

ANTONIO ESMAEL SILVA DE OLIVEIRA

**SELEÇÃO DE POPULAÇÕES DE CEBOLA TIPO VALENCIANA
PARA O VALE DO SÃO FRANCISCO**

**RECIFE
PERNAMBUCO – BRASIL
SETEMBRO – 2015**

Antonio Esmael Silva de Oliveira
Engenheiro Agrônomo

SELEÇÃO DE POPULAÇÕES DE CEBOLA TIPO VALENCIANA PARA O VALE DO SÃO FRANCISCO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia “Melhoramento Genético de Plantas”, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Pesquisador PhD. Carlos Antônio Fernandes Santos, Orientador – EMBRAPA – SEMIÁRIDO.

Professor Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho - UFRPE.

**RECIFE
PERNAMBUCO – BRASIL
SETEMBRO – 2015**

**SELEÇÃO DE POPULAÇÕES DE CEBOLA TIPO VALENCIANA PARA O VALE DO
SÃO FRANCISCO**

ANTONIO ESMAEL SILVA DE OLIVEIRA

Dissertação defendida e aprovada pela banca examinadora em: 18/09/2015.

ORIENTADOR:

PhD. Carlos Antônio Fernandes Santos – Embrapa Semiárido

COORIENTADOR:

Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho – UFRPE.

EXAMINADORES:

Dr. Lucas Nunes da Luz – UFCA.

Dr. Roberto de Albuquerque Melo – UFRPE.

**RECIFE
PERNAMBUCO – BRASIL
SETEMBRO – 2015**

Ficha Catalográfica

O48s Oliveira, Antonio Esmael Silva de
Seleção de populações de cebola tipo valenciana para o Vale do São Francisco / Antonio Esmael Silva de Oliveira. – Recife, 2015.
74 f.: il.

Orientador(a): Carlos Antônio Fernandes Santos.
Dissertação (Programa de Pós-graduação em Melhoramento Genético de Plantas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2015.
Referências.

1. Allium cepa 2. Progresso genético 3. Cebola cascuda
4. Seleção recorrente 5. Interação genótipo x ambiente
I. Santos, Carlos Antônio Fernandes, orientador II. Título

CDD 581.15

Aos meus pais, Maria de Fátima Silva de Oliveira, Francisco Cristovão de Oliveira, aos meus irmãos, sobrinhos e namorada por todo o amor e dedicação para comigo, por terem sido a peça fundamental na construção da pessoa que hoje sou.

Dedico

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

Madre Teresa de Calcuta

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, pela saúde, pela família maravilhosa que me deu, pelas pessoas e oportunidades que tem colocado em meu caminho.

Aos meus familiares por todo amor, apoio e dedicação, pelo qual tenho maior orgulho e eterno agradecimento, pelos momentos em que estiveram ao meu lado, me apoiando e me fazendo acreditar que nada é impossível.

À minha namorada Joara Nályda, que esteve presente em todos os momentos que mais precisei.

Ao meu professor e orientador PhD. Carlos Antônio Fernandes Santos pela confiança, paciência, dedicação e pelos ensinamentos transmitidos durante todo esse período.

Ao meu coorientador Professor Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho pelo auxílio à concretização desta dissertação.

Ao Professor Dr. Lucas Nunes da Luz pela experiência e ensinamentos compartilhados, que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Professor Dr. Roberto de Albuquerque Melo pelas contribuições dadas à confecção desta dissertação.

A universidade Federal Rural do Pernambuco por tornar possível a realização de um sonho.

Ao corpo docente do curso de Pós-Graduação em Agronomia “Melhoramento Genético de Plantas”.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Semiárido pela disponibilização de toda a sua estrutura física e humana para a realização dos experimentos.

Aos funcionários de campo da Embrapa Semiárido, em especial ao Santos, Assis, Justino, Barbosa, Maurício e “Nen” que não mediram esforços para o bom andamento dos trabalhos.

Ao Instituto Agrônomo do Pernambuco – IPA, por permitir e dar suporte a realização do experimento no município de Belém do São Francisco.

Ao Pesquisador do IPA M.Sc. Jonas Candeia por colaborar no planejamento, e condução dos experimentos.

Aos colegas do laboratório de melhoramento de plantas da Embrapa Semiárido, em especial a Renata, Jucy, Fernanda, Robson, Washington, Weslany, Juliana, Sirando e Gleyse pela amizade e colaboração durante todo esse tempo.

Aos amigos do programa de pós-graduação: José Ribeiro, Parente, Ytalo, Roneilson, Laís, Fabian, Tuany, João Paulo, Aline, Yrlânia, Kleyton, Paulo, Tâmara, Lamonier, Adônis, Paulo, Ruan, Horace, Ricardo pela paciência, pelos auxílios nos estudos e principalmente pelo companheirismo e amizade que levarei comigo para sempre.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ, pelo auxílio financeiro.

E a todos que não foram citados mais que fizeram parte da minha vida acadêmica e pessoal o meu muito obrigado!

RESUMO

Seleção de Populações de Cebola Valenciana Para o Vale do São Francisco

No presente trabalho foram estimados ganhos genéticos em dois ambientes devido a seleção recorrente praticada na população CNPH6400 para o tipo Valenciano, bem como parâmetros de adaptabilidade e estabilidade em cinco ambientes, com o objetivo final de avaliar o potencial de recomendação de populações Valencianas para o Vale do São Francisco. Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Petrolina – PE, Juazeiro – BA, e Belém do São Francisco – PE, nos anos de 2013 a 2014. Foi adotado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, sendo doze tratamentos para avaliação do ganho genético e quatorze tratamentos, sendo oito Valencianas para parâmetros de adaptabilidade e estabilidade. As características avaliadas foram produção total de bulbos e produção de bulbos comerciais. Os dados da produção total foram corrigidos pela covariância a partir do stand médio de cada experimento. Foram estimadas a herdabilidade, o diferencial de seleção, o ganho genético. Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimadas pelas metodologias de Eberhart & Russel e Lin & Binns. Nas avaliações de ganho genético foram observadas diferenças significativas para produção comercial de bulbos nos dois ambientes, exceto para a população 25CA10 em Juazeiro - BA. As médias do ganho genético para produção comercial na população Valenciana amarela 25CA10 foram 378,88% em Petrolina – PE e 16,30% em Juazeiro – BA, enquanto na população roxa T811CR13 os ganhos foram de 340,76% para Petrolina – PE e 55,01% de Juazeiro – BA. Os ganhos genéticos não foram lineares para a sequência dos ciclos avaliados, sendo essa oscilação atribuída a deriva genética e a seleção com ênfase a espessura de catáfilos nos últimos ciclos. Foi observada interação genótipo x ambiente para todas as variáveis avaliadas. As duas metodologias apresentaram resultados discrepantes para a cultivar Alfa São Francisco. As populações Valencianas 25CA10 e T811CR13 apresentaram produção de bulbos próximos ou acima das médias dos experimentos, aliadas a ampla adaptabilidade e boa estabilidade, tendo potencial para serem recomendadas como novas cultivares para a região do Vale do São Francisco.

Palavras-chave: *Allium cepa*; progresso genético; cebola cascuda; seleção recorrente; interação genótipo x ambiente.

ABSTRACT

Selection of Populations of Onion Valenciana for the São Francisco river valley

In the present work were estimated genetic gains in two environments due to recurrent selection practiced in population CNPH6400 for the type Valenciano, as well as parameters of adaptability and stability in five environments, with the final objective to evaluate the potential for recommendation of Valencian populations for the Sao Francisco Valley. The experiments were carried out in the municipalities of Petrolina - PE, Juazeiro - BA, and Belem San Francisco - PE, during the years 2013 to 2014. It was adopted the experimental design of randomized blocks, with three replications and twelve treatments to evaluate the genetic gain and fourteen treatments, including eight Valencianas for adaptability and stability parameters. The characteristics evaluated were total and commercial bulb yields, which were. Adjusted by covariance from the average plant stand of each experiment. Were estimated heritability, differential selection, genetic gain. Adaptability and stability parameters were estimated by the methods of Eberhart & Russel and Lin & Binns. Significant differences were observed for bulbs commercial production in the two environment, except for the population 25CA10 in Juazeiro - BA. The mean genetic gain for bulbs commercial production in the yellow Valenciana population 25CA10 were 378.88% in Petrolina - PE and 16.30% in Juazeiro - BA, while the purple population T811CR13 the gains were 340.76% to Petrolina - PE and 55.01% to Juazeiro - BA. The genetic gains were not linear to the sequence of the evaluated cycles, and these oscillations were attributed to genetic drift and selection emphasizing the thickness of cataphylls in recent cycles. It was observed genotype x environment interaction for all variables. The two methodologies presented discrepant results for the cultivar Alfa San Francisco. The Valencianas 25CA10 populations and T811CR13 showed average bulb productions close or above experiments means, combined with wide adaptability and stability, having the potential to be recommended as new cultivars for the region of the São Francisco Valley.

Keywords: *Allium cepa*; genetic progress; husky onion; recurrent selection; genotype x environment interaction.

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Populações utilizadas no experimento de ganho genético..... | 42 |
| Tabela 2. Análise de variância individual de seis genótipos de cebola (cinco ciclos de seleção recorrente da população 25CA10 e a variedade CNPH6400) para as características Produção total (Protototal) e Produção comercial (Procom) nos ambientes de Petrolina - PE e Juazeiro - BA..... | 44 |
| Tabela 3. Análise de variância individual de sete genótipos de cebola (seis ciclos de seleção recorrente da população T811CR13 e a variedade CNPH6400) para as características Produção total (Protototal) e Produção comercial (Procom) nos ambientes de Petrolina – PE e Juazeiro – BA..... | 45 |
| Tabela 4. Estimativas de médias, herdabilidade (h^2), diferencial de seleção (Ds) e ganho genético de cinco ciclos de seleção da população de cebola valenciana 25CA10 para as características Produção total de bulbos (Protototal) e Produção comercial de bulbos (Procom) em Petrolina – PE, Juazeiro – BA..... | 46 |
| Tabela 5. Estimativas de médias, herdabilidade (h^2), diferencial de seleção (Ds) e ganho genético de cinco ciclos de seleção da população de cebola valenciana T811CR13 para as características Produção total de bulbos (Protototal) e Produção comercial de bulbos (Procom) em Petrolina – PE e Juazeiro – BA..... | 49 |
| Tabela 6. Identificação dos Genótipos Avaliados..... | 61 |
| Tabela 7. Análise de variância individual para as características produção comercial de bulbos (Procom) e Produção total de bulbos (Protototal) de quatorze genótipos de cebola avaliados em cinco ambientes no submédio do rio São Francisco..... | 64 |

Tabela 8. Análise de variância conjunta para as características produção comercial (Procom), Produção total (Prototal) de 14 genótipos de cebola avaliados em cinco ambientes no submédio do rio São Francisco..... 65

Tabela 9. Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 14 genótipos de cebola para as características Produção total de bulbos (Prototal) e Produção comercial de bulbos (Procom), com base nas metodologias de Eberhart e Russel (1966), Lin e Binns (1988). 68

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Gráfico relativo ao ganho genético da população 25CA10 para as características produção total (Protototal) e produção comercial de bulbos (Procom) em $t.ha^{-1}$ em Petrolina – PE 47
- Figura 2.** Gráfico relativo ao ganho genético da população 25CA10 para as características produção total (Protototal) e produção comercial de bulbos (Procom) em $t.ha^{-1}$ em Juazeiro – BA 48
- Figura 3.** Gráfico relativo ao ganho genético da população 25CA10 para as características produção total (Protototal) e produção comercial de bulbos (Procom) em $t.ha^{-1}$ em Juazeiro – BA 50
- Figura 4.** Gráfico relativo ao ganho genético da população T811CR13 para as características produção total (Protototal) e produção comercial de bulbos (Procom) em $t.ha^{-1}$ em Juazeiro – BA 50

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 16 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 19 |
| 2.1 Aspectos Botânicos da Cebola | 19 |
| 2.2 Importância Econômica | 20 |
| 2.3 Histórico do Melhoramento da Cebola no Brasil | 22 |
| 2.4 Interação Genótipo X Ambiente | 24 |
| 2.5 Adaptabilidade e Estabilidade | 26 |
| 2.6 Ganho Genético | 29 |
| REFERÊNCIAS | 31 |

CAPÍTULO II

| | |
|---------------------------------------|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 39 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 41 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 44 |
| 4 CONCLUSÃO | 52 |
| REFERÊNCIAS | 53 |

CAPÍTULO III

| | |
|---|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 58 |
| 2 MATERIAL E MÉTODOS | 60 |
| 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 64 |
| 3.1 Análise de Variância Individual | 64 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2 Análise de Variância Conjunta | 65 |
| 3.3 Estimativas de Parâmetros de Adaptabilidade e Estabilidade | 66 |
| 4 CONCLUSÃO | 71 |
| REFERÊNCIAS | 72 |
| CONSIDERAÇÕES FINAIS | 74 |

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL REVISÃO DE LITERATURA

1 INTRODUÇÃO

A cebola, *Allium cepa* L., pertence à família Alliaceae, sendo considerada uma das mais antigas hortaliças domesticadas pelo homem. Seu centro de origem está situado entre as regiões de clima temperado que compreendem os países do Afeganistão, Irã e partes do sul da antiga União Soviética (GOLDMAN *et al.*, 2000). No Brasil o desenvolvimento do cultivo de cebola ocorreu com a chegada de imigrantes portugueses e açorianos que colonizaram a região de Rio Grande e Pelotas no início do século XIX (FRANÇA & CANDEIA, 1997).

Os maiores produtores mundiais são China, Índia, Estados Unidos da América e Irã, enquanto o Brasil ocupa apenas a 9ª colocação (FAO, 2015). De acordo com o IBGE (2015) a produção brasileira está concentrada na região Sul (49,5%), Nordeste (23,3%), Sudeste (21,2%) e Centro-Oeste (6%).

A cebolicultura nacional é uma atividade praticada principalmente por pequenos produtores e a sua importância socioeconômica fundamenta-se não apenas em demandar grande quantidade de mão-de-obra, contribuindo na viabilização de pequenas propriedades, como, também, em fixar os pequenos produtores na zona rural, reduzindo dessa maneira a migração para as grandes cidades (COSTA *et al.*, 2007).

No Nordeste os únicos produtores de cebola são: Bahia, com 84,1% da produção total da região, e Pernambuco, responsável pelos 15,9% restantes (IBGE, 2015). Os cultivos nesses Estados concentram-se no Vale do Submédio São Francisco, onde são explorados anualmente cerca de 10.000 hectares, gerando em torno de 60.000 empregos diretos e indiretos (SOUZA *et al.*, 2008). A vantagem da produção desta cultura no Nordeste em relação às demais regiões produtoras brasileiras são as condições de clima e solo que possibilitam o seu cultivo durante todo o ano, além de propiciarem a redução do ciclo da cultura para cerca de 120 dias (ARAÚJO *et al.*, 2011).

Os programas nordestinos de melhoramento genético da cebola iniciaram a partir do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) nos anos 70 com o objetivo principal de desenvolver cultivares com alto potencial produtivo, adaptadas às condições regionais, além de tolerantes e resistentes ao *Thrips tabaci*, e ao mal-de-sete-voltas respectivamente (CANDEIA *et al.*, 1997).

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

Recentemente, a Embrapa Semiárido também iniciou um programa de melhoramento genético de cebola, já tendo recomendado a cultivar BRS Alfa São Francisco, derivada por seleção recorrente da BRS Alfa Tropical desenvolvida pela Embrapa Hortaliças (LEITE *et al.*, 2009).

Nos últimos anos a Embrapa Semiárido vem desenvolvendo sucessivos ciclos de seleção recorrente dentro de oito populações de cebola tipo Valenciana oriundas do cruzamento entre a “Baia” e a “Valcatorce INTA”. O objetivo é desenvolver cultivares com a característica cascuda bronzeada que sejam produtivas e adaptadas as condições do Vale do São Francisco. A cebola Valenciana ou “Cascuda” difere da cebola amarela por apresentar catáfilos de cor bronzeada ou amarela intensa, com maior espessura, e maior qualidade pós-colheita, quando comparada com a cebola amarela, motivos para que alcancem melhores preços de mercado (SANTOS *et al.*, 2010).

Trabalhos com seleção recorrente devem periodicamente estimar o progresso genético obtido, para desta forma, quantificar a sua eficiência, além de orientar o melhorista na tomada de decisões. O ganho genético pode ser obtido através da avaliação das populações nos diferentes ciclos, uma vez que após cada etapa de recombinação o material volta à condição de equilíbrio genético. Assim, basta armazenar o material selecionado de cada ciclo em câmara fria para posterior utilização (RAMALHO *et al.*, 2012).

Visto a grande participação do ambiente na expressão genotípica das principais características da cebola é importante submeter genótipos em processo de seleção há diversos ambientes, para possibilitar o estudo da interação que ocorre entre os genótipos e o ambiente. Quando esta interação é significativa, a liberação ou recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade e estabilidade torna mais difícil o trabalho para o melhorista, pois nessas condições existem cultivares adaptadas a ambientes específicos. A identificação dos genótipos adaptados a cada região de cultivo pode ser realizada a partir de inúmeras metodologias de adaptabilidade e estabilidade, que são adotadas de acordo com os dados disponíveis, a precisão requerida e o tipo de informação desejada (CRUZ *et al.*, 2012).

Assim, objetivou-se com esse trabalho: 1) estimar o ganho genético alcançado em duas populações, promissoras, de cebola tipo valenciana após dez ciclos de seleção recorrente e 2) estimar parâmetros de a adaptabilidade e

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

estabilidade de oito genótipos de cebola Valenciana oriundas do programa de melhoramento da Embrapa Semiárido visando a recomendação de populações Valencianas para as condições edafoclimáticas do submédio São Francisco.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos botânicos da cebola

A cebola, *Allium cepa* L., é uma espécie diploide ($2n=2x=16$) (KALKMAN, 1984), herbácea, bienal que em condições normais produz bulbos no primeiro ano a partir das sementes, e sementes no segundo ano a partir dos bulbos (COSTA & ANDREOTTI, 2002). É uma planta herbácea com cerca de 60 cm de altura que apresenta folhas grandes dispostas alternadamente em duas fileiras, podendo ser cerosas ou não. As bainhas foliares formam um pseudocaule cuja parte inferior é o próprio bulbo, órgão de reserva onde são acumulados hidratos de carbono (NIESING, 2010). O caule verdadeiro está localizado abaixo da superfície do solo, sendo este um disco compacto com formato cônico, situado na base inferior do bulbo de onde partem as raízes (FILGUEIRA, 2008).

O bulbo se desenvolve quando a planta deixa de emitir e cessa o crescimento das folhas. As bainhas foliares do bulbo intumescem para formar o tecido de armazenamento. Ocorre um alongamento da região do pseudocaule seguida da formação do bulbo com o predomínio do processo de expansão celular sobre o processo de divisão celular (NIESING, 2010).

Com relação a inflorescência a cebola apresenta o tipo umbela, que é envolta por uma película que se rompe antes da abertura das flores. A flor é andrógena, apresentando três carpelos fundidos em seu pistilo, seis estames e um estilete. O ovário é súpero, com três lóculos. Os nectários se localizam na base dos estames internos e externos. Quando ocorre a deiscência, o pistilo apresenta em torno de um centímetro e se torna receptivo quando atinge aproximadamente cinco centímetros de comprimento. As anteras emitem quase todo o pólen durante 9-17 horas, 26-36 horas antes que o estigma torne-se receptivo, caracterizando a dicogamia protândrica e a polinização é entomófila (MALUF, 1999).

O amolecimento da região inferior do pseudocaule, que resulta do tombamento da parte aérea sobre o solo é tido como o sinal da maturação da planta de cebola. Este aspecto da morfologia da planta é conhecido popularmente como “estalo” e tem sido utilizado como índice prático para determinar a colheita dos bulbos, no entanto, existem variações entre as variedades quanto a taxa,

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

uniformidade e porcentagem mínima de plantas tombadas para iniciar o processo de colheita (SOARES *et al.*, 2004). Os bulbos devem ser colhidos quando o campo apresentar entre 50 e 80% das plantas “estaladas” (BREWSTER, 1994).

Acredita-se que a cebola tenha sido originada nas regiões de clima temperado, que atualmente compreendem os países do Afeganistão, Irã e a antiga União Soviética. Essa hortaliça é cultivada em todos os continentes, sendo muito valorizada devido as suas características específicas, como sabor, pungência, aroma e suas propriedades terapêuticas. O seu consumo é realizado das mais diversas formas, desde “*in natura*”, nas saladas, assim como o uso na produção de condimentos industrializados (COSTA & RESENDE, 2007).

A cebola é uma espécie que necessita de dias longos, ou seja, dias com duração superior a 10 horas, para o desenvolvimento dos bulbos (VINNE, 2006). Expostas a fotoperíodos muito curtos, as plantas não mostram sinais de bulbificação, mesmo após períodos longos de crescimento. A temperatura do solo, principalmente as extremas, influencia negativamente na germinação, crescimento e desenvolvimento das raízes, na velocidade e na duração do crescimento das plantas e na ocorrência e severidade de doenças. A temperatura do ar tem uma importância preponderante sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas, já que muitos processos bioquímicos e fisiológicos ocorrem entre 0 e 40°C (VIEIRA & PICULI, 2009). As temperaturas acima de 35°C na fase inicial de crescimento podem ocasionar a bulbificação precoce e temperaturas inferiores a 10°C podem induzir o florescimento prematuro (“*bolting*”), que é indesejável quando se visa à produção comercial de bulbos (RESENDE *et al.*, 2007).

2.2 Importância econômica

Nos anos de 2002 a 2012 a produção mundial de cebola cresceu 57,35%, passando de 52.651.744 para 82.851.732 toneladas respectivamente, sendo esse crescimento mais acentuado no período de 2006 a 2011, ocorrendo estabilização nos anos de 2008 e 2009. O aumento da produção mundial de cebola foi principalmente em função da área cultivada, que aumentou 43,75% no mencionado período, passando de 2.924.216 hectares em 2002 para 4.203.648 hectares em

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

2012. Durante esse período, a produtividade teve uma contribuição menor, de 18 t/ha para 19,7 t/ha, com um incremento em torno de 9% (FAO, 2015).

As exportações mundiais de cebola totalizaram 2,6 bilhões de dólares no ano de 2011, resultantes do comércio de 5,98 milhões de toneladas, enquanto as importações totalizaram 2,3 bilhões de dólares, resultantes do comércio de 4,3 milhões de toneladas, nesse mesmo ano. Os maiores importadores de cebola foram EUA, Alemanha, Reino Unido, Rússia, Malásia e Japão, respondendo por quase 54% das importações, enquanto os maiores exportadores foram Holanda, Índia, México, China, Egito, EUA, Espanha e Argentina, respondendo por quase 81% das exportações (FAO, 2015).

De acordo com Brewster (1994) a produção de cebola ocorre da Escandinávia aos trópicos úmidos, sendo a maioria da produção localizada em regiões de clima temperado e subtropical. Na Europa, existe uma baixa oferta de cebola no final da primavera e início do verão do hemisfério Norte (GOLDMAN *et al.*, 2000), que corresponde aos meses de maio a julho.

No Brasil, a cebola é considerada a terceira hortaliça mais importante em termos de valor econômico, ficando atrás apenas da batata e do tomate. É preferencialmente consumida “*in natura*” em saladas, temperos e condimentos (BOEING, 2002). No período de 2002 a 2014 a produção brasileira passou de 1.222.120 para 1.649.447 toneladas, com crescimento de 34,97%, sendo que a produtividade cresceu 60,1% no período, passando de 17,7 t.ha⁻¹ para 28,5 t.ha⁻¹. Neste mesmo intervalo ocorreu redução de 15,8% na área plantada, passando de 68.869 para 57.921 hectares (IBGE, 2015). Com relação ao consumo brasileiro de cebola, entre 2000 a 2009 cresceu 9%, saindo de 6,7 kg/pessoa/ano para 7,3 kg/pessoa/ano, sem considerar as importações realizadas, principalmente, da Argentina.

As diferenças em cultivares, área plantada, produtividade e uso de tecnologias de produção são consideráveis. Essas diferenças devem-se, principalmente, a variação de clima e solo das regiões produtoras e por ser a cebolicultura brasileira realizada predominantemente em propriedades pequenas, em exploração de caráter familiar, principalmente nas regiões Sul e Nordeste. Estima-se que 70% da produção brasileira sejam provenientes do sistema familiar, envolvendo cerca de 60.000 famílias de agricultores que têm a cebolicultura como atividade principal (EPAGRI, 2000).

Segundo estatísticas do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) no ano de 2014, a produção total nacional de cebola foi de 1.649.447 toneladas. Neste cenário o Nordeste tem uma participação de 23,3%, dando-se ênfase para a Bahia (19,6%) e Pernambuco (3,7%), o Sudeste com uma fatia de 21,2%, destacando-se os estados de Minas Gerais (10,4%) e São Paulo (10,8%), já a região do Sul é responsável por 49,5% de toda produção, com o estado do Paraná (8,2%), Santa Catarina (30,9%) e Rio Grande do Sul (10,4%) e o centro-oeste do Brasil com participação de apenas 6% da produção nacional, sendo o estado de Goiás o único produtor.

A oferta de cebola no Brasil é relativamente bem distribuída ao longo do ano, devido à ampla variação nas condições climáticas das regiões produtoras e a existência de cultivares adaptadas aos diferentes ambientes de cultivo e níveis tecnológicos. Contudo, a produção ainda apresenta oscilações ao longo do ano e entre anos, alternando excesso de oferta com períodos de escassez, associados principalmente a fatores climáticos. Períodos de escassez, normalmente de março a julho, têm sido atendidos com a importação de cebola, principalmente da Argentina. Muitas vezes, a cebola importada resulta em oferta acima da demanda, provocando queda de preço do produto brasileiro, por ser o produto importado de melhor padronização comercial e visual que a cebola brasileira (BOEING, 2002).

2.3 Histórico do melhoramento de cebola no Brasil

O estabelecimento do germoplasma brasileiro de cebola amarela coincidiu com a chegada de emigrantes portugueses e açorianos que colonizaram as regiões do Rio Grande e Pelotas, no estado do Rio Grande do Sul, no início do século XIX (FRANÇA & CANDEIA, 1997). A partir das cebolas introduzidas da Europa, desenvolveram-se, por seleção natural e pela ação dos agricultores, diversas populações que são agrupadas em dois tipos de acordo com a cultivar de origem: 'Baia Periforme', que engloba as populações derivadas de uma cebola portuguesa conhecida como Garrafal, e 'Pêra'. Possivelmente estas duas populações são derivadas de genótipos egípcios introduzidos na Ilha dos Açores e posteriormente introduzidas no Brasil. Pode ser considerado um terceiro grupo o resultante do cruzamento entre estas duas populações, que é denominado 'Crioula' (COSTA,

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

1997). Esses três tipos possuem elevada resistência a pragas e doenças e boa conservação pós-colheita.

Com a criação dos programas de melhoramento genético de cebola no Centro de Pesquisa da Região Sul, em Rio Grande (RS), na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – Fepagro, no Instituto Agrônomo de Campinas – IAC e no Instituto de Genética da ESALQ/USP, em Piracicaba (SP), em 1940 houve uma maior disponibilidade de materiais mais produtivos e adaptados a estas regiões produtoras como foram o caso das variedades: ‘Jubileu’, ‘Norte 14’, ‘Petrolina’ e ‘Madrugada’ disponibilizados pela Fepagro. No estado de São Paulo, a seleção resultou na disponibilização das cultivares Baía Perifone Piracicaba do Cedro, Pira Ouro, e Pirana, entre outras (LEITE *et al.*, 2009).

A partir da criação da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA (1972) iniciou-se os programas de melhoramento de cebola com o objetivo de desenvolver materiais mais adaptados as latitudes 8 – 9° S, ou seja, para a bulbificação em dias ainda mais curtos e a resistência a condições de calor constante (WANDERLEY *et al.*, 1973; CANDEIA & COSTA, 2000). As principais cultivares desenvolvidas foram: ‘Pêra IPA 4’, ‘Composto IPA 6’, ‘Belém IPA 9’ ‘Franciscana IPA 10’, ‘Vale Ouro IPA 11’ e ‘Brisa IPA 12’.

A principal vantagem do desenvolvimento de programas de melhoramento de cebola no Vale do São Francisco é que o ciclo da cultura, de semente-a-semente, é completado em apenas um ano, com a vernalização de bulbos em câmara fria, diferentemente de outras regiões que necessitam de dois anos para completar um ciclo.

No decorrer das décadas de 70 e 80 foram criados outros programas de melhoramento para atender as necessidades das regiões produtoras, destacando-se a criação do programa da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A (Epagri) em Ituporanga (SC) em 1976. Como cultivares desenvolvidas destacam-se a ‘Bola Precoce’, ‘Juporanga’, ‘Crioula Alto Vale’ e ‘Superprecoces’ (LEITE *et al.*, 2009).

Os trabalhos de melhoramento da cebola foram iniciados na Embrapa em 1977 de forma descentralizada (LEITE *et al.*, 2009). Atualmente são desenvolvidos programas de melhoramento na Embrapa Clima Temperado, na região Sul, na Embrapa Hortaliças, na região Centro-Oeste, e na Embrapa Semiárido, na região Nordeste. Estes programas visam disponibilizar cultivares adaptadas as mais

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

variadas condições edafoclimáticas, sistemas de cultivo e preferências de cultivo, já tendo sido disponibilizadas oito cultivares.

A Embrapa Clima Temperado disponibilizou as cultivares: 'Aurora', 'Primavera', 'BRS Cascata'. A Embrapa Hortaliças disponibilizou as variedades: 'Conquista', 'Alfa Tropical', 'Beta Cristal', 'Conquista'. O programa desenvolvido pela Embrapa Semiárido apesar de ser o mais recente, disponibilizou a cultivar 'BRS Alfa São Francisco' adaptadas as condições de dias curtos do Vale do Rio São Francisco (COSTA *et al.*, 2005) e com potencial para ser recomendada também as condições de verão das Regiões Sudeste e Centro do Brasil.

As pesquisas de melhoramento genético de cebola no Brasil, principalmente os públicos, já disponibilizaram cerca de 50 cultivares essencialmente de polinização aberta, com ganhos em produtividade, diversidade, adaptação a estresses bióticos e abióticos e possibilitando a modernização dos sistemas de cultivo, tendo contribuído de forma efetiva para o desenvolvimento e sustentação da cebolicultura no Brasil (LEITE *et al.*, 2009). Os próximos passos desses programas é o desenvolvimento de híbridos nacionais com boas características de bulbo, com alta produtividade e adaptação as condições edafoclimáticas nacionais (SANTOS & OLIVEIRA, 2011).

2.4 Interação genótipo x ambiente

A alteração de desempenho dos genótipos em virtude da variação de ambientes é denominada interação genótipos x ambiente. Esta interação constitui-se um dos maiores problemas dos programas de melhoramento de todas as espécies, seja na fase de seleção ou na de recomendação de cultivares (CRUZ *et al.*, 2012). Características quantitativas, como a produção, são as mais influenciadas pela interação genótipo x ambiente (BERNANDO, 2002). Este fenômeno tem sido atribuído a fatores bioquímicos e fisiológicos próprios de cada genótipo devido as constantes variações que ocorrem no ambiente desde a semeadura até a maturação. Entretanto, essas mudanças não são comuns para os diferentes genótipos, num mesmo ambiente ou ambientes diferentes (CRUZ *et al.*, 2012).

Os programas de melhoramento de plantas tem o objetivo de identificar genótipos com alta produtividade, estabilidade de produção e ampla adaptabilidade aos mais variados ambientes da região para a qual são recomendados (De PAULA,

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

et al., 2010). Nesse aspecto, a interação genótipos por ambientes deve ser concebida não como um problema ou um fator indesejável, cujos efeitos devem ser minimizados em um programa de melhoramento. Pelo contrário, faz-se necessário conhecê-lo o suficientemente bem, para melhor aproveitá-lo no processo de seleção.

A interação genótipos x ambientes está ligada a dois fatores, um denominado simples que é proporcionado pela diferença entre os genótipos, de forma que a posição relativa dos genótipos não é alterada e outro denominado complexo, que é verificado pela falta de correlação entre os genótipos. A baixa correlação entre genótipos e fenótipos indica que os melhores materiais em um ambiente podem não terem o mesmo desempenho em outro ambiente de modo que esses apresentam diferentes respostas às variações ambientais, causando alteração na sua classificação, considerando os diversos ambientes (CRUZ *et al.*, 2012).

A interação simples indica a existência de genótipos adaptados a uma ampla faixa de ambientes; assim, a recomendação de cultivares pode ser feita de forma generalizada. Já a interação complexa indica a presença de materiais adaptados a ambientes particulares; isto traz uma complicação para o melhorista, uma vez que a recomendação é restrita a ambientes específicos (RAMALHO *et al.*, 1993).

Quando ocorre significância da interação, há três estratégias básicas para reduzir o seu efeito, a saber: i) identificar cultivares específicos para cada ambiente, o que geralmente é inviável devido ao custo; ii) obter genótipos com baixa interação, sendo que a estratificação do ambiente em sub-regiões mais homogêneas facilita a seleção de genótipos mais estáveis, mas a interação pode continuar significativa devido ao efeito de ano; e iii) identificar cultivares com maior estabilidade fenotípica (EBERHART & RUSSEL, 1966; RAMALHO *et al.*, 1993; SCAPIM *et al.*, 2000).

A escolha da metodologia para verificar a interação depende dos dados experimentais, principalmente os relacionados com o número de ambientes, além da precisão requerida e do tipo de informação desejada. Alguns métodos são considerados alternativos, enquanto outros são complementares, podendo ser utilizados conjuntamente (CRUZ *et al.*, 2012).

Para avaliar a magnitude da interação G x A e o seu impacto sobre a seleção e recomendação de cultivares faz-se necessário a condução de experimentos no maior número possíveis de locais e anos (SILVA & DUARTE, 2006). Quando verificada a existência da interação significativa entre genótipos e ambientes, faz-se necessário a identificação dos genótipos adaptados e estáveis a ambientes

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

específicos (DIAS *et al.*, 2009), utilizando-se para tal uma das várias metodologias propostas de acordo com os objetivos do programa de melhoramento (FINLAY & WILKINSON, 1963; EBERHART & RUSSELL, 1966; TAI, 1971; LIN & BINNS, 1988 CRUZ *et al.*, 1989;).

A influência do ambiente no desempenho de cultivares de cebola, quanto a adaptação a diferentes regiões foi relatada por diversos pesquisadores, como é o caso de Sidhu *et al.*, (1988); Gandi *et al.*, (1989); Kimani *et al.*, (1993); Murakami *et al.*, (1995); Santos *et al.*, (2004); Souza *et al.*, (2008) e Quartiero (2012).

2.5 Adaptabilidade e estabilidade

A análise da interação entre genótipos e ambientes não permite informações suficientes sobre o comportamento dos genótipos diante das variações ambientais (GUIMARÃES, 2010). Desta forma, faz-se necessário realizar estudos da adaptabilidade e estabilidade, pelos quais é possível a identificação de cultivares de comportamento previsível e que respondam as variações ambientais, em condições específicas ou amplas, possibilitando fazer recomendações de cultivares com bastante critério (CRUZ *et al.*, 2012).

A adaptabilidade é a capacidade que um genótipo possui de aproveitar vantajosamente os efeitos ambientais, de forma a assegurar alto desempenho produtivo, enquanto a estabilidade está relacionada com a manutenção da produtividade ou de sua previsibilidade com os ambientes diversos (EBERHART & RUSSEL, 1966; MARIOTTI *et al.*, 1976; MAIA *et al.*, 2006; GUERRA *et al.*, 2009).

Verma *et al.* (1978) definiram adaptabilidade como sendo a capacidade dos genótipos apresentarem rendimentos elevados e constantes em ambientes desfavoráveis, mas com habilidade de responder a melhoria das condições ambientais. A estabilidade de comportamento de um genótipo também pode ser definida como a previsibilidade de sua adaptabilidade ou, em termos estatísticos, como o ajuste do genótipo ao modelo (linear, bissegmentado ou não-linear) adotado (GUIMARÃES, 2010).

Existem diversos métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade para avaliação de um grupo de genótipos, testados numa série de ambientes contrastantes e que apresentem interação genótipo x ambiente. A escolha do

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

método de análise depende dos dados experimentais, do número de ambientes disponíveis, da precisão requerida e tipo de informação desejada (CRUZ *et al.*, 2012).

Os métodos de análise da adaptabilidade e estabilidade são, portanto, procedimentos estatísticos que tornam possível identificar genótipos de comportamento mais estável e que conseguem responder previsivelmente as variações ambientais (De PAULA *et al.*, 2010). Algumas dessas análises permitem, também, dividir os efeitos da interação em efeitos de genótipos e de ambientes, revelando a contribuição relativa de cada um para a interação total (ROCHA, 2002).

Os métodos propostos disponíveis para estudar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica, baseiam-se nos seguintes procedimentos: a) variância da interação G x A (método tradicional); b) regressão linear simples; c) regressão linear bissegmentada; d) regressão quadrática; e) modelos não lineares; f) métodos não-paramétricos; g) métodos multivariados, como a análise de componentes principais (ACP), análise de agrupamentos, análise fatorial de correspondência e análise de coordenadas principais; e h) métodos que integram a análise comum de variância (método univariado) com a análise de componentes principais (método multivariado), como é o caso da análise AMMI (ROCHA, 2002).

De acordo com Dias *et al.* (2009) os métodos mais empregados são aqueles baseados em regressão linear simples e, ou múltiplas, adotando-se o índice ambiental como variável independente e a produtividade média de cada cultivar como dependente. Os métodos propostos por Finlay e Wilkinson (1963) e Eberhart e Russell (1966) baseiam-se em análises de regressão linear, que medem a resposta de cada genótipo às variações ambientais (CRUZ *et al.*, 2004). Diversos autores comentam sobre limitações da metodologia, principalmente pelo risco de descartar bons genótipos quando apresentarem altos valores de desvios de regressão e forem avaliados por um único coeficiente de regressão (ROSSE, 1999; FERREIRA *et al.*, 2006).

A metodologia de LIN & BINNS (1988), é baseada na estatística não paramétrica, em que o parâmetro P_i é adotado como medida de estabilidade fenotípica. Esse parâmetro corresponde ao somatório dos quadrados médios das distâncias entre a resposta de um determinado genótipo num dado ambiente e a resposta do genótipo superior no mesmo ambiente, em todos os ambientes avaliados. Dessa forma, quanto menor o valor de P_i , menor é o desvio em torno da

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

produtividade máxima, por consequência, maior é a adaptabilidade geral e estabilidade fenotípica do genótipo (SILVEIRA *et al.*, 2012).

Lin *et al.* (1986) propuseram três conceitos de estabilidade: tipo 1 – o cultivar é estável se sua variância ambiental for baixa (biológico); tipo 2 – o cultivar estável é aquele cuja resposta aos ambientes aproxima-se da resposta média de todos os cultivares dos experimentos (agronômico); e tipo 3 – o cultivar será estável se o quadrado médio do desvio de regressão for pequeno, próximo de zero.

Sidhu *et al.* (1988) utilizaram as metodologias propostas por Finlay e Wilkinson e Eberhart e Russel, para estimar os parâmetros de estabilidade de fenótipos linear (b_i) e não linear (s_{di}^2), em 15 genótipos de cebola em Ludhiana, no outono, durante os anos de 1981-82 a 1984-85. Observaram que a interação genótipos x ambientes mostrou resposta diferencial de genótipos em anos diferentes, apresentando diversidade das condições de cultivo durante os quatro anos, devida ao ambiente. Quanto aos genótipos, houve adaptação a todos os ambientes, destacando-se a cultivar Seleção 102-1, que apresentou a maior estabilidade fenotípica e alta produção em relação às outras cultivares.

Mendonça *et al.* (2003) utilizaram o método proposto por Lin e Binns (1988) para avaliar a interação genótipo ambiente da produção de bulbos comerciais de oito cultivares de cebola e obtiveram como resultados que, para este grupo de cultivares (Serrana, Conquista, Pira Ouro, Vale Ouro IPA 11, Primavera, Fanciscana IPA10, Aurora e Crioula), a correlação entre a produção de bulbos comerciais e o parâmetro P_i foi de -0,98, demonstrando ter havido associação entre a produção e o parâmetro P_i ; portanto, o desempenho dos genótipos com base no P_i permitiu identificar os genótipos, Serrana e Conquista, como sendo de elevado potencial produtivo.

Santos *et al.* (2004) empregaram o método de Eberhart e Russel para avaliar o desempenho de dez genótipos de cebola em doze experimentos no estado de São Paulo durante os anos de 2001 e 2002. A cultivar Superex foi a que apresentou a maior produtividade, indicando maior adaptabilidade em todos os ambientes estudados. Já os genótipos RX6010 e XP3021 mostraram-se pouco sensíveis a melhoria ambiental, sendo então considerados, com adaptabilidade a ambientes desfavoráveis.

Souza *et al.* (2008) avaliaram o desempenho produtivo de 18 genótipos de cebola em três estados do semiárido nordestino, (Rio Grande do Norte, Pernambuco e Bahia) no período de maio a setembro de 2004. A interação genótipo x ambiente

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

foi significativa, com predominância do tipo complexa. As cultivares que se mostraram mais produtivas foram: Brisa em Mossoró (RN), IPA- 9 em Petrolina (PE) e Granex em Juazeiro (BA). Os genótipos Brisa e CNPH 6047 foram considerados mais estáveis.

A diferença entre os métodos sugeridos origina-se nos próprios conceitos de estabilidade e nos seus procedimentos biométricos para quantificá-los. No entanto o mais importante é que o método escolhido forneçam as mesmas informações em termos de indicação de cultivares (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992). Nesse caso, a escolha do método deve recair naquele de simples execução e fácil interpretação.

2.6 Ganho genético

Os ganhos genéticos referem-se às alterações observadas nas características de interesse durante um ciclo de seleção, com a recombinação e multiplicação das unidades selecionadas (FARIA *et al.*, 2007). Este processo está associado a existência de variabilidade genética, a seleção natural e, ou artificial e ao ajuste dos genótipos aos ambientes existentes. A estimativa do progresso genético alcançado pelo melhoramento permite quantificar a eficiência dos trabalhos executados, orientar os melhoristas sobre as estratégias seletivas adotadas, além de permitir a busca de alternativas que aumentem a eficiência da seleção (BORGES *et al.*, 2009).

Um dos métodos de melhoramento mais utilizados nas espécies vegetais é a seleção recorrente. Borém e Miranda (2009) definem esta metodologia como qualquer sistema que tenha como objetivo o aumento gradativo da frequência de alelos favoráveis para as características quantitativas através de ciclos repetidos de seleção, sem reduzir a variabilidade genética da população. De acordo com Geraldi (2005) a seleção recorrente envolve basicamente três etapas: obtenção de progênies, avaliação e intercruzamentos das melhores progênies. Quanto maior a frequência de alelos favoráveis na população inicial, maior será a probabilidade de se obter plantas com o fenótipo mais próximo do desejável (RAMALHO *et al.*, 2012).

As estimativas do progresso genético com o uso da seleção recorrente são facilmente obtidas se for realizada uma avaliação das populações nos diferentes ciclos, uma vez que após cada etapa de recombinação, o material volta à condição

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

de equilíbrio genético. Assim basta armazenar o material selecionado de cada ciclo em câmara fria (RAMALHO *et al.*, 2012).

O progresso ou ganho genético por ciclo (G_c) é medido através da herdabilidade (h^2) e do diferencial de seleção (D_s), expresso pela fórmula $G_c = h^2 \cdot D_s$. O ganho genético pode ser definido como a diferença entre a média fenotípica de um caráter em uma população melhorada e a média fenotípica do mesmo caráter na população de origem, antes da seleção (PINTO, 1995).

A variabilidade genética existente no material sob seleção, a eficiência no controle experimental, a estratégia de seleção e a intensidade de seleção adotada pelo melhorista influenciam significativamente as estimativas de ganho genético (CRUZ *et al.*, 2012).

O progresso genético torna possível correlacionar ganhos alcançados com os métodos de melhoramento utilizados em muitas características. Pandey *et al.* (1986) relataram ganhos genéticos significativos para a redução do porte de milho. Os ganhos foram de -1,06% por ciclo. Já Barbosa Neto *et al.* (2000) obtiveram ganhos lineares por ciclo para a característica ciclo vegetativo da cultura da aveia. Com relação a cebola, Santos *et al.* (2003) obtiveram ganhos de 25,3% em três ciclos de seleção recorrente para a característica bulbos comerciais na cultivar Alfa Tropical.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO JLP, LIMA JRF, CORRÉIA RC, YURI JE (2010) Avaliação dos custos de produção e viabilidade econômica da cebola no Vale do Submédio São Francisco. In: **Congresso Brasileiro de Olericultura, nº. 51**, p.276-284.

BARBOSA NETO JF (2000) Progresso genético no melhoramento de aveia-branca no sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 35: 1605-1612.

BOEING G (2002) **Fatores que afetam a qualidade da cebola na agricultura familiar catarinense**. Instituto CEPA/SC, 88p.

BORÉM A and MIRANDA GV (2009) **Melhoramento de plantas**. Editora UFV, Viçosa, 529p.

BORGES V, SOARES AA, RESENDE MDV, REIS MS, CORNÉLIO VMO, SOARES PC (2009) Progresso Genético do programa de melhoramento de arroz de terras altas de Minas Gerais utilizando modelos mistos. **Revista Brasileira de Biometria**, 27: 478-490.

BREWSTER JL **Onions and other vegetables alliums** (1994). CAB International Wallingford, 236p.

COSTA ND, SANTOS CAF, QUEIROZ MA, HM, OLIVEIRA VR (2004) Produtividade de genótipos de cebola no semiárido brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, 22, Suplemento CD-ROM.

CRUZ CD, TORRES RA, VENCOSKY R (1989) An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva e Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, 12: 567-580.

CRUZ CD, REGAZZI AJ, CARNEIRO PCS (2012) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético 4ª edição revisada**. Editora UFV, Viçosa, 514p.

DE PAULA TOM, AMARAL JÚNIOR AT, GONÇALVES LSA, SCAPIM CA PETERNELLI LA, DA SILVA VQR (2010) Pi statistics underlying the evaluation of stability, adaptability and relation between the genetic structure and homeostasis in popcorn. **Acta Scientiarum, Agronomy**, 32: 269-277.

DIAS FTC, PITOMBEIRA JB, TEÓFILO EM, BARBOSA FS (2009) Adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter rendimento de grãos em cultivares de soja para o Estado do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, 40: 129-134.

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

EBEHART AS, RUSSEL WA (1966) Stability parameters for comparing varieties. **Crop. Science**, 6: 36-40.

EPAGRI. (2000). **Sistema de produção para cebola: Santa Catarina (3ª Revisão)** Epagri, Florianópolis, 91p.

FAO. **FAOSTAT – ProductionCrops**. (2011). Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>>. Acesso em 26 jul. 2015.

FARIA AP, FONSECA JÚNIOR SN, De FARIA DD, TADEU R (2007) Ganho Genético na Cultura da Soja. **Semina: Ciências Agrárias**, 28: 71-78.

FERREIRA DF, DEMÉTRIO CGB, MANLY BFJ, MACHADO AA, VENCOSKY R (2006) Statistical models in agriculture: biometrical methods for evaluating phenotypic stability in plant breeding. **Cerne**, 12: 373-388.

FINLAY KW and WILKINSON GN (1963) The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, 14: 742-754.

GOLDMAN, HAVEY MJ, SCHROECK G (2000) History of public onion breeding programs and pedigree of public onion germplasm releases in the United States. **Plant Breeding Reviews**, 20: 67-103.

GUERRA PG, OLIVEIRA RA, DAROS E, ZAMBON JLC, IDO OT, BESPALHOK FILHO JC (2009) Stability and adaptability of early maturing sugarcane clones by AMMI analysis. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, 9: 260-267.

GUIMARÃES UV (2010) **Adaptabilidade e estabilidade de variedades de cana-de-açúcar em Alagoas e Pernambuco**. Dissertação (Mestrado – Biometria e Estatística Aplicada). Universidade Federal Rural do Pernambuco, 54p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015). **Estatística da produção agrícola**.

KALKMAN ER (1984) Analysis of the C-banded karyotype of *Allium cepa*L. Standard system of nomenclature and polymorphism. **Genética**, 65: 141-148.

KIMANI PM, KARIUKI JW, PETERS R, RABINOWITCH HD (1993) Influence of the environment on the performance of some onion cultivars in Kenya. **African Crop Science Journal**, 1: 15-23.

LIN CS, BINNS MR (1988) A superiority measure of cultivar performance for cultivars x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, 68: 193-198.

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

LEITE DL, OLIVEIRA VR, SANTOS CAF, COSTA ND, FONSECA MEN, BOITEUX LS, MELO PE, REIS A, UENO B, BAPTISTA MJ (2009) Melhoramento de cebola para as condições tropicais e subtropicais do Brasil. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, 3: 18- 27.

LIN CS, BURS MR, LEFKOITCH LP (1986) Stability analysis: where do we stand? **Crop Science**, 26: 894-900.

MAIA MCC, VELLO NA, ROCHA MM, PINHEIRO JB, SILVA JÚNIOR NF (2006) Adaptabilidade e estabilidade de linhagens experimentais de soja selecionadas para caracteres agronômicos através de método uni-multivariado. **Bragantia**, 65: 215-226.

MALUF WR (1999) **Melhoramento de cebola (*Allium cepa* L.)**. Editora UFLA, Lavras, 17p.

MARIOTTI IA, OYARZABAL ES, OSA JM, BULACIO ANR, ALMADA GH (1976) Análisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azúcar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronómica del Nordeste Argentino**, 13: 105-127.

MENDONÇA JL OLIVEIRA VR, ARAGÃO FAZ, COSTA CA, SILVA JA, LOPES JF TASCIO AL GRATIERI LA, OLIVEIRA AR, PAULA SN MENDONÇA JL (2003) Interação de genótipos com ambientes e desempenho de cultivares de cebola. In: **Congresso Brasileiro de Olericultura**, 348P.

MURAKAMI J, ARAÚJO MT, CHURASCA-MASCA MGC (1995). Avaliação de genótipos selecionados de cebola na região de Monte Alto-SP. **Horticultura Brasileira**, 13: 98p.

NIESING, P.C. **Manejo da palhada de milho na semeadura direta de cebola Curitiba**. (2010). 79p. Tese (Doutorado – Agronomia) – Universidade Federal do Paraná.

PANDEY S (1986) Progress from selection in eight tropical maize population using international testing. **Crop Science** 26: 879-884.

PINTO RJB (1995) **Introdução ao melhoramento genético de plantas**. EDUEM, Maringá, 275p.

QUARTIERO A (2012) **Desempenho agronômico, heterose e estabilidade fenotípica de genótipos de cebola em Guarapuava-PR**. 67p. Dissertação (Mestrado – Produção Vegetal) – Universidade Federal do Paraná,

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

RAMALHO MAP, ABREU AF, SANTOS JB, NUNES, JAR (2012) **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de autógamias**. Editora UFLA, Lavras, 522p.

RAMALHO MAP, SANTOS JB, ZIMMERMANN MJO (1993) **Genética quantitativa em plantas autógamias: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Editora UFG, Goiânia, 271p.

RIBEIRO RM, AMARAL JÚNIOR AT, GONÇALVES LSA, SILVA TR, PENA GF (2012) Genetic progress in the UNB-2U population of popcorn under recurrent selection in Rio de Janeiro. **Genetics and Molecular Research**, 11: 1417-1423.

ROCHA MM (2002) **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica**. Tese (Doutorado – Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo.

ROSSE LN (1999) **Modelo de regressão não linear aplicado na avaliação da estabilidade fenotípica em plantas**. 179p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo.

SANTOS CAF, COSTA ND, QUEIROZ MA, MENDONÇA JL (2003) Resposta genética na população de cebola alfa tropical no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, 21, Suplemento CD.

SANTOS GM, BRAZ LT, BANZATTO DA, DELMANACO JF, JUNQUEIRA FILHO JGO (2004) Respostas de genótipos de cebola a diferentes ambientes. **Horticultura Brasileira**, 22 Suplemento CD.

SANTOS CAF, DINIZ LS, OLIVEIRA VR, COSTA NC (2010) Avaliação de populações de cebola tipo valenciana no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, 28: 2538-2541.

SCAPIM CA, OLIVEIRA VR, LUCCA A, BRACCINI CD, CRUZ CA, VIDIGAL MCG (2000) Yield stability in mayze (*Zea mays* L.) and correlations among the parameters of the Eberhart and Russel, Lin and Binns and Huehn models. **Genetics and Molecular Biology**, 2: 387-393.

SIDHU AS, CHADHA ML, THAKUR MR (1988) Phenotypic stability in onion (*Allium cepa*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, 58: 481-482.

SILVA WCJ, DUARTE JB (2006) Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41: 23-30.

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

SILVEIRA LCI, KIST V, PAULA TOM, BARBOSA MHP, OLIVEIRA RA, DAROS E (2012) Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de cana-de-açúcar no estado de Minas Gerais, **Ciência Rural**, 42: 587-593.

SOARES VL, FINGER FL, MOSQUIM PR (2004) Influência do genótipo e do estágio de maturação na colheita sobre a matéria fresca, qualidade e cura dos bulbos de cebola. **Horticultura Brasileira**, 22: 18-22.

SOUZA JO, GRANGEIRO LC, SANTOS GM, COSTA ND, SANTOS CAF, NUNES GHS (2008) Avaliação de genótipos de cebola no semiárido nordestino. **Horticultura Brasileira**, 26: 97-101.

TAI GCC (1971) Genotypic stability analysis and its application to potato regional traits. **Crop Science**, 11: 184-190.

VENCOVSKY R BARRIGA P (1992) Genética biométrica no fitomelhoramento. **Sociedade Brasileira de Genética**, 486p.

VERMA MM, CHAHAL GS, MURTY BR (1978) Limitations of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**. 53: 89-91.

CAPITULO II

GANHO GENÉTICO EM DUAS POPULAÇÕES DE CEBOLA TIPO VALENCIANA NO VALE DO SÃO FRANCISCO

Artigo a ser enviado para publicação na
revista Genetics and Molecular Research.

ISSN: 1676-5680.

RESUMO

GANHO GENÉTICO EM DUAS POPULAÇÕES DE CEBOLA TIPO VALENCIANA NO VALE DO SÃO FRANCISCO

O objetivo deste trabalho foi estimar o progresso genético de duas populações de cebola tipo Valenciano após dez ciclos de seleção recorrente realizados na Embrapa Semiárido. Os experimentos foram conduzidos em dois ambientes no período de outubro de 2014 a janeiro de 2015. O primeiro foi conduzido na área experimental de Bebedouro, Petrolina – PE, e o segundo no campo experimental de Mandacaru, Juazeiro – BA. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com 12 tratamentos e três repetições. As análises foram feitas considerando as populações separadamente, com análises de variância individuais para os dois locais, considerando cinco ciclos da população 25CA10 e seis ciclos da população T811CR13, tendo como controle a população base CNPH6400. Foram estimadas a herdabilidade ampla, o diferencial de seleção, o ganho genético total e o ganho genético em percentagem. Foi observada diferença significativa para produção comercial de bulbos nas duas populações nos dois ambientes avaliados, exceto para a população 25CA10 em Juazeiro. As médias dos ganhos genéticos para produção comercial na população Valenciana amarela 25CA10 foram 378,88% em Petrolina e 16,30% em Juazeiro, enquanto na população roxa T811CR13 os ganhos foram de 340,76% para Petrolina e 55,01% para Juazeiro. Os ganhos genéticos não foram lineares para a sequência dos ciclos avaliados, sendo essa oscilação atribuída a deriva genética e a seleção com ênfase para espessura e cor dos catáfilos nos últimos ciclos.

Palavras chave: *Allium cepa*; Progresso genético; cebola cascuda; seleção recorrente.

ABSTRACT

Genetic gain and Adaptability and Population Stability Onion Valenciana Type in the São Francisco river valley

The objective of this work was to estimate the genetic progress of two populations of onion Valenciano type after ten cycles of recurrent selection carried out at Embrapa Semi-arid. The experiments were conducted in the period of October 2014 the January 2015, in two environments. The first was conducted in experimental field of Bebedouro, Petrolina - PE, and the second in the experimental field of Mandacaru, Juazeiro - BA. The experimental design was a randomized complete block design with 12 treatments and three replications. Analyses were performed considering the populations separately, with individual variance analyzes for both sites, given five cycles of the population 25CA10 and six cycles of T811CR13 population, having as control the base population CNPH6400. It was estimated broad heritability, differential selection, total and percentage genetic gain. Significant differences were observed for bulbs commercial production in the two populations in both environments evaluated, except for the population 25CA10 in Juazeiro. The means of genetic gain for bulbs commercial production in the yellow Valenciana population 25CA10 were 378.88% and 16.30% in Petrolina and Juazeiro, while in purple population T811CR13 the gains were 340.76% and 55.01% for Petrolina and Juazeiro. The genetic gains were not linear to the sequence of the evaluated cycles, and these oscillations were attributed to genetic drift and selection focusing on thickness and color of cataphylls in last cycles.

Keywords: *Allium cepa*; Genetic progress; husky onion; recurrent selection.

1 INTRODUÇÃO

A cebola, *Allium cepa* L, é uma hortaliça de grande expressão econômica para a região Nordeste, principalmente devido as condições edafoclimáticas que permitem o cultivo durante todo o ano, como também ao fato de requerer muita mão-de-obra e permitir a fixação do homem no campo (SOUZA *et al.*, 2008). Esta região participa com 23,3% da produção nacional, sendo os municípios dos estados da Bahia e Pernambuco, situados no submédio São Francisco, os maiores produtores (IBGE, 2015).

A cebola cultivada na região é do tipo amarelo com catáfilos finos, sendo que, 90% das sementes plantadas são resultantes do programa de melhoramento do IPA. A cebola Valenciana ou “cascuda” difere da cebola amarela por apresentar catáfilos ou escamas de cor bronzeada ou amarela intensa, com maior espessura, melhor qualidade pós-colheita, além de maior preço de mercado. A cebola Valenciana produzida na Argentina, responsável por oferta adicional de quase 200 mil t/ano no Brasil, é uma das principais competidoras da cebola nacional, principalmente, nos meses de abril a junho, quando ocorrem os melhores preços do produto (SANTOS *et al.*, 2010).

Populações de cebola “crioula”, produzidas no sul do Brasil, apresentam características próximas do padrão da Valenciana Argentina (BARBIERI & MEDEIROS, 2005), sendo uma opção dos produtores brasileiros daquela região para enfrentarem essa competição comercial. Cultivares do tipo Valenciana não foram ainda desenvolvidas e adaptados para a região Nordeste.

O progresso ou ganho genético refere-se às alterações observadas nas características de interesse durante um ciclo de seleção, com a recombinação e multiplicação das unidades selecionadas. Tais modificações ocorrerão em magnitude e sentido variados, dependendo da estratégia e dos critérios de seleção adotados. Assim, uma das atribuições mais importantes do melhorista de plantas é identificar critérios de seleção capazes de promover alterações, no sentido desejado, nas características de interesse dentro de um programa de melhoramento (BORGES *et al.*, 2009),

A estimativa periódica do progresso genético na seleção recorrente é fundamental para orientar os melhoristas a respeito das estratégias seletivas

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

utilizadas e quais as alternativas que poderiam ser adotadas para ampliar sua eficiência (MENEZES JUNIOR *et al.*, 2008).

Com o uso da seleção recorrente a estimação do progresso genético é facilmente obtida se for realizada uma avaliação das populações nos diferentes ciclos, uma vez que após cada etapa de recombinação o material volta à condição de equilíbrio genético.

O uso da seleção recorrente no melhoramento de cebola para condições regionais já foi relatada por diversos autores como Mendonça *et al.* (2001), que desenvolveram a BRS Alfa Tropical, após diversos ciclos de seleção recorrente, e Costa *et al.* (2005) que desenvolveram a BRS Alfa São Francisco, genótipo adaptado as condições do vale do São Francisco. Alencar *et al.* (2011) que avaliaram o desempenho de genótipos tolerantes ao *Thrips tabaci* oriundos de seleção recorrente dentro da cultivar BRS Alfa São Francisco.

O presente trabalho teve como objetivo estimar o progresso genético em cinco ciclos de seleção recorrente realizados na Embrapa Semiárido em duas populações de cebola tipo Valenciana, sendo a população base resultante do cruzamento entre população Baia X Valcatorce (Inta Argentina).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no período de outubro de 2014 a janeiro de 2015 simultaneamente em dois ambientes. O primeiro foi conduzido no município de Petrolina (PE) na área experimental de Bebedouro pertencente a Embrapa Semiárido. O município está situado a 365,5 m de altitude, a 09°09' de latitude sul e 40°22' de longitude Oeste e segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Bsw^h, apresentando temperatura média anual de 26,1°C, precipitação pluviométrica anual irregular com média de 567 mm e umidade relativa de 61,87%.

O segundo experimento foi instalado no município de Juazeiro (BA) na área experimental de Mandacaru da Embrapa Semiárido. O município está situado a 350 m de altitude, a 09°24' de latitude Sul e 40°26' de longitude Oeste e segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Bsw^h, apresentando temperatura média anual de 26,55°C, precipitação pluviométrica anual irregular com média de 542 mm e umidade relativa de 57,25 %.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com 12 tratamentos e três repetições. As parcelas experimentais adotadas em Bebedouro e Mandacaru foram respectivamente 3,5 m² e 3,0 m².

Os tratamentos (Tabela 1) foram constituídos pelo décimo ciclo da seleção recorrente de duas populações Valencianas distintas (25CA10 e T811CR13) mais promissoras, e das sementes remanescentes de alguns dos ciclos anteriores de seleção, juntamente com a população base que as originou (CNPH6400). Os ciclos iniciais das seleções não foram usados, pois as sementes perderam o poder de germinação, mesmo armazenadas em câmara fria.

Estas duas populações foram selecionadas dentro da população base CNPH6400 e desde então vem passando por ciclos de seleção recorrente com o intuito de selecionar genótipos produtivos, com características valencianas e adaptadas as condições do submédio São Francisco.

A CNPH6400 foi obtida após quatro ciclos de seleção recorrente realizados em população resultante do cruzamento entre uma população baia x população Valcatorce, tipo valenciana da Argentina. Os quatro ciclos iniciais de seleção foram realizados nas condições de Brasília-DF.

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

Para o preparo do solo foi realizado uma aração e gradagem, seguida do levantamento dos canteiros e adubação utilizando 800 kg.ha⁻¹ de 06-24-12 de NPK. Nas adubações de cobertura utilizou-se 100 kg.ha⁻¹ de N parceladas em cinco aplicações (15, 22, 29, 36, 43 dias após o transplântio) na forma de ureia. Foram utilizados 60 kg.ha⁻¹ de K divididos em duas aplicações aos 30 e 40 dias após o transplântio.

As mudas foram produzidas em sementeiras, com dimensões de 1m de largura e 20 cm de altura. Utilizou-se 10 g.m⁻² de sementes com profundidade de 1,0 cm e distância entre linhas de 10 cm.

O transplântio ocorreu 30 dias após a sementeira, quando as mudas apresentaram de 15 a 20 cm. Após o transplântio foi aplicado o herbicida para controlar as plantas daninhas na fase inicial do ciclo da cultura, em seguida foram adotadas tratamentos culturais como capinas manuais e aplicações preventivas de defensivos para o controle de pragas e doenças com produtos registrados para a cultura.

Tabela 1 - Populações utilizadas no experimento de ganho genético.

| Tratamento | Identificação | Ciclo de seleção | Origem | Ano |
|------------|---------------|------------------|----------------------|------|
| 1 | 25CA10 | VI | Embrapa – Semiárido | 2010 |
| 2 | 25CA10 | VII | Embrapa – Semiárido | 2011 |
| 3 | 25CA10 | VIII | Embrapa - Semiárido | 2012 |
| 4 | 25CA10 | IX | Embrapa - Semiárido | 2013 |
| 5 | 25CA10 | X | Embrapa - Semiárido | 2014 |
| 6 | T811CR13 | V | Embrapa - Semiárido | 2009 |
| 7 | T811CR13 | VI | Embrapa - Semiárido | 2010 |
| 8 | T811CR13 | VII | Embrapa - Semiárido | 2011 |
| 9 | T811CR13 | VIII | Embrapa - Semiárido | 2012 |
| 10 | T811CR13 | IX | Embrapa - Semiárido | 2013 |
| 11 | T811CR13 | X | Embrapa - Semiárido | 2014 |
| 12 | CNPH6400 | - | Embrapa - Hortaliças | 2007 |

A colheita foi realizada quando 80% das folhas se encontravam tombadas, entre 84 e 107 dias após o transplântio, dependendo do ciclo de maturação de cada genótipo. Em seguida os bulbos foram curados ao sol por um período de seis dias, tendo sempre o cuidado de acomodar as plantas de modo que a parte aérea de uma protegesse o bulbo da planta seguinte. Após a etapa de cura, procedeu-se o toalete eliminando-se o resto das raízes e parte aérea.

Foram avaliadas as seguintes características:

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

a. Produtividade comercial (Procom) – Obtida pela massa total dos bulbos com diâmetro >35 mm, considerados como bulbos comerciais e em seguida extrapolados para uma área de um hectare ($t.ha^{-1}$);

b. Produtividade total (Protototal) – Obtida pela massa total dos bulbos colhidos na parcela e extrapolados para uma área de um hectare ($t.ha^{-1}$);

Os dados da produção total foram corrigidos pela covariância a partir do stand médio de cada experimento. Em seguida a produção total corrigida foi dividida pela produção total. O fator gerado por essa relação foi utilizado para ajustar a produção comercial. Tal correção se fez necessário para corrigir eventuais falhas durante o transplântio (plantas por parcela), pois todo o transplântio foi realizado de forma manual.

As análises foram feitas considerando as populações separadamente, ou seja, foram feitas as análises de variância individuais para Petrolina - PE e Juazeiro - BA, considerando apenas os cinco ciclos da população 25CA10 e a variedade base CNPH6400 e outras duas análises com os seis ciclos da população T811CR13 e a CNPH6400.

As análises de variância foram realizadas com o procedimento GLM disponível no sistema de análise estatística do SAS. Cálculos de herdabilidade no sentido amplo (h^2) foram obtidos com base nos componentes de variância, de acordo com fórmula de amplo domínio. Em seguida foram estimados o diferencial de seleção (Ds), o ganho genético (G) e o ganho genético em porcentagem (G%) das populações para cada ambiente a partir dos seguintes modelos:

$$h^2 = \frac{\frac{QM_{trat} - QM_{resíduo}}{r}}{\frac{QM_{trat}}{r}}$$

Em que:

QM_{trat}: Quadrado médio do tratamento.

QM_{resíduo}: Quadrado médio do erro.

Ds= média da população selecionada – média população original

$$G = DS * h^2$$

$$G\% = \left(\frac{G}{Média\ pop.\ original} \right) * 100$$

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

No ambiente de Petrolina foi observado significância para a produção comercial de bulbos na população 25CA10, indicando haver genótipos com comportamento diferenciado para esta característica. Já em Juazeiro, os tratamentos apresentaram comportamento semelhante, não diferindo estatisticamente entre si para as duas características avaliadas (Tabela 2).

A média para produção comercial observada para a população CNPH6400 em Petrolina foi de 2,35 t.ha⁻¹, enquanto a média dos cinco ciclos de seleção recorrente foi de 13,74 t.ha⁻¹, uma diferença 13% em relação à média geral e superior a 400% quando comparada com a população base.

Tabela 2 - Análise de variância individual de seis genótipos de cebola (cinco ciclos de seleção recorrente da população 25CA10 e a variedade CNPH6400) para as características Produção total (Protototal) e Produção comercial (Procom) nos ambientes de Petrolina - PE e Juazeiro - BA.

| Fonte de Variação | GL | Petrolina | | Juazeiro | |
|-------------------|----|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | | QM | | | |
| | | Protototal | Procom | Protototal | Procom |
| Blocos | 2 | 48,23 | 49,15 | 1,26 | 4,97 |
| Tratamentos | 5 | 33,96 ^{ns} | 48,62 [*] | 2,04 ^{ns} | 4,21 ^{ns} |
| Erro | 10 | 7,92 | 9,37 | 1,27 | 2,71 |
| CV(%) | | 17,50 | 25,21 | 12,27 | 23,16 |
| Média geral | | 16,08 | 12,14 | 9,20 | 7,11 |
| Média CNPH6400 | | 7,45 | 2,35 | 8,15 | 4,93 |
| Média ciclos | | 16,92 | 13,74 | 9,33 | 7,42 |

ns, *, **= não significativo e significativo a 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F.

O coeficiente de variação para as duas características nos dois ambientes variou de 12,27% a 25,21%, enquanto Santos *et al.* (2003) em análise semelhante observaram variações de coeficiente de 6,16% a 20,42% para ambas as características (Tabela 2).

Em Petrolina houve diferença estatística apenas para a característica produção comercial de bulbos para a população T811CR13, por outro lado na avaliação realizada em Juazeiro, BA foi possível observar significância nas duas características, sendo que para produção total a diferença significativa observada foi ao nível de 5% e para bulbos comerciais de 1% de probabilidade (Tabela 3).

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

A média dos ciclos para o caráter produção comercial de bulbos foi de 12,37 t.ha⁻¹ para Petrolina e 8,29 t.ha⁻¹ em Juazeiro, ambas superiores as observadas na média geral para os dois ambientes. Já a média do CNPH6400 foi de apenas 2,26 t.ha⁻¹ em Petrolina e 5,08 t.ha⁻¹ na avaliação de Juazeiro (Tabela 3).

Tabela 3 - Análise de variância individual de sete genótipos de cebola (seis ciclos de seleção recorrente da população T811CR13 e a variedade CNPH6400) para as características Produção total (Prototal) e Produção comercial (Procom) nos ambientes de Petrolina - PE e Juazeiro - BA.

| Fonte de Variação | GL | Petrolina | | Juazeiro | |
|-------------------|----|---------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| | | QM | | | |
| | | Prototal | Procom | Prototal | Procom |
| Blocos | 2 | 88,03 | 108,86 | 12,71 | 16,17 |
| Tratamentos | 6 | 35,42 ^{ns} | 48,02 [*] | 7,48 [*] | 10,88 ^{**} |
| Erro | 12 | 13,37 | 11,43 | 1,71 | 1,40 |
| CV(%) | | 22,93 | 28,23 | 12,98 | 14,82 |
| Média geral | | 15,95 | 11,98 | 10,08 | 7,97 |
| Média CNPH6400 | | 7,64 | 2,26 | 8,37 | 5,08 |
| Média ciclos | | 16,29 | 12,37 | 10,26 | 8,29 |

ns, *, **= não significativo e significativo a 5% e 1%, respectivamente pelo teste F.

Com relação ao coeficiente de variação o maior valor observado foi de 28,23% para a característica produção comercial de bulbos em Petrolina, estimativa alta de acordo com a classificação de Pimentel Gomes (2000). Vale ressaltar que tal classificação é muito abrangente e não levam em consideração as particularidades da cultura e da característica avaliada.

Na avaliação dos ciclos da população 25CA10 junto com a variedade CNPH6400 em Petrolina foi observado que a menor média para produção total de bulbos foi da CNPH6400 com 7,45 t.ha⁻¹, fato que era esperado já que este material foi utilizado como base para a seleção da população valenciana 25CA10 (Tabela 4). A maior média para este caráter foi obtido pelo ciclo VII da população 25CA10, o que difere do esperado, mas esta divergência de resultado pode ser atribuída a processos de deriva genética ocorridos nos ciclos de seleção recorrente, em função da ênfase da seleção de bulbos nos últimos ciclos para o caráter valenciano ou “cascudo bronzeado”. Fato semelhante foi observado para a característica produção de bulbos comerciais, onde houve predomínio do ciclo VII sob os demais tratamentos (Tabela 4).

Outros autores também relataram estas oscilações de média entre diferentes ciclos de seleção, como é o caso de Santos *et al.* (1999) em avaliação de 22 anos

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

de progresso genético de arroz, Moresco (2003) que observou episódio semelhante em avaliação de 12 anos do programa de melhoramento de algodão e Dudley (2007) ao analisar 106 gerações de milho para característica teor de óleo.

Ao comparar a média do caráter produção comercial de bulbos do CNPH6400 com a média do ciclo X observa-se que no decorrer da seleção houve um incremento de 8,56 t.ha⁻¹. Se comparado com o ciclo VII o acréscimo é superior a 14,8 t.ha⁻¹ (Tabela 4).

Tabela 4 - Estimativas de médias, herdabilidade (h^2), diferencial de seleção (Ds) e ganho genético de cinco ciclos de seleção da população de cebola valenciana 25CA10 para as características produção total de bulbos (Protototal) e Produção comercial de bulbos (Procom) em Petrolina - PE, Juazeiro - BA.

| Genótipo | Ambiente | Característica | Média | h^2 | Ds | Ganho (%) |
|--------------|-----------|----------------|--------------|-------|-------|---------------|
| 25CA10CX | Petrolina | Protototal | 15,33 | 0,77 | 7,88 | 81,09 |
| 25CA10CIX | Petrolina | Protototal | 14,59 | 0,77 | 7,14 | 73,48 |
| 25CA10VIII | Petrolina | Protototal | 16,78 | 0,77 | 9,32 | 95,91 |
| 25CA10VII | Petrolina | Protototal | 19,01 | 0,77 | 11,56 | 118,97 |
| 25CA10VI | Petrolina | Protototal | 18,90 | 0,77 | 11,45 | 117,84 |
| CNPH6400 | Petrolina | Protototal | 7,45 | 0,77 | | |
| Média | | | 15,43 | | | 97,46 |
| 25CA10CX | Petrolina | Procom | 10,91 | 0,81 | 8,56 | 294,09 |
| 25CA10CIX | Petrolina | Procom | 11,24 | 0,81 | 8,89 | 305,42 |
| 25CA10VIII | Petrolina | Procom | 11,85 | 0,81 | 9,50 | 326,39 |
| 25CA10VII | Petrolina | Procom | 17,16 | 0,81 | 14,81 | 508,82 |
| 25CA10VI | Petrolina | Procom | 15,73 | 0,81 | 13,38 | 459,69 |
| CNPH6400 | Petrolina | Procom | 2,35 | 0,81 | | |
| Média | | | 11,54 | | | 378,88 |
| 25CA10CX | Juazeiro | Protototal | 9,08 | 0,38 | 0,66 | 4,24 |
| 25CA10CIX | Juazeiro | Protototal | 10,34 | 0,38 | 1,94 | 10,09 |
| 25CA10VIII | Juazeiro | Protototal | 8,41 | 0,38 | 0,00 | 1,15 |
| 25CA10VI | Juazeiro | Protototal | 9,49 | 0,38 | 1,08 | 6,13 |
| CNPH6400 | Juazeiro | Protototal | 8,15 | 0,38 | | |
| Média | | | 9,09 | | | 5,40 |
| 25CA10CX | Juazeiro | Procom | 7,68 | 0,36 | 2,52 | 19,92 |
| 25CA10CIX | Juazeiro | Procom | 8,53 | 0,36 | 3,37 | 26,08 |
| 25CA10VIII | Juazeiro | Procom | 6,51 | 0,36 | 1,36 | 4,20 |
| 25CA10VI | Juazeiro | Procom | 7,01 | 0,36 | 1,85 | 14,99 |
| CNPH6400 | Juazeiro | Procom | 4,93 | 0,36 | | |
| Média | | | 6,93 | | | 16,30 |

Ao contrário do observado em Petrolina, na avaliação de Juazeiro a população que obteve a melhor média para produção total de bulbos foi o ciclo IX da população 25CA10 (10,34), seguido do ciclo VI (9,49) e do ciclo X (9,08) (Tabela 4). Fato semelhante foi observado para produção comercial, havendo predomínio do

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

ciclo IX seguido do X e do VI. A média de produção dos genótipos em Juazeiro foi inferior ao observado em Petrolina, o que pode estar ligada ao fato da seleção recorrente ter sido integralmente realizado em Petrolina, tornando assim os genótipos mais adaptados às condições desse local.

A herdabilidade estimada variou em função da característica avaliada, e do local, sendo observada maior estimativa para o caráter Procom (0,81) em Petrolina, denotando a possibilidade de obtenção de ganhos através da seleção (Tabela 4).

Os ganhos médios observados em Petrolina foram de 97,46% para Protototal e 378,88% para procom (Tabela 4), estes resultados evidenciam que a seleção vem sendo efetiva para o melhoramento desta população ao longo dos ciclos. Em Juazeiro os ganhos médios alcançados foram bem inferiores aos observados em Petrolina. Esta disparidade entre os ganhos também se deve ao processo de seleção que foi desenvolvido apenas em um dos ambientes.

O ganho genético da população 25CA10 por ciclo foi de magnitude bastante variável, oscilando em Petrolina de 5,47 a 8,86 t.ha⁻¹ para Protototal e de 6,91 a 11,96 t.ha⁻¹ para Procom (Figura 1), sendo os maiores ganhos em ambas as características observadas no ciclo VII. Por outro lado os menores ganhos observados para produção total e produção comercial foram respectivamente nos ciclos IX e X. Em Juazeiro foram observados ganhos menores, quando comparados a Petrolina, no entanto a ascensão observada no gráfico entre os ciclos VIII e IX, para as duas características, denota que a seleção realizada nesse período foi efetiva para ambas as características (Figura 2).

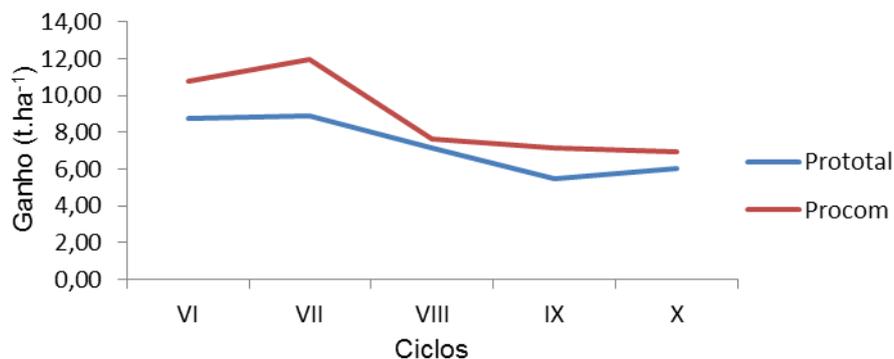


Figura 1 - Gráfico relativo ao ganho genético da população 25CA10 para as características produção total (Protototal) e produção comercial de bulbos (Procom) em t.ha⁻¹ em Petrolina – PE.

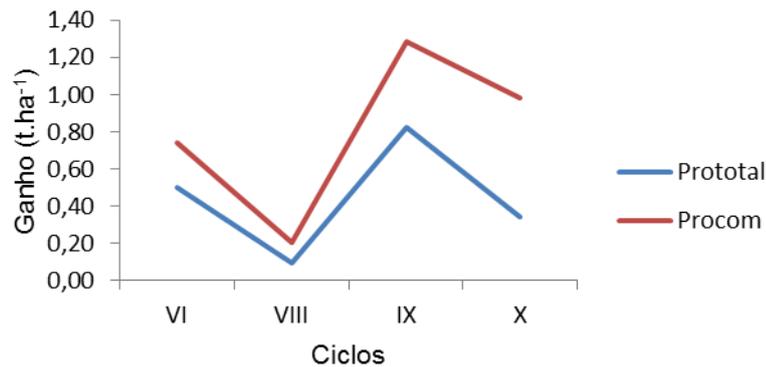


Figura 2 – Gráfico relativo ao ganho genético da população 25CA10 para as características produção total (Prototal) e produção comercial de bulbos (Procom) em t.ha⁻¹ em Juazeiro – BA.

Em Petrolina e Juazeiro o ciclo IX da população T811CR13 obteve as maiores médias para produção comercial de bulbos e a população base obteve a menor estimativa para este caráter. O ciclo X apresentou apenas a quarta melhor média para produção comercial de bulbos (Tabela 5). Vale ressaltar que durante as seleções foi dada grande ênfase para bulbos com características valencianas e com coloração roxa, o que pode ter refletido no desempenho produtivo dos ciclos posteriores. Moresco (2003) em avaliação de progresso genético também observou decréscimo na produtividade de algodão em função da seleção de genótipos resistentes a doenças.

Com relação a herdabilidade desta população, foi observado estimativas superiores a 0,50 nos dois ambientes para as duas características, com destaque para produção comercial de bulbos em Juazeiro, que obteve herdabilidade de 0,87 (tabela 5), o que torna possível ganhos futuros com a seleção. Estes resultados estão em consonância com os observados por Santos e colaboradores (2003) em análises semelhantes para este caráter em populações da BRS Alfa tropical.

Tabela 5 - Estimativas de médias, herdabilidade (h^2), diferencial de seleção (Ds) e ganho genético de cinco ciclos de seleção da população de cebola valenciana T811CR13 para as características produção total de bulbos (Protototal) e produção comercial de bulbos (Procom) em Petrolina – PE e Juazeiro – BA.

| Genótipo | Ambiente | Característica | Média | h^2 | Ds | Ganho (%) |
|---------------|-----------|----------------|--------------|-------|-------|---------------|
| T811CR13CX | Petrolina | Protototal | 15,41 | 0,62 | 7,77 | 63,32 |
| T811CR13CIX | Petrolina | Protototal | 20,26 | 0,62 | 3,31 | 26,93 |
| T811CR13CVIII | Petