

DESENVOLVIMENTO DE GENÓTIPOS DE MILHO DOCE:
AVALIAÇÃO DE GENITORES E HÍBRIDOS

LUCILÉA SILVA DOS REIS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO - UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
FEVEREIRO - 2009

DESENVOLVIMENTO DE GENÓTIPOS DE MILHO DOCE:
AVALIAÇÃO DE GENITORES E HÍBRIDOS

LUCILÉA SILVA DOS REIS

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para a obtenção do
título de Doutor em Genética e Melhoramento
de Plantas”

Orientador: Prof. Messias Gonzaga Pereira

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
FEVEREIRO - 2009

DESENVOLVIMENTO DE GENÓTIPOS DE MILHO DOCE:
AVALIAÇÃO DE GENITORES E HÍBRIDOS

LUCILÉA SILVA DOS REIS

“Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas”

Aprovada em 17 de fevereiro de 2009

Comissão Examinadora:

Prof. Eduardo Fontes Araujo (D.Sc., Produção Vegetal) – UFV

Prof. Roberto Ferreira da Silva (Ph.D., Horticulture) – UENF

Prof. Ricardo Enrique Bressan-Smith (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Prof. Messias Gonzaga Pereira (Ph.D., Plant Breeding) - UENF
Orientador

AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas e ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias pelo oferecimento do curso de Doutorado;

A Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro pela concessão de bolsa de estudos;

Ao professor Messias Gonzaga Pereira pela orientação;

Aos professores Telma Nair Santana Pereira e Roberto Ferreira da Silva pelo aconselhamento;

Aos professores Eduardo Fontes Araujo e Ricardo Enrique Bressan-Smith pelas sugestões;

Aos servidores do Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal e do Laboratório de Fitotecnia (Setor de Sementes), bem como os servidores das áreas experimentais da Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo e da Ilha Barra do Pomba pelo apoio técnico;

Ao senhor Elto Eugenio Gomes e Gama, Ph.D., pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, pelo fornecimento de material propagativo;

Ao senhor Carlos Cordeiro pelos esclarecimentos sobre análise sensorial;

Aos companheiros de curso e aos colegas de instituição pelo bom convívio;

Aos amigos Antônio Carlos Braga, Nailza, Cláudio Moisés, Sávio, Ana Paula, Carolina, Francisco, Felipe, Ramon, Keila, Rozana, Gisele, Sérgio, Patrícia, Sílvia, Takeshi, Vinícius e Lidiane, André e Poliana pelo apoio;

Aos colegas e alunos do Pré-Vestibular Social Teorema, pelos grandes ensinamentos;

Aos meus amigos e meus alunos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – IFES – *Campus* Santa Teresa pelo companheirismo e apoio;

Às grandes amigas Hérika, Janice, Kaleandra, Raquel e Yaska por serem tão especiais;

Aos meus pais, Geraldo e Lourdes, à minha irmã Léa e ao meu cunhado Gustavo pelo carinho, compreensão e ajuda;

Ao Lex pela companhia e amizade absoluta de todos os dias;

E ao Robson, por tudo, a quem eu dedico esse trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. O Milho Doce.....	4
2.1.1. Classificação botânica e origem.....	4
2.1.2. Grãos e constituição.....	5
2.1.3. Mutantes de milho doce e suas características.....	5
2.1.4. Sementes de milho doce.....	6
2.2. Melhoramento de milho doce.....	7
2.3. Heterose.....	8
3. TRABALHOS.....	9
3.1. DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE MILHO DOCE NAS REGIÕES NORTE E NOROESTE FLUMINENSE.....	9
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
3.1.1. Introdução.....	10
3.1.2. Material e Métodos.....	12
3.1.2.1. Material Genético.....	12
3.1.2.2. Avaliações e Procedimento estatístico.....	13
3.1.3. Resultados e discussão.....	15

3.1.4. Conclusão.....	20
3.1.5. Referências bibliográficas.....	21
3.2. AVALIAÇÃO DE GENITORES E HÍBRIDOS DE MILHO DOCE PARA AS REGIÕES NORTE E NOROESTE FLUMINENSE.....	23
RESUMO.....	23
ABSTRACT.....	24
3.2.1. Introdução.....	24
3.2.2. Material e Métodos.....	27
3.2.2.1. Material Genético.....	27
3.2.2.2. Avaliações e Procedimento estatístico.....	28
3.2.3. Resultados e discussão.....	29
3.2.4. Conclusão.....	32
3.2.5. Referências bibliográficas.....	32
3.3. AVALIAÇÃO SENSORIAL DE GENÓTIPOS DE MILHO DOCE EM CAMPOS DOS GOYTACAZES –RJ.....	34
RESUMO.....	34
ABSTRACT.....	35
3.3.1. Introdução.....	35
3.3.2. Material e Métodos.....	37
3.3.2.1. Material Genético.....	37
3.3.2.2. Avaliações e Procedimento estatístico.....	37
3.3.3. Resultados e discussão.....	39
3.3.4. Conclusão.....	42
3.3.5. Referências bibliográficas.....	42
3.4. QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE MILHO DOCE RELACIONADOS À HETEROSE.....	44
RESUMO.....	44
ABSTRACT.....	45
3.4.1. Introdução.....	45
3.4.2. Material e Métodos.....	47

3.4.2.1. Material Genético.....	47
3.4.2.2. Avaliações e Procedimento estatístico.....	48
3.4.3. Resultados e discussão.....	50
3.4.4. Conclusão.....	53
3.4.5. Referências bibliográficas.....	53
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

RESUMO

REIS, Luciléa Silva dos, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2009. Desenvolvimento de genótipos de milho doce: avaliação de genitores e híbridos. Orientador: Messias Gonzaga Pereira. Conselheiros: Roberto Ferreira da Silva e Telma Nair Santana Pereira.

O presente estudo teve por objetivo avaliar e selecionar híbridos de milho doce detentores de alta produtividade, bom desempenho agrônômico e identificar genótipos com boa aceitação pelo consumidor. Buscou-se verificar os efeitos dos genitores em características quantitativas e de qualidade em híbridos, bem como obter informações sobre as sementes de milho doce, complementando o conhecimento a respeito dos genótipos avaliados. Foram empregados neste estudo 28 genótipos de milho doce, com destaque para os materiais desenvolvidos pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Os genótipos foram originados por meio de retrocruzamentos, onde se fez a introdução do alelo mutante doce (*su1*). Os genótipos doadores do caráter doce foram o Doce de Cuba, a linhagem 13IN e a linhagem 43IN. Já os genitores recorrentes foram os seguintes genótipos de milho comum: Cimmyt (no oitavo ciclo de seleção recorrente recíproca de famílias de irmãos completos), Piranão (também no oitavo ciclo de seleção recorrente recíproca de famílias de irmãos completos), Linhagem B-73 e Linhagem 154-B. O processo de retrocruzamentos seguiu até que pelo menos 98% dos genes provenientes dos genitores recorrentes fossem recuperados. Os ensaios de competição entre os genótipos foram implantados simultaneamente na Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes e na Estação Experimental da Ilha Barra do

Pomba em Itaocara, constituindo dois ambientes. Os genótipos foram avaliados quanto a caracteres agronômicos de interesse econômico. Após coleta e tabulação dos dados, selecionou-se 50% do material por meio do índice de Mulamba e Mock (1978). Assim, os estudos continuaram com 14 genótipos que se apresentaram superiores em relação aos demais nas principais características de interesse econômico. Os genótipos foram avaliados agronomicamente, quanto à preferência do consumidor e quanto à qualidade de suas sementes. Foi possível observar que os genótipos desenvolvidos pela UENF possuem bom rendimento e produtividade, apresentando grande potencial para produção comercial de milho verde para condições de cultivo tropicais. Os cruzamentos envolvendo a linhagem 43IN apresentaram boa produtividade e ótima aceitação pelo consumidor. Houve efeito residual do genoma do doador 43IN, aumentando o rendimento e a aceitação dos híbridos, superando o doador Doce de Cuba. Os híbridos doces desenvolvidos pelo programa de melhoramento de milho da UENF superaram as testemunhas comerciais em rendimento e aceitação pelo consumidor. O híbrido de milho comum UENF 506-8, além de produtivo, apresentou boa aceitação pelo consumidor de milho verde. Verificou-se também que as sementes de endosperma doce foram menos vigorosas que as sementes de endosperma comum. Os parentais adaptados à região proporcionaram melhor vigor às sementes de endosperma doce, quando comparados aos parentais não adaptados.

ABSTRACT

REIS, Luciléa Silva dos, D.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. February 2009. Development of sweet maize genotypes: evaluation of parents and hybrids. Advisor: Messias Gonzaga Pereira. Committee members: Roberto Ferreira da Silva and Telma Nair Santana Pereira.

The purpose of this study was to evaluate and select sweet corn hybrids with high yield and good agronomic performance and identify genotypes that are well-accepted by consumers. The effects of parents were expressed in quantitative and qualitative traits of hybrids and in sweet corn seeds, to complete the information on the genotypes under study. In this study 28 sweet corn genotypes were used, with emphasis on genotypes developed at the Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. The genotypes were generated by backcrossing, where the mutant allele (*su1*) was introduced. The donors of the sweet trait were genotype Doce de Cuba and the lines 13IN and 43IN. The following common maize genotypes were used as recurrent parents: Cimmyt (in the eighth cycle of reciprocal recurrent selection of full-sib families), Piranão (also in the eighth cycle of reciprocal recurrent selection of full-sib families) and the lines B-73 and 154-B. Backcrossings were repeated until at least 98% of the genes of the recurrent parents had been recovered. Field plot evaluations were conducted simultaneously at the Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo, in Campos dos Goytacazes and at the experimental station of the Ilha Barra do Pomba in Itaocara, to compare two environments. The genotypes were evaluated for agronomic traits of economic interest. After data collection and tabulation, 50% of the genotypes were selected by the index of Mulamba and Mock (1978). The

studies were therefore continued with the 14 best genotypes in terms of the major characteristics of economic interest. The genotypes were evaluated agronomically, with regard to consumer preference and seed quality. Yield and productivity of the lines developed at the UENF were good, indicating great potential for commercial production of green corn under tropical conditions. The yield of the crosses involving line 43IN was good and consumer acceptance excellent. The effect of the residual genome of donor 43IN increased the yield and consumer acceptance of the hybrids, surpassing donor Doce de Cuba. The sweet corn hybrids developed by the UENF breeding program exceeded commercial controls in yield and consumer acceptance. The yield of common corn hybrid UENF 506-8 was high and the acceptance by consumers was good. It was observed that seeds of sweet endosperm were less vigorous than those of common endosperm. Seeds of sweet endosperm of regionally adapted parents were more vigorous than of non-adapted parents.

1. INTRODUÇÃO

O milho, amplamente empregado na alimentação humana e de animais, é uma das culturas mais difundidas e estudadas em todo o mundo. Na espécie *Zea mays* L. encontram-se diversos tipos de milho, dentre eles, os chamados milhos especiais que apresentam grande valor comercial por se destinarem principalmente ao consumo humano (Lima, 2003).

Classificado como milho especial, o milho doce possui características peculiares como sabor adocicado, pericarpo fino e endosperma com textura delicada, possuindo alto valor nutricional (Pereira, 1987). Quando verde é consumido geralmente em espiga, congelado ou ainda na forma de grãos enlatados (Aragão, 2002). Quando seco, o milho doce apresenta grãos enrugados, por possuírem baixos níveis de amido no endosperma e vítreos, devido à cristalização dos açúcares encontrados em elevadas concentrações (Stork e Lovato, 1991).

Segundo Machado et al (1990), alguns dos fatores que contribuem para que o consumo de milho doce no Brasil não seja muito expressivo é a pequena quantidade de genótipos adaptados para condições tropicais, bem como o reduzido número de genótipos adequados à comercialização.

Oliveira et al (1990) já retratavam o grande potencial consumidor de milho doce de alguns estados brasileiros como o Rio de Janeiro, principalmente na região metropolitana e nas Baixadas Litorâneas, destacando o aumento progressivo do consumo, acarretando a importação do produto de outros estados. Em virtude da grande demanda gerada no estado do Rio de Janeiro, torna-se cada vez mais necessário o desenvolvimento de cultivares de milho doce

adaptadas às condições regionais, permitindo que esta demanda possa ser suprida pelos produtores locais, os quais desfrutariam de mais uma alternativa de renda no campo.

Conforme Teixeira et al (2001), grande parte da produção brasileira de milho doce é destinada às indústrias de enlatados e conservas e seu fornecimento é caracterizado por contratos diretos com os produtores. Nestes casos, o cultivo é realizado durante todo o ano, o que é possível devido ao emprego de sistemas de irrigação, existindo fornecimento constante do milho no comércio por meio do escalonamento da produção. Assim, com a alta tecnologia utilizada no cultivo de milho doce para fins industriais, ocorre um incremento na demanda por cultivares produtivas e uniformes para características como maturação, tamanho e formato de espigas. Esses autores relatam que, para o consumidor, as características mais solicitadas no milho doce são: pericarpo fino, maciez do grão e coloração amarelo-alaranjado.

O que confere o caráter doce ao milho é a existência de um ou mais alelos mutantes que podem desencadear mudanças no teor e no tipo de carboidratos presentes nos grãos, sendo a doçura um caráter recessivo. Das mutações genéticas que alteram a composição química dos grãos de milho, no que diz respeito a carboidratos e proteínas, cerca de quatorze vêm sendo utilizadas em programas de melhoramento (Boyer e Shannon, 1983) e, para Tracy (1994), pelo menos oito delas interferem diretamente na síntese de carboidratos.

Dentre as alterações de endosperma relacionadas ao metabolismo de açúcares, o caráter doce, resultante da ação do alelo *Sugary*, proporciona aos grãos teores de carboidratos semelhantes aos do milho comum, contudo, aumenta as concentrações de sacarídeos solúveis em água, com destaque para o fitoglicogênio, o que confere melhor sabor e melhor textura do grão (Myers et al., 2000).

Bordallo (2001) sugeriu o potencial de cultivo do milho doce nas regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, tendo como principal justificativa a proximidade dos centros consumidores e a comodidade no transporte. Contudo, este e diversos outros autores também relatam algumas dificuldades na implantação e desenvolvimento da cultura, como a baixa qualidade das sementes e baixa resistência ao armazenamento, tanto das espigas verdes quanto das sementes (Paiva Júnior, 1999).

Deste modo, a realização desta pesquisa teve como objetivos: a) Avaliar e selecionar híbridos de milho doce detentores de alta produtividade, bom desempenho agrônômico, bem como identificar os genótipos com boa aceitação pelo consumidor, visando à recomendação para as regiões Norte e Noroeste Fluminense; b) Obter informações sobre as sementes dos genótipos de milho doce, buscando complementar o conhecimento a respeito dos genótipos de milho doce desenvolvidos pela UENF e c) Verificar os efeitos dos genitores em características quantitativas e de qualidade nos híbridos estudados. Buscando, assim, a obtenção de materiais que apresentem bom desempenho nas regiões Norte e Noroeste Fluminense, com destaque para a aceitação do consumidor quanto a características sensoriais, além de fornecer informações consistentes sobre o comportamento das sementes e da cultura do milho doce, tendo como principal enfoque o melhoramento de plantas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O Milho Doce

2.1.1. Classificação botânica e origem

O milho é uma planta de porte ereto, com altura variando de um a três metros, conforme as cultivares. Possui caule do tipo colmo de calibre robusto e folhas largas, planas e pontiagudas, muito eficientes em fotossíntese. Alógama e monóica, a planta do milho possui flores masculinas que terminam em uma panícula no ápice da planta, recebendo o nome de pendão, e flores femininas localizadas nas axilas foliares, que, após fertilização, dão origem às espigas. (Bull, 1993).

O milho doce, assim como o milho comum, é pertencente à espécie *Zea mays* L. ($2n = 20$ cromossomos), gênero *Zea*, família Poaceae e tribo Maydeae. Contudo, por suas características diferenciadas em relação ao acúmulo de açúcares nos grãos, encontra-se classificado no grupo saccharata (Tracy, 1994).

Oriundo da América Central, possivelmente dos territórios do México, o milho doce possui origem semelhante ao milho comum. Entretanto, de acordo com Machado et al (1990), este tipo especial de milho provavelmente é resultado da domesticação de algum exemplar mutante de características agradáveis ao paladar dos habitantes da região.

2.1.2. Grãos e constituição

A principal característica que evidencia as diferenças entre o milho doce e o milho comum é a aparência dos grãos secos, que possuem endosperma translúcido e vítreo em decorrência da cristalização dos açúcares abundantes em suas reservas. E, devido à baixa concentração de amido, os grãos também se tornam enrugados e de tamanho reduzido quando secos.

No período subsequente à maturação fisiológica, os grãos de milho doce perdem umidade mais lentamente que os grãos de milho normal, em consequência do metabolismo diferenciado e da grande proporção de água em relação à matéria seca durante os estádios anteriores à maturação fisiológica.

Em relação ao milho comum, o milho doce, colhido verde, apresenta pericarpo fino e endosperma de textura suave e cremosa, bem como sabor adocicado característico.

No tocante à qualidade nutricional, genótipos de milho doce apresentam teores de proteínas superiores aos genótipos de milho comum, não incluindo, portanto, nesta comparação, os materiais especialmente melhorados para alta qualidade protéica (Bordallo, et al., 2005).

2.1.3. Mutantes de milho doce e suas características

A característica doce ou super doce do milho é monogênica atribuída a alelos recessivos. Assim, a doçura é decorrente da atuação de alelos mutantes que interferem no metabolismo dos carboidratos nos grãos, impedindo ou retardando o processo de conversão de açúcar em amido (Boyer e Shannon, 1983).

Dos mutantes conhecidos, que conferem característica doce ou super doce ao endosperma do milho, os mais empregados no melhoramento de plantas, para o desenvolvimento de genótipos comerciais são: Sugary (*su-1*) – responsável pelo endosperma doce, presente no cromossomo 4; Brittle (*bt-1*) – endosperma super doce, localizado no cromossomo 5; Brittle-2 (*bt-2*) – endosperma super doce, encontrado no cromossomo 4 e; Shrunken-2 (*sh-2*) – endosperma super doce, localizado no cromossomo 3 (Tracy, 1994).

O mutante sugary (*su-1*), mais utilizado, não favorece diretamente o acúmulo de açúcares, porém proporciona a formação de grandes quantidades de fitoglicogênio, que impede a produção de amilopectina, principal componente do amido (Teixeira et al., 2001). Deste modo, os genótipos portadores do *su-1* produzem grãos adocicados, lisos e de textura cremosa quando imaturos (Boyer e Shannon, 1983).

2.1.4. Sementes de milho doce

Segundo Storck et al. (1984), as sementes dos genótipos mutantes doces e super doces, em decorrência da baixa transformação dos polissacarídeos produzidos nas folhas por meio do processo fotossintético em amido de reserva no endosperma, apresentam grandes quantidades de açúcares em relação aos teores de amido. Deste modo, quando do amadurecimento fisiológico, a semente apresenta baixas quantidades de matéria seca, que pode interferir no vigor.

Wann (1980) expõe que o baixo vigor das sementes de milho doce possivelmente está ligado ao tamanho do endosperma, sugerindo que, embora o vigor seja uma característica fortemente relacionada com o embrião, a menor quantidade de reservas dessas sementes pode afetar o vigor e, o aumento da proporção endosperma/embrião tende a ser vantajosa para a melhoria da qualidade das sementes.

Além disso, Douglas et al. (1993) afirmam que a cristalização dos açúcares no endosperma acarreta a formação de espaços internos entre a camada de aleurona e o pericarpo durante o processo de dessecação, dando às sementes aspecto enrugado, tornando-as mais frágeis e propensas a danos físicos e ocasionados por patógenos.

De acordo com Wann (1980), o baixo vigor das sementes deste tipo de milho também está relacionado ao uso de sementes armazenadas por períodos longos, semelhantes aos utilizados para o milho comum, e também a injúrias mecânicas causadas pelo manuseio e beneficiamento.

2.2. Melhoramento de milho doce

Parentoni et al. (1990) descrevem que o melhoramento do milho doce, em termos gerais, segue duas linhas básicas, sendo a principal delas a introdução de alelos via retrocruzamentos, ou seja, a introdução do caráter doce, que é monogênico e recessivo, em um material genético de endosperma comum, que possua características bem conhecidas, e seja de uso comercial ou bem adaptado às regiões de cultivo. Outra filosofia básica é submeter o germoplasma doce a programas de melhoramento, visando, portanto, o objetivo mais conveniente para cada programa. Nesse contexto, os métodos de seleção são os mais empregados.

O método dos retrocruzamentos, segundo Borém (2001), consiste na realização de cruzamentos sucessivos entre a progênie resultante de duas variedades selecionadas com um de seus genitores. Uma das variedades participa apenas do cruzamento inicial, recebendo o nome de genitor doador. Já a variedade que continua sendo usada nos cruzamentos subsequentes, desde o cruzamento inicial, é chamada de genitor recorrente. Assim, o retrocruzamento vislumbra recuperar o genótipo do genitor recorrente, utilizado por repetidas vezes, a exceção de algumas características que se busca obter do genitor doador.

O uso de cruzamentos dialélicos tem ganhado espaço entre os melhoristas de milho doce, pois permite avaliar os genótipos envolvidos e suas diversas combinações híbridas. Neste caso é possível avaliar o tipo de ação gênica atuante, bem como a capacidade geral e a capacidade específica de combinação. (Hallauer e Miranda Filho, 1981).

De modo geral, os programas de melhoramento de milho doce objetivam a obtenção de materiais de alta produtividade e superiores para o consumo humano, *in natura* ou enlatado. Tais materiais devem possuir espigas de aparência e grãos uniformes, cilíndricas, de tamanho médio a grande, textura, consistência e sabor agradáveis (Parentoni et al., 1990).

2.3. Heterose

Shull (1909) apresentou o conceito de heterose para explicar os efeitos da expressão favorável da hibridação, onde o produto do cruzamento é vigoroso, apresentando média superior à média dos pais ou do pai mais expressivo (heterobeltiose). Nesse sentido, a obtenção de híbridos produtivos e superiores depende da base genética e da capacidade de combinação de seus genitores, tornando necessária a identificação das combinações híbridas superiores (Delboni et al., 1989).

Desta forma, no milho, principalmente por se tratar de uma espécie alógama, a heterose promove aumento do vigor. Assim, a ocorrência da endogamia, face inversa do mesmo fenômeno, promove a queda de vigor. Contudo, o desenvolvimento de híbridos pode aliar de maneira benéfica tais características, conhecidamente antagônicas, promovendo um incremento no melhoramento da cultura (Araújo e Paterniani, 1999).

Para a cultura do milho doce, outro fenômeno a ser considerado é a xênia, que é o efeito hereditário do pólen no endosperma, mudando o fenótipo do grão. Desta forma, os resultados da xênia podem ser interpretados como a manifestação precoce da heterose, aumentando a habilidade do endosperma em acumular os fotoassimilados que determinam o peso final do grão, em virtude da alteração genética causada pela polinização cruzada. A probabilidade de ocorrência desse fenômeno aumenta quando o material doador e o receptor são muito contrastantes geneticamente (Denney, 1992). Nesse sentido, Parentoni et al. (1990), recomendam que o plantio de milho doce deva ser realizado em sistema de isolamento no espaço ou no tempo, ou seja, distanciadas pelo menos 400m de qualquer lavoura de milho comum ou deve-se esperar pelo menos 30 dias entre um plantio de lavoura normal e doce.

3. TRABALHOS

3.1. DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE MILHO DOCE NAS REGIÕES NORTE E NOROESTE FLUMINENSE

RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho agronômico de genótipos de milho doce, visando à identificação de materiais com potencial de emprego em programas de melhoramento de plantas. Foram estudados 28 genótipos, dentre eles os genótipos desenvolvidos pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, por meio da introdução do alelo mutante *su1*, via retrocruzamentos. O ensaio de competição foi implantado em dois ambientes e disposto no delineamento em blocos ao acaso, com duas repetições. Os genótipos de milho comum apresentaram maior produtividade. Os genótipos doces, contudo, apresentaram maior diâmetro de espigas. Os híbridos de origem 43IN apresentaram excelentes resultados de comprimento de espigas sem palha, característica muito requisitada pelo consumidor de milho verde em espiga. Híbridos de 43IN também apresentaram maior diâmetro de espigas que o milho comum. Materiais de origem 13IN apresentaram maior precocidade, com número reduzido de dias para o florescimento feminino. O melhor desempenho de materiais cujos genitores recorrentes foram os genótipos Piranão-8 e Cimmyt-8, pode estar associado à presença do gene braquítico. Os resultados encontrados

permitem concluir que os materiais estudados representam boa fonte de variabilidade genética para diversas características de interesse agrônomo, podendo ser utilizados em programas de melhoramento de milho verde, visando o aproveitamento, seleção ou introdução de tais caracteres.

ABSTRACT

The agronomic performance of sweet corn genotypes was evaluated to identify promising genotypes for use in corn breeding programs. Twenty-eight genotypes were investigated, among them the lines developed at the Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, where the mutant allele *su1* had been introduced by backcrossing. A competition trial was planted in two environments, in a randomized block design with two replications. The common corn genotypes had higher yields, whereas the ear diameter of the sweet genotypes was greater. The ear length without straw of hybrids derived from 43IN was excellent, which is a characteristic highly appreciated by corn consumers. The diameter of corn ears of hybrid 43IN was also greater than of common corn. 13IN genotypes were earlier, i.e., the number of days until silking is lower. The better performance of genotypes from the recurrent parents Piranão-8 and Cimmyt-8 may be related to the presence of the brachytic gene. Results indicated the genotypes studied as a good source of genetic variability for several traits of agronomic interest, and that they can be used in corn breeding programs for exploitation, selection or introduction of these traits.

3.1.1. INTRODUÇÃO

O milho é uma das culturas mais difundidas e estudadas em todo o mundo. Contudo, na espécie *Zea mays* L. encontram-se diversos tipos distintos, dentre eles, os chamados milhos especiais, que apresentam grande valor comercial, pois se destinam, principalmente, ao consumo humano (Lima, 2003).

Classificado como milho especial, o milho doce possui características peculiares como sabor adocicado, pericarpo fino e endosperma com textura delicada, possuindo alto valor nutricional (Pereira, 1987). Quando verde, é consumido geralmente em espiga, congelado ou ainda na forma de grãos enlatados (Aragão, 2002). Quando seco, apresenta grãos enrugados (por possuírem baixos níveis de amido no endosperma) e vítreos, devido à cristalização dos açúcares encontrados em elevadas concentrações (Stork e Lovato, 1991).

O que confere o caráter doce ao milho é a existência de um ou mais alelos mutantes que podem desencadear mudanças no teor e no tipo de carboidratos presentes nos grãos, sendo a doçura um caráter recessivo. Das mutações genéticas que alteram a composição química dos grãos de milho, no que diz respeito a carboidratos e proteínas, cerca de quatorze vêm sendo utilizadas em programas de melhoramento (Boyer e Shannon, 1983) e, para Tracy (1994), pelo menos oito delas interferem diretamente na síntese de carboidratos.

Dentre as alterações de endosperma relacionadas ao metabolismo de açúcares, o caráter doce, resultante da ação do alelo *Sugary*, proporciona aos grãos teores de carboidratos semelhantes aos do milho comum, contudo, aumenta as concentrações de sacarídeos solúveis em água, com destaque para o fitoglicogênio, o que confere melhor sabor e melhor textura do grão (Myers et al., 2000).

De modo geral, os programas de melhoramento de milho doce visam à obtenção de materiais de alta produtividade e superiores para o consumo humano, *in natura* ou enlatado. Tais materiais devem possuir espigas de aparência e grãos uniformes, cilíndricas, de tamanho médio a grande, textura, consistência e sabor agradáveis (Parentoni et al,1990). Assim, a produção de híbridos de alta qualidade pode representar boa alternativa para satisfazer tais exigências.

Assim, o desenvolvimento de híbridos de milho, por se tratar de espécie alógama, pode aliar de maneira benéfica características conhecidamente antagônicas, promovendo incremento no melhoramento da cultura (Araújo e Paterniani, 1999).

Segundo Machado et al (1990), alguns dos fatores que contribuem para que o consumo de milho doce no Brasil não seja muito expressivo é a pequena

quantidade de genótipos adaptados para condições tropicais, bem como o reduzido número de genótipos adequados à comercialização.

Oliveira et al (1990) reportaram o grande potencial consumidor de milho doce de alguns estados brasileiros como o Rio de Janeiro, principalmente na região metropolitana e nas Baixadas Litorâneas, destacando o aumento progressivo do consumo, acarretando a importação do produto de outros estados. Em virtude da demanda gerada no estado do Rio de Janeiro, torna-se cada vez mais necessário o desenvolvimento de cultivares de milho doce adaptadas às condições regionais, permitindo que esta possa ser suprida pelos produtores locais, propiciando fonte alternativa de renda.

Nesse sentido, Bordallo (2001) sugeriu o potencial de cultivo do milho doce nas regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro, tendo como principal justificativa a proximidade dos centros consumidores e a comodidade no transporte.

Deste modo, este trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho agrônomo de genótipos de milho doce, visando à identificação de materiais com potencial de emprego em programas de melhoramento de plantas da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro para as regiões Norte e Noroeste Fluminense.

3.1.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.1.2.1. Material Genético

Foram empregados, neste experimento, os materiais desenvolvidos pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em seu programa de melhoramento de milho.

Os genótipos foram originados por meio de retrocruzamentos, onde se fez a introdução do alelo mutante doce *su1*.

Os genótipos doadores do caráter doce foram o Doce de Cuba, a Linhagem 13IN e a Linhagem 43IN e os genitores recorrentes foram os seguintes genótipos de milho comum: Cimmyt (no oitavo ciclo de seleção recorrente

recíproca de famílias de irmãos completos), Piranão (também no oitavo ciclo de seleção recorrente recíproca de famílias de irmãos completos), Linhagem B-73 e Linhagem 154-B. O processo de retrocruzamentos seguiu até a recuperação de, pelo menos, 98% dos genes provenientes dos genitores recorrentes. Os materiais obtidos com os retrocruzamentos estão descritos na tabela 1.

