides, podendo ser recomendada para cultivo como batata-doce de mesa, após a confirmação desses dados em novo ensaio experimental que inclua outras condições edáficas e climáticas.

O genótipo 1210 também se destacou dos demais por apresentar produtividade acima de 70ton/ha. Além disso, apresenta moderada resistência aos insetos de solo (nota de incidência de danos: 1,707), comprimento, diâmetro e formato de raízes favoráveis. No entanto, apresenta teor de umidade um pouco superior ao clone 1223. Apresenta casca marrom alaranjado e polpa alaranjada, apresentando também boa aptidão para mesa.

O clone 1229, de casca rosada e polpa creme também demonstrou moderada resistência aos insetos de solo. Além disso, apresentou formato de raízes próximo do ideal, boa produtividade (52,417 ton/ha), raízes pouco úmidas (52,173% de umidade) e bom rendimento de amido, mostrando aptidão tanto para mesa quanto para indústria.

Já o material 1227 também demonstrou moderada resistência aos insetos de solo, comprimento ideal, e coloração de polpa comercialmente aceita. Sua produtividade foi inferior a de outros materiais (45,750 ton/ha), mas como foi o clone que apresentou o menor *ratio* (indicando que o material é mais tardio), possui potencial para atingir maiores produtividade se a cultura for deixada por mais tempo no campo, porém, nessas condições, deverão ser avaliados novamente os danos (distúrbios) fisiológicos, pragas e doenças.

Os clones 1197, 1230, 1231 e 1232 também foram promissores por apresentarem moderada resistência a insetos de solo, notas de formato de raízes inferiores a 3, produtividade superior a 35 ton/ha e colorações de casca e polpa apreciadas pela população do Distrito Federal. Além disso, o clone 1197 ainda pode ser destinado ao uso industrial, por apresentar bom rendimento de amido.

Verificou-se que houve correlação média e positiva entre o comprimento das raízes e a incidência de danos ($P < 0,05$), o que indica que uma raiz de maior comprimento poderá vir a apresentar uma maior incidência de danos causados por insetos de solo. O comprimento também está correlacionado medianamente com a umidade da raiz ($P < 0,01$). No entanto, nesse caso o coeficiente é negativo, o que indica que uma raiz maior pode apresentar um percentual menor de umidade (Tabela 8).

Já o diâmetro das raízes demonstrou alta correlação com a produtividade total e com a produtividade comercial das raízes de batata-doce ($P < 0,01$). A produtividade total e a produtividade comercial correlacionaram-se também medianamente com a acidez e com a umidade das raízes ($P < 0,05$), e, como esperado, correlacionaram-se entre si de maneira fortíssima ($P < 0,01$) (Tabela 8).

A incidência de danos também está fortemente correlacionada ao número de furos causados por insetos de solo ($P < 0,01$), e, além disso, o número de furos também se mostrou positivamente correlacionado, mesmo que de forma mediana, ao percentual de acidez encontrado nas raízes de batata-doce ($P < 0,05$) (Tabela 8).

O teor de sólidos solúveis totais das raízes correlacionou-se a três outras características: de maneira positiva e média ao *ratio* ($P < 0,05$) e ao rendimento de amido ($P < 0,01$), e negativamente forte ao percentual de umidade das raízes. A umidade ainda correlacionou-se fortemente e de forma negativa ao rendimento de amido das raízes, e o *ratio* mostrou estar inversamente correlacionado de maneira forte ao percentual de acidez (Tabela 8).

As correlações que se mostraram fortes, como entre diâmetro da raízes e produtividade (total e comercial), entre incidência de danos e número de furos causador por insetos, entre °Brix e umidade, entre umidade e rendimento de amido, e entre *ratio* e acidez total, indicam, na prática, que é suficiente a seleção para apenas um desses caracteres (pode ser o de metodologia mais simples de avaliação), para que, indiretamente, a seleção também seja realizada para as demais características. Entre outras possíveis explicações para estas correlações, podemos inferir, portanto, que os genes que controlam estes caracteres possam estar ligados no mesmo cromossomo ou, ainda, que um ou mais genes podem estar controlando mais de um caráter (pleiotropia). Esse tipo de estimativa reduz bastante o tempo gasto com as avaliações de campo e laboratório para essas características.

Tabela 8. Matriz de correlação linear (Pearson) entre caracteres de batata-doce obtidos em ensaio com 25 clones, conduzido na Fazenda Água Limpa (FAL-UnB). UnB, Brasília, DF, 2011.

	COMP	DIAM	EC	NUMF	INC	FORM	BRIX	ACID	RATIO	RENAM	UMID	PRODT	PRODC
COMP	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DIAM	0,1241	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EC	0,2475	0,3068	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NUMF	0,2349	0,1687	0,0569	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
INC	0,3942*	0,2267	0,0698	0,8338**	1	-	-	-	-	-	-	-	-
FORM	0,1682	0,2078	0,3131	-0,1065	0,0097	1	-	-	-	-	-	-	-
BRIX	0,2498	-0,1899	-0,2872	0,3167	0,1495	0,2585	1	-	-	-	-	-	-
ACID	-0,0005	-0,1633	-0,0822	0,4598*	0,2442	0,0983	0,3799	1	-	-	-	-	-
RATIO	0,2833	0,0427	-0,156	-0,2936	-0,1642	0,1664	0,4178*	-	1	-	-	-	-
RENAM	0,3604	-0,3475	-0,0963	0,2057	0,1395	-0,0413	0,5902**	0,3296	0,0855	1	-	-	-
UMID	-0,5624**	0,3569	0,0316	-0,1405	-0,1191	-0,1059	-0,6702**	-0,2712	-0,2877	-0,8987**	1	-	-
PRODT	0,0663	0,6319**	0,1182	-0,0933	-0,0158	-0,1059	-0,3335	-0,4918*	0,2911	-0,3894	0,422*	1	-
PRODC	0,1153	0,7028**	0,2198	-0,0497	0,0286	-0,021	-0,3331	-0,4797*	0,2666	-0,3687	0,4049*	0,9866**	1

COMP: comprimento médio das raízes da parcela (mm); DIAM: diâmetro médio das raízes da parcela (mm); EC: espessura média da casca das raízes da parcela (mm); NUMF: número médio de furos nas raízes; INC: nota para incidência de danos causados por insetos de solo; FORM: nota para formato da raiz; BRIX: teor de sólidos solúveis totais da polpa das raízes, expresso em °brix; ACID: acidez total titulável da raiz, expresso em %; RATIO: razão entre os valores de sólidos solúveis totais e acidez total titulável, dimensional; RENAM: rendimento de amido das raízes, expresso em %; UMID: % de umidade da polpa das raízes; PRODT: produtividade total da parcela, expresso em ton/ha; PRODC: produtividade comercial da parcela, expresso em ton/ha.

(**) – valores com dois asteriscos são significativos a 1% de probabilidade pelo teste t

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

As estimativas para o coeficiente de variação genética apresentaram grande diversidade, e foram altas para o número de furos causados por insetos, acidez, rendimento de amido, produtividade total e produtividade comercial, todos com coeficiente superior a 20%. Esses dados indicam grande variabilidade entre os materiais, e também uma situação bastante favorável para a seleção de clones. Os valores da razão entre o coeficiente de variação genética e o coeficiente de variação ambiental foram superiores a 1,0 em 38,46% das características avaliadas. Os maiores valores dessa relação foram encontrados para produtividade total, produtividade comercial, umidade, espessura da casca, rendimento de amido, comprimento, formato e diâmetro, respectivamente, o que mais uma vez indica a situação favorável para o uso da seleção nessa população (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

Além disso, as estimativas de herdabilidade da maioria das características analisadas foram altas (superiores a 70%). Segundo a análise (Tabela 9), o percentual de sólidos solúveis totais e o número de furos causados por insetos de solo são os caracteres menos herdáveis. A acidez, o *ratio* e a incidência de danos nas raízes também apresentaram valores abaixo de 70% para herdabilidade. Como normalmente a produtividade está entre os principais objetivos do melhoramento de uma cultura, percebe-se que os materiais mais produtivos encontrados na avaliação da população da FAL-UnB podem ser selecionados com sucesso para essa característica, e inclusive podem vir a ser usados com sucesso em outras regiões do país, pois a herdabilidade para essa característica foi a maior entre todas as estimativas feitas (88,81%).

É evidente a grande variabilidade da batata-doce para as características avaliadas, fato que também pode ser atribuído à alta variabilidade genética presente na espécie *Ipomoea batatas*, decorrente da sua condição de ploidia ($2n=6$) e de seu sistema reprodutivo favorecido pela alogamia. Vários clones avaliados nesse trabalho podem contribuir efetivamente como doadores de alelos que conferem reação de resistência a insetos de solo, produtividade, formato e coloração de raízes. A seleção e recomendação de genótipos de batata-doce baseada no conjunto de algumas dessas características estudadas (de acordo com o segmento de mercado a ser explorado), possibilitará a plena utilização deste valioso recurso vegetal, e sua adoção mais intensa na agricultura do Distrito Federal e do Brasil.

Tabela 9. Estimativas da herdabilidade no sentido amplo (h_a^2), coeficiente de variação genético (CV_g) e razão entre coeficiente de variação genético e ambiental (CV_g/CV_e) em características de clones de batata-doce. UnB, Brasília, DF, 2011.

PARÂMETROS	COMP	DIAM	EC	NUMF	INC	FORM	BRIX	ACID	RATIO	RENAM	UMID	PRODT	PRODC
h_a^2 (%)	76.27	72.51	83.46	32.08	44.86	75.14	27.78	69.10	50.74	81.94	85.57	88.81	87.25
CV_g (%)	10.34	10.18	15.15	30.28	9.13	9.15	13.34	20.27	18.62	26.87	5.28	37.24	36.84
CV_g/CV_e	0.90	0.81	1.12	0.34	0.45	0.87	0.31	0.75	0.51	1.07	1.22	1.41	1.31

COMP: comprimento médio das raízes da parcela (mm); DIAM: diâmetro médio das raízes da parcela (mm); EC: espessura média da casca das raízes da parcela (mm); NUMF: número médio de furos nas raízes; INC: nota para incidência de danos causados por insetos de solo; FORM: nota para formato da raiz; BRIX: teor de sólidos solúveis totais da polpa das raízes, expresso em °brix; ACID: acidez total titulável da raiz, expresso em %; RATIO: razão entre os valores de sólidos solúveis totais e acidez total titulável, adimensional; RENAM: rendimento de amido das raízes, expresso em %; UMID: % de umidade da polpa das raízes; PRODT: produtividade total da parcela, expresso em ton/ha; PRODC: produtividade comercial da parcela, expresso em ton/ha.

4 – CONCLUSÕES

A relação entre o coeficiente de variação genética e ambiental e a herdabilidade no sentido amplo foram altas para espessura da casca das raízes, rendimento de amido, umidade da polpa, produtividade total e produtividade comercial de raízes, o que demonstra a eficiência do método empregado na seleção de genótipos com essas características.

O diâmetro das raízes foi fortemente correlacionado à produtividade total e à produtividade comercial das raízes de batata-doce. As duas últimas correlacionam-se entre si de maneira fortíssima. A incidência de danos foi fortemente correlacionada ao número de furos causados por insetos de solo.

O teor de sólidos solúveis totais das raízes correlacionou-se fortemente e negativamente ao percentual de umidade das raízes. A umidade ainda correlacionou-se de forma negativa e forte ao rendimento de amido das raízes, e o *ratio* foi inversamente correlacionado de maneira forte ao percentual de acidez.

O clone 1223 mostrou moderada resistência aos insetos de solo, alta produtividade, formato próximo ao ideal, casca fina e pouca umidade de polpa. Além disso, apresentou raízes com casca amarelo pálido e polpa alaranjada, sendo muito promissor para uso como batata-doce de mesa.

O acesso 1210 também apresentou produtividade acima de 70ton/ha, moderada resistência aos insetos de solo, e comprimento, diâmetro e formato de raízes favoráveis. Possui casca marrom alaranjado e polpa alaranjada, apresentando também boa aptidão para mesa.

O clone 1229, de casca rosada e polpa creme também apresentou moderada resistência aos insetos de solo, formato de raízes próximo do ideal, boa produtividade, raízes pouco úmidas e bom rendimento de amido, sendo indicado para cultivo de dupla finalidade.

O acesso 1227 foi tardio e moderadamente resistente aos insetos de solo, apresentando comprimento ideal, e coloração de polpa comercialmente aceita. Também é uma fonte promissora e deve ser incorporado em programas de melhoramento genético de batata-doce.

Os clones 1197, 1230, 1231 e 1232 foram promissores por apresentarem moderada resistência a insetos de solo, bom formato de raízes, ótima produtividade e colorações de casca e

polpa apreciadas pela população do Distrito Federal. Uma vez confirmados os dados, o clone 1197 deve ser indicado para o processamento industrial, por apresentar bom rendimento de amido.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA-MURADIAN, L.G.; PENTEADO, M.V.C. Carotenoids and provitamin A value of some Brazilian sweet potato cultivar (*Ipomoea batatas* Lam.). **Revista de Farmácia e Bioquímica**, v.28, n.2, p.145-154, 1992.

AZEVEDO, S.M. **Avaliação de famílias de meios-irmãos de batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] quanto à resistência aos nematóides do gênero *Meloidogyne* e aos insetos de solo.** 1995. 61p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

AZEVEDO, S.M.; MALUF, W.R.; SILVEIRA, M.A.; FREITAS, J.A. Reação de clones de batata-doce aos insetos de solo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.3, p.545-549, 2002.

BARRERA, P. **Batata-doce – Uma das doze mais importantes culturas do mundo.** Coleção Brasil Agrícola, Editora Ícone, 2ª edição. 1989.

BOFF, M.I.C.; BOFF, P.; THOMAZELLI, L.F. Insetos associados à cultura da batata-doce no Alto do Vale do Itajaí, SC. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.5, n.1, p.54-55, 1992.

CARDOSO, A.D.; VIANA, A.E.S.; MATSUMOTO, S.N.; BONFIM NETO, H.; KHOURI, C.R.; MELO, T.L. Características físicas e sensoriais de clones de batata-doce. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.1760-1765, 2007.

CARDOSO, A.D.; VIANA, A.E.S.; RAMOS, P.A.S.; MATSUMOTO, S.N.; AMARAL, C.L.F.; SEDIYAMA, T.; MORAIS, O.M. Avaliação de clones de batata-doce em Vitória da Conquista **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.911-914, out-dez 2005.

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

CAVALCANTE, J. T.; FERREIRA, P. V.; SOARES, L. Avaliação de clones de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) em Rio Largo – Alagoas. **Magistra**, v. 15, n. 1, p. 13-17, 2003.

CECILIO FILHO, A.B.; REIS, M. dos S.; SOUZA, R.J. de; PASQUAL, M. Degenerescência em cultivares de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, v.16, n.1, 1998.

CEREDA, M.P. Potencial de tuberosas sul americanas em uso culinário e uso industrial. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE RAÍCES Y TUBÉRCULOS, 2., 2001, Lima. **Resumos...** Lima, 2001. [Presentación Magistral].

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.** Lavras: ESAL-FAEPE, 1990. 320 p.

CIP - CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA. **La batata em cifras: producción, utilización, consumo e alimentación.** Disponível em: <<http://www.cipotato.org>>. Acesso em: 31 jan. 2011.

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

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Dados agrícolas de 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows. Versão 4.0. In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria. **Programas e Resumos...** São Carlos (SP): UFSCar, 2000. 235p.

FIGUEIREDO, J.A. **Seleção de clones de batata-doce com potencial de utilização na alimentação humana e animal.** 54p. 2010. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina – MG.

FRANÇA, F.H.; MIRANDA, J.E.C.; FERREIRA, P.E.; BARBOSA, S. Avaliação de germoplasma de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), visando resistência a insetos de solo. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 23., Rio de Janeiro, 1983. **Resumos...** Rio de Janeiro, SOB, 1983. p.177.

FRANÇA, F.H.; RITSCHER, P.S. Avaliação de acessos de batata-doce para resistência à broca-da-raiz, crisomelídeos e elaterídeos. **Horticultura Brasileira**, Botucatu, v. 20, p. 79-85, 2002.

FRANÇA, F.H. & RITSCHER, P.S. **Caracterização de acessos de batata-doce através dos danos causados nas raízes por crisomelídeos e pela broca da raiz.** Pesquisa em andamento, nº 2, 1997. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/pa/pa02.html>>. Acesso em: 21 nov. 2010.

GONÇALVES NETO, A.C. **Aptidões para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal em clones de batata-doce.** 2010. 77p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.

HAGENIMANA, V.; KOSAMBO, L.M.; CAREY, E.E. **Potencial of sweetpotato in reducing vitamin A deficiency in Africa.** Lima: CIP, 1998. 294p.

HUANG, S.P., MIRANDA, J.E.C. & MALUF, W.R. Resistance to root-knot nematodes in brazilian sweet potato collection. **Fitopatologia Brasileira**, v. 11, p. 761-766, 1986.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz.** v. 1: *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*, 3. ed. Sao Paulo: IMESP, 1985. p. 25-26.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA **Áreas plantada e colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção dos principais produtos das lavouras temporárias, segundo as Grandes Regiões e Unidades da Federação**

produtoras – 2008. Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2008/tab2.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2010.

JONES, A.; DUKES, P.D.; SCHALK, J.M. Sweet potato breeding. In: BASSETT, M.J. (ed). **Breeding vegetable crops**. Westport: Avi, p. 1-35, 1986.

LEONEL, M. & CEREDA, M.P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 22(1): 65-69, jan.-abr. 2002.

LEONEL, M.; JACKEY, S.; CEREDA, M. P. Processamento industrial de fécula de mandioca e batata doce - um estudo de caso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n.3. Campinas, 1998.

MASSAROTO, J.A. **Características agrônômicas e produção de silagem de clones de batata-doce**. 2008. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.

MIRANDA, J.E.C. de; CRUZ, C.D.; PEREIRA, A.S. Análise de trilha e divergência genética de cultivares e clones de batata-doce. **Revista Brasileira de Genética**, v.11, n.4, p.881-892, 1988.

MIRANDA, J.E.C.; FRANÇA, F.H.; CARRIJO, O.A.; SOUZA, A.F.; AGUILAR, J.A.E. **Cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)**. Brasília: EMBRAPA-CNPB, 1984. 8p. (EMBRAPA-CNPB. Instruções Técnicas, 7).

MIRANDA, J.E.C.; FRANÇA, F.H.; CARRIJO, O.A.; SOUZA, A.F. **Cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)**. Brasília: EMBRAPA-CNPB. Instruções Técnicas nº 7, 7p., 1987.

MIRANDA, J.E.C. de; FRANÇA, F.H.; CARRIJO, O.A.; SOUZA, A.F.; PEREIRA, W.; LOPES, C.A. **Batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) (Lam.)**. Brasília, Embrapa – CNPB, Circular Técnica nº 3, 19 p., 1989.

MIRANDA, J.E.C. de; FRANÇA, F.H.; CARRIJO, O.A.; SOUZA, A.F.; PEREIRA, W.; LOPES, C.A.; DILVA, J.B.C. **A cultura da batata-doce**. Brasília: EMBRAPA/CNPB, 1995. 94p.

MURILO, D.V; SANTOS, J.E.J. Avaliação de clones de batata-doce quanto à resistência a insetos de solo, **Caatinga**, 12(1/2):13-16, dez. 1999.

PEIXOTO, J.R.; SANTOS, L.C.; RODRIGUES, F.Á.; JULIATTI, F.C.; LYRA, J.R.M. Seleção de clones de batata-doce resistentes aos insetos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 3, p. 385-389, 1999.

PEREIRA, C.R.; SANTOS, M.A.; RIBEIRO, H.U.; BARRA, P.B.; LOURO, F.S.C.; QUEIROGA, R.C.F. 2003. Composição química dos resíduos de cultivares de batata-doce submetida a diferentes idades de colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43. **Resumos...** Recife: SOB (CD-ROM).

REZENDE, G.M. Características produtivas de cultivares de batata-doce sob condições irrigadas e de sequeiro na região norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, 17:151-154, 1999.

ROESLER, P.V.S.O.; GOMES, S.D.; MORO, E.; KUMMER, A.C.B.; CEREDA, M.P. Produção e qualidade de raiz tuberosa de cultivares de batata-doce no oeste do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.30, n.1, p.117-122, 2008.

SILVA, J.B.C; LOPES, C.A.; MAGALHÃES, J.S. **Cultura da batata-doce**. Embrapa Hortaliças. Sistemas de Produção 6, versão eletrônica, 2004. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/batata doce/index.htm>>. Acesso em: 10 fev. 2010.

SILVA, J. B. C. da; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Cultura da batata-doce. In: CEREDA, M. P.; **Agricultura: Tuberosas amiláceas Latino Americanas**, São Paulo: Cargill, v.2, p. 449-503, 2002.

SILVEIRA, M.A. da. **Resistência de clones de batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck] quanto aos nematóides do gênero *Meloidogyne* e aos insetos de solo**. 1993. 41 p. Dissertação (Mestrado). Lavras: ESAL.

SOUZA, A.B. de. Avaliação de cultivares de batata-doce quanto a atributos agrônomicos desejáveis. **Ciencia Agrotecnica**, Lavras, v.24, n.4, p.841-845, 2000.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética Biométrica no melhoramento**. Ribeirão Preto: SBG. 496p. 1992.

VIANA, D.J.S. 2009. **Produção e qualidade de raízes, ramas e silagem de ramas de clones de batata-doce em diferentes locais e épocas de colheita**. Diamantina: UFVJM. 69p (Dissertação de mestrado).

ZAVARESE, E.R.; STORCK, C.R.; PEREIRA, J.M. Elaboração de pão de queijo com substituição do amido de mandioca por amido de batata-doce (*Ipomoea batatas*) submetido a diferentes processos de secagem. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 12, n. 1, p. 68-76, jan./mar, 2009.

CAPÍTULO 2

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE BATATA-DOCE AOS NEMATÓIDES-DAS-GALHAS E ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi selecionar clones de batata-doce resistentes a *Meloidogyne incognita* raça 1, *M. incognita* raça 4, e a duas populações de *Meloidogyne* spp., provenientes de cultivos comerciais de jiló e quiabo, além de avaliar a eficiência do método de seleção empregado, pela estimativa de parâmetros genéticos. Foram avaliados 21 acessos do jardim clonal da Universidade de Brasília e três cultivares de batata-doce (Brazlândia Branca, Brazlândia Roxa e Amarela). O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com delineamento de blocos casualizados em arranjo simples, com 24 tratamentos e quatro repetições para cada ensaio (cada ensaio correspondeu a uma população de nematóides). A inoculação do patógeno foi feita trinta dias após o plantio das ramas, e, após noventa dias, foram avaliadas as seguintes características: número médio de massas de ovos, número de ovos, massa fresca e seca da parte aérea e massa fresca das raízes. Atribuiu-se o grau de resistência dos clones de acordo com o número médio de massas de ovos e com o fator de reprodução. Os acessos 1199, 1202, 1209, 1210, 1216, 1230 e 1231 foram identificados como resistentes a todas as populações de nematóides, e foram selecionados para continuar no programa de melhoramento. Constatou-se correlação entre número de massas de ovos, número de ovos e fator de reprodução em todos os ensaios. A relação entre os coeficientes de variação genética e ambiental e a herdabilidade no sentido amplo foram altas para o número de massas de ovos, o número de ovos e o fator de reprodução de apenas uma das populações analisadas (*Meloidogyne* spp. – jiló), o que demonstra a eficiência do método empregado na seleção de genótipos resistentes a essa população.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*. Nematóides-das-galhas. *Meloidogyne*. Herdabilidade. Correlações.

ABSTRACT

This study aimed to select clones of sweet potato resistant to *Meloidogyne incognita* race 1, *M. incognita* race 4, and two populations of *Meloidogyne* spp. from commercial cultivation of jiló and quiabo, and evaluate the efficiency of the selection method used by the estimation of genetic parameters. Were tested 21 clones of the clonal garden of the University of Brasilia and three cultivars of sweet potato (Brazlândia Branca, Brazlândia Roxa e Amarela). The experiment was conducted in a greenhouse with randomized block design in simple arrangement, with 24 treatments and four replicates for each test (each test corresponded to a population of nematodes). The inoculation of the pathogen was made thirty days after planting the cuttings, and after ninety days, were assessed the following characteristics: average number of egg masses, number of eggs, fresh and dry weight of shoot, and root fresh mass. Nematode resistance levels were defined both by the average number of egg masses and the reproduction factor. The clones 1199, 1202, 1209, 1210, 1216, 1230 and 1231 were identified as resistant to all nematode populations, and were selected to continue the breeding program. In all tests, correlations were observed between the number of egg masses, number of eggs and reproductive factor. The relationship between the coefficients of genetic and environmental variation and broad sense heritability were high for the number of egg masses, the number of eggs and reproduction factor of only one of the populations analyzed (*Meloidogyne* spp. - Jiló), which demonstrates the efficiency of the method employed in the selection of resistant genotypes to this population.

Key-words: *Ipomoea batatas*. Root-knot nematodes. *Meloidogyne*. Heritability. Correlations.

1 – INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma dicotiledônea da família Convolvulaceae, de origem exata desconhecida e controvertida (ZHANG *et al.*, 2000). Comercialmente, é propagada vegetativamente, utilizando-se o plantio de secções de ramas (ramas-semente) ou de raízes. A produção de sementes botânicas por polinização cruzada é possível, mas não apresenta interesse comercial devido ao alto nível de segregação na progênie. No entanto, ela pode ser útil para a conservação de germoplasma em longo prazo (RITSCHER *et al.*, 1999).

A planta apresenta dois tipos de raízes: as de reserva ou tuberosas, que constituem a principal parte de interesse comercial, e as raízes absorventes, responsáveis pela absorção de água e nutrientes do solo (RITSCHER *et al.*, 1999). Estas últimas, em condições normais de cultivo, normalmente apresentam populações altas de nematóides. Dentre eles, pode-se afirmar que a batata-doce é suscetível aos nematóides *Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira, *Pratylenchus* spp., *Ditylenchus destructor* Thorne (JATALA & BRIDGE, 1990) e aos nematóides das galhas *Meloidogyne* spp. (HUANG, *et al.*, 1986). Neste caso, o parasitismo se dá, principalmente, por *M. incognita* (Kofoid e White) Chitwood, 1949, raças 1, 2, 3 e 4, e *M. javanica* (Treub), Chitwood, 1949, nematóides endoparasitas sedentários.

O sintoma característico do ataque de nematóides às raízes das plantas é a formação de galhas. Entretanto, a batata-doce é considerada uma “falsa hospedeira”, já que suas raízes não apresentam esse sintoma. Pode-se apenas notar a presença de inúmeras fêmeas (imperceptíveis a olho nu) e de massas de ovos nas raízes secundárias da planta (CHARCHAR & MIRANDA, 1989; 1990).

Os nematóides formadores de galhas normalmente não causam danos diretos às raízes tuberosas, pois raramente infectam esse tipo de raiz. O prejuízo associado ao ataque desses microrganismos advém da redução na absorção de nutrientes e água pelas raízes, que leva ao desenvolvimento insatisfatório das raízes, resultando em baixa produtividade ou até mesmo na morte da planta (CHARCHAR *et al.*, 1991; CHARCHAR & RITSCHER, 2004).

O controle dos nematóides das galhas em solos infestados é de grande importância para a produção satisfatória de batata-doce, mesmo em áreas com baixas infestações por *Meloidogyne* (DALE, 1971). Diversas medidas de controle podem ser adotadas, e aquelas aplicadas em conjunto resultam em melhores efeitos do que quando isoladas (CAMPOS, 1992; SANTOS & SOUZA, 1996). Todavia, existe ainda, por parte de muitos produtores, a dificuldade de empregar de forma correta algumas dessas medidas. A medida mais comumente utilizada é o controle químico através do uso de nematicidas, porém ela tem se mostrado uma atividade cara e ineficiente, além de ser o método que mais requer cuidados essenciais para ser empregado na redução da população do patógeno, devido aos riscos de contaminação do homem e do ambiente (FREITAS *et al.*, 2001).

O uso de variedades resistentes é uma das principais práticas usadas pelos programas integrados no controle dos nematóides das galhas (TAYLOR & SASSER, 1978). Como principais vantagens do método, pode-se citar o fato de não exigir conhecimentos específicos por parte dos agricultores para seu uso, não oferecer riscos à saúde do homem e ao meio ambiente, diminuir os gastos do agricultor com agrotóxicos, além de todas as outras vantagens que uma cultivar melhorada oferece (FREITAS *et al.*, 2001).

Diversos genótipos vêm sendo avaliados com o objetivo de identificar fontes de resistência, seja para uso como cultivares resistentes, seja para utilização em programas de melhoramento mais complexos (SILVEIRA & MALUF, 1993; AZEVEDO, 1995; SILVEIRA *et al.*, 1997; PEIXOTO *et al.*, 1998; WANDERLEY & SANTOS, 2004). Tem-se verificado que é possível obter fontes de resistência específicas aos nematóides das galhas (SILVEIRA & MALUF, 1993; AZEVEDO, 1995; MASSAROTO *et al.*, 2010; MARCHESE *et al.*, 2010), ou seja, alguns genótipos podem ser resistentes a uma raça ou a uma espécie específica de nematóide, mas não a outras.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar uma coleção de clones de batata-doce quanto aos nematóides-das-galhas. Os objetivos específicos foram: 1) Avaliar a resistência de 24 clones de batata-doce a *Meloidogyne incognita* (raça 1) sob casa de vegetação no Distrito Federal. 2) Avaliar a resistência de 24 clones de batata-doce a *Meloidogyne incognita* (raça 4) sob casa de vegetação no Distrito Federal. 3) Avaliar a resistência de 24 clones de batata-doce a *Meloidogyne* spp. (população hospedeira de quiabo) sob casa de vegetação no Distrito Federal. 4) Avaliar a resistência de 24 clones de batata-doce a *Meloidogyne* spp. (população hospedeira de

jiló) sob casa de vegetação no Distrito Federal. 5) Estimar a herdabilidade, os coeficientes de variação genética, e a relação entre os coeficientes de variação genética e ambiental para todas as características analisadas; 6) Selecionar os clones mais resistentes aos nematóides causadores de galhas para posterior policruzamento.

2 – MATERIAL E MÉTODOS

2.1 – Localização da área experimental

O ensaio foi instalado em uma casa de vegetação da Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília, localizada na Gleba C da área da Universidade, e que está a 1.100 m de altitude, entre as coordenadas 15°44'14"S e 47°52'52"W, próximo ao Lago Paranoá. O clima da região é caracterizado por duas estações típicas; verão chuvoso de outubro a abril e inverno seco de maio a setembro.

2.2 – Obtenção dos clones de batata-doce

Foram utilizados 24 clones de batata-doce, dos quais 21 foram obtidos do jardim clonal da Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB) e três junto à produtores da região do Distrito Federal, os quais foram utilizados como testemunhas. As testemunhas utilizadas foram as cultivares Amarela, Brazlândia Branca e Brazlândia Roxa. Os demais clones foram cedidos à Universidade de Brasília pela Embrapa Hortaliças, e vinham sendo cuidadosamente mantidos na FAL em campos isolados para garantir o vigor e a sanidade dos mesmos. Os genótipos foram cedidos à Embrapa Hortaliças pelo Centro Internacional de la Papa, no Peru, e a Tabela 1 apresenta os acessos e suas respectivas denominações comuns. Os clones que apresentam a indicação 'Avançado' não são cultivares conhecidas, e não possuem nome comum.

Tabela 1. Acessos e denominações dos clones de batata-doce oriundos do Peru.

ACESSO	NOME	ACESSO	NOME
1190	Santo Amaro	1216	VSP-1
1197	Xushu-18	1218	Tainung-66
1198	Ningshu-1	1223	Salyboro
1199	Feng Shu Bai	1225	INA-100-INIA
1200	Jewel	1227	Avançado
1202	IITA-TIB-11	1229	Avançado
1203	NCSU-1560	1230	Avançado
1204	Naveto	1231	Avançado
1206	Tanzânia	1232	Avançado
1209	AVRDC CN 1108-13	1234	Avançado
1210	LO-323		

2.3 – Obtenção, manutenção e preparo do inóculo

O inóculo das raças 1 e 4 da espécie *Meloidogyne incognita* foi cedido pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), e era formado por raízes galhadas e pelo solo do local de onde a planta infectada havia sido retirada. As raízes infectadas foram picadas, e misturadas ao solo contaminado. Em seguida, essa mistura foi usada para inocular plantas de tomateiro (*Solanum lycopersicon*), cujas mudas foram obtidas por meio da semeadura de sementes do grupo Santa Cruz, cultivar Kada Gigante, em bandejas de poliestireno tipo "speedling" com 128 células piramidais invertidas (densidade de 2 sementes/célula), contendo substrato artificial à base de vermiculita e casca de *Pinus* sp. Aos cinco dias após a germinação, foi feito um desbaste deixando uma muda por célula, visando diminuir a concorrência em luz e nutrientes.

Para o transplântio das mudas foram utilizados vasos de barro com capacidade para 6 litros de substrato. O enchimento foi feito manualmente, utilizando-se como substrato solo colhido em local não cultivado e esterilizado em autoclave a 120⁰C por 60 minutos. Após cinco dias do transplântio, foi feita a inoculação das mudas de tomate distribuindo-se uniformemente ao redor do colo de cada muda 100 ml da mistura de solo e raízes com galhas recebidos da UFLA.

Durante a condução das plantas inoculadas foram feitas irrigações diárias, por aspersão, além de adubações em cobertura de 15 em 15 dias, utilizando-se 5 gramas de uréia por vaso. As plantas foram conduzidas em haste única, sendo as desbrotas feitas semanalmente, juntamente com o amarrio, o qual foi feito em estacas de bambú, previamente colocadas dentro dos vasos. Quando necessário, foram feitas pulverizações com fungicidas e inseticidas para o controle de

doenças e pragas. Foram conduzidos três ciclos de multiplicação do inóculo, sendo utilizado como inóculo para os dois ciclos subsequentes as raízes dos tomateiros cultivados no ciclo anterior. Passados os três ciclos de multiplicação do inóculo, os ovos de nematóides foram extraídos e usados na inoculação dos genótipos de batata-doce.

Foram também utilizadas como inóculo raízes galhadas de jiló (*Solanum gilo* Raddi) e de quiabo (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench), cultivados no Núcleo Rural Taquara, uma das maiores regiões produtoras de hortaliças do Distrito Federal, localizado em Planaltina - DF.

O inóculo final foi preparado a partir dessas raízes galhadas de tomateiros, jilós e quiabos, através da extração de ovos de acordo com o método de Hussey & Barker (1973) modificado por Bonetti (1981). As raízes foram lavadas e cortadas em pedaços de aproximadamente 0,5 cm de comprimento e em seguida trituradas em liquidificador por 20 segundos com solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 0,5%. Foram utilizados aproximadamente 400 mL dessa solução para cada sistema radicular. A seguir a suspensão foi vertida em peneira de 150 mesh, sobre peneira de 500 mesh de abertura, sob água corrente, evitando-se sempre o jato d'água diretamente sobre o material. Na primeira peneira ficaram retidos os restos de raízes, enquanto na segunda foram coletados os ovos de nematóides, que foram transferidos para béquers, com o auxílio de uma pisseta com água. Ao final foram feitas três contagens de ovos para cada amostra, fazendo-se a média entre os três dados. Para isso, o material recolhido na peneira foi agitado, de onde se retirou alíquotas de 1 mL, colocando-as em pequenas placas de petri riscadas, procedendo-se à contagem com a ajuda de uma lupa estereoscópica.

2.4 - Instalação do experimento

O experimento foi instalado em bandejas de poliestireno com 72 células de 120 mL cada, contendo substrato artificial à base de vermiculita e casca de *Pinus* sp. Logo após o enchimento das bandejas foi realizado o enterrio das estacas e a identificação das sub-parcelas. As estacas foram colhidas entre as partes mediana e apical de ramas de batata-doce (já que a proximidade da região apical possibilita a confecção de estacas com menor grau de lignificação e com maior conteúdo de auxinas, por ser um conhecido local de síntese desses hormônios (TAIZ & ZEIGER, 2004)), e possuíam aproximadamente 25 cm de comprimento e três a quatro gemas, sendo que uma a duas gemas foram enterradas no substrato (Figura 1).



Figura 1. Experimento instalado em casa de vegetação, para verificação de resistência de 24 clones de batata-doce aos nematóides formadores de galhas. Foto: Danielle C. Kalkmann, 2011.

Para a avaliação da reação dos genótipos à população de nematóides das galhas advinda de quiabos do Núcleo Rural Taquara foi utilizado o delineamento blocos casualizados em arranjo simples, com 24 tratamentos (genótipos), 4 repetições (blocos), e 6 clones de batata-doce/parcela, totalizando 576 plantas analisadas para cada população de nematóide.

Para a avaliação da reação dos genótipos à população de jiló, e às raças 1 e raça 4 de *M. incognita* foi utilizado o delineamento blocos casualizados em arranjo simples, com 24 tratamentos (genótipos), 4 repetições (blocos), e 3 clones de batata-doce/parcela, totalizando 288 plantas analisadas para cada população de nematóide.

2.5 - Inoculação do patógeno

A inoculação foi feita no dia 3 de março de 2011, 28 dias após o plantio das estacas nas bandejas. Foi executada manualmente e cuidadosamente com a ajuda de uma seringa plástica distribuindo-se uniformemente ao redor do colo das plantas a solução contendo os ovos de nematóides (inóculo). A quantidade de ovos inoculados, e a quantidade de solução usada como inóculo de cada população de patógeno estão descritas na Tabela 2.

Durante a condução do experimento foram feitas duas irrigações diárias por aspersão automatizada e uma adubação de cobertura utilizando-se 10g de uréia por bandeja. Não foi necessário realizar controle de pragas.

Tabela 2. Quantidade de ovos de nematóides inoculados em cada planta testada, e quantidade de solução (que continha esses ovos) utilizada na inoculação de cada planta. UnB, Brasília, DF, 2011.

Nematóide	Número de ovos inoculados por planta	Quantidade de solução inoculada por planta (ml)
Quiabo Taquara	4.000	1,5
Jiló	4.400	6,0
Raça 1	4.400	6,0
Raça 4	1.000	6,5

2.6 - Avaliações

Passados 90 dias da inoculação (dia 1º de junho de 2011), as plantas foram retiradas das bandejas para a avaliação dos seguintes parâmetros:

2.6.a - Peso da massa fresca (MFPA) e da massa seca da parte aérea (MSPA)

Após a retirada das plantas das bandejas, a parte aérea foi separada da raiz e submetida à pesagem em balança digital, obtendo-se a massa fresca da parte aérea. Logo em seguida as folhas e caules pesados foram colocados em sacos de papel e deixados em estufa com ar forçado por 72 horas à temperatura de 65°C. Após este período, foi realizada nova pesagem do material em balança digital, obtendo-se a massa seca da parte aérea em gramas.

2.6.b - Número de massas de ovos

As massas de ovos presentes nas raízes de batata-doce foram coloridas de acordo com a técnica de Taylor & Sasser (1978). As raízes foram colocadas em solução aquosa de Floxina B (15,0 mg/litro d'água), permanecendo nessa solução por 15-20 minutos. Esta técnica facilita a visualização das massas de ovos de *Meloidogyne* depositadas pelas fêmeas na superfície das raízes. Após esse tempo, contou-se o número de massas de ovos presentes em cada sistema radicular (Figura 2).



Figura 2. Massas de ovos em raízes absorventes, à esquerda, e em raízes tuberosas, à direita, vistas em lupa estereoscópica. Fotos: Daiane S. Nóbrega, 2011.

2.6.c – Peso da massa fresca da raiz (MFR)

Após a coloração das raízes em Floxina B e quantificação das massas de ovos, as raízes foram pesadas em uma balança digital, obtendo-se o valor do peso da massa fresca das raízes em gramas.

2.6.d – Número de ovos

Todas as raízes presentes na parcela foram juntadas após a contagem das massas de ovos, sendo feita a extração dos ovos do sistema radicular dos clones avaliados de acordo com o método de Hussey & Barker (1973) modificado por Bonetti (1981). Os ovos foram armazenados sob temperatura média de 5°C, em água, dentro de um pequeno recipiente plástico.

Para a quantificação dos ovos, a solução foi diluída com água até atingir 250 mL. Retiraram-se três alíquotas de 1 mL, de onde foram realizadas três contagens com o auxílio de uma lupa (Figura 3), calculando-se a média entre elas. Depois de calculada o número médio de ovos por mL de solução, multiplicou-se o valor encontrado pelo volume de solução, extimando-se o número total de ovos presente na solução.



Figura 3. Ovos de nematóides extraídos de raízes infectadas, vistos em microscópio óptico. Fotos: Daiane S. Nóbrega, 2011.

2.6.e – Fator de Reprodutividade (FR)

Foi calculado através da razão entre o número de ovos inoculados (população inicial) e o número total de ovos contados na avaliação final de cada parcela (população final). Os clones que apresentaram índice de reprodução maior ou igual a 1,0 foram considerados bons hospedeiros de nematóides (suscetíveis). Quando este valor foi inferior a 1,0, considerou-se o clone um hospedeiro ruim (resistente) (OOSTENBRINK, 1966).

2.6.f – Grau de resistência (GR)

Os clones foram classificados quanto à reação aos nematóides com base no número médio de massas de ovos por sistema radicular, segundo Taylor e Sasser (1978), como mostra a Tabela 3 a seguir:

Tabela 3. Classificação do grau de resistência de acordo com o número médio de massas de ovos presentes em cada sistema radicular, segundo Taylor e Sasser (1978). Brasília, DF, 2011.

Massas de ovos/ sistema radicular	Grau de resistência
0 a 1,9	Resistente (R)
2,0 a 2,9	Moderadamente resistente (MR)
3,0 a 3,9	Moderadamente Suscetível (MS)
4,0 a 5,0	Suscetível (S)

2.6.g – Análise estatística

Todos os dados foram transformados por raiz quadrada de $X + 0,5$, para atender à pressuposição de normalidade de distribuição, e submetidos à análise de variância, com exceção do grau de resistência, utilizando-se para o teste de F, os níveis de 5% e 1% de probabilidade. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Todas essas análises foram realizadas com o auxílio do *software* SISVAR (FERREIRA, 2000).

As análises de correlação linear (Pearson) foram feitas com o auxílio do *software* GENES (CRUZ, 1997), entre todas as variáveis, e basearam-se na significância de seus coeficientes. A classificação de intensidade da correlação para $p \leq 0,01$ foi: muito forte ($r \pm 0,91$ a $\pm 1,00$), forte ($r \pm 0,71$ a $\pm 0,9$), média ($r \pm 0,51$ a $\pm 0,70$) e fraca ($r \pm 0,31$ a $\pm 0,50$) (CARVALHO *et al.*, 2004). Foi estimada a herdabilidade no sentido amplo (h_a^2), o coeficiente de variação genético (CV_g) e a relação entre o coeficiente de variação genético e ambiental (CV_g/CV_e). Todas essas operações foram realizadas utilizando-se o aplicativo GENES (CRUZ, 1997).

3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas entre os clones, pelo teste F, para as características: número de massas de ovos (MASOV) (Anexo Z), número médio de ovos (NUMOV) (Anexo W), fator de reprodução (FR)(Anexo Y), massa fresca da parte aérea (MFPA) (Anexo U), massa seca da parte aérea (MSPA) (Anexo X) e massa fresca da raiz (MFR) (Anexo V). Foram observados genótipos nas diversas classes de resistência ou suscetibilidade, ou seja, desde genótipos resistentes até genótipos suscetíveis a *Meloidogyne incognita* raça 1 (Tabela 4), mostrando a grande variabilidade genética encontrada na cultura da batata-doce (OLIVEIRA *et al.*, 2002; RITSCHER & HUAMÁN, 2002).

Houve variabilidade entre os clones quanto ao número médio de massas de ovos, e os clones que apresentaram a maior quantidade de massas foram o 1234 e o 1204, sendo classificados como suscetíveis à raça 1 de *Meloidogyne incognita* (Tabela 4). Dos 24 materiais analisados, nove foram classificados como resistentes (37,5%), de acordo com o número médio de massas de ovos encontrados nas raízes. Nenhuma cultivar usada como testemunha foi classificada como resistente. Apenas a Amarela foi considerada moderadamente resistente, e as outras duas mostraram-se suscetíveis (Tabela 4). Neste trabalho o número médio de massas de ovos variou entre 0,00 e 68,75, amplitude maior que a observada por Massaroto *et al.* (2010), onde os índices médios de massas de ovos variaram de 1,12 a 3,83, o que equivale a uma variação de 0 a 15 massas de ovos.

Observou-se, também, que o número médio de massas de ovos correlacionou-se de maneira muito forte ao número médio de ovos e ao índice de reprodução de *Meloidogyne incognita* raça 1 (Tabela 5). O coeficiente de variação experimental apresentado por essa característica foi bastante alto (64,59%), não estando dentro da faixa desejável, mas normal para a cultura da batata-doce, ainda mais se considerarmos que o ensaio baseia-se no desempenho reprodutivo de microrganismos.

Os materiais também se diferenciaram, a 1% de probabilidade, quanto ao número médio de ovos encontrados nas raízes da parcela. O genótipo 1199 e a cultivar Amarela apresentaram os menores números de ovos por parcela. Já os clones 1234 e 1204 apresentaram o maior número médio de ovos de nematóides (Tabela 4). Apesar de as médias de massas de ovos estarem correlacionadas de maneira muito forte ao número de ovos (Tabela 5), esse último dado não

refletiu, em todos os clones o mesmo grau de resistência representado pelos dados de massas de ovos: a cultivar Amarela, por exemplo, classificada como moderadamente resistente de acordo com o número médio de massas de ovos nas raízes, foi a que apresentou o menor número médio de ovos, não se diferenciando do clone 1199, classificado como resistente. O número médio de ovos também se correlacionou de forma muito forte ao índice de reprodução dos nematóides. Além disso, o coeficiente de variação (CV) experimental para essa característica mostrou-se bastante alto, indicando certa imprecisão nesse dado. Mesmo sendo normal a presença de coeficientes de variação experimental altos (entre 40 e 60%) em estudos da cultura da batata-doce (CARDOSO *et al.*, 2005; QUEIROGA *et al.*, 2007; GONÇALVES NETO, 2010), essa magnitude não é desejada em ensaios desse porte.

Segundo o critério citado por Oostenbrink (1966), os clones 1234 e 1204 foram os que apresentaram os maiores fatores de reprodução, e 18 clones, ou 75% dos genótipos testados foram considerados resistentes à raça 1 de *Meloidogyne incognita*, com fator de reprodução igual ou abaixo de 1,0 (Tabela 4). Esta alta frequência de materiais resistentes à raça 1 de *M. incognita* era esperada, uma vez que Azevedo (1995), ao testar a resistência de clones de batata-doce a *M. javanica* e às raças 1, 2, 3 e 4 de *M. incognita*, obteve um grande número de materiais resistentes ao *M. javanica* e às raças 1, 3 e 4 de *M. incognita* e verificou maior dificuldade de seleção para resistência à raça 2 de *M. incognita*. Pelo mesmo critério de Oostenbrink (1966), Marchese *et al.* (2010) classificaram como resistentes 45,97% dos genótipos testados.

Nos testes realizados na Embrapa Hortaliças no período de 1989-2000, verificou-se que a cultivar Brazlândia Roxa, tradicionalmente cultivada incluída como acesso do BAG de batata-doce apresentou resistência a todas as espécies e raças de nematóides, enquanto que ‘Brazlândia Branca’, ‘Brazlândia Rosada’ e ‘Coquinho’ foram suscetíveis principalmente as espécies *M. incognita* e *M. javanica* (CHARCHAR & MIRANDA, 1989; 1990; CHARCHAR *et al.*, 1991). Todas as cultivares usadas como testemunhas classificadas pelo método de Oostenbrink (1966) foram consideradas resistentes a *M. incognita* raça 1, diferindo, também, no caso da cultivar Brazlândia Branca, dos dados encontrados por Silveira & Maluf (1993), Charchar & Ritschel (2004) e Marchese *et al.* (2010), onde essa cultivar foi classificada como suscetível. No entanto, esses autores utilizaram o método de classificação proposto por Taylor e Sasser (1978), pelo qual a cultivar Brazlândia Branca também seria classificada, neste trabalho, como suscetível.

Tabela 4. Número médio de massas de ovos (MASOV), grau de resistência baseado no número médio de massas de ovos (GR), número médio de ovos (NUMOV), fator de reprodutividade (FR), grau de resistência baseado no valor do fator de reprodutividade (GRF), média da massa fresca da parte aérea em g (MFPA), média da massa seca da parte aérea em g (MSPA) e massa fresca média das raízes em g (MFR) avaliados em 24 clones de batata-doce, 90 dias após a inoculação com *Meloidogyne incognita* raça 1. UnB, Brasília, DF, 2011.

GENÓTIPO	MASOV**	GR	NUMOV**	FR**	GRF	MFPA**	MSPA**	MFR*
1200	0.000 a	R	175.00 ab	0.040 a	R	33.455 bcde	3.403 abc	6.153 ab
1210	0.000 a	R	200.00 ab	0.046 a	R	14.305 abcde	1.160 ab	4.215 ab
1199	0.083 a	R	25.00 a	0.006 a	R	31.688 bcde	3.463 abc	6.558 ab
1229	0.250 a	R	1025.00 ab	0.233 a	R	34.820 cde	4.710 bc	8.153 ab
1230	0.333 a	R	150.00 ab	0.034 a	R	32.550 bcde	3.465 abc	5.940 ab
1202	0.583 a	R	350.00 ab	0.080 a	R	35.405 de	2.838 abc	5.278 ab
1231	1.209 a	R	350.00 ab	0.080 a	R	34.710 bcde	4.683 bc	4.033 ab
1216	1.333 a	R	150.00 ab	0.034 a	R	34.558 de	3.590 abc	8.558 ab
1209	1.500 a	R	325.00 ab	0.074 a	R	36.143 de	4.883 bc	5.543 ab
1227	2.583 a	MR	800.00 ab	0.182 a	R	28.220 abcde	3.353 abc	3.523 ab
Amarela	2.625 a	MR	100.00 a	0.023 a	R	8.443 a	0.967 ab	1.150 a
Brazlândia Branca	5.000 a	S	500.00 ab	0.114 a	R	9.250 ab	0.373 a	2.643 ab
1223	5.083 a	S	475.00 ab	0.108 a	R	20.303 abcde	2.040 abc	3.600 ab
1197	8.667 ab	S	2200.00 abc	0.500 a	R	25.338 abcde	2.815 abc	3.913 ab
1203	10.417 ab	S	4650.00 abcd	1.057 ab	S	30.260 abcde	3.448 abc	6.545 ab
1198	11.250 a	S	1125.00 ab	0.256 a	R	16.378 abcde	1.398 ab	2.518 ab
1206	12.167 ab	S	2825.00 abcd	0.642 ab	R	35.105 de	5.738 c	7.323 ab
1232	12.792 ab	S	3650.00 abcd	0.829 ab	R	32.980 bcde	4.758 bc	8.513 ab
1218	15.167 ab	S	6650.00 abcd	1.512 ab	S	39.813 e	4.795 bc	4.878 ab
Brazlândia Roxa	21.375 ab	S	2225.00 abcd	0.506 a	R	10.040 abc	0.715 a	1.423 ab
1190	29.000 ab	S	10025.00 bcd	2.278 ab	S	15.255 abcde	1.473 ab	18.818 b
1225	33.958 ab	S	6025.00 abcd	1.369 ab	S	18.230 abcde	1.485 ab	3.373 ab
1234	59.750 b	S	16900.00 cd	3.841 b	S	12.328 abcd	1.195 ab	2.025 ab
1204	68.750 b	S	16275.00 d	3.699 b	S	18.793 abcde	1.428 ab	7.315 ab
CV%	64.59		76.36	24.96		19.88	19.79	31.52

** Significativo a 1% pelo teste F. * Significativo a 5% pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste "Tukey", em nível de 5% ou 1% de probabilidade.

Pelo método de classificação de resistência proposto por Oostenbrink (1966), a cultivar Brazlândia Roxa confirmou a resistência a nematóides encontrada por Charchar & Miranda (1989; 1990), Charchar *et al.* (1991), Charchar & Ritschel (2004) e Massaroto (2008). No entanto, pelo outro método utilizado (baseado no número de massas de ovos) essa cultivar foi classificada como suscetível, colaborando com o estudo de Silveira e Maluf (1993), que verificaram que esta cultivar apresenta resistência somente à *M. javanica*. Estes autores, avaliando o número de massas de ovos no sistema radicular da cultivar, verificaram que ela é

moderadamente susceptível à raça 3 de *M. incognita* e susceptível às raças 1, 2 e 4. Segundo outro critério de avaliação da reprodução de nematóides, estabelecido por Taylor (1967), Marchese *et al.* (2010) verificou, entretanto, que a cultivar Brazlândia Roxa foi considerada moderadamente resistente.

No caso da cultivar Amarela, a classificação baseada no número de massas de ovos encontrada por Charchar & Ritschel (2004) foi a de altamente suscetível. No entanto, com esse mesmo critério a classificação deste trabalho foi de moderadamente resistente (Tabela 4). Pelo método de Oostenbrink (1966) o dado foi ainda mais discrepante, pois a cultivar foi considerada resistente.

Na comparação dos dois critérios, não se observou total coerência entre os dados, mas estudos têm demonstrado que ambos são eficientes para a identificação e seleção de materiais genéticos com resistência a nematóides. Porém, é evidente que, em razão do número de massa de ovos proporcionar maior distribuição de classes distintas – Resistente, Moderadamente Resistente e Suscetível –, acaba por ser mais rigoroso na seleção dos materiais resistentes, gerando maior flexibilidade para estabelecer um ponto de truncagem dos genótipos a serem selecionados como resistentes (MARCHESE *et al.*, 2010).

Houve grande variabilidade entre os materiais quanto à massa fresca da parte aérea. O clone que se mostrou menos vigoroso foi a cultivar Amarela, e o mais vigoroso foi o 1218 (Tabela 4). Dados da correlação linear de Pearson (Tabela 5) indicaram que a massa fresca da parte aérea está positivamente e fortemente correlacionada à massa seca da parte aérea. No caso desta última, os dados também se diferenciaram entre si, sendo que Brazlândia Branca e Brazlândia Roxa apresentaram as menores massas médias. A maior massa seca da parte aérea foi observada no clone 1206 (Tabela 4).

A massa fresca da raiz não apresentou grande variabilidade entre os genótipos avaliados. A menor massa foi verificada na cultivar Amarela, e a maior massa foi encontrada no clone 1190 (Tabela 4). Não pode ser verificada nenhuma relação entre a massa fresca da raiz e da parte aérea com a resistência ou suscetibilidade a nematóides. Tampouco o crescimento radicular demonstrou ser afetado significativamente pelo ataque de *Meloidogyne incognita* raça 1.

Tabela 5. Matriz de correlação linear (Pearson) entre caracteres de batata-doce obtidos em ensaio com 24 clones visando resistência a *Meloidogyne incognita* raça 1. UnB, Brasília, DF, 2011.

	MFPA	MFR	MSPA	MASOV	NUMOV	FR
MFPA	1.000	-	-	-	-	-
MFR	0.323	1.000	-	-	-	-
MSPA	0.937**	0.312	1.000	-	-	-
MASOV	-0.393	0.079	-0.371	1.000	-	-
NUMOV	-0.242	0.247	-0.223	0.948**	1.000	-
FR	-0.243	0.247	-0.223	0.948**	1.000**	1.000

MASOV: número médio de massas de ovos; NUMOV: número médio de ovos; FR: fator de reprodutividade; MFPA: média da massa fresca da parte aérea; MSPA: média da massa seca da parte aérea; MFR: massa fresca média das raízes.
(**) – valores com dois asteriscos são significativos a 1% de probabilidade pelo teste t

A herdabilidade expressa a confiabilidade do valor fenotípico como indicação do valor genético; ou seja, é o grau de correspondência entre o valor fenotípico e o valor genético. Desta forma, verificou-se que 73,08% da variação fenotípica para a massa fresca da parte aérea e 76,66% da variação fenotípica da massa seca da parte aérea são de origem genética, e o restante advém de influências ambientais (Tabela 6).

No caso do número médio de massas de ovos, do número médio de ovos, e do fator de reprodução, as herdabilidades também foram altas (66,57%, 67,13% e 67,10% respectivamente). E a herdabilidade para a característica massa fresca da raiz foi a menor encontrada (14,06%), sendo uma característica pouco herdável (BOURDON, 1997).

Tabela 6. Estimativas da herdabilidade no sentido amplo (h_a^2), coeficiente de variação genético (CV_g) e razão entre coeficiente de variação genético e ambiental (CV_g/CV_e) em características de clones de batata-doce, considerando-se a inoculação de *M. incognita* raça 1. UnB, Brasília, DF, 2011.

PARÂMETROS	MFPA	MFR	MSPA	MASOV	NUMOV	FR
h_a^2 (%)	73.08	14.06	76.66	66.57	67.13	67.10
CV_g (%)	36.85	25.70	51.05	119.69	127.51	127.52
CV_g/CV_e	0.82	0.20	0.91	0.71	0.71	0.71

MASOV: número médio de massas de ovos; NUMOV: número médio de ovos; FR: fator de reprodutividade; MFPA: média da massa fresca da parte aérea; MSPA: média da massa seca da parte aérea; MFR: massa fresca média das raízes.

Apesar das características analisadas terem apresentado relações entre CV_g/CV_e próximas a 1,0 (com exceção da massa fresca da raiz), em nenhum caso esse dado superou esse valor (Tabela 6). Isso se deve à superioridade do coeficiente de variação ambiental, em relação ao coeficiente de variação genética. Esse fato pode não favorecer a seleção para esses caracteres, e indica que as condições ambientais podem ter sido desfavoráveis e/ou existe pouca variabilidade

genética nessa população para esses caracteres. O emprego de métodos alternativos mais eficientes de inoculação do patógeno talvez pudesse maximizar a eficiência do processo de seleção.

Quanto a *Meloidogyne incognita* raça 4 também foram constatados desde genótipos resistentes até genótipos suscetíveis. Dos 24 clones testados para resistência a esse patógeno, 16 (66,67%) podem ser considerados resistentes, de acordo com o número de massas de ovos presentes nas raízes de batata-doce. Foram ainda encontrados três clones moderadamente resistentes (Brazlândia Roxa, 1225 e 1223), um moderadamente suscetível (1190), e quatro clones suscetíveis (Tabela 7). Diferentemente dos resultados encontrados por Huang *et al.* (1986) e Charchar & Ritschel (2004), em que a cultivar Brazlândia Roxa apresentava forte resistência a *M. incognita* raça 4, a cultivar apresentou resistência moderada neste trabalho, segundo o método de classificação proposto por Taylor & Sasser (1978)

A cultivar Brazlândia Branca mais uma vez apresentou resistência, diferindo de CHARCHAR & MIRANDA (1989,1990) e CHARCHAR *et al.* (1991), que consideraram essa cultivar suscetível às espécies *M. incognita* e *M. javanica*. A cultivar Amarela também foi considerada resistente, não existindo dados comparativos de resistência dessa cultivar a *M. incognita* raça 4. Assim como no ensaio para resistência a *M. incognita* raça 1, o coeficiente de variação experimental (CV) para essa característica também foi alto (69,26%). Dados de correlação de Pearson ainda indicaram que essa característica foi correlacionada de maneira muito forte ao número médio de ovos (0,916) e ao fator de reprodução (0,916) dos nematóides (Tabela 8).

Quanto ao número médio de ovos presentes nas raízes, também houve grande variabilidade entre os materiais avaliados, e os genótipos 1234 e 1204 foram os que apresentaram maior número de ovos (Tabela 7). Percebe-se pelos dados que aqueles materiais que apresentaram um número menor de massas não necessariamente demonstraram um menor número de ovos. Isso porque a presença de nematóides habitando a rizosfera das plantas não garante que esses estejam se reproduzindo no local e que venham a efetivamente colocar os ovos em massas nas raízes das plantas. Podem ser encontrados ovos nas raízes secundárias das plantas sem que necessariamente existam massas de ovos aderidas a elas.

Tabela 7. Número médio de massas de ovos (MASOV), grau de resistência baseado no número médio de massas de ovos (GR), número médio de ovos (NUMOV), fator de reprodutividade (FR), grau de resistência baseado no valor do fator de reprodutividade (GRF), média da massa fresca da parte aérea em g (MFPA), média da massa seca da parte aérea em g (MSPA) e massa fresca média das raízes em g (MFR) avaliados em 24 clones de batata-doce, 90 dias após a inoculação com *Meloidogyne incognita* raça 4. UnB, Brasília, DF, 2011.

GENÓTIPO	MASOV**	GR	NUMOV**	FR**	GRF	MFPA**	MSPA**	MFR**
1203	0.000 a	R	125.000abc	0.125 abc	R	20.618 ab	2.928 abc	3.445 ab
1227	0.000 a	R	350.00 abc	0.350 abc	R	23.053 ab	4.400 c	2.883 ab
1202	0.083 a	R	0.00 a	0.000 a	R	16.148 ab	2.238 abc	2.448 ab
1231	0.083 a	R	75.00 abc	0.075 ab	R	26.635 ab	4.815 c	3.560 ab
1229	0.083 a	R	200.00 abc	0.200 abc	R	31.755 b	3.905 abc	7.790 b
Amarela	0.125 a	R	0.00 a	0.000 a	R	7.203 a	0.293 a	1.085 a
1199	0.125 a	R	75.00 a	0.075 abc	R	19.730 ab	2.148 abc	2.645 ab
1209	0.167 a	R	50.00 a	0.050 ab	R	20.430 ab	3.798 abc	2.540 ab
1200	0.167 a	R	325.00 abc	0.325 abc	R	26.940 ab	4.150 bc	2.760 ab
1230	0.167 a	R	50.00 a	0.050 ab	R	19.165 ab	2.968 abc	3.865 ab
Brazlândia Branca	0.250 a	R	75.00 ab	0.075 abc	R	5.503 a	0.540 ab	0.673 a
1198	0.250 a	R	175.00 abc	0.175 abc	R	22.085 ab	3.113 abc	5.143 ab
1216	0.417 a	R	725.00 abc	0.725 abc	R	21.253 ab	2.283 abc	3.330 ab
1210	0.542 a	R	125.00 ab	0.125 abc	R	12.153 ab	1.060 abc	5.415 ab
1218	0.833 a	R	175.00 abc	0.175 abc	R	27.983 ab	3.618 abc	2.450 ab
1197	1.625 a	R	400.00 abc	0.400 abc	R	16.660 ab	1.973 abc	2.828 ab
Brazlândia Roxa	2.083 a	MR	325.00 abc	0.325 abc	R	24.455 ab	2.900 abc	1.030 a
1225	2.167 a	MR	175.00 ab	0.175 abc	R	19.765 ab	3.343 abc	2.583 ab
1223	2.500 a	MR	75.00 a	0.075 abc	R	16.178 ab	1.348 abc	1.538 a
1190	3.958 ab	MS	450.00 abc	0.450 abc	R	14.158 ab	1.883 abc	2.663 ab
1206	5.792 ab	S	125.00 ab	0.125 abc	R	21.483 ab	2.583 abc	2.438 ab
1232	6.417 ab	S	400.00 abc	0.400 abc	R	23.220 ab	2.888 abc	4.675 ab
1234	13.167 ab	S	2325.00 c	2.325 c	S	13.713 ab	2.018 abc	4.335 ab
1204	31.167 b	S	2975.00 bc	2.975 bc	S	8.453 ab	1.070 abc	2.605 ab
CV%	69.26		105.40	24,04		24.85	20.54	24.08

** Significativo a 1% pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste “Tukey”, em nível de 1% de probabilidade.

Houve também diferença significativa entre clones para o fator de reprodução. No entanto, de acordo com a classificação proposta por Oostenbrink (1966), apenas dois clones foram considerados suscetíveis: 1234 e 1204 (Tabela 7). Pelo método de classificação de resistência proposto por Oostenbrink (1966), a cultivar Brazlândia Roxa confirmou a resistência a nematóides encontrada por Charchar & Miranda (1989; 1990), Charchar *et al.* (1991), Silveira *et al.* (1997) e Charchar & Ritschel (2004). E a cultivar Brazlândia Branca mais uma vez apresentou resultados diferentes de Charchar & Miranda (1989; 1990) e Charchar *et al.* (1991), por

apresentar resistência a *M. incognita* raça 4.

A cultivar Amarela foi a que apresentou menor massa fresca da parte aérea, menor massa seca da parte aérea e também a menor massa fresca de raízes (Tabela 7). Mais uma vez foi verificada grande variabilidade entre os materiais para essas características, e verificou-se que a massa fresca da parte aérea correlacionou-se de maneira muito forte à massa seca da parte aérea e fracamente à massa fresca da raiz (Tabela 8).

Tabela 8. Matriz de correlação linear (Pearson) entre caracteres de batata-doce obtidos em ensaio com 24 clones visando resistência a *Meloidogyne incognita* raça 4. UnB, Brasília, DF, 2011.

	MFPA	MFR	MSPA	MASOV	NUMOV	FR
MFPA	1.000	-	-	-	-	-
MFR	0.452*	1.000	-	-	-	-
MSPA	0.903**	0.385	1.000	-	-	-
MASOV	-0.345	-0.008	-0.282	1.000	-	-
NUMOV	-0.308	0.078	-0.240	0.916**	1.000	-
FR	-0.308	0.078	-0.240	0.916**	1.000	1.000

MASOV: número médio de massas de ovos; NUMOV: número médio de ovos; FR: fator de reprodutividade; MFPA: média da massa fresca da parte aérea; MSPA: média da massa seca da parte aérea; MFR: massa fresca média das raízes.

(**) – valores com dois asteriscos são significativos a 1% de probabilidade pelo teste t

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

Com exceção do número de ovos e do fator de reprodução (média herdabilidade), as estimativas de herdabilidade no sentido amplo para as características analisadas foram consideradas altas, apresentando porcentuais acima de 40% (BOURDON, 1997). As relações entre os coeficientes de variação genético e ambiental, entretanto, apresentaram-se bastante baixos (Tabela 9), indicando que a maior parte da variação foi de origem ambiental, e não genética, o que desfavorece o uso da seleção como melhoramento dessa população para resistência a *M. incognita* raça 4.

Tabela 9. Estimativas da herdabilidade no sentido amplo (h_a^2), coeficiente de variação genético (CV_g) e razão entre coeficiente de variação genético e ambiental (CV_g/CV_e) em características de clones de batata-doce, considerando-se a inoculação de *M. incognita* raça 4. UnB, Brasília, DF, 2011.

PARÂMETROS	MFPA	MFR	MSPA	MASOV	NUMOV	FR
h_a^2 (%)	46.55	53.24	54.55	53.55	38.08	38.08
CV_g (%)	24.29	37.53	35.12	163.46	108.82	108.82
CV_g/CV_e	0.47	0.53	0.55	0.54	0.39	0.39

MASOV: número médio de massas de ovos; NUMOV: número médio de ovos; FR: fator de reprodutividade; MFPA: média da massa fresca da parte aérea; MSPA: média da massa seca da parte aérea; MFR: massa fresca média das raízes.

Avaliando-se as mesmas características após a inoculação com uma população de *Meloidogyne* spp., retirada de plantas de jiló (*Solanum gilo* Raddi), verificou-se que, de acordo com o número de massas de ovos, pode-se identificar 13 clones resistentes (54,17%), 3 moderadamente resistentes, um moderadamente suscetível, e 7 suscetíveis. Os genótipos considerados resistentes foram as cultivares Brazlândia Roxa e Brazlândia Branca, e os acessos 1199, 1210, 1198, 1229, 1202, 1216, 1230, 1231, 1218, 1229 e 1209 (Tabela 10). Wanderley & Santos (2004), estudando a resistência de trinta e cinco cultivares de batata-doce a *M. incognita*, encontraram resistência em quinze genótipos (42,86%). Peixoto *et al.* (1998) avaliaram setenta cultivares de batata-doce a *M. incognita* e *M. javanica*, encontrando diversos níveis de resistência, sendo que apenas vinte e um dos genótipos avaliados (30,00%) foram resistentes às duas espécies ao mesmo tempo. A resistência da cultivar Brazlândia Roxa está de acordo com dados encontrados por Huang *et al.* (1986) e Charchar & Ritschel (2004). Já Brazlândia Branca mais uma vez diferiu dos dados de CHARCHAR & MIRANDA (1989,1990) e CHARCHAR *et al.* (1991), apresentando-se resistente à população de nematóides estudada. Mais uma vez foi constatada correlação linear muito forte entre a média de massas de ovos e o número de ovos (0,940), e entre o número de massas de ovos e o fator de reprodução (0,940) (Tabela 11).

Houve diferença significativa entre os materiais para o número médio de ovos (a 1% de probabilidade), e os clones 1234 e 1204 foram novamente os que apresentaram o maior número de ovos no sistema radicular (Tabela 10). Segundo dados da correlação linear de Pearson, essa característica está correlacionada de maneira muito forte ao fator de reprodução dos nematóides da população analisada (Tabela 11).

Segundo a análise do grau de resistência por meio do fator de reprodução apenas um clone (1234) foi caracterizado como suscetível (Tabela 10). Os demais clones apresentaram diferenças significativas entre si para o fator de reprodução, mas ainda assim todos puderam ser considerados maus hospedeiros de nematóides pelo método proposto por Oostenbrink (1966).

Tabela 10. Número médio de massas de ovos (MASOV), grau de resistência baseado no número médio de massas de ovos (GR), número médio de ovos (NUMOV), fator de reprodutividade (FR), grau de resistência baseado no valor do fator de reprodutividade (GRF), média da massa fresca da parte aérea em g (MFPA), média da massa seca da parte aérea em g (MSPA) e massa fresca média das raízes em g (MFR) avaliados em 24 clones de batata-doce, 90 dias após a inoculação com uma população de *Meloidogyne* spp., retirada de raízes galhadas de jiló. UnB, Brasília, DF, 2011.

GENÓTIPO	MASOV**	GR	NUMOV**	FR**	GRF	MFPA**	MSPA**	MFR**
Brazlândia Branca	0.000 a	R	0.00 a	0.000 a	R	1.273 a	0.697 a	0.563 a
1199	0.167 a	R	100.00 a	0.023 a	R	15.013 abc	2.248 ab	2.433 abc
1210	0.250 a	R	16.67 a	0.004 a	R	9.273 abc	0.763 a	1.638 ab
1198	0.250 a	R	83.33 a	0.019 a	R	14.538 abc	1.950 ab	3.795 abcd
1229	0.417 a	R	466.67 ab	0.106 ab	R	34.460 c	6.993 b	7.955 d
1202	0.583 a	R	183.33 a	0.042 ab	R	25.235 bc	3.685 ab	3.685 abcd
1216	0.625 a	R	66.67 a	0.015 a	R	12.505 abc	1.923 ab	2.723 abc
1230	0.667 a	R	350.00 ab	0.080 ab	R	26.453 bc	3.745 ab	7.063 cd
Brazlândia Roxa	0.889 a	R	66.92 a	0.015 a	R	6.707 abc	0.860 a	0.553 a
1218	1.000 a	R	216.67 a	0.049 ab	R	25.975 bc	3.905 ab	2.613 abc
1231	1.084 a	R	50.00 a	0.011 a	R	21.958 bc	3.248 ab	4.825 bcd
1227	1.084 a	R	400.00 ab	0.091 ab	R	9.053 abc	0.577 a	2.620 abc
1209	1.667 a	R	233.33 a	0.053 ab	R	18.703 abc	3.868 ab	3.935 abcd
1232	2.083 a	MR	116.67 a	0.026 a	R	13.575 abc	1.495 ab	1.153 ab
Amarela	2.500 a	MR	1233.33 ab	0.280 ab	R	11.578 abc	1.973 ab	2.257 ab
1197	2.583 a	MR	316.67 ab	0.072 ab	R	4.213 ab	1.113 a	3.535abcd
1200	3.333 a	MS	1350.00	0.307 ab	R	18.968 abc	3.163 ab	4.948 bcd
1206	4.834 a	S	466.67 ab	0.106 ab	R	23.830 bc	3.658 ab	4.503 bcd
1190	8.333 ab	S	616.67ab	0.140 ab	R	13.383 abc	1.830 ab	3.405abcd
1225	10.375 ab	S	1783.33ab	0.406ab	R	9.463 abc	1.168 a	1.815 ab
1203	10.958 a	S	750.00 ab	0.170 ab	R	20.758 abc	3.993 ab	4.828 bcd
1223	11.375 ab	S	883.33 ab	0.201 ab	R	17.945 abc	2.668 ab	3.025 abcd
1204	25.167 bc	S	2883.33 bc	0.656 b	R	18.858 abc	3.730 ab	3.998 abcd
1234	40.042 c	S	7383.33 c	1.678 c	S	12.873 abc	1.960 ab	3.195 abcd
CV%	45.31		69.12	9.20		29.56	25.04	19.12

** Significativo a 1% pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste "Tukey", em nível de 1% de probabilidade.

Também foi verificada ampla variabilidade dos clones para as características de massa de raiz e massa de parte aérea. Brazlândia Branca apresentou o menor valor de massa fresca da parte aérea, e, também de massa seca da parte aérea (juntamente a outros genótipos neste caso). Tanto Brazlândia Branca quanto Brazlândia Roxa apresentaram as menores massas de raiz (Tabela 10). Verificou-se, ainda, que a massa fresca da parte aérea correlacionou-se de maneira positiva e forte com a massa fresca das raízes, e de maneira muito forte com a massa seca da parte aérea. Já

a massa fresca das raízes apresentou correlação forte com a massa seca da parte aérea (Tabela 11).

Tabela 11. Matriz de correlação linear (Pearson) entre caracteres de batata-doce obtidos em ensaio com 24 clones visando resistência a *Meloidogyne* spp. advinda de raízes de jiló. UnB, Brasília, DF, 2011.

	MFPA	MFR	MSPA	MASOV	NUMOV	FR
MFPA	1.000	-	-	-	-	-
MFR	0.795**	1.000	-	-	-	-
MSPA	0.944**	0.827**	1.000	-	-	-
MASOV	-0.024	0.035	0.031	1.000	-	-
NUMOV	-0.039	0.037	-0.003	0.940**	1.000	-
FR	-0.039	0.038	-0.003	0.940**	1.000**	1.000

(**) – valores com dois asteriscos são significativos a 1% de probabilidade pelo teste t

Com exceção da massa fresca da parte aérea e da massa seca da parte aérea, as demais características apresentaram altos percentuais de herdabilidade, sugerindo que a maior parte da variabilidade apresentada pela batata-doce para essas características é de origem genética. As maiores herdabilidades foram verificadas para número médio de massas de ovos (88,41%), número médio de ovos (85,74%) e fator de reprodutividade (85,73%) (Tabela 12). Os coeficientes de variação genética também foram bastante altos para estas últimas características, e a relação CV_g/CV_e foi superior a 1,0 em todas elas, o que indica alta variabilidade da população para número médio de massas de ovos e de ovos, e para o fator de reprodução, configurando uma situação favorável à seleção de clones resistentes à *Meloidogyne* spp.

Tabela 12. Estimativas da herdabilidade no sentido amplo (h_a^2), coeficiente de variação genético (CV_g) e razão entre coeficiente de variação genético e ambiental (CV_g/CV_e) em características de clones de batata-doce, considerando-se a inoculação de *Meloidogyne* spp. advinda da cultura de jiló do Núcleo Rural Taquara. UnB, Brasília, DF, 2011.

PARÂMETROS	MFPA	MFR	MSPA	MASOV	NUMOV	FR
h_a^2 (%)	50.18	77.68	54.10	88.41	85.74	85.73
CV_g (%)	35.74	48.19	45.33	162.57	172.45	171.15
CV_g/CV_e	0.50	0.93	0.54	1.38	1.23	1.23

MASOV: número médio de massas de ovos; NUMOV: número médio de ovos; FR: fator de reprodutividade; MFPA: média da massa fresca da parte aérea; MSPA: média da massa seca da parte aérea; MFR: massa fresca média das raízes.

Na avaliação de características dos 24 clones de batata-doce após a inoculação com uma população de *Meloidogyne* spp. proveniente de uma cultura de quiabo, não observou-se grande variabilidade entre os clones para o número médio de massas de ovos (Tabela 13). Apenas o clone 1229 diferenciou-se dos demais, e também foi o único considerado suscetível. Portanto,

95,83% do genótipos apresentaram resistência a essa população de nematóides. O coeficiente de variação experimental para essa característica também foi baixo (24,90%), indicando boa precisão experimental. A massa de ovos também apresentou correlação forte com o número de ovos (0,891) e com o fator de reprodutividade (0,892) (Tabela 14).

Tabela 13. Número médio de massas de ovos (MASOV), grau de resistência baseado no número médio de massas de ovos (GR), número médio de ovos (NUMOV), fator de reprodutividade (FR), grau de resistência baseado no valor do fator de reprodutividade (GRF), média da massa fresca da parte aérea em g (MFPA), média da massa seca da parte aérea em g (MSPA) e massa fresca média das raízes em g (MFR) avaliados em 24 clones de batata-doce, 90 dias após a inoculação com uma população de *Meloidogyne* spp., retirada de raízes galhadas de quiabo. UnB, Brasília, DF, 2011.

GENÓTIPO	MASOV**	GR	NUMOV**	FR**	GRF	MFPA**	MSPA**	MFR**
Brazlândia Roxa	0.000 a	R	0.00 a	0.000 a	R	0.510 a	0.080 a	2.890 a
1209	0.000 a	R	0.00 a	0.000 a	R	10.935 bcd	9.183 bcd	72.883 cde
1200	0.000 a	R	33.33a	0.008 a	R	14.988 cd	15.963 d	108.293 e
1218	0.000 a	R	33.33 a	0.008 a	R	7.713 abc	11.325 cd	69.108 cde
1199	0.042 a	R	0.00 a	0.000 a	R	9.883 bcd	6.647 bcd	39.950 bcde
1198	0.042 a	R	50.00 a	0.013 a	R	7.320 abc	5.923 abcd	38.868 bcd
Amarela	0.063 a	R	33.33 a	0.008 a	R	2.240 ab	2.360 ab	13.600 ab
Brazlândia Branca	0.125 a	R	0.00 a	0.000 a	R	2.163 ab	3.753 abc	18.960 ab
1210	0.125 a	R	0.00 a	0.000 a	R	9.443 bcd	3.638 abc	25.118 abcd
1206	0.125 a	R	183.33 a	0.046 a	R	10.060 bcd	15.140 d	81.915 de
1231	0.150 a	R	366.67 ab	0.092 ab	R	11.625 cd	14.878 d	73.775 cde
1216	0.242 a	R	0.00 a	0.000 a	R	7.348 abc	7.650 bcd	57.910 bcde
1197	0.250 a	R	0.00 a	0.000 a	R	5.420 abc	3.035 abc	22.408 abc
1190	0.250 a	R	50.00 a	0.013 a	R	8.220 abc	4.228 abc	25.140 abc
1203	0.342 a	R	166.67 ab	0.042 a	R	9.575 bcd	9.650 bcd	55.068 bcde
1202	0.454 a	R	266.67 ab	0.067 a	R	10.750 bcd	7.913 bcd	43.063 bcde
1227	0.750 a	R	100.00 a	0.025 a	R	7.240 abc	4.950 abc	31.988 abcd
1225	0.775 a	R	50.00 a	0.013 a	R	7.918 abc	8.073 bcd	45.378 bcde
1204	0.792 a	R	133.33 a	0.034 a	R	7.680 abc	4.675 abc	28.200 abcd
1223	0.938 a	R	133.33 a	0.033 a	R	4.240 abc	4.968 abc	32.178 abcd
1230	1.000 a	R	83.33 a	0.021 a	R	11.925 cd	8.635 bcd	54.813 bcde
1234	1.038 a	R	83.33 a	0.021 a	R	4.703 abc	4.620 abc	32.880 abcd
1232	1.471 a	R	166.67 ab	0.042 a	R	5.975 abc	6.430 bcd	42.683 bcde
1229	5.221 b	S	1133.33 b	0.283 b	R	21.215 d	14.850 d	82.170 de
CV%	24.90		100.84	3.31		23.08	21.40	23.94

** Significativo a 1% pelo teste F. Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste "Tukey", em nível de 1% de probabilidade.

O maior número médio de ovos também foi encontrado no clone 1229 (Tabela 13), e a correlação de Pearson indica correlação muito forte entre essa característica e o fator de

reprodutividade dessa população de nematóides (Tabela 14). Usando-se o grau de reprodutividade como base para a classificação do grau de resistência dos clones à *Meloidogyne* spp. verificou-se que todos os clones foram considerados resistentes (Tabela 13).

A massa fresca da parte aérea apresentou bastante variabilidade entre os clones, sendo que a maior massa média foi evidenciada pelo clone 1229. O mesmo ocorreu para a massa seca da parte aérea, sendo que, neste caso, as maiores massas foram encontradas nos clones 1229 e 1200. Este último clone também apresentou a maior massa fresca de raízes (Tabela 13).

A massa fresca da parte aérea correlacionou-se de maneira forte à massa fresca de raízes (0,790) e à massa seca da parte aérea (0,809), e de maneira média ao número de ovos (0,689) e ao fator de reprodutividade (0,688). Também se correlacionou de maneira mediana à média de massas de ovos (0,560). A massa fresca de raízes correlacionou-se de maneira muito forte à massa seca da parte aérea, e esta última, por sua vez, correlacionou-se fortemente ao número de ovos e ao fator de reprodutividade (Tabela 14).

Tabela 14. Matriz de correlação linear (Pearson) entre caracteres de batata-doce obtidos em ensaio com 24 clones visando resistência a nematóides *Meloidogyne* spp. advindos de raízes de quiabo. UnB, Brasília, DF, 2011.

	MFPA	MFR	MSPA	MASOV	NUMOV	FR
MFPA	1.000	-	-	-	-	-
MFR	0.790**	1.000	-	-	-	-
MSPA	0.809**	0.966**	1.000	-	-	-
MASOV	0.560**	0.228	0.281	1.000	-	-
NUMOV	0.689**	0.393	0.514**	0.892**	1.000	-
FR	0.688**	0.392	0.514**	0.891**	1.000**	1.000

(**) – valores com dois asteriscos são significativos a 1% de probabilidade pelo teste t

Os maiores percentuais de herdabilidade no sentido amplo foram observados nas características massa seca da parte aérea (85,06%), massa fresca de raízes (83,05%) e massa fresca da parte aérea (79,01%). Os coeficientes de variação genética foram superiores para as demais características, porém, nesse caso, os valores do coeficiente de variação ambiental foram muito altos e superaram a variação genética. Desta forma, apenas as características massa seca da parte aérea e massa fresca de raízes apresentaram a relação CV_g/CV_e superior a 1,0 (Tabela 15). Portanto, apenas para essas características a seleção poderia ser considerada eficiente.

Tabela 15. Estimativas da herdabilidade no sentido amplo (h_a^2), coeficiente de variação genético (CV_g) e razão entre coeficiente de variação genético e ambiental (CV_g/CV_e) em características de clones de batata-doce, considerando-se a inoculação de *Meloidogyne* spp. advinda da cultura de quiabo do Núcleo Rural Taquara. UnB, Brasília, DF, 2011.

PARÂMETROS	MFPA	MFR	MSPA	MASOV	NUMOV	IR
h_a^2 (%)	79.01	83.05	85.06	65.98	54.70	53.94
CV_g (%)	47.59	51.68	57.59	147.04	135.34	134.28
CV_g/CV_e	0.97	1.11	1.19	0.70	0.55	0.54

MASOV: número médio de massas de ovos; NUMOV: número médio de ovos; FR: fator de reprodutividade; MFPA: média da massa fresca da parte aérea; MSPA: média da massa seca da parte aérea; MFR: massa fresca média das raízes.

Deu-se preferência à classificação do grau de resistência originado do número médio de massas de ovos (TAYLOR & SASSER, 1978), por apresentar maior variabilidade de classificação, e por ser mais rigoroso na seleção daqueles materiais resistentes. Desta forma, verificou-se que, de todos os clones avaliados, alguns demonstraram ser resistentes a todas as populações de nematóides testadas. Foram eles: 1199, 1202, 1209, 1210, 1216, 1230 e 1231. Ou seja, 29,17% dos acessos testados apresentaram alta resistência a diversas populações diferentes de *Meloidogyne*. Além destes, o clone 1227 também apresentou resistência a todas as populações, com exceção da raça 1 de *Meloidogyne incognita*, à qual esse material mostrou ser moderadamente resistente. Esses materiais são muito promissores, e podem ser utilizados em policruzamentos como fonte de resistência a nematóides.

Alguns materiais apresentaram resistência tanto à raça 1 quanto à raça 4 de *Meloidogyne incognita*. Esses clones: 1200, 1210, 1199, 1229, 1230, 1202, 1231, 1216 e 1209 podem ser selecionados por apresentarem importante fonte de resistência a essas raças de nematóides causadores de galhas.

O grau de resistência das testemunhas variou entre os ensaios. A cultivar Amarela apresentou resistência à raça 4 e à população de nematóides proveniente de quiabo. Entretanto, apresentou apenas resistência moderada à raça 1 e à população de jiló. Já a cultivar Brazlândia Roxa apresentou suscetibilidade à raça 1 de *M. incognita*, contrastando com a maioria das pesquisas já realizadas, que a apontam como resistente. Quanto à Brazlândia Branca, apresentou resistência à raça 4 e à população de nematóides extraída de quiabo, e, nos outros ensaios, confirmou sua suscetibilidade. Isso pode ter sido causado por excessiva pressão de inóculo no experimento, ou porque a resistência a essa já raça já foi suplantada, e a cultivar não reage mais como esperado, mas novos estudos devem ser feitos a fim de verificar as causas desses

problemas.

O número médio de massas de ovos correlacionou-se positivamente e de maneira forte ao número de ovos e ao fator de reprodução em todas as populações de nematóides estudada, mostrando que, na prática, é suficiente a avaliação de apenas um desses caracteres (pode ser o de metodologia mais simples), pois, indiretamente, a seleção também estará sendo realizada para as demais características. O mesmo também é válido para a correlação encontrada em todos os ensaios entre a massa fresca da parte aérea e a massa seca da parte aérea. Entre outras possíveis explicações para estas correlações, podemos inferir, portanto, que os genes que controlam estes caracteres possam estar ligados no mesmo cromossomo ou, ainda, que um ou mais genes podem estar controlando mais de um caráter (pleiotropia). Esse tipo de estimativa certamente reduz muito o tempo gasto com as avaliações de resistência a nematóides.

Em nenhum ensaio houve relação entre o grau de resistência e as características de parte aérea e de sistema radicular das plantas. Desta forma, não há como se afirmar que o ataque de nematóides causa redução nas massas fresca e seca da parte aérea, nem na massa fresca de raízes de plantas de batata-doce na fase de mudas em bandejas de poliestireno de 72 células (120 mL por célula).

Na sequência do programa de melhoramento de batata-doce da Universidade de Brasília, os clones selecionados deverão ter sua resistência testada para outras raças e espécies de nematóides, uma vez que, segundo Silveira & Maluf (1993) e Charchar & Ritschel (2004), há ausência de correlação entre os níveis de resistência das diferentes raças e espécies de nematóides causadores de galhas.

4 – CONCLUSÕES

A relação entre o coeficiente de variação genética e ambiental e a herdabilidade no sentido amplo foram altas para número médio de massas de ovos, número médio de ovos e para o fator de reprodução, o que demonstra a eficiência do método empregado na seleção de genótipos resistentes à população de *Meloidogyne* spp. proveniente do cultivo de jiló.

A relação entre o coeficiente de variação genética e ambiental e a herdabilidade no sentido amplo foram altas tanto para a massa seca da parte aérea quanto para a massa fresca da

raiz, o que demonstra a eficiência do método empregado na seleção de genótipos com essas características.

O número médio de massas de ovos correlacionou-se positivamente ao número de ovos e ao fator de reprodução em todas as populações de nematóides estudadas. O mesmo também aconteceu entre a massa fresca da parte aérea e a massa seca da parte aérea das plantas estudadas.

Os acessos 1200, 1210, 1199, 1229, 1230, 1202, 1231, 1216 e 1209 apresentaram resistência a *M. incognita* raça 1 e podem ser selecionados como promissoras fontes de resistência a esse patógeno. Além destes, o clone 1227 e a cultivar Amarela são moderadamente resistentes a esse patógeno, podendo ser usados como fonte suplementar de resistência no programa de melhoramento da batata-doce.

As cultivares Amarela e Brazlândia Branca, além dos clones 1203, 1227, 1202, 1231, 1229, 1199, 1209, 1200, 1230, 1198, 1216, 1210, 1218 e 1197 foram resistentes a *M. incognita* raça 4. Além destes, os clones 1223 e 1225, e a cultivar Brazlândia Roxa foram moderadamente resistentes, e também podem ser usadas em policruzamentos visando o melhoramento da batata-doce.

Os clones 1200, 1210, 1199, 1229, 1230, 1202, 1231, 1216 e 1209 foram resistentes tanto à raça 1 quanto à raça 4 de *Meloidogyne incognita*, e devem ser selecionados por apresentarem importante fonte de resistência aos nematóides causadores de galhas.

Os clones 1199, 1202, 1209, 1210, 1216, 1230 e 1231 foram resistentes a todas as populações de nematóides testadas (raça 1 e raça 4 de *M. incognita* e duas populações de campo de *Meloidogyne* spp). Ou seja, 29,17% dos acessos testados apresentaram alta resistência a diversas populações diferentes de *Meloidogyne*, e são muito promissores, podendo ser utilizados em programas de melhoramento de batata-doce que visem resistência a nematóides das galhas.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, S.M. de **Avaliação de famílias de meios-irmãos de batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] quanto à resistência aos nematóides do gênero *Meloidogyne* e aos insetos de solo.** 1995. 61p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.

BONETTI, S.I. **Inter-relacionamento de micronutrientes com o parasitismo de *Meloidogyne exigua* em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.).** 1981. 74p. Dissertação (Mestrado), Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

BOURDON, R. M. **Understanding animal breeding.** New Jersey: Prentice Hall, p.523, 1997.

CAMPOS, V.P. Danos e prejuízos causados por fitonematóides. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 172, p. 14-15, 1992.

CARDOSO, A.D.; VIANA, A.E.S.; RAMOS, P.A.S; MARSUMOTO, S.N.; AMARAL, C.L.F.; SEDIYAMA, T.; MORAIS, O.M. Avaliação de clones de batata-doce em Vitória da Conquista. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.911-914, 2005.

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

CHARCHAR, J.M.; RITSCHER, P.S. **Avaliação do banco de germoplasma de batata-doce da Embrapa Hortaliças para resistência a *Meloidogyne* spp.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004. 28p. (Embrapa Hortaliças. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 3).

CHARCHAR, J. M.; MIRANDA, J. E. C. Seleção de clones de batata-doce para resistência à nematóides de galhas (*Meloidogyne* spp.). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 7, n. 1, p. 49, 1989.

CHARCHAR, J. M.; MIRANDA, J. E. C. Seleção de batata-doce para resistência à nematóides de galhas *Meloidogyne* spp. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 2, p. 130, 1990.

CHARCHAR, J. M.; MIRANDA, J. E. C.; GONÇALVES, C. R.; MEDEIROS, J. G. Seleção de batata-doce para resistência a nematóides de galhas *Meloidogyne* spp. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília v. 16, n. 2, p. 130, 1991.

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

DALE, P.S. Cracking in kimura. **Journal of Agriculture**, New Zealand, v. 11, n. 6, p. 33-37, 1971.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows.Versão 4.0. In: Reunião anual da região brasileira da sociedade internacional de biometria, 45, 2000, São Carlos (SP). **Programas e Resumos...** São Carlos (SP):UFSCar, 2000, p. 235.

FREITAS, J.A.; SANTOS, G.C.; SOUZA, V.S. E AZEVEDO, S.M. Resistência de clones de batata-doce, *Ipomoea batatas* L., aos nematóides causadores de galhas. **Acta Scientiarum** Maringá, v. 23, n. 5, p. 1257-1261, 2001.

GONÇALVES NETO, A.C. **Aptidões para consumo humano, produção de etanol e alimentação animal em clones de batata-doce.** 2010. 77p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.

HUANG, S.P., MIRANDA, J.E.C. & MALUF, W.R. Resistance to root-knot nematodes in brazilian sweet potato collection. **Fitopatologia Brasileira**, v. 11, p. 761-766, 1986.

HUSSEY, R.S.; BARKER, K.R. A comparison of methods of collecting inocula of *Meloidogyne* spp. including a new technique. **Plant Disease Report**, Washington, v.57, n.12, p.1025-1028, Dec. 1973.

JATALA, P. & BRIDGE, J. Nematode parasites of root and tuber crops. In: Luc, M., Sikora, R.A. & Bridge, J. (Eds.) **Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture.** Wallingford. C A B International. 1990. pp.137-180.

MARCHESE, A., MALUF, W.R., GONÇALVES NETO, A.C., GONÇALVES, R.J.S., GOMES, L.A.A. Seleção de clones de batata-doce resistentes a *Meloidogyne incognita* raça 1. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.9, p.997-1004, set. 2010.

MASSAROTO, J.A. **Características agronômicas e produção de silagem de clones de batata doce.** 2008. 73p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MASSAROTO, J.A.; GOMES, L.A.A.; MALUF, W.R.; SILVA, R.R.; GOMES, A.R.V.A. Reação de clones de batata-doce ao *Meloidogyne incognita* raça. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v.8, n.1, p.1- 8, 2010.

OLIVEIRA, A.C.B.; SEDIYAMA, M.A.N.; SEDIYAMA, T.; FINGER, F.L.; CRUZ, C.D. Variabilidade genética em batata-doce com base em marcadores isoenzimáticos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.576-582, 2002.

OOSTENBRINK, M. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. **Mededelingen Van De landbouwhogeschool Te Wageningen**, v.66, p.1-46, 1966.

PEIXOTO, J.R., FERRAZ, F.M., SANTOS, L.C., DE ANGELIS, B. & JULIATTI, F.C. Seleção de genótipos de batata-doce resistentes ao nematóide das galhas (*Meloidogyne* spp.). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 51-53, 1998.

QUEIROGA, R.C.F.; SANTO, M.A.; MENEZES, M.A.; VIEIRA, C.P.G.; SILVA, M.C. Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.371-374, 2007.

RITSCHER, P.S.; HUAMÁN, Z. Variabilidade morfológica da coleção de germoplasma de batata-doce da Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.4, p.485-492, 2002.

RITSCHER, P.S.; HUAMÁN, Z.; LOPES, C.A.; MENÊZES, J.E.; TORRES, A.C. **Catálogo de germoplasma de batata-doce I**: coleção mantida pela Embrapa Hortaliças. Embrapa Hortaliças. Documentos, 23, 47p., 1999.

SANTOS, H.S.; SOUZA, R.J. Efeito de métodos de plantio e manejo do solo infestado com *Meloidogyne javanica* na produção de alface sob estufa plástica. **Horticultura Brasileira**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 19-22, 1996.

SILVEIRA, M.A.; AZEVEDO, S.M.; MALUF, W.R.; CAMPOS, V.P.; MOMENTÉ, V.G. Palmas e Canuanã: novas cultivares de batata-doce resistentes aos nematóides do gênero *Meloidogyne*. **Horticultura Brasileira**, v.15, p.122-123, 1997.

SILVEIRA, M.A.; MALUF, W.R. Resistência de clones de batata-doce a *Meloidogyne* spp. **Horticultura Brasileira**, Botucatu, v. 11, n. 2, p. 131-133, 1993.

TAYLOR, A.L. **Introduction to research on plant nematology**: an FAO guide to study and control of the plant-parasitic nematodes. Rome: Food And Agricultural Organization of the United Nations, 1967. 133p.

TAYLOR, A.L.; SASSER, J.N. **Biology, identification and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne species*)**. Raleigh: North Carolina State University Graphics, 111p., 1978.

TAIZ, L. & ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 820p.

ZHANG, D.; CERVANTES, J.; HUAMÁN, Z.; CAREY, E.; GHISLAIN, M. Assessing genetic diversity of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) cultivars from tropical America using AFLP. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.47, p.659-665, 2000.

WANDERLEY, M.J.A.; SANTOS, J.M. Resistência de cultivares de batata-doce a *Meloidogyne incognita*. **Fitopatologia Brasileira**, v.29, p.437-440, 2004.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma vez que não existem relatos anteriores sobre a resistência a insetos de solo e nematóides das galhas para os acessos avaliados neste trabalho, não há como compará-los com resultados anteriores. No entanto, verificou-se que a população de batata-doce que vem sendo mantida na Fazenda Água Limpa – FAL da Universidade de Brasília – UnB apresentou grande variabilidade, e fontes de resistência a nematóides causadores de galhas e a insetos de solo muito importantes.

O genótipo 1210, que se destacou no ensaio de campo, sendo indicado para consumo *in natura*, apresentou também excelente resultado no ensaio em casa de vegetação, mostrando resistência a todas as populações de nematóides inoculadas. Portanto, é um material pronto, que pode ser lançado como cultivar após os devidos testes, e também pode ser selecionado para continuar no programa de melhoramento, como fonte de resistência a insetos de solo e nematóides, e como fonte de características agronômicas desejáveis.

O clone 1223, que apresentou o melhor desempenho em campo, inclusive mostrando moderada resistência aos insetos de solo, também demonstrou moderada resistência à *M. incognita* raça 4. Portanto, foi um bom material, mas ainda pode ser melhorado para resistência aos demais nematóides causadores de galhas.

Os acessos 1227, 1229, 1197, 1230, 1231 e 1232 também foram indicados como promissores para resistência a insetos de solo e bons parâmetros agronômicos. Destes, vale destacar que os genótipos 1230 e 1231 apresentaram também resistência a todas as populações de nematóides testadas, também estando prontos para o cultivo em larga escala, ou para a utilização em policruzamentos. O clone 1227 também apresentou moderada resistência à raça 1, e resistência à raça 4 de *M. incognita*. O genótipo 1229 é resistente às duas raças e o acesso 1197 apresentou resistência à raça 4 de *M. incognita*. Apenas o clone 1232 não apresentou resistência aos nematóides causadores de galhas, mas ele continua sendo promissor para as demais características pelas quais foi selecionado.

Ainda, dentre aqueles materiais resistentes aos nematóides causadores de galhas, devem-se selecionar os clones 1199, 1202, 1209 e 1216, que obtiveram excelente desempenho nesse ensaio e podem ser usados como importante fonte de resistência a nematóides no programa de melhoramento de batata-doce.

O grau de resistência das testemunhas variou bastante entre os ensaios, e por isso é necessário que novos ensaios mais aprofundados sejam feitos para que se descubra a causa desse problema.

Como os dados de herdabilidade e da relação entre os coeficientes de variação genética e ambiental foram baixos para o ensaio de resistência a nematóides, sugere-se que sejam feitas adequações à metodologia utilizada na inoculação do patógeno, principalmente no sentido de estimar a viabilidade do inóculo, para que se possa maximizar a eficiência do processo de seleção. Também seria interessante a utilização de testemunhas originárias de Bancos de Germoplasma de batata-doce, para garantir que não ocorram misturas varietais que possam interferir nas comparações destas com os clones que estão sendo estudados.

Sugere-se, ainda, que novos ensaios sejam realizados em outros locais do Distrito Federal, visando a obtenção de resultados mais conclusivos relacionados à estabilidade e adaptabilidade desses genótipos, visando reduzir ao mínimo a influência ambiental sobre a variação fenotípica do materiais testados.

Por fim, acredita-se que o uso do melhoramento genético através do método de seleção recorrente após o policruzamento dos materiais mais promissores aqui selecionados potencializará a obtenção de alguns clones promissores produtivos, com boa qualidade de raiz e resistentes aos nematóides-das-galhas e aos insetos de solo.

ANEXOS

Anexo A – Croqui da instalação do experimento para análise de resistência a insetos de solo e qualidade de raiz na Fazenda Água Limpa – FAL, localizada no Núcleo Rural Vargem Bonita, Brasília – DF, e pertencente à Universidade de Brasília - UnB.

BORDADURA									
1234	1197	1225	1197	Roxa	1234	Amarela	1209		
1210	1225	1199	1203	1210	1231	1227	1206		
1200	1229	1198	1202	1216	1230	1225	1204		
1202	1218	1223	1200	1200	1229	1218	1203		
1206	1190	1227	1232	1202	1227	1210	1232		
1199	1209	1229	1216	1203	1225	Rainha	1200		
1227	1204	1230	Brazlândia roxa	1232	1218	Roxa	1202		
1231	1216	1231	Rainha	1204	1209	1198	1216		
1230	1232	1234	Amarela	1197	1206	1223	Brazlândia roxa		
1198	1203	1204	1210	1190	Amarela	1234			
Rainha	Brazlândia roxa	1206	Roxa	1199	1190	1231			
Roxa	Amarela	1209	Brazlândia roxa	1198	1199	1230			
1223	1190	1218	Rainha	1223	1197	1229(6)			
BORDADURA									

	BLOCO 3
	BLOCO 1
	BLOCO 2
	BLOCO 4

Anexo B – Resumo da análise de variância para a incidência de danos causados por insetos de solo à raízes de batata-doce.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	24	0.589364	0.024557	1.857	0.0234
REP	3	0.425965	0.141988	10.739	0.0000
erro	72	0.952009	0.013222		
Total corrigido	99	1.967338			
CV (%) =	6.65				
Média geral:	1.7289843	Número de observações:	100		

Anexo C – Resumo da análise de variância para número de furos causados por insetos de solo à raízes de batata-doce.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	24	17.694976	0.737291	1.950	0.0158
REP	3	13.662221	4.554074	12.047	0.0000
erro	72	27.216997	0.378014		
Total corrigido	99	58.574194			
CV (%) =	27.58				
Média geral:	2.2289365	Número de observações:	100		

Anexo D – Resumo da análise de variância para o comprimento de raízes de batata-doce.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	24	39514.210434	1646.425435	4.213	0.0000
REP	3	1059.353460	353.117820	0.904	0.4437
erro	72	28134.972005	390.763500		

Total corrigido	99	68708.535900			

CV (%) =	11.54				
Média geral:	171.3413200	Número de observações:	100		

Anexo E – Resumo da análise de variância para o diâmetro de raízes de batata-doce.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	24	6393.974626	266.415609	3.638	0.0000
REP	3	342.691635	114.230545	1.560	0.2066
erro	72	5272.621309	73.230852		

Total corrigido	99	12009.287570			

CV (%) =	12.54				
Média geral:	68.2591400	Número de observações:	100		

Anexo F – Resumo da análise de variância para espessura da casca de raízes de batata-doce.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	24	19.531614	0.813817	5.892	0.0000
REP	3	0.943731	0.314577	2.278	0.0868
erro	72	9.944340	0.138116		

Total corrigido	99	30.419685			

CV (%) =	13.56				
Média geral:	2.7412200	Número de observações:	100		

Anexo G – Resumo da análise de variância para o formato de raízes de batata-doce cultivadas em campo no Distrito Federal.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	24	5.537077	0.230712	4.021	0.0000
REP	3	0.122794	0.040931	0.713	0.5471
erro	72	4.130879	0.057373		

Total corrigido	99	9.790749			

CV (%) =	10.53				
Média geral:	2.2738400	Número de observações:	100		

Anexo H – Resumo da análise de variância para a produtividade total de raízes de batata-doce cultivadas em campo no Distrito Federal.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	24	165.980432	6.915851	9.565	0.0000
REP	3	11.952248	3.984083	5.510	0.0018
erro	72	52.057867	0.723026		

Total corrigido	99	229.990546			

CV (%) =	13.17				
Média geral:	6.4570446	Número de observações:	100		

Anexo I – Resumo da análise de variância para a produtividade comercial de raízes de batata-doce cultivadas em campo no Distrito Federal.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	24	160.976414	6.707351	8.940	0.0000
REP	3	10.857244	3.619081	4.824	0.0041
erro	72	54.015965	0.750222		

Total corrigido	99	225.849623			

CV (%) =	13.86				
Média geral:	6.2508562	Número de observações:	100		

Anexo J – Resumo da análise de variância para o teor de sólidos solúveis totais de raízes de batata-doce cultivadas em campo no Distrito Federal.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	24	1.783517	0.074313	1.014	0.4610
N_REP	3	0.045790	0.015263	0.208	0.8905
erro	72	5.275324	0.073268		

Total corrigido	99	7.104630			

CV (%) =	23.96				
Média geral:	1.1295812	Número de observações:	100		

Anexo K – Resumo da análise de variância para a acidez total titulável de raízes de batata-doce cultivadas em campo no Distrito Federal.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	24	1.389575	0.057899	3.369	0.0000
N_REP	3	0.020869	0.006956	0.405	0.7499
erro	72	1.237392	0.017186		

Total corrigido	99	2.647836			

CV (%) =	12.77				
Média geral:	1.0262659	Número de observações:	100		

Anexo L – Resumo da análise de variância para a relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável (*ratio*) de raízes de batata-doce cultivadas em campo no Distrito Federal.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	24	2.427597	0.101150	2.055	0.0102
N_REP	3	0.150162	0.050054	1.017	0.3903
erro	72	3.543634	0.049217		

Total corrigido	99	6.121393			

CV (%) =	19.90				
Média geral:	1.1150229	Número de observações:	100		

Anexo M – Resumo da análise de variância para o rendimento de amido de raízes de batata-doce cultivadas em campo no Distrito Federal.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	24	21.482597	0.895108	5.325	0.0000
N_REP	3	1.337341	0.445780	2.652	0.0551
erro	72	12.103426	0.168103		

Total corrigido	99	34.923364			

CV (%) =	13.26				
Média geral:	3.0910510	Número de observações:	100		

Anexo N – Resumo da análise de variância para o teor de umidade de raízes de batata-doce cultivadas em campo no Distrito Federal.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	24	46.948001	1.956167	1.162	0.3058
REP	3	4.345633	1.448544	0.860	0.4658
erro	72	121.255358	1.684102		

Total corrigido	99	172.548992			

CV (%) =	15.86				
Média geral:	8.1814265	Número de observações:	100		

Anexo O – Resumo da análise de variância para a massa fresca da parte aérea de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne* spp. extraída de raízes de jiló.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	82.245635	3.575897	2.761	0.0006
REP	3	47.977259	15.992420	12.349	0.0000
erro	69	89.359385	1.295064		

Total corrigido	95	219.582279			

CV (%) =	29.56				
Média geral:	3.8497088	Número de observações:	96		

Anexo P – Resumo da análise de variância para a massa fresca de raízes de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne* spp. extraída de raízes de jiló.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	16.859193	0.733008	4.945	0.0000
REP	3	3.764476	1.254825	8.466	0.0001
erro	69	10.227710	0.148228		

Total corrigido	95	30.851379			

CV (%) =	19.12				
Média geral:	2.0139659	Número de observações:	96		

Anexo Q – Resumo da análise de variância para a massa seca da parte aérea de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne* spp. extraída de raízes de jiló.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	10.851328	0.471797	2.389	0.0029
REP	3	13.840730	4.613577	23.359	0.0000
erro	69	13.627995	0.197507		

Total corrigido	95	38.320053			

CV (%) =	25.04				
Média geral:	1.7751377	Número de observações:	96		

Anexo R – Resumo da análise de variância para número médio de massas de ovos encontradas em raízes de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne* spp. extraída de raízes de jiló.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	159.309966	6.926520	8.274	0.0000
REP	3	8.571851	2.857284	3.413	0.0221
erro	69	57.761876	0.837129		

Total corrigido	95	225.643694			

CV (%) =	45.31				
Média geral:	2.0192080	Número de observações:	96		

Anexo S – Resumo da análise de variância para número médio ovos encontrados em raízes de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne* spp. extraída de raízes de jiló.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	27665.806184	1202.861138	6.758	0.0000
REP	3	4446.974478	1482.324826	8.328	0.0001
erro	69	12281.567522	177.993732		

Total corrigido	95	44394.348184			

CV (%) =	69.12				
Média geral:	19.3027734	Número de observações:	96		

Anexo T – Resumo da análise de variância para o fator de reprodução de nematóides em batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne* spp. extraída de raízes de jiló.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	1.562569	0.067938	6.899	0.0000
REP	3	0.162793	0.054264	5.511	0.0019
erro	69	0.679457	0.009847		

Total corrigido	95	2.404819			

CV (%) =	9.20				
Média geral:	1.0791064	Número de observações:	96		

Anexo U – Resumo da análise de variância para o fator massa fresca da parte aérea de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne incognita* raça 1.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	104.674612	4.551070	4.718	0.0000
REP	3	14.657761	4.885920	5.065	0.0031
erro	69	66.561994	0.964667		

Total corrigido	95	185.894367			

CV (%) =	19.88				
Média geral:	4.9408708	Número de observações:	96		

Anexo V – Resumo da análise de variância para o fator massa fresca de raízes de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne incognita* raça 1.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	25.660992	1.115695	1.952	0.0175
REP	3	6.564157	2.188052	3.828	0.0135
erro	69	39.438854	0.571578		

Total corrigido	95	71.664003			

CV (%) =	31.52				
Média geral:	2.3984934	Número de observações:	96		

Anexo X – Resumo da análise de variância para o fator massa seca da parte aérea de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne incognita* raça 1.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	15.424380	0.670625	4.792	0.0000
REP	3	0.585035	0.195012	1.393	0.2522
erro	69	9.656740	0.139953		

Total corrigido	95	25.666155			

CV (%) =	19.79				
Média geral:	1.8902459	Número de observações:	96		

Anexo Z – Resumo da análise de variância para o número médio de massas de ovos de nematóides encontrados em raízes de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne incognita* raça 1.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	352.380294	15.320882	4.818	0.0000
REP	3	7.902873	2.634291	0.828	0.4827
erro	69	219.434088	3.180204		

Total corrigido	95	579.717255			

CV (%) =	64.59				
Média geral:	2.7609286	Número de observações:	96		

Anexo W – Resumo da análise de variância para o número médio de ovos de nematóides encontrados em raízes de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne incognita* raça 1.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	104963.354121	4563.624092	5.400	0.0000
REP	3	6370.963862	2123.654621	2.513	0.0656
erro	69	58316.948815	845.173171		

Total corrigido	95	169651.266798			

CV (%) =	76.36				
Média geral:	38.0713055	Número de observações:	96		

Anexo Y – Resumo da análise de variância para o fator de reprodução de nematóides em raízes de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne incognita* raça 1.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	9.497269	0.412925	4.267	0.0000
REP	3	0.914121	0.304707	3.149	0.0304
erro	69	6.677677	0.096778		

Total corrigido	95	17.089067			

CV (%) =	24.96				
Média geral:	1.2461229	Número de observações:	96		

Anexo AA – Resumo da análise de variância para o fator massa fresca da parte aérea de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne incognita* raça 4.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	57.077138	2.481615	2.155	0.0077
REP	3	3.849613	1.283204	1.114	0.3493
erro	69	79.461092	1.151610		

Total corrigido	95	140.387842			

CV (%) =	24.85				
Média geral:	4.3187433	Número de observações:	96		

Anexo BB – Resumo da análise de variância para o fator massa fresca de raízes de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne incognita* raça 4.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	11.856976	0.515521	2.338	0.0036
REP	3	2.707506	0.902502	4.092	0.0098
erro	69	15.216948	0.220535		
Total corrigido		95	29.781430		
CV (%) =	24.08				
Média geral:	1.9501992	Número de observações:		96	

Anexo CC – Resumo da análise de variância para o fator massa seca da parte aérea de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne incognita* raça 4.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	9.737495	0.423369	2.964	0.0003
REP	3	0.280940	0.093647	0.656	0.5821
erro	69	9.855539	0.142834		
Total corrigido		95	19.873974		
CV (%) =	20.54				
Média geral:	1.8403805	Número de observações:		96	

Anexo DD – Resumo da análise de variância para o número médio de massas de ovos encontrada nas raízes de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne incognita* raça 4.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	71.216533	3.096371	2.672	0.0009
REP	3	1.543243	0.514414	0.444	0.7223
erro	69	79.958622	1.158821		
Total corrigido		95	152.718399		
CV (%) =	69.26				
Média geral:	1.5543776	Número de observações:		96	

Anexo EE – Resumo da análise de variância para o número médio de ovos encontrados nas raízes de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne incognita* raça 4.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	10385.193601	451.530157	2.617	0.0011
REP	3	2001.372814	667.124271	3.867	0.0128
erro	69	11903.152015	172.509449		
Total corrigido		95	24289.718430		
CV (%) =	105.40				
Média geral:	12.4608895	Número de observações:		96	

Anexo FF – Resumo da análise de variância para o fator de reprodução de nematóides em batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne incognita* raça 4.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	3.683379	0.160147	2.120	0.0088
REP	3	0.685804	0.228601	3.026	0.0353
erro	69	5.212436	0.075543		

Total corrigido	95	9.581619			

CV (%) =	24.04				
Média geral:	1.1434523	Número de observações:	96		

Anexo GG – Resumo da análise de variância para o fator massa fresca da parte aérea de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne* spp. advinda de um cultivo comercial de quiabo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	51.082860	2.220994	5.087	0.0000
REP	3	24.118361	8.039454	18.414	0.0000
erro	69	30.124646	0.436589		

Total corrigido	95	105.325867			

CV (%) =	23.08				
Média geral:	2.8632316	Número de observações:	96		

Anexo HH – Resumo da análise de variância para o fator massa fresca de raízes de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne* spp. advinda de um cultivo comercial de quiabo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	356.665759	15.507207	6.564	0.0000
REP	3	17.862360	5.954120	2.520	0.0650
erro	69	162.998304	2.362294		

Total corrigido	95	537.526423			

CV (%) =	23.94				
Média geral:	6.4188878	Número de observações:	96		

Anexo II – Resumo da análise de variância para o fator massa seca da parte aérea de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne* spp. advinda de um cultivo comercial de quiabo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	55.174733	2.398901	6.887	0.0000
REP	3	0.859381	0.286460	0.822	0.4859
erro	69	24.033580	0.348313		

Total corrigido	95	80.067694			

CV (%) =	21.40				
Média geral:	2.7579153	Número de observações:	96		

Anexo JJ – Resumo da análise de variância para o número médio de massas de ovos de nematóides encontradas em raízes de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne* spp. advinda de um cultivo comercial de quiabo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	7.676219	0.333749	3.742	0.0000
REP	3	0.803914	0.267971	3.005	0.0362
erro	69	6.153984	0.089188		

Total corrigido	95	14.634117			

CV (%) =	24.90				
Média geral:	1.1995393	Número de observações:	96		

Anexo KK – Resumo da análise de variância para o número médio de ovos de nematóides encontradas em raízes de batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne* spp. advinda de um cultivo comercial de quiabo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	3938.567408	171.242061	3.677	0.0000
REP	3	813.516742	271.172247	5.822	0.0013
erro	69	3213.694543	46.575283		

Total corrigido	95	7965.778693			

CV (%) =	100.84				
Média geral:	6.7676354	Número de observações:	96		

Anexo LL – Resumo da análise de variância para o fator de reprodução de nematóides em batata-doce após inoculação com população de *Meloidogyne* spp. advinda de um cultivo comercial de quiabo.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GEN	23	0.062211	0.002705	2.402	0.0027
REP	3	0.013812	0.004604	4.089	0.0099
erro	69	0.077697	0.001126		

Total corrigido	95	0.153719			

CV (%) =	3.31				
Média geral:	1.0150445	Número de observações:	96		