Tabela 1 - Genótipos de milho doce obtidos via retrocruzamento na UENF.

Genitores recorrentes	Genitores doadores (<i>su₁</i>)		
	13 IN	43 IN	Doce de Cuba
Cimmyt	13 (Cimmyt)	43 (Cimmyt)	Doce de Cuba (Cimmyt)
Piranão	13 (Piranão)	43 (Piranão)	Doce de Cuba (Piranão)
B-73	13 (B-73)	43 (B-73)	Doce de Cuba (B-73)
154-b	13 (154-b)	43 (154-b)	Doce de Cuba (154-b)

Após a obtenção dos 12 parentais doces, foram desenvolvidos os seguintes híbridos: 43 (Piranão) X 43 (Cimmyt); Doce de Cuba (Piranão) X Doce de Cuba (Cimmyt); 13 (154-B) X 13 (B-73); 43 (154-B) X 43 (B-73); Doce de Cuba (154 B) X Doce de Cuba (B-73).

Além dos genótipos doces, foi testado o híbrido de milho comum Uenf 506-8, originado do cruzamento entre Cimmyt e Piranão e as testemunhas comerciais doces: BR 400, BR 401; BR 402. Assim, os genótipos avaliados foram os seguintes: 13 IN; 43 IN; Doce de Cuba; Cimmyt; Piranão; B-73; 154-B; 13 (Cimmyt); 13 (Piranão); 13 (B-73); 13 (154-B); 43 (Cimmyt); 43 (Piranão); 43 (B-73); 43 (154-B); Doce de Cuba (Cimmyt); Doce de Cuba (Piranão); Doce de Cuba (B-73); Doce de Cuba (154-B); 43 (Piranão) X 43 (Cimmyt); Doce de Cuba (Piranão) X Doce de Cuba (Cimmyt); 13 (154-B) X 13 (B-73); 43 (154-B) X 43 (B-73); Doce de Cuba (154 B) X Doce de Cuba (B-73); BR 400; BR401; BR 402.

3.1.2.2. Avaliações e Procedimento estatístico

O ensaio de competição foi implantado simultaneamente na Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes (região Norte Fluminense) e na Estação Experimental da Ilha Barra do Pomba em Itaocara (Região Noroeste), constituindo, portanto, dois ambientes.

O experimento foi constituído de 28 tratamentos (genótipos), dispostos no delineamento em blocos ao acaso, com duas repetições, sendo cada tratamento

representado nos blocos por parcelas contendo quatro fileiras de cinco metros, com espaçamento de 0,3m entre plantas e 1m entre fileiras. Deste modo, as fileiras foram formadas por aproximadamente 17 plantas.

No experimento foram avaliadas espigas no estágio de maturação verde, aos 22 dias após a polinização e, para cada avaliação foram consideradas úteis duas fileiras por parcela.

Na ocasião da semeadura, foram plantadas quatro sementes por cova com a finalidade de garantir a população de plantas esperada por parcela. Contudo, transcorridos 30 dias da semeadura, foram realizados desbastes nas parcelas, permanecendo, portanto, uma planta por cova.

A adubação inicial e de cobertura foi realizada conforme análise de solo e as recomendações para a cultura, onde a adubação do plantio foi feita com 800 Kg/ha de N-P-K da formulação 04-14-08. Aos 30 dias após o plantio foi feita a adubação de cobertura, utilizado 300 Kg/ha de Nitrogênio, na forma de sulfato de amônio 20-0-20 e após 45 dias após o plantio foi feita outra adubação com 260 Kg/ha de nitrogênio com sulfato de amônio, na formulação 20-0-0. O controle de pragas e doenças foi realizado por meio de pulverizações de acordo com a necessidade e recomendação agronômica.

As plantas dos genótipos de milho comum foram emasculadas () no final do estágio fenológico 3 (emborrachamento do pendão), a fim de evitar a ocorrência de efeito xênia, ou seja, que as espigas originadas de plantas de milho doce fossem contaminadas por pólen oriundo de plantas normais.

As características avaliadas na colheita das espigas no estágio de grãos imaturos foram as seguintes: Número de dias para o florescimento feminino (NDF), Altura de inserção de espiga (AE), Altura de planta (AP), Número de plantas quebradas (NPQ), Número de plantas acamadas (NPA), Comprimento das espigas com palha (CECP), Comprimento das espigas sem palha (CESP), Diâmetro das espigas (DE), Diâmetro do sabugo (DS), Número de fileiras de grãos (NFG), Número de espigas atacadas por pragas (NAP) e Produtividade de espigas sem palha (PSP).

Os dados foram submetidos à Análise Univariada para cada ambiente, bem como análise conjunta, sendo o DMS obtido por meio do teste t de Student, a 5% de probabilidade.

3.1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados são referentes à análise conjunta dos dados obtidos nos plantios da Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes (região Norte Fluminense) e da Estação Experimental da Ilha Barra do Pomba em Itaocara (Região Noroeste), uma vez que, após análise univariada, não foi verificada interação genótipo x ambiente para as características avaliadas nos experimentos.

Os genótipos apresentaram diferença significativa entre si para os caracteres avaliados, o que indica variabilidade genética, característica fundamental na implantação de programas de melhoramento de plantas.

Nos resultados descritos na tabela 2, observa-se que os genótipos de milho comum Piranão-8, Cimmyt-8, assim como seu híbrido (UENF 506-8) apresentaram maior comprimento de espigas, bem como maior produtividade em relação aos genótipos doces, sendo isso esperado uma vez que o milho comum, em geral, tende a apresentar maior rendimento que o milho doce.

Quando, portanto a característica em questão é o diâmetro de espiga, os híbridos doces apresentaram melhores resultados, confirmando característica típica desse tipo de milho (Oliveira Júnior et al, 2006), com destaque para os híbridos de origem 43IN, que também apresentaram excelentes resultados de comprimento de espigas sem palha, característica muito requisitada pelo consumidor de milho verde em espiga. Híbridos de 43IN, além de apresentarem maior diâmetro de espigas, também apresentaram menos fileiras de grãos que os genótipos de milho normal, indicando o maior tamanho de seus grãos, tornando as espigas mais atrativas.

Os genótipos de milho doce de origem 13IN apresentaram resultados satisfatórios para a característica comprimento de espiga, sendo este um ponto positivo do material genético em questão. Tais resultados são corroborados por Bordallo (2001), que verificou efeito positivo do milho doce 13IN em combinações híbridas para a característica comprimento de espiga sem palha.

Observando ainda a tabela 2, verifica-se que os híbridos de origem 43IN e Doce de Cuba, cujos doadores recorrentes foram os materiais adaptados Piranão-8 e Cimmyt-8, apresentaram desempenho agrônômico para

características de interesse comercial superior ao encontrado nas testemunhas empregadas no experimento.

O maior percentual de espigas atacadas por pragas encontrado entre os genótipos de milho doce, incluindo as testemunhas constituídas por materiais disponíveis no mercado, quando comparados aos genótipos de milho comum é esperado para esse tipo de milho, pois apresentam maiores teores de açúcares, sendo mais suscetíveis ao ataque de pragas. Bordallo (2001) e Oliveira Júnior (2006), trabalhando com genótipos de milho doce encontraram resultados semelhantes.

Tabela 2 - Comprimento das espigas com palha (CECP), comprimento das espigas sem palha (CESP), diâmetro das espigas (DE), diâmetro do sabugo (DS), número de fileiras de grãos (NFG), número de espigas atacadas por pragas (NAP) e produtividade de espigas sem palha (PSP) de 28 genótipos de milho doce.

Genótipo	CECP (cm)	CESP (cm)	DE (cm)	DS (cm)	NFG	NAP (%)	PSP (t.ha ⁻¹)
13IN	27,80	18,01	4,18	2,34	15,23	62,32	5,02
DOCE DE CUBA	26,90	17,03	4,14	2,31	12,34	55,18	5,69
43IN	26,12	16,85	4,23	2,67	13,67	49,45	5,78
13IN / PIRANÃO	27,45	17,80	4,12	2,36	12,25	48,70	5,48
13IN / CIMMYT	26,89	16,96	4,17	2,34	15,34	49,23	5,56
43IN / PIRANÃO	26,89	16,78	4,56	2,93	12,82	34,85	7,75
43IN / CIMMYT	26,45	17,03	4,69	2,57	12,35	34,87	7,89
DOCE DE CUBA / PIRANÃO	26,87	17,34	4,45	2,43	14,02	27,32	6,24
DOCE DE CUBA / CIMMYT	26,98	17,89	4,34	2,67	14,91	38,23	6,85
13IN / L154b	26,43	17,34	4,22	2,69	14,01	48,34	5,56
43IN / L154b	24,98	17,03	4,34	2,44	14,37	52,19	5,67
DOCE DE CUBA / L154b	25,67	17,24	4,25	2,56	12,36	54,24	5,78
13IN / LB73	27,01	17,56	4,34	2,32	12,34	53,12	5,68
43IN / LB73	26,59	17,09	4,23	2,41	13,36	49,32	6,01
DOCE DE CUBA / LB73	26,34	16,89	4,45	2,35	12,56	48,90	5,89
43IN / PIRANÃO X 43IN /CIMMYT	27,03	19,01	5,02	2,91	12,70	22,31	8,98
DOCE DE CUBA / PIRANÃO X DOCE DE CUBA / CIMMYT	27,06	18,34	4,89	2,67	13,45	21,45	8,80
13IN / L154b X 13IN / LB73	27,78	17,89	4,23	2,36	15,34	45,84	5,23
43IN / L154b X 43IN / LB73	26,78	17,05	4,22	2,59	12,43	38,26	6,34
DOCE DE CUBA / L154b X DOCE DE CUBA / LB73	26,32	16,85	4,56	2,78	13,01	48,25	6,02
B73	24,34	16,02	4,45	2,39	12,45	32,06	5,89
PIRANÃO 8	29,45	18,89	4,06	2,45	12,46	30,24	7,96
CIMMYT 8	28,98	20,26	4,12	2,42	12,89	28,67	8,87
UENF - 506 – 8	30,53	22,03	4,22	2,38	13,42	19,32	9,15
154b	24,06	16,34	4,34	2,35	15,60	36,47	5,78
BR 400	25,34	17,02	4,85	2,56	16,34	47,34	6,84
BR 401	24,92	16,98	4,78	2,47	18,23	55,63	6,98
BR 402	26,02	17,56	4,67	2,52	17,40	48,23	7,01
DMS (teste t a 5%)	1,61	1,06	0,22	0,17	1,04	10,26	1,07
CV(%)	8,89	8,03	5,98	8,84	9,78	32,07	12,67

Com a observação dos resultados apresentados na tabela 3 é possível verificar que os materiais de origem 13IN (linhagem e híbridos) obtiveram pior desempenho em características como baixa inserção de espigas, número reduzido de espigas e grande quantidade de plantas quebradas e acamadas quando comparados aos demais genótipos. Contudo, é relevante ressaltar que tais materiais possuem maior precocidade, com número reduzido de dias para o florescimento feminino (NDF), característica essa muito apreciada por programas de melhoramento, principalmente no desenvolvimento de cultivares que possam atender o mercado mais rapidamente.

Com relação à precocidade, os demais genótipos não apresentaram grandes variações entre si, confirmando os resultados encontrados por Oliveira Júnior et al (2006). Para Lopes et al (1995), o número de dias para o florescimento, característica determinante na precocidade de cultivares de milho, cujo controle está envolvido com efeitos aditivos e desvios de dominância, não sofrendo influência de efeitos maternos, indica que na produção de híbridos, não há, para essa característica exigência em progenitor feminino.

A grande quantidade de plantas quebradas e acamadas encontrada nos genótipos de origem 13IN pode indicar maior fragilidade estrutural dessas plantas, embora tenham apresentado pequeno porte. A baixa estatura das plantas de milho, conferida pelo gene braquítico, presente nos genótipos provenientes do programa de seleção recorrente de milho da UENF é uma característica desejável para região, uma vez que esta apresenta como principal fator limitante à cultura do milho a grande incidência de vento.

Tabela 3 - Altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AE), número de dias para o florescimento (NDF), número de plantas acamadas (NPA), número de plantas quebradas (NPQ) de 28 genótipos de milho doce.

Genótipo	AP (cm)	AE (cm)	NDF	NPA	NPQ
13IN	1,35	0,72	57,02	3,20	8,76
DOCE DE CUBA	1,81	0,91	65,56	2,32	5,47
43IN	1,76	0,89	66,45	2,50	4,87
13IN / PIRANÃO	1,47	0,74	56,98	1,21	1,12
13IN / CIMMYT	1,52	0,70	57,12	1,22	0,34
43IN / PIRANÃO	1,87	0,84	66,67	0,54	0,45
43IN / CIMMYT	1,78	0,96	67,23	1,52	0,23
DOCE DE CUBA / PIRANÃO	1,89	0,83	64,34	0,81	0,47
DOCE DE CUBA / CIMMYT	1,78	0,91	67,20	0,30	0,45
13IN / L154b	1,49	0,70	57,34	3,45	9,10
43IN / L154b	2,14	0,96	63,02	2,43	5,48
DOCE DE CUBA / L154b	2,34	0,98	64,23	2,27	4,27
13IN / LB73	1,52	0,72	56,78	4,78	9,56
43IN / LB73	2,14	1,02	68,12	4,56	7,83
DOCE DE CUBA / LB73	2,12	0,81	68,02	3,12	6,89
43IN / PIRANÃO X 43IN /CIMMYT	1,98	0,94	67,90	0,81	1,20
DOCE DE CUBA / PIRANÃO X DOCE DE CUBA / CIMMYT	1,96	0,83	68,40	0,23	0,87
13IN / L154b X 13IN / LB73	1,56	0,71	57,89	5,89	7,98
43IN / L154b X 43IN / LB73	2,24	0,89	66,78	2,34	5,82
DOCE DE CUBA / L154b X DOCE DE CUBA / LB73	2,33	0,86	65,9	2,42	5,44
B73	1,78	1,01	66,78	2,90	8,45
PIRANÃO 8	1,87	0,91	69,45	0,34	1,45
CIMMYT 8	1,79	0,89	67,45	0,67	0,78
UENF – 506 – 8	1,98	0,92	68,56	0,56	0,67
154b	1,76	0,82	67,20	4,34	5,98
BR 400	1,78	0,77	59,45	4,67	4,34
BR 401	2,07	0,89	60,46	3,65	4,02
BR 402	2,01	0,86	62,56	2,56	4,01
DMS (teste t a 5%)	0,22	0,10	3,80	1,24	2,70
CV(%)	5,89	6,01	7,45	32,67	30,56

As linhagens de milho doce (13IN e 43IN) e as linhagens de milho comum (B73 e 154b) não apresentaram resultados satisfatórios para a maior parte das características de desempenho agrônomo avaliadas, principalmente produtividade (tabela 2). Entretanto, devido à sua base genética, as linhagens tendem a ser menos expressivas agronomicamente que materiais melhorados, sendo, portanto, empregadas em programas de melhoramento como doadoras de características específicas. Assim, é possível verificar que os materiais híbridos, de uma maneira geral, apresentaram resultados médios superiores aos materiais parentais, com exceção dos genótipos Piranão-8 e Cimmyt-8, uma vez tais genótipos encontram-se altamente adaptados à região por meio de seleção recorrente, conferindo-lhes ganhos genéticos a cada ciclo.

O melhor desempenho de materiais cujos genitores recorrentes foram os genótipos Piranão-8 e Cimmyt-8, pode estar associado à presença do gene braquítico que, por reduzir os internódios, aumenta o número de folhas, tornando as plantas de milho mais eficientes fotossinteticamente (Oliveira Júnior et al, 2006). O que, para Pereira et al (2008), pode estar diretamente relacionado ao maior aproveitamento do nitrogênio do solo por parte dessas plantas.

3.1.4. CONCLUSÃO

Os resultados encontrados permitem concluir que os materiais estudados representam boa fonte de variabilidade genética para diversas características de interesse agrônomo, podendo ser utilizados em programas de melhoramento de milho verde, visando o aproveitamento, seleção ou introdução de tais caracteres. Além disso, o material desenvolvido no programa de melhoramento de milho doce da UENF possui bom rendimento e produtividade, apresentando grande potencial para produção comercial de milho verde para condições de cultivo tropicais.

3.1.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGÃO, C.A. (2002) **Avaliação de híbridos simples de milho super doce (*Zea mays* L.) portadores do gene *shrunken-2*, utilizando o esquema dialélico parcial**. Botucatu, Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. 105p.

ARAÚJO, P.M.; Parterniani, E. (1999) Uso do vigor híbrido e heterose. In: Montalván, R.; Destro, D. (Coord.). **Melhoramento genético de plantas**. Londrina, UEL, 331-341.

BORDALLO, P.N. (2001) **Melhoramento genético do milho doce (*Zea mays* L.): Análise dialélica e molecular em caracteres morfoagronômicos e bioquímicos**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). 83 p.

BOYER, C.D.; SHANNON, J.C. (1983) The use of endosperm genes for sweet corn improvement. In: PLANT breeding reviews. West Lafayette: USA Purdue University, 1:139-161.

LIMA, M.W.P. (2003) **Capacidade combinatória de linhagens S₄ de milho super doce (*Zea mays* L.) portadoras do gene *Shrunken-2*** Botucatu: UNESP,.. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 119p.

LOPES, U.V.; GALVÃO, J.D.; CRUZ, C.D. (1995) Inheritance of the flowering time in maize. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, 30 (10):1267-1271.

MACHADO, M.C.M.S.T; REYES, F.G.R.; SILVA, W.J. (1990) Acúmulo de matéria seca e composição dois carboidratos de uma nova cultivar de milho, com endosperma triplo mutante “Sugary-Opaque-2-Waxy”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, 25 (12): 1789-1796.

MYERS, A. M., MORELL, M. K., JAMES, M. G. E BALL, S. G. (2000) Recent Progress toward Understanding Biosynthesis of the Amylopectin Crystal. **Plant Physiology**, 22 (122): 989–997.

OLIVEIRA, L.A.A.; YUTRA, F.R.R.; GROSZMANN,A. (1990) **Produção de milho verde em diferentes épocas de semeadura, sob irrigação**. Niterói: PESAGRO-RIO, (PESAGRO-RIO. Comunicado Técnico. 5p.

OLIVEIRA JÚNIOR LFG; PEREIRA MG; BRESSAN-SMITH R. (2006) Caracterização e avaliação agronômica de híbridos e linhagens de milho doce (*su1*). **Horticultura Brasileira**. 24 (3): 283-288..

PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G.; MAGNAVACA, R.J.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; VILAS-BOAS, G.L. (1990) Milho doce. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 14 (165): 17-22.

PEREIRA, A.F.; MELO, P.G.S.; OLIVEIRA, J.P.; ASSUNÇÃO, A.; BUENO, L.G.. (2008) Qualidade fisiológica e desempenho agrônômico de genótipos de milho doce. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. 38 (4): 249-261.

PEREIRA, A.S. (1987) Composição, avaliação organoléptica e padrão de qualidade de cultivares de milho-doce. **Horticultura Brasileira**, 5 (2): 22-24.

STORK, L.; LOVATO, C. (1991) Milho doce. **Ciência Rural**, 2: 283-292.

TRACY, W.F. Sweet Corn. In: Hallawer, A. R. (1994) New York: **Specialty Corns**. CRC Press, p.147-187.

3.2. AVALIAÇÃO DE GENITORES E HÍBRIDOS DE MILHO DOCE PARA AS REGIÕES NORTE E NOROESTE FLUMINENSE

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo a avaliação de genitores e híbridos de milho doce. Para tanto, verificou-se o efeito de genitores doadores no desenvolvimento de híbridos. Estudou-se 14 genótipos selecionados desenvolvidos pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, sendo os genótipos de milho doce obtidos via retrocruzamento com a introgressão do alelo mutante *su1*, tendo como genitores doadores os genótipos 43IN e Doce de Cuba. O ensaio de competição foi implantado em dois ambientes, Campos dos Goytacazes e Itaocara. O experimento foi desenvolvido no delineamento em blocos ao acaso, com duas repetições. Foram avaliados diversos caracteres agronômicos e a comparação entre genitores e híbridos foi realizada por meio da estimativa da heterose. Verificou-se superioridade dos híbridos em relação aos seus parentais. A heterose encontrada pode estar diretamente ligada à base genética distinta das populações de Cimmyt e Piranão, que originaram os genótipos. Verificou-se que os genótipos de origem 43IN apresentaram excelentes resultados para as características relacionadas ao estabelecimento da planta no campo e de produção de espigas de qualidade, seguido dos materiais de Origem Doce de Cuba. Observou-se provável efeito residual do genoma do doador 43IN, aumentando o rendimento dos híbridos, superando o doador Doce de Cuba.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate sweet corn parents and hybrids. To this end, the effect of donor parents on the development of hybrids was examined. Fourteen selected sweet corn genotypes developed at the Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro were studied, obtained by backcrossing with introgression of the mutant allele *su1*, and the genotypes 43IN and Doce de Cuba as donor parents. A competition trial was installed in two environments, Campos dos Goytacazes and Itaocara. The experiment was conducted in a randomized block design with two replications. A number of traits were evaluated and the parents and hybrids compared based on the estimation of heterosis. The hybrids exceeded their parents. The heterosis detected can be directly linked to the distinct genetic basis of the populations Cimmyt and Piranão, which originated the genotypes. It was verified that the results of genotypes originated from 43IN were excellent for the traits related to plant establishment in the field and the yield of quality ears, followed by the genotypes derived from parent Doce de Cuba. There was a probable genome residual effect of donor 43IN, which increased the hybrid yield, surpassing the donor Doce de Cuba.

3.2.1. INTRODUÇÃO

Altos teores de açúcares e pouco amido no endosperma são os principais diferenciais do milho doce (*Zea mays* L. *saccharata*) em relação ao milho normal. Tais características são responsáveis por tornar seus grãos translúcidos, enrugados e quebradiços quando secos. Diversos alelos mutantes podem ser responsáveis pelo caráter doce, porém, um dos mais estudados e empregados em programas de melhoramento tem sido o alelo recessivo *su*, que embora não condicione elevadíssimos teores de açúcares, atua na elevação de teores de fitoglicogênio e polissacarídeos solúveis em água, bem como baixo conteúdo de amido (Wallace e Bressman, 1949; Tracy, 1994).

Segundo Pereira Filho e Cruz (2002), o milho doce precisa apresentar certos atributos que atenda a indústria de envasamento, consumo “in natura” e necessidades do produtor no campo e na distribuição, com destaque para a possibilidade de plantio durante todo o ano, alta produtividade (superior a 12 t.ha⁻¹ de espigas com palha no campo), tolerância às principais pragas e doenças, baixo índice de plantas quebradas e acamadas, uniformidade de maturação, plantas de porte médio, bom empalhamento, espigas cilíndricas com comprimento superior a 20cm, sendo consideradas comerciais as espigas com comprimento superior a 15cm e diâmetro superior a 3cm.

Por sua grande diversidade de opções de consumo, o milho doce torna-se cultura promissora no Brasil por apresentar possibilidades de agregação de valor e, conseqüentemente, trazer maiores benefícios aos produtores tradicionais de milho. Assim, Araujo et al. (2006) acreditam que, em pouco tempo, o milho doce se tornará uma importante cultura hortícola no Brasil, podendo ser uma alternativa agrônômica rentável. Contudo, sua difusão ainda é considerada pequena pela baixa disponibilidade de sementes no mercado e pouco conhecimento do produto por parte do consumidor (Teixeira et al., 2001).

À medida que foram acumulados conhecimentos sobre a cultura do milho e as exigências nutricionais e necessidades agrônômicas do seu cultivo, foram evoluindo seus principais métodos de melhoramento, como a seleção de materiais, introgressão de alelos e desenvolvimento de híbridos. Parentoni et al. (1990) descrevem que o melhoramento do milho doce, em termos gerais, segue duas linhas básicas, sendo a principal delas a introdução de alelos via retrocruzamentos, ou seja, a introdução do caráter doce, que é monogênico e recessivo, em um material genético de endosperma comum, que possua características bem conhecidas, e seja de uso comercial ou bem adaptado às regiões de cultivo. Outra filosofia básica é submeter o germoplasma doce a programas de melhoramento, visando, portanto, o objetivo mais conveniente para cada programa. Nesse contexto, os métodos de seleção são os mais empregados.

De modo geral, os programas de melhoramento de milho doce objetivam a obtenção de materiais de alta produtividade e superiores para o consumo humano, *in natura* ou enlatado. Tais materiais devem possuir espigas de

aparência e grãos uniformes, cilíndricas, de tamanho médio a grande, textura, consistência e sabor agradáveis (Parentoni et al.,1990).

Para a obtenção de materiais de alta qualidade, principalmente no que diz respeito a características morfoagronômicas e de produtividade, é comum que os programas de melhoramento desenvolvam híbridos, explorando o fenômeno da heterose na obtenção de materiais superiores.

Shull (1909) apresentou o conceito de heterose para explicar os efeitos da expressão favorável da hibridação, onde o produto do cruzamento é vigoroso, apresentando média superior à média dos pais ou do pai mais expressivo (heterobeltiose). Nesse sentido, a obtenção de híbridos produtivos e superiores depende da base genética e da capacidade de combinação de seus genitores, tornando necessária a identificação das combinações híbridas superiores (Delboni et al., 1989).

Os princípios genéticos que controlam a heterose ainda são objetos de estudo, sendo explicados por diferentes hipóteses. Entretanto, Ronzelli Júnior (1996) afirma que quanto mais contrastantes geneticamente forem os genitores escolhidos para as hibridações, maiores são as chances de efeitos heteróticos serem observados em seus descendentes.

Desta forma, no milho, principalmente por se tratar de uma espécie alógama, a heterose promove aumento do vigor. Assim, a ocorrência da endogamia, face inversa do mesmo fenômeno, promove a queda de vigor. Contudo, o desenvolvimento de híbridos pode aliar de maneira benéfica tais características, conhecidamente antagônicas, promovendo um incremento no melhoramento da cultura (Araújo e Paterniani, 1999).

Com isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar genitores e híbridos de milho verde para as regiões norte e noroeste fluminense, buscando verificar efeitos dos genitores doadores nas principais características agronômicas avaliadas em suas combinações híbridas.

3.2.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.2.1. Material Genético

Foram utilizados genótipos originados por meio de retrocruzamentos, onde se fez a introdução do alelo mutante doce *su1*, sendo os doadores do caráter doce o genótipo Doce de Cuba, a Linhagem 13IN e a Linhagem 43IN e os genitores recorrentes foram os seguintes genótipos de milho comum: Cimmyt (no oitavo ciclo de seleção recorrente recíproca de famílias de irmãos completos), Piranão (também no oitavo ciclo de seleção recorrente recíproca de famílias de irmãos completos), Linhagem B-73 e Linhagem 154-B.

O processo de retrocruzamentos seguiu até a recuperação de, pelo menos, 98% dos genes provenientes dos genitores recorrentes. Também foram utilizados genótipos de milho comum trabalhados no programa de melhoramento de milho da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Os 28 genótipos foram submetidos a diversos índices de seleção, como Smith (1936) e Hazel (1943), Pesek e Baker (1969) e Mulamba e Mock (1978). Para cada característica avaliada, foram atribuídos pesos de maneira aleatória, de acordo com os ideais buscados para as Regiões Norte e Noroeste Fluminense, tendo prevalecido o índice de Mulamba e Mock (1978), por apresentar maior adaptação aos dados e maior ganho genético. Assim, selecionou-se 50% do material, ou seja, os genótipos que se apresentaram superiores em relação aos demais nas principais características de interesse econômico, permitindo, assim, a identificação de materiais promissores para o programa de melhoramento de milho doce, totalizando 14 genótipos avaliados no presente trabalho, entre genitores, híbridos e testemunhas.

Os genótipos avaliados no presente trabalho encontram-se descritos na tabela 1.

Tabela 1 - Genótipos selecionados pelo Índice Baseado em Soma de Ranks (Mulamba & Mock, 1978).

Tratamento	Genótipo
1	Doce de Cuba / Piranão
2	Doce de Cuba / Cimmyt
3	Doce de Cuba / Piranão X Doce de Cuba / Cimmyt
4	43 In / Piranão
5	43 In / Cimmyt
6	43 In / Piranão X 43 In / Cimmyt
7	Piranão 8
8	Cimmyt 8
9	Uenf – 506 – 8
10	Br 401
11	43 In / L 154 B X 43 In / L B 73
12	Doce de Cuba / L 154 B X Doce de Cuba / L B 73
13	Br 402
14	Br 400

3.2.2.2. Avaliações e Procedimento estatístico

O experimento foi constituído de 14 tratamentos (genótipos), dispostos no delineamento em blocos ao acaso, com duas repetições, sendo cada tratamento representado nos blocos por parcelas contendo quatro fileiras de cinco metros, com espaçamento de 0,3m entre plantas e 1m entre fileiras. Deste modo, as fileiras foram formadas por aproximadamente 17 plantas.

O ensaio de competição foi implantado simultaneamente em dois ambientes, sendo eles a Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes (região Norte Fluminense) e a Estação Experimental da Ilha Barra do Pomba em Itaocara (Região Noroeste).

Foram avaliadas espigas no estádio de maturação verde, aos 22 dias após a polinização e, para cada avaliação foram consideradas úteis duas fileiras por parcela.

Utilizaram-se quatro sementes por cova na semeadura com a finalidade de garantir a população de plantas esperada por parcela e, transcorridos 30 dias da semeadura, foram realizados desbastes nas parcelas, permanecendo, portanto, uma planta por cova.

As adubações foram realizadas conforme análise de solo e as recomendações para a cultura, onde a adubação do plantio foi feita com 800 Kg/ha de N-P-K da formulação 04-14-08. Aos 30 dias após o plantio foi feita a

adubação de cobertura, utilizando 300 Kg/ha de Nitrogênio, na forma de sulfato de amônio 20-0-20 e após 45 dias após o plantio foi feita outra adubação com 260 Kg/ha de nitrogênio com sulfato de amônio, na formulação 20-0-0. O controle de pragas e doenças foi realizado por meio de pulverizações de acordo com a necessidade e recomendação agronômica.

As plantas dos genótipos de milho comum foram emasculadas () no final do estágio fenológico 3 (emborrachamento do pendão), a fim de evitar a ocorrência de efeito xênia, ou seja, que as espigas originadas de plantas de milho doce fossem contaminadas por pólen oriundo de plantas normais.

As características avaliadas na colheita das espigas no estágio de grãos imaturos foram as seguintes: Número de dias para o florescimento feminino (NDF), Altura de inserção de espiga (AE), Altura de planta (AP), Número de plantas quebradas (NPQ), Número de plantas acamadas (NPA), Comprimento das espigas com palha (CECP), Comprimento das espigas sem palha (CESP), Diâmetro das espigas (DE), Diâmetro do sabugo (DS), Número de fileiras de grãos (NFG), Número de espigas atacadas por pragas (NAP) e Produtividade de espigas sem palha (PSP).

Os dados foram submetidos à Análise Univariada para cada ambiente, bem como análise conjunta, sendo o DMS obtido por meio do teste t de Student, a 5% de probabilidade. Para avaliação dos genitores e combinações híbridas, foi realizado o cálculo da estimativa da heterose (%), comparando-se cada híbrido com a média de seus pais, por meio da expressão:

$$\text{Heterose (\%)} = \frac{\text{Média do híbrido} - \text{Média dos Pais}}{\text{Média dos Pais}} \times 100$$

3.2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a observação dos resultados apresentados na tabela 2, é possível verificar o comportamento dos genótipos de milho doce para os caracteres agronômicos avaliados.

Embora o vigor híbrido ou heterose, venha sendo especificamente explorado na cultura do milho para ganhos em produtividade, observa-se com esses resultados que, no milho doce, esse fenômeno manifesta-se em caracteres como comprimento de espigas com e sem palha e diâmetro de espigas para genótipos oriundos dos materiais 43IN e Doce de Cuba, com maior destaque para o 43IN, sendo que para genótipos com origem Doce de Cuba a manifestação da heterose para característica diâmetro de espiga não foi muito expressiva.

Os genótipos envolvendo os genitores recorrentes B73 e 154B apresentaram maior porte, uma vez que não possuem a manifestação do gene braquítico. Além disso, tais materiais, possivelmente por não ser adaptados à região norte fluminense, foram menos produtivos que os demais.

Para os caracteres agrônômicos de maior relevância como produtividade e comprimento de espigas verificaram-se altos valores de heterose para os híbridos doces adaptados desenvolvidos pela UENF, o mesmo acontecendo com o híbrido de milho comum Uenf-506-8.

Níveis altos de heterose têm sido observados para produção em cruzamentos entre diferentes populações de milho. Hallauer e Miranda Filho (1995) obtiveram como resultado do cruzamento entre 1394 variedades de milho uma taxa de heterose que variou de 4,2 a 72,0%.

Assim, a superioridade dos híbridos em relação aos seus parentais pode estar diretamente ligada à base genética distinta das populações de Cimmyt e Piranão. Contudo, ao realizar comparações entre os híbridos doces cujos genitores doadores foram os materiais Doce de Cuba e 43IN, é possível verificar nítida superioridade deste último, indicando efeito do genoma do genitor doador sobre os principais caracteres agrônômicos, efeito esse, mais abrangente que apenas a transmissão do caráter doce.

Tabela 2 - Desempenho e estimativa de heterose para diversos caracteres agrônômicos de genótipos de milho doce.

Genótipo	AP (m)	AE (m)	NDF	NPA	NPQ	CECP (cm)	H (%)	CESP (cm)	H (%)	DE (cm)	H (%)	DS (cm)	NFG	NAP (%)	PSP (t.ha ⁻¹)	H (%)
DOCE DE CUBA / PIRANÃO	1,88	0,84	64,32	0,87	0,51	26,37		17,34		4,45		2,43	14,02	27,32	6,24	
DOCE DE CUBA / CIMMYT	1,79	0,92	66,91	0,39	0,49	26,18		17,89		4,34		2,67	14,91	38,23	6,85	
DOCE DE CUBA / PIRANÃO X DOCE DE CUBA / CIMMYT	1,96	0,83	68,41	0,23	0,87	27,06	3,92	18,34	2,97	4,89	8,90	2,67	13,45	21,45	8,80	34,55
43IN / PIRANÃO	1,88	0,84	66,67	0,54	0,42	26,89		16,78		4,56		2,93	12,82	34,85	7,75	
43IN / CIMMYT	1,78	0,97	67,23	1,52	0,23	26,45		17,03		4,69		2,57	12,35	34,87	7,89	
43IN / PIRANÃO X 43IN /CIMMYT	1,98	0,93	68,92	0,84	1,23	27,03	6,41	19,01	12,50	5,02	9,10	2,91	12,70	22,31	8,98	36,13
PIRANÃO 8	1,87	0,89	69,45	0,34	1,34	29,45		18,89		4,06		2,45	12,46	30,24	7,96	
CIMMYT 8	1,76	0,89	67,35	0,67	0,78	28,98		20,26		4,12		2,42	12,89	28,67	8,87	
UENF – 506 – 8	1,88	0,93	68,36	0,57	0,67	30,53	4,55	22,03	12,60	4,22	2,90	2,38	13,42	19,32	9,15	17,85
BR 401	2,08	0,89	60,46	3,65	4,56	24,92		16,98		4,78		2,47	18,23	55,63	6,98	
43IN / L154b X 43IN / LB73	2,24	0,91	66,78	2,34	5,82	26,78		17,05		4,22		2,59	12,43	38,26	6,34	
DOCE DE CUBA / L154b X DOCE DE CUBA / LB73	2,33	0,87	65,93	2,42	5,49	26,32		16,85		4,56		2,78	13,01	48,25	6,02	
BR 400	1,79	0,77	59,45	4,06	4,34	25,34		17,02		4,85		2,56	16,34	47,34	6,84	
BR 402	2,12	0,88	62,56	2,56	4,09	26,02		17,56		4,67		2,52	17,40	48,23	7,01	
DMS t (5%)	0,16	0,03	2,68	1,12	2,02	1,49		1,39		0,26		0,15	1,81	9,50	0,86	
CV(%)	5,23	6,34	7,46	30,01	27,68	8,45		7,98		4,89		7,59	8,98	27,67	11,41	

Quanto ao número de espigas atacadas por pragas, verificou-se menor incidência no híbrido normal UENF-506-8, quando comparado aos seus parentais. Os genótipos doces foram mais atacados por pragas, uma vez que o maior acúmulo de açúcares no endosperma e a maior maciez dos tecidos favorecem o ataque desses organismos. Entretanto, é válido salientar que genótipos com base genética 43IN foram menos atacados por pragas que os demais genótipos doces, discordando dos resultados encontrados por Oliveira Júnior et al., 2006 que, trabalhando com esse material verificaram que o mesmo era mais sensível ao ataque de pragas de espigas.

3.2.4. CONCLUSÃO

Para a grande maioria dos caracteres avaliados, os genótipos desenvolvidos pela UENF apresentaram resultados satisfatórios e superiores aos das testemunhas comerciais, indicando que os mesmos podem ser utilizados em programas de melhoramento de milho para o desenvolvimento de cultivares para o plantio regional, com destaque para o doador doce 43IN, cujo efeito, além de transmitir o caráter doce, melhora as características agrônômicas de seus híbridos.

3.2. 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, E.F.; ARAUJO, R.F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R.F. Maturação de sementes de milho-doce – grupo super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p.69-76, 2006.

ARAÚJO, P.M.; PARTERNIANI, E. Uso do vigor híbrido e heterose. In: Montalván, R.; Destro, D. (Coord.). **Melhoramento genético de plantas**. Londrina, UEL, 1999. p.331-341.

DELBONI, J. S.; SILVA, J. C.; CRUZ, C .D.; SILVA, C. H. O. Análise de cruzamentos dialélicos entre variedades de milho braquítico-2, usando o método de Gardner e Eberhart. **Revista Ceres**, Lavras, v.36, n.206, p.365-372, 1989.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 1981. 468 p.

HAZEL, H. N. (1943) The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, Menasha, v. 28, n. 6, p. 476-490.

MULAMBA, N.N.; MOCK, J.J. (1978) Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egypt Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, v.7, p.40-51.

PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G.; MAGNAVACA, R.J.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; VILAS-BOAS, G.L. Milho doce. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n.165, p.17-22, 1990.

PEREIRA FILHO, I. A. E CRUZ, J.C. Cultivares de milho para o consumo verde. **Circular Técnica nº 15**. Embrapa, Sete Lagoas, 2002.

PESEK, J.; BAKER, R. J. (1969) Desired improvement in relation to selected indices. **Canadian Journal of Plant Sciences**, Ottawa, v. 49, n. 6, p. 803-804.

RONZELLI JUNIOR, P.(1996). **Melhoramento Genético de Plantas**. Curitiba. 219p.

SHULL, G. F. A pure line method of corn breeding. **American Breeders' Association Report**, v.5, p.51-59, 1909.

SMITH, H. F. (1936) A discriminant function for plant selection. **Annals of Eugenics**, London, v. 7, p. 240-250.

TEIXEIRA, F.F.; SOUZA, I.R.P.; GAMA, E.E.G.; PACHECO, C.A.P.; PARENTONI, S.N.; SANTOS, M.X.; MEIRELLES, W.F. (2001) Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.25, n.3, p.483-488.

3.3. AVALIAÇÃO SENSORIAL DE GENÓTIPOS DE MILHO DOCE EM CAMPOS DOS GOYTACAZES -RJ

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar 14 genótipos de milho verde quanto à preferência do consumidor, empregando-se genótipos de milho doce desenvolvidos pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. As espigas avaliadas foram oriundas de ensaio de competição implantado em dois ambientes, Campos dos Goytacazes e Itaocara. O ensaio de competição foi disposto no delineamento em blocos ao acaso, com duas repetições. As espigas foram colhidas imaturas 22 dias após o florescimento feminino. Após cocção por 20 minutos, as amostras foram apresentadas a 50 consumidores não treinados. A avaliação sensorial se deu por meio da escala hedônica de nove pontos. Foram avaliadas as seguintes características: aceitação global, cor, aparência, textura, sabor, aroma e frequência de consumo. A escala variou de “desgostei extremamente” a “gostei extremamente”, obtendo-se notas de até nove pontos para cada amostra. Foram calculadas as médias das notas de cada genótipo e a diferença entre elas foi obtida por meio do cálculo de DMS t (5%). Observou-se com os resultados, que os híbridos oriundos de cruzamentos envolvendo a linhagem 43IN foram preferidos pelo consumidor nas diversas características avaliadas, superando os demais genótipos e testemunhas comerciais.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate 14 corn genotypes in terms of consumer preference, using sweet corn genotypes developed at the Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. The ears studied were taken from a field experiment carried out in two environments, Campos dos Goytacazes and Itaocara. The competition test was arranged in a randomized block design with two replications. Immature ears were harvested 22 days after silking. After cooking for 20 minutes, the samples were distributed to 50 untrained consumers. The sensory evaluation was based on a hedonic nine-point scale. The following traits were evaluated: overall acceptability, color, appearance, texture, taste, aroma and frequency of consumption. The scale ranged from " extreme dislike " to " extreme liking ", assigning grades of up to nine points for each sample. The mean scores of each genotype were calculated and the difference between them computed by DMS t (5%). With respect to the different traits evaluated, results showed that consumers preferred the hybrids derived from crosses involving line 43IN to the other genotypes and commercial controls.

3.3.1. INTRODUÇÃO

O milho doce é tido como milho especial e diferencia-se de outros tipos de milho pela presença de alelos mutantes que aumentam a concentração de açúcares no endosperma, o que torna esse tipo de milho uma hortaliça muito apreciada para o consumo humano (Tracy, 2001).

Muito popular nos Estados Unidos e no Canadá, onde, em geral é consumido "in natura" (Bordallo et al., 2005), o milho doce ocupa, atualmente, a área cultivada de 900 mil hectares no mundo, sendo que no Brasil cultivam-se 36 mil hectares, onde quase a totalidade da produção é destinada à industrialização (Barbieri et al., 2005). Os maiores produtores brasileiros são os estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e Pernambuco (Parentoni et al., 1990).

O consumo regional recebe destaque em regiões litorâneas de veraneio e em regiões onde o consumo é tradicional como no nordeste brasileiro, onde o consumo do milho verde, principalmente na forma de espiga, possui grande importância econômica devido ao expressivo consumo na culinária local e em festividades típicas (Pedrotti et al., 2003). Assim, o Brasil, como um grande produtor de milho comum, apresenta grande potencial para a produção de milho doce. Entretanto, em virtude do pouco conhecimento por parte dos consumidores e da pequena disponibilidade de sementes, seu cultivo tem sido restrito (Teixeira et al., 2001).

Por possuir grande diversificação de uso, o milho doce pode ser utilizado em conserva, congelado na forma de espigas ou grãos, desidratado, minimilho, quando colhido antes da polinização e, ainda, após a colheita, a palhada da cultura a ser utilizada para produção de silagem (Pedrotti et al., 2003). Para Storck, et al. (1984) isto se torna grande vantagem econômica em virtude do alto preço unitário das espigas e do aproveitamento da parte vegetativa que pode ser usada como feno ou silagem de alta qualidade.

O consumo de milho doce é realizado no estágio de grãos imaturos, quando tecidos como endosperma e pericarpo são tenros. A ação de alelos recessivos distingue o milho doce de outros tipos de milho, afetando tais tecidos, principalmente no tocante ao sabor dos grãos, relacionado pelo teor de açúcar, textura e aroma do endosperma e espessura do pericarpo (Juvick et al, 1993).

Uma boa cultivar de milho doce precisa apresentar alta produção de grãos por espiga, a textura dos grãos deve ser uniforme e apresentar-se com pericarpo fino, sendo que, para o consumidor, o pericarpo fino é característica mais desejável, pois contribui para a maior maciez do grão (Tosello, 1978; Teixeira et al., 2001). Para Kwiatkowski et al. (2007), a textura também é fator importante na determinação da qualidade e exerce grande influência na aceitação dos alimentos, onde a avaliação das características de textura pode ser considerada parâmetro determinante para condições de processamento e consumo.

Deste modo, objetivou-se no presente estudo avaliar sensorialmente genótipos de milho doce desenvolvidos pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, buscando-se conhecer a preferência do consumidor para diversas características de qualidade e hábitos de consumo.

3.3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.3.2.1. Material Genético

Foram utilizados genótipos de milho doce originados por meio de retrocruzamentos, onde se fez a introdução do alelo mutante doce *su1*, sendo os doadores do caráter doce o genótipo Doce de Cuba e a Linhagem 43IN e os genitores recorrentes foram os seguintes genótipos de milho comum: Cimmyt (no oitavo ciclo de seleção recorrente recíproca de famílias de irmãos completos), Piranão (também no oitavo ciclo de seleção recorrente recíproca de famílias de irmãos completos), Linhagem B-73 e Linhagem 154-B.

O processo de retrocruzamentos seguiu até a recuperação de, pelo menos, 98% dos genes provenientes dos genitores recorrentes. Também foram utilizados genótipos de milho comum trabalhados no programa de melhoramento de milho da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Assim, foram estudados 14 genótipos no presente trabalho entre genitores, híbridos e testemunhas, conforme tabela 1.

Tabela 1 - Genótipos avaliados por análise sensorial.

Tratamento	Genótipo
1	Doce de Cuba / Piranão
2	Doce de Cuba / Cimmyt
3	Doce de Cuba / Piranão X Doce de Cuba / Cimmyt
4	43 In / Piranão
5	43 In / Cimmyt
6	43 In / Piranão X 43 In / Cimmyt
7	Piranão 8
8	Cimmyt 8
9	Uenf – 506 – 8
10	Br 401
11	43 In / L 154 B X 43 In / L B 73
12	Doce de Cuba / L 154 B X Doce de Cuba / L B 73
13	Br 402
14	Br 400

3.3.2.2. Avaliações e Procedimento estatístico

O experimento foi constituído de 14 tratamentos (genótipos), dispostos no delineamento em blocos ao acaso, com duas repetições, sendo cada tratamento

representado nos blocos por parcelas contendo quatro fileiras de cinco metros, com espaçamento de 0,3m entre plantas e 1m entre fileiras. Deste modo, as fileiras foram formadas por aproximadamente 17 plantas.

O ensaio de competição foi implantado simultaneamente em dois ambientes, sendo eles a Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes (região Norte Fluminense) e a Estação Experimental da Ilha Barra do Pomba em Itaocara (Região Noroeste).

Utilizaram-se quatro sementes por cova na semeadura com a finalidade de garantir a população de plantas esperada por parcela e, transcorridos 30 dias da semeadura, foram realizados desbastes nas parcelas, permanecendo, portanto, uma planta por cova.

As adubações foram realizadas conforme análise de solo e as recomendações para a cultura, onde a adubação do plantio foi feita com 800 Kg/ha de N-P-K da formulação 04-14-08. Aos 30 dias após o plantio foi feita a adubação de cobertura, utilizando 300 Kg/ha de Nitrogênio, na forma de sulfato de amônio 20-0-20 e após 45 dias após o plantio foi feita outra adubação com 260 Kg/ha de nitrogênio com sulfato de amônio, na formulação 20-0-0. O controle de pragas e doenças foi realizado por meio de pulverizações de acordo com a necessidade e recomendação agrônômica.

As plantas dos genótipos de milho comum foram emasculadas no final do estágio fenológico 3 (emborrachamento do pendão), a fim de evitar a ocorrência de efeito xênia, ou seja, que as espigas originadas de plantas de milho doce fossem contaminadas por pólen oriundo de plantas normais.

Foram avaliadas espigas no estágio de maturação verde, aos 22 dias após a polinização e, para cada avaliação foram consideradas úteis duas fileiras por parcela.

Análise sensorial - A análise sensorial, segundo Amerine et al. (1965), citados por Dutcosky (1996), tem por objetivo analisar e interpretar as reações e impressões do consumidor em relação ao alimento degustado. Neste trabalho foi realizada a análise sensorial de amostras de milho verde por meio do uso da escala hedônica de nove pontos desenvolvida por Peryam e Pilgrim (1957), descrita por Dutcosky (1996). Para o procedimento das análises, foram retiradas amostras de aproximadamente três centímetros na porção mediana das espigas, totalizando 50 amostras por repetição de campo e 100 amostras por genótipo.

As amostras foram dispostas em painelas e submetidas a 20 minutos de cozimento após o início da fervura, sendo, em seguida, servidas a 50 provadores não treinados, uma de cada vez, em ordem aleatória de apresentação, sendo codificadas com três dígitos diferentes. Cada amostra esteve acompanhada de ficha de aceitabilidade, utilizando-se escala hedônica de nove pontos para sua avaliação, contendo como características a serem avaliadas a aceitação global, cor, aparência, textura, sabor, aroma e frequência de consumo, variando de “desgostei extremamente” a “gostei extremamente”, sendo que a frequência de consumo variou de “só comeria isto se fosse forçado” até “comeria isto sempre que tivesse oportunidade”. O teste foi realizado nas dependências do Laboratório de Melhoramento Genético Vegetal e os consumidores utilizaram água mineral à temperatura ambiente para limpar o paladar entre o consumo das amostras.

Os dados foram submetidos à Análise Univariada para cada ambiente, bem como análise conjunta, sendo o DMS obtido por meio do teste t de Student, a 5% de probabilidade.

3.3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 encontram-se descritos os resultados da análise sensorial dos genótipos de milho verde realizada pelos consumidores para aceitação global (o produto como um todo) e a frequência de consumo, onde se observa que os genótipos com base genética 43IN, seguidos dos genótipos com base genética Doce de Cuba foram bem aceitos como um todo pelo consumidor, estando em padrões superiores às testemunhas comerciais, quando são vistos em destaque seus híbridos. Assim, os híbridos de 43IN foram superiores aos demais genótipos para aceitação. Do mesmo modo, quando avaliado quanto à frequência de consumo, estes genótipos, segundo os provadores, seriam consumidos com maior frequência que os demais.

Embora não apresentando todos os requisitos exigidos pelo consumidor de milho verde, o genótipo híbrido de milho comum UENF-506-8 também apresentou bom resultados para aceitação global e frequência de consumo. Mesmo não alcançando os resultados dos híbridos doces superiores, este

genótipo pode ser considerado alternativa de plantio na região, pois se trata de material bem adaptado e superior no que diz respeito a rendimento e diversos caracteres agrônômicos de interesse para esta cultura.

Os resultados referentes à análise sensorial de cor, aparência, textura, sabor e aroma do milho verde por parte do consumidor estão reportados na tabela 3, onde se verifica que, para a característica textura todos os genótipos de milho doce apresentaram notas superiores, sendo esse resultado esperado, uma vez que os tecidos tenros e pericarpo fino são características inerentes ao milho doce.

Ao se observar a avaliação de cor, nota-se que todas as testemunhas se mostraram inferiores aos demais genótipos estudados. Nesta característica, tiveram destaque os híbridos Doce de Cuba, 43IN e UENF-506-8.

Tabela 2 - Aceitação global e frequência de consumo de genótipos de milho doce.

Genótipo	Aceitação Global	Frequência de consumo
DOCE DE CUBA / PIRANÃO	6,04	7,26
DOCE DE CUBA / CIMMYT	6,01	7,03
DOCE DE CUBA / PIRANÃO X DOCE DE CUBA / CIMMYT	8,22	7,8
43IN / PIRANÃO	6,22	7,32
43IN / CIMMYT	6,73	7,01
43IN / PIRANÃO X 43IN /CIMMYT	8,42	8,43
PIRANÃO 8	4,63	6,12
CIMMYT 8	5,01	5,41
UENF – 506 – 8	7,01	6,89
BR 401	7,34	7,48
43IN / L154b X 43IN / LB73	7,05	6,78
DOCE DE CUBA / L154b X DOCE DE CUBA / LB73	6,21	6,42
BR 400	7,64	7,45
BR 402	7,85	6,78
DMS t (5%)	1,02	1,06
CV (%)	8,34	6,78

Quanto à aparência os genótipos de milho normal receberam as melhores notas do consumidor, destacando-se o híbrido normal UENF-506-8, juntamente com o híbrido doce de origem 43IN. O melhor resultado de aparência deste genótipo de milho comum pode ser explicado pelo seu bom rendimento de grãos, espigas grandes e bem conformadas, além disso, sua maior quantidade de amido pode proporcionar grãos mais bonitos após o cozimento.

Os melhores resultados de textura foram alcançados pelas testemunhas comerciais e pelos híbridos Doce de Cuba e 43IN, com destaque para o híbrido

Doce de Cuba. Tanto para os materiais de origem Doce de Cuba, quanto 43In, os híbridos foram superiores aos seus parentais. Para Huelsen (1954), a textura do pericarpo é um fator primário na determinação da qualidade do milho doce. Todos as cultivares de milho doce apresentam espessamento do pericarpo no decorrer da maturação, mas a taxa varia conforme a cultivar. Embora haja pouca informação a respeito da herança desse caráter, parece existir uma relação de dominância do pericarpo tenro sobre o de textura grosseira; portanto, é um fator hereditário e ao mesmo tempo fisiológico, uma vez que todas as variedades tornam-se mais espessas com o avanço da maturação. Os fatores que podem influenciar são o período de maturação do grão e a textura do tecido imediatamente inferior ao pericarpo, tornando as técnicas de avaliação bastante subjetivas.

Para as características sabor e aroma, os genótipos doces receberam as melhores avaliações, principalmente o híbrido de origem 43IN, sendo que o híbrido comum UENF-506-8 também apresentou boa avaliação de aroma por parte do consumidor. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. 2006, que estudando genótipos de origem semelhante, verificaram destaque para genótipos doces e classificaram o híbrido comum em um grupo intermediário de consumo.

Tabela 3 - Cor, aparência, textura, sabor e aroma de genótipos de milho doce avaliados em análise sensorial.

Genótipo	Cor	Aparência	Textura	Sabor	Aroma
DOCE DE CUBA / PIRANÃO	6,68	6,01	6,12	5,32	5,03
DOCE DE CUBA / CIMMYT	6,89	5,86	6,67	4,86	4,78
DOCE DE CUBA / PIRANÃO X DOCE DE CUBA / CIMMYT	7,27	6,87	7,02	6,45	6,89
43IN / PIRANÃO	6,45	6,87	6,34	5,87	5,23
43IN / CIMMYT	7,02	6,34	6,37	5,65	5,67
43IN / PIRANÃO X 43IN / CIMMYT	7,12	7,32	6,98	7,89	7,43
PIRANÃO 8	6,34	6,89	4,18	4,56	5,08
CIMMYT 8	6,23	7,34	4,87	4,98	4,56
UENF – 506 – 8	6,78	8,23	4,98	6,98	6,23
BR 401	4,45	4,43	7,47	6,76	6,45
43IN / L154b X 43IN / LB73	6,12	5,34	5,98	4,56	5,04
DOCE DE CUBA / L154b X DOCE DE CUBA / LB73	5,89	6,67	5,97	4,67	4,87
BR 400	4,67	5,23	7,98	7,02	6,39
BR 402	3,45	4,89	8,02	6,98	7,01
DMS t (5%)	0,87	1,02	0,89	1,01	0,98
CV (%)	6,67	7,81	6,89	9,6	7,78

Embora de origem 43IN e Doce de Cuba, os híbridos de milho doce cujos genitores recorrentes foram as linhagens B73 e 154B, não apresentaram boas notas na análise sensorial, o que pode ter sido consequência da não adaptação de tais genitores à região de implantação do plantio.

3.3.4. CONCLUSÃO

Os cruzamentos envolvendo o genitor doador 43IN apresentaram ótima aceitação pelo consumidor, seguidos dos materiais de origem Doce de cuba. O híbrido comum UENF-506-8 apresentou avaliação satisfatória, constituindo alternativa de plantio e consumo. Espigas provenientes de materiais oriundos de genitores recorrentes adaptados à região de plantio tiveram melhor avaliação na análise sensorial.

3.3. 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBIERI, V.H. B.; LUZ, J.M.Q.; BRITO, C.H. de; DUARTE, J.M.; GOMES, L.S.; SANTANA, D.G. (2005) Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamento e populações de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 23 (3): 826-830.

BORDALLO, P.N.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; GABRIEL, A.P.C. (2005) Análise dialéctica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agronômicos e proteína total. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 23 (1): 123-127.

DUTCOSKY, S.D. (1996) **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat,. 123p.

HUELSEN, W.A. (1954) **Sweet corn**. New York, Interscience, 409p.

JUVICK, J.A.; YOUSEF, G.G.; TADMOR, Y.; HAN, T.; AZANZA, F.; TRACY, W.F.; BAR-ZUR, A.; ROCHEFORD, T.R. (2003) QTL influencing kernel chemical composition and seedling stand establishment in sweet corn with the *shrunken2* and *sugary enhancer1* endosperm mutations. **Journal of the American Society for Horticultural Sciences**.128(6): 864-875.

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M.G.; CHIQUIERE, T.B. (2006) Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo *in natura*. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 26 (1): 159-165.

PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G.; MAGNAVACA, R.J.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; VILAS-BOAS, G.L. (1990) Milho doce. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 14 (165): 17-22.

PEDROTTI, A.; HOLANDA, F.S.R.; MANN, E.N.; AGUIAR NETTO, A.O.; BARRETO, M.C.V.; VIEGAS, P.R.A. (2003) Parâmetros de produção do milho-doce em sistemas de cultivo e sucessão de culturas no Tabuleiro Costeiro Sergipano. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA FAP-SE, Sergipe. **Anais...** Sergipe: FAP.

STORCK, L.; LOVATO, C.; COMASSETO, V. (1984) Avaliação do rendimento e outras características agronômicas de cultivares de milho doce. **Rev. Cient. Ciênc. Rurais**, 14: 161-172.

TEIXEIRA, F.F.; SOUZA, I.R.P.; GAMA, E.E.G.; PACHECO, C.A.P.; PARENTONI, S.N.; SANTOS, M.X.; MEIRELLES, W.F. (2001) Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciênc. Agrotec**, Lavras, 25 (3): 483-488.

TOSELLO, G.A. (1978) Milhos especiais e seu valor nutritivo. In: **MELHORAMENTO e produção do milho**. 2. ed. Campinas, SP: Fundação Cargill,. 1: 375-409.

TRACY, W.F. (1994) Sweet Corn. In: Hallauer, A. R. New York: **Specialty Corns**. CRC Press, p.147-187.

3.4. QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE MILHO DOCE RELACIONADA À HETEROSE

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica das sementes de genótipos selecionados de milho doce e sua relação com a heterose. Foram utilizados 14 genótipos de milho doce desenvolvidos pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Os genótipos foram multiplicados no município de Campos dos Goytacazes por meio de polinização controlada para assegurar a pureza genética. A qualidade fisiológica foi avaliada por meio do teste de germinação e dos seguintes testes de vigor: primeira contagem de germinação, classificação de plântulas e emergência em areia. Os resultados permitiram concluir que as sementes de endosperma doce foram menos vigorosas que as sementes de endosperma comum. O emprego de genótipos parentais adaptados à região de plantio proporcionou melhor vigor às sementes de endosperma doce, quando comparado ao uso de parentais não adaptados. Para todas as características avaliadas de germinação e vigor observou-se heterose nas sementes híbridas em relação aos seus parentais. Os resultados indicam que o desenvolvimento de híbridos pode ser uma excelente alternativa para a obtenção de sementes de milho doce vigorosas e de qualidade fisiológica superior.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the physiological seed quality of selected sweet corn genotypes and their relation to heterosis. Fourteen sweet corn genotypes developed by the Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro were used. The genotypes were multiplied in Campos dos Goytacazes through controlled pollination to ensure genetic purity. The physiological quality was evaluated by germination tests and the vigor by the following tests: first germination count, seedling classification and emergence in sand. Results showed that the seeds of sweet endosperm were less vigorous than of common endosperm. The sweet endosperm seeds of parental genotypes adapted to the region in evaluation were more vigorous than of non-adapted parents. Heterosis was observed for all germination and vigor traits in hybrid seeds in relation to their parents. Results indicate that the development of hybrids can be an excellent possibility to obtain strong and more vigorous sweet corn seeds.

3.4.1. INTRODUÇÃO

Em áreas próximas a grandes centros urbanos, o milho doce, em razão de suas características agronômicas, pode obter preços diferenciados no mercado, principalmente pelo caráter doce do seu endosperma. De consumo diversificado, este milho especial pode ser utilizado em conserva, congelado na forma de espigas ou grãos, desidratado, consumido "in natura", ou usado como "baby corn", ou minimilho, quando colhido antes da polinização. Após a colheita, a palhada da cultura pode ser utilizada para ensilagem (Souza et al., 1990).

O milho doce difere do milho comum por possuir genes mutantes, que desencadeiam mudanças na sua qualidade, no aspecto da planta e na viabilidade da semente (Gama et al., 1992). Na fase de grãos leitosos, seus grãos são tenros e possuem maior quantidade de sacarose, dextrinas e vitaminas, em relação ao milho verde comum (Storck & Lovato 1991).

As pesquisas realizadas com milho doce, de uma maneira geral, têm demonstrado qualidade inferior de suas sementes, possivelmente devido à maior sensibilidade e suscetibilidade aos danos físicos e àqueles decorrentes das suas alterações bioquímicas. Segundo Waters-Jr. & Blanchette (1983), a menor porcentagem de emergência das plântulas no milho doce ocorre em função do manuseio incorreto das sementes e, ainda, de outros fatores que causam a redução da sua qualidade. Não está completamente esclarecido se o baixo vigor das sementes do milho doce é consequência da menor reserva de amido no endosperma, ou do fato de o embrião ser, por si mesmo, geneticamente inferior e incapaz de exibir um alto vigor (McDonald et al., 1994).

Elevados teores de açúcares solúveis, baixo teor de reservas no endosperma e pericarpo tenro são características de sementes de milho doce que, por isso, têm rápida perda da viabilidade e são mais suscetíveis a danos e à entrada de patógenos (Guissem et al., 2002).

Novas cultivares de milho doce têm sido criadas por programas de melhoramento genético. Tais cultivares, além de adaptadas a determinadas condições edafoclimáticas, produzem sementes com qualidade fisiológica e grãos com características industriais desejáveis. Gomes et al., (2000) observaram ganho genético na qualidade fisiológica de sementes de milho normal, durante o processo de melhoramento.

Na cultura do milho (*Zea mays* L.), a demanda por sementes híbridas, com alta qualidade, tem aumentado significativamente nos últimos anos, devido, principalmente, à alta competitividade do mercado, fazendo com que as empresas produtoras de sementes adotem, muitas vezes, padrões de qualidade mais rígidos do que os estabelecidos por órgãos oficiais (Gomes et al., 2000).

O alto desempenho dos híbridos de milho é resultado do efeito heterótico alcançado pelo cruzamento de linhagens que possuem boa capacidade combinatória. Em geral, o principal efeito esperado está relacionado com o aumento do rendimento (Allard, 1971). Apesar de vários caracteres agrônômicos serem melhorados e explorados através da heterose, as bases do vigor híbrido, para qualidade fisiológica de sementes não estão totalmente elucidadas. No entanto, o envolvimento de hormônios, como as auxinas (Tafari, 1966) e giberelinas (Rood et al., 1983 e 1990), parece evidente.

O vigor híbrido em relação à taxa de crescimento e ao potencial de produção pode estar associado com a alta atividade fisiológica e bioquímica das plantas F₁ híbridas (Srivastava, 1983 e McDaniel, 1986). Mino & Inoue (1994) reportaram que o vigor híbrido, manifestado pela rápida germinação e crescimento vigoroso de plântulas, está associado com altas taxas de metabolismo de RNA, proteínas, lipídeos, DNA e glicose nos embriões.

Segundo Pereira et al. (2008), é possível buscar características que possibilitem maior qualidade fisiológica, maior vigor e melhor desempenho das sementes e, por conseguinte, uniformidade na emergência para a produção das plantas em condições de campo. Essas características normalmente não têm sido avaliadas em programas de melhoramentos de milho normal. Mas, para a cultura do milho doce, espera-se que seja possível identificar genótipos com bom desempenho agrônômico, associado à qualidade fisiológica de sementes.

Deste modo, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes dos genótipos de milho verde utilizados no programa de melhoramento de milho doce da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, buscando identificar possíveis efeitos heteróticos em características como germinação e vigor.

3.4.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.4.2.1. Material Genético

O experimento foi desenvolvido na área experimental e no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Foram multiplicados 14 genótipos, entre testemunhas, genitores e híbridos, conforme tabela 1.

O campo de produção de sementes foi instalado na área experimental da Escola Técnica Estadual Agrícola Antônio Sarlo, no município de Campos dos Goytacazes, região norte do estado do Rio de Janeiro.

Para a obtenção do material e evitar cruzamentos indesejados as espigas foram cobertas com sacolas plásticas antes da emissão dos estigmas e, de modo concomitante, os pendões foram cobertos com sacolas de papel de modo a evitar a contaminação por pólen estranho. Buscando a obtenção de sementes de pureza genética assegurada, além dos cruzamentos controlados, o plantio sofreu isolamento no tempo e no espaço.

Tabela 1 - Genótipos multiplicados para avaliação da qualidade fisiológica das sementes.

Tratamento	Genótipo
1	Doce de Cuba / Piranão
2	Doce de Cuba / Cimmyt
3	Doce de Cuba / Piranão X Doce de Cuba / Cimmyt
4	43 In / Piranão
5	43 In / Cimmyt
6	43 In / Piranão X 43 In /Cimmyt
7	Piranão 8
8	Cimmyt 8
9	Uenf – 506 – 8
10	Br 401
11	43 In / L 154 B X 43 In / L B 73
12	Doce de Cuba / L 154 B X Doce de Cuba / L B 73
13	Br 402
14	Br 400

Logo após os procedimentos de colheita e secagem, as espigas foram debulhadas e as sementes homogeneizadas para uniformização e posterior avaliação da qualidade.

3.4.2.2. Avaliações e Procedimento estatístico

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio dos seguintes testes:

Germinação - Foram utilizadas oito repetições de 50 sementes que foram dispostas sobre folhas de papel germitest utilizadas como substrato. Essas folhas foram previamente umedecidas com água destilada, na proporção de duas vezes e meio o peso do papel seco.

Após a semeadura, os rolos de papel foram colocados em sacos plásticos de polietileno para um melhor controle da umidade, e em seguida levados a câmara do tipo BOD regulada com temperatura alternada de 25°C por um período de sete dias, data da última avaliação (Brasil, 1992).

Primeira Contagem de germinação - O vigor das sementes determinado por meio da primeira contagem foi obtido em conjunto com o teste de germinação, de modo que a avaliação foi executada ao se completarem quatro dias transcorridos da semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem (Brasil, 1992).

Classificação de plântulas - Ao término do teste de germinação, as plantas oriundas do mesmo foram classificadas quanto ao seu vigor, em fortes, fracas e anormais, conforme Brasil (1992).

Índice de velocidade de germinação – Foi realizado de maneira análoga ao teste de germinação, fazendo-se a contagem diária, a partir do quarto dia após a semeadura, do número de plântulas que atingiram o comprimento mínimo de 4 cm de parte aérea e 10cm de radícula, até a estabilização.

Posteriormente, foi determinado o índice de velocidade de germinação por meio da expressão proposta por Edmond & Drapala (1958):

$$M = \frac{(N1 \times G1) + (N2 \times G2) + \dots + (Nn \times Gn)}{G1 + G2 + \dots + Gn}, \text{ onde:}$$

M: número médio de dias para germinação;

N1: número de dias para a primeira avaliação;

G1: número de sementes germinadas na primeira avaliação;

Nn: número de dias para a última avaliação;

Gn: número de sementes germinadas na última avaliação.

Índice de velocidade de emergência - foi determinado segundo Edmond & Drapala (1958), anotando-se o número de plântulas com mais de 2cm

de comprimento emergidas a cada dia, a partir da data do início da emergência até a completa estabilização do estande.

Os experimentos relativos à análise de sementes foram desenvolvidos no delineamento inteiramente casualizado e os resultados obtidos submetidos a testes de normalidade e análise de variância, bem como teste de Tukey (5%) para comparação entre médias.

Para avaliação dos genitores e combinações híbridas, foi realizado o cálculo da estimativa da heterose (%), comparando-se cada híbrido com a média de seus pais, por meio da expressão:

$$\text{Heterose (\%)} = \frac{\text{Média do híbrido} - \text{Média dos Pais}}{\text{Média dos Pais}} \times 100$$

3.4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 encontram-se os resultados de germinação e vigor de todos os genótipos estudados.

Os genótipos de milho normal apresentaram germinação superior aos genótipos de milho doce, contudo, os genótipos de milho doce de origem 43IN, seguido do de origem Doce de Cuba oriundos de genitores recorrentes adaptados apresentaram boa germinação em relação às testemunhas e demais genótipos.

Ao se avaliar o vigor das sementes pelo teste de primeira contagem de germinação, observa-se a formação de três grupos distintos de qualidade, sendo o primeiro formado pelos genitores e híbridos de milho normal adaptado, o segundo formado pelos genitores e híbridos de milho doce cujos genitores recorrentes também foram genótipos adaptados e, um terceiro grupo formado pelas testemunhas comerciais doces.

Wann (1980) expõe que o baixo vigor das sementes de milho doce possivelmente está ligado ao tamanho do endosperma, sugerindo que, embora o vigor seja uma característica fortemente relacionada com o embrião, a menor quantidade de reservas dessas sementes pode afetar o vigor e, o aumento da proporção endosperma/embrião tende a ser vantajoso para a melhoria da qualidade das sementes.

Os resultados referentes à velocidade de germinação e emergência também mostram a mesma tendência nos dados, ou seja, sementes de endosperma amiláceo foram mais vigorosas que as sementes de endosperma doce.

Contudo, ao se avaliar o vigor pelo teste de classificação de plântulas, verifica-se que os híbridos doces 43IN e Doce de Cuba, provenientes de genitores recorrentes adaptados (Cimmyt e Piranão) não diferiram dos genótipos de milho normal. O que indica que as sementes de milho doce germinam de maneira mais lenta que o milho normal, porém essa velocidade, em condições de laboratório, não interferiu na qualidade das plântulas. Entretanto, a velocidade de germinação é condição determinante do bom estabelecimento da cultura no campo, podendo interferir no estande final, uma vez que o maior tempo no solo pode favorecer o ataque de pragas e microrganismos.

Para todas as características avaliadas de germinação e vigor observou-se efeito heterótico nas sementes híbridas em relação aos seus parentais, indicando que o desenvolvimento de híbridos pode ser uma excelente alternativa para a obtenção de sementes de milho doce mais vigorosas, capazes de estabelecer plantios formados por plantas normais. Gomes et al. (2000), também encontraram efeitos heteróticos sobre a germinação e vigor de sementes de milho, verificando que nessa espécie as sementes híbridas apresentam maior vigor que seus parentais.

Tabela 2: Germinação, vigor e estimativa de heterose (%) de sementes de diferentes genótipos de milho doce.

Genótipo	Germ (%)	H (%)	Primeira contagem (%)	H (%)	Plântulas fortes (%)	H (%)	IVG	H (%)	IVE	H (%)
DOCE DE CUBA / PIRANÃO	76,43		63,56		76,09		6,45		14,22	
DOCE DE CUBA / CIMMYT	78,97		62,45		73,21		6,34		13,89	
DOCE DE CUBA / PIRANÃO X DOCE DE CUBA / CIMMYT	87,46 b	12,56	72,23 b	14,65	86,98 a	16,51	5,02 b	-21,43	13,34 b	-5,05
43IN / PIRANÃO	76,48		64,76		74,46		5,67		14,48	
43IN / CIMMYT	78,96		68,23		76,42		6,69		13,34	
43IN / PIRANÃO X 43IN /CIMMYT	89,84 b	15,62	77,45 b	16,48	88,02 a	16,67	4,48 a	-27,5	12,02 b	-13,58
PIRANÃO 8	92,67		86,42		78,01		4,67		10,45	
CIMMYT 8	93,25		87,25		75,02		4,89		9,78	
UENF – 506 – 8	97,05 a	4,39	91,34 a	5,19	89,46 a	16,92	4,56 a	-4,61	9,37 a	-7,31
BR 401	74,67		55,45		56,88		6,78		14,68	
43IN / L154b X 43IN / LB73	67,89		57,78		54,78		6,02		13,56	
DOCE DE CUBA / L154b X DOCE DE CUBA / LB73	68,42		58,45		54,23		6,56		13,44	
BR 400	70,08		54,67		50,34		6,47		13,89	
BR 402	65,34		58,92		55,89		6,25		13,89	
CV (%)	6,34		5,78		7,56		7,89		7,46	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

É válido ressaltar que no caso do híbrido 43IN, oriundo de genitores recorrentes adaptados (Cimmyt e Piranão), seguido do Doce de Cuba nas mesmas condições, apresentaram heterose superior à encontrada no híbrido comum UENF-506-8, indicando efeito residual benéfico do genoma do doador sobre o vigor das sementes.

3.4.4. CONCLUSÃO

As sementes de endosperma doce foram menos vigorosas que as sementes de endosperma amiláceo, sendo que os parentais adaptados à região proporcionaram melhor vigor às sementes de endosperma doce, quando comparados aos parentais não adaptados. Verificou-se que houve heterose nas sementes híbridas de milho doce, melhorando a germinação e o vigor em relação aos seus parentais.

3.4.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R.W. (1971) Princípios do melhoramento genético em plantas. São Paulo: Ed. Blucher, 381p.

BRASIL. (1992) Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p.

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.J. (1958) The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 71, p. 428-434.

GAMA, E. E. G.; PARENTONI, S. N.; REIFCHNEIDER, F. J. B. (1992) Origem e importância do milho doce. In: EMBRAPA. CNPMS. **A cultura do milho doce**. Sete Lagoas: Embrapa, p. 5-7. (Circular técnica, n. 18).

GOMES, M. S.; VON PINHO, E.V.R.; VON PINHO, R.G.; VIEIRA, M.G.G.C. (2000) Efeito da heterose na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, 22 (1): 7-17.

GUISCHEM, J. M.; NAKAGAWA, J.; ZUCARELI, C. (2002) Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce BR 400 (BT) em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, 24 (1): 220-228.

McDANIEL, R.G. (1986) Biochemical and physiological basis of heterosis. **Critical Reviews of Plant Science**, Boca Raton, 30 (1): 227-246.

MCDONALD, M. B.; SULLIVAN, J.; LAWER, M. J. (1994) The pathway of water uptake in maize seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, 22 (1): 79-90.

PEREIRA, A.F.; MELO, P.G.S.; OLIVEIRA, J.P.; ASSUNÇÃO, A.; BUENO, L.G. (2008) Qualidade fisiológica de sementes e desempenho agrônômico de milho doce. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 4 (38): 249-261.

ROOD, S.B.; BLAKE, T.J. & PHARIS, R.P. (1983) Gibberellins and heterosis in maize. Response to gibberellic acid and metabolism of [3H]GA₂₀. **Plant Physiology**, Maryland, 71 (3): 645-651.

ROOD, S.B.; BUZZELL, R.I. & MAJOR, D.J. (1990) Gibberellins and heterosis in maize: quantitative relationships. **Crop Science**, Madison, 30 (2): 281-286.

SOUZA, I. R. P.; MAIA, A. H. N.; ANDRADE, C. L. T. (1990) **Introdução e avaliação de milho doce na região do baixo Paranaíba**. Teresina: Embrapa/CNPAL.

SRIVASTAVA, H.K. (1983) Heterosis and intergenomic complementation: Mitochondria, chloroplast and nucleus. In: **Monographs on theoretical and applied genetics**. Berlin: Springer-Verlag,. 6: 260-286.

STORK, L.; LOVATO, C. (1991) Milho doce. **Ciência Rural**, 2: 283-292.

TAFURI, F. IAA (1966) Determination in the kernels of four lines of corn and their hybrids. **Phytochemistry**, Oxford, 5 (4): 999-1003.

WANN, E.V. (1980) Seed vigor and respiration of maize kernels with different endosperm genotypes. **Journal of the American Society for Horticultural Sciences**. Alexandria, 96: 441-444.

WATERS JR, L.; Blanchette, B. (1983) Prediction of sweet corn field emergence by conductivity and cold tests. **Journal of the American Society for Horticultural Sciences**. Alexandria, 108: 778-781.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

O milho doce é um tipo de milho especial com características diferenciadas muito apreciadas pelo consumidor, uma vez que possui textura e sabor suaves. Contudo, seu plantio e difusão no território brasileiro podem ser limitados pelo fato dos genótipos disponíveis no mercado serem pouco adaptados às mais diversas condições de cultivo e consumo, além de suas sementes, em geral, apresentarem qualidade fisiológica inferior ao do milho comum.

Deste modo, nesta pesquisa foram desenvolvidos quatro trabalhos com o objetivo de avaliar e selecionar híbridos de milho doce detentores de alta produtividade, bom desempenho agrônômico, bem como identificar os genótipos com boa aceitação pelo consumidor, visando à recomendação para as regiões Norte e Noroeste Fluminense, assim como obter informações sobre as sementes dos genótipos de milho doce e verificar os efeitos dos genitores em características quantitativas e de qualidade nos híbridos estudados.

Nestes trabalhos pode-se concluir que os genótipos de milho doce desenvolvidos pela UENF possuem bom rendimento e produtividade, apresentando grande potencial para produção comercial de milho verde para condições de cultivo tropicais e os cruzamentos envolvendo a linhagem 43IN apresentaram boa produtividade e ótima aceitação pelo consumidor. Verificou-se, também que houve efeito residual do genoma do doador 43IN, aumentando o rendimento e a aceitação dos híbridos, superando o doador Doce de Cuba.

Os híbridos doces desenvolvidos pela UENF superaram as testemunhas comerciais em rendimento e aceitação pelo consumidor. Do mesmo modo, o híbrido de milho comum UENF 506-8, além de produtivo, apresentou boa aceitação pelo consumidor de milho verde. Na avaliação das sementes, observou-se que sementes de endosperma doce foram menos vigorosas que as sementes de endosperma comum. O uso de parentais adaptados à região proporcionou melhor vigor às sementes de endosperma doce, quando comparado ao uso de parentais não adaptados. Nas sementes híbridas de milho doce a germinação e o vigor foram melhorados em relação aos seus parentais devido à ocorrência de heterose.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R.W. (1971) Princípios do melhoramento genético em plantas. São Paulo: Ed. Blucher, 381p.

ARAGÃO, C.A. (2002) **Avaliação de híbridos simples de milho super doce (Zea mays L.) portadores do gene shrunken-2, utilizando o esquema dialélico parcial**. Botucatu, Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista. 105p.

ARAUJO, E.F.; ARAUJO, R.F.; SOFIATTI, V.; SILVA, R.F. (2006) Maturação de sementes de milho-doce – grupo super doce. **Revista Brasileira de Sementes**, 28 (2): 69-76.

ARAÚJO, P.M.; PARTERNIANI, E. (1999) Uso do vigor híbrido e heterose. In: Montalván, R.; Destro, D. (Coord.). **Melhoramento genético de plantas**. Londrina, UEL, p.331-341.

BARBIERI, V.H. B.; LUZ, J.M.Q.; BRITO, C.H. de; DUARTE, J.M.; GOMES, L.S.; SANTANA, D.G. (2005) Produtividade e rendimento industrial de híbridos de milho doce em função de espaçamento e populações de plantas. **Horticultura Brasileira.**, Brasília, 23 (3): 826-830.

BORDALLO, P.N. (2001) **Melhoramento genético do milho doce (Zea mays L.): Análise dialélica e molecular em caracteres morfoagronômicos e bioquímicos.** Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF). 83 p.

BORDALLO, P.N.; PEREIRA, M.G.; AMARAL JÚNIOR, A.T.; GABRIEL, A.P.C. (2005) Análise dialélica de genótipos de milho doce e comum para caracteres agronômicos e proteína total. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 23 (1): 123-127.

BORÉM, A. (2001) **Melhoramento de plantas.** 3.ed. Viçosa: UFV, 500p.

BOYER, C.D.; SHANNON, J.C. (1983) The use of endosperm genes for sweet corn improvement. In: PLANT breeding reviews. West Lafayette: USA Purdue University,, 1: 139-161.

BRASIL. (1992) Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365p.

BULL, L. T. (1993) **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: POTAFOS, 301 p.

CHOUREY, P.S.; CHEN, Y.C.; MILLER, M.E. (1991) early cell degeneration in developing endosperm in unique to the shrunken mutation in maize. **Maydica**, 36: 141-146.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. (2004) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 3.ed. 1. Viçosa: UFV, 480p.

DELBONI, J. S.; SILVA, J. C.; CRUZ, C .D.; SILVA, C. H. O. (1989) Análise de cruzamentos dialélicos entre variedades de milho braquítico-2, usando o método de Gardner e Eberhart. **Revista Ceres**, Lavras, 36 (206): 365-372.

DENNEY, J. O. (1992) Xenia Includes metaxenia. **Hort Science**. Califórnia, 27 (7): 722-728.

DOUGLASS, S.K.; JUVIK, J.A.; SPLITTSTOESSER, W.E. (1993) Sweet corn seedling emergence and variation in kernel carbohydrate reserves. **Seed Science and Technology**, 21: 443-445.

DUTCOSKY, S.D. (1996) **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Champagnat, 123p.

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.J. (1958) The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 71, p. 428-434.

GAMA, E. E. G.; PARENTONI, S. N.; REIFCHNEIDER, F. J. B. (1992) Origem e importância do milho doce. In: EMBRAPA. CNPMS. **A cultura do milho doce**. Sete Lagoas: Embrapa, p. 5-7. (Circular técnica, n. 18).

GOMES, M. S. et al. (2000) Efeito da heterose na qualidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, 22 (1): 7-17.

GUISCHEM, J. M.; NAKAGAWA, J.; ZUCARELI, C. (2002) Qualidade fisiológica de sementes de milho-doce BR 400 (BT) em função do teor de água na colheita e da temperatura de secagem. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, 24 (1): 220-228.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. (1981) **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames: Iowa State University Press, 468 p.

HANNAH, L.C.; BASSET, M.J. (1977) Use of brittle-A gene in sweet corn breeding. **Hort Science**, 12: 313-314.

HAZEL, H. N. (1943) The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, Menasha, v. 28, n. 6, p. 476-490.

HUELSEN, W.A. (1954) **Sweet corn**. New York, Interscience, 409p.

HUNG, P.E.; FRITZ, V.A.; WATERS JÚNIOR, L. (1992) Infusion of shrunken-2 sweet corn seed with organic solvents: effects on germination and vigor. **Hort Science**, 27: 467-470.

JUVICK, J.A. et al. QTL (2003) influencing kernel chemical composition and seedling stand establishment in sweet corn with the shrunken2 and sugary enhancer1 endosperm mutations. **Journal of the American Society for Horticultural Sciences**. Alexandria, 128(6):864-875.

LIMA, M.W.P. (2003) **Capacidade combinatória de linhagens S₄ de milho super doce (*Zea mays* L.) portadoras do gene Shrunken-2** Botucatu: UNESP. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". 119p.

LOPES, U.V.; GALVÃO, J.D.; CRUZ, C.D. (1995) Inheritance of the flowering time in maize. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, 30 (10):1267-1271.

MACHADO, M.C.M.S.T; REYES, F.G.R.; SILVA, W.J. (1990) Acúmulo de matéria seca e composição dos carboidratos de uma nova cultivar de milho, com endosperma triplo mutante "Sugary-Opaque-2-Waxy". **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, 25 (12): 789-1796,

MAGUIRE, J.D. (1962) Speed of germination-aid in selection and evolution for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, 2 (2): 176-177.

McDANIEL, R.G. (1986) Biochemical and physiological basis of heterosis. **Critical Reviews of Plant Science**, Boca Raton, 30 (1): 227-246.

MCDONALD, M. B.; SULLIVAN, J.; LAWER, M. J. (1994) The pathway of water uptake in maize seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, 22 (1): 79-90.

MULAMBA, N.N.; MOCK, J.J. (1978) Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egypt Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, v.7, p.40-51.

MYERS, A. M., MORELL, M. K., JAMES, M. G. E BALL, S. G. (2000) Recent Progress toward Understanding Biosynthesis of the Amylopectin Crystal. **Plant Physiology**, 22 (122): 989–997.

OLIVEIRA JÚNIOR LFG; PEREIRA MG; BRESSAN-SMITH R. (2006) Caracterização e avaliação agronômica de híbridos e linhagens de milho doce (*su1*). **Horticultura Brasileira**. 24 (3): 283-288.

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G.; DELIZA, R.; BRESSAN-SMITH, R.; PEREIRA, M.G.; CHIQUIERE, T.B. (2006) Seleção de genótipos de milho mais promissores para o consumo *in natura*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**., Campinas, 26 (1): 159-165.

OLIVEIRA, L.A.A.; YUTRA, F.R.R.; GROSZMANN,A. (1990) **Produção de milho verde em diferentes épocas de semeadura, sob irrigação**. Niterói: PESAGRO-RIO, (PESAGRO-RIO. Comunicado Técnico. 5p.

PAIVA JÚNIOR, M.C. (1999) **Desempenho de cultivares para produção de milho verde em diferentes épocas e densidade de semeadura**. Lavras,. Tese (Mestrado em Agricultura). 66p.

PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G.; MAGNAVACA, R.J.; REIFSCHNEIDER, F.J.B.; VILAS-BOAS, G.L. (1990) Milho doce. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, 14 (165): 17-22.

PEDROTTI, A.; HOLANDA, F.S.R.; MANN, E.N.; AGUIAR NETTO, A.O.;BARRETO, M.C.V.; VIEGAS, P.R.A. (2003) Parâmetros de produção do milho-doce em sistemas de cultivo e sucessão de culturas no Tabuleiro Costeiro Sergipano. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA FAP-SE, Sergipe. **Anais...** Sergipe: FAP.

PEREIRA FILHO, I. A. E CRUZ, J.C. (2002) Cultivares de milho para o consumo verde. **Circular Técnica nº 15**. Embrapa, Sete Lagoas.

PEREIRA, A.F.; MELO, P.G.S.; OLIVEIRA, J.P.; ASSUNÇÃO, A.; BUENO, L.G.. (2008) Qualidade fisiológica e desempenho agrônomo de genótipos de milho doce. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. 38 (4): 249-261.

PEREIRA, A.F.; MELO, P.G.S.; OLIVEIRA, J.P.; ASSUNÇÃO, A.; BUENO, L.G. (2008) qualidade fisiológica de sementes e desempenho agrônomo de milho doce. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 4 (38): 249-261.

PEREIRA, A.S. (1987) Composição, avaliação organoléptica e padrão de qualidade de cultivares de milho-doce. **Horticultura Brasileira**, 5 (2): 22-24.

PESEK, J.; BAKER, R. J. (1969) Desired improvement in relation to selected indices. **Canadian Journal of Plant Sciences**, Ottawa, v. 49, n. 6, p. 803-804.

RONZELLI JUNIOR, P.(1996). **Melhoramento Genético de Plantas**. Curitiba. 219p.

ROOD, S.B.; BLAKE, T.J. & PHARIS, R.P. (1983) Gibberellins and heterosis in maize. Response to gibberellic acid and metabolism of [3H]GA₂₀. **Plant Physiology**, Maryland, 71 (3): 645-651.

ROOD, S.B.; BUZZELL, R.I. & MAJOR, D.J. (1990) Gibberellins and heterosis in maize: quantitative relationships. **Crop Science**, Madison, 30 (2): 281-286.

SHULL, G. F. A (1909) pure line method of corn breeding. **American Breeders' Association Representatives**. 5: 51-59.

SIMS, W.L.; KASMIRE, R.F.; LORENS, D.A. (1976) **Quality sweet corn production in California**. Berkeley, California: University of California, 17p.

SMITH, H. F. (1936) A discriminant function for plant selection. **Annals of Eugenics**, London, v. 7, p. 240-250.

SOUZA, I. R. P.; MAIA, A. H. N.; ANDRADE, C. L. T. (1990) **Introdução e avaliação de milho doce na região do baixo Paranaíba**. Teresina: Embrapa/CNPAL.

SRIVASTAVA, H.K. (1983) Heterosis and intergenomic complementation: Mitochondria, chloroplast and nucleus. In: **Monographs on theoretical and applied genetics**. Berlin: Springer-Verlag, 6: 260-286.

STORCK, L.; LOVATO, C.; COMASSETO, V. (1984) Avaliação do rendimento e outras características agrônômicas de cultivares de milho doce. **Ciência Rural**, Santa Maria. 14: 161-172.

STORK, L.; LOVATO, C. (1991) Milho doce. **Ciência Rural**, Santa Maria. 2: 283-292.

TAFURI, F. IAA (1966) Determination in the kernels of four lines of corn and their hybrids. **Phytochemistry**, Oxford, 5 (4): 999-1003.

TEIXEIRA, F.F.; SOUZA, I.R.P.; GAMA, E.E.G.; PACHECO, C.A.P.; PARENTONI, S.N.; SANTOS, M.X.; MEIRELLES, W.F. (2001) Avaliação da capacidade de combinação entre linhagens de milho doce. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, 25 (3): 483-488.

TOSELLO, G.A. (1978) Milhos especiais e seu valor nutritivo. In: **MELHORAMENTO e produção do milho**. 2. ed. Campinas, SP: Fundação Cargill, 1: 375-409.

TRACY, W.F. (1994) Sweet Corn. In: Hallauer, A. R. New York: **Specialty Corns**. CRC Press, p.147-187.

WANN, E.V. (1980) Seed vigor and respiration of maize kernels with different endosperm genotypes. **Journal of the American Society for Horticultural Sciences**. Alexandria, 96: 441-444.

WATERS JR, L.; Blanchette, B. (1983) Prediction of sweet corn field emergence by conductivity and cold tests. **Journal of the American Society for Horticultural Sciences**. Alexandria, 108: 778-781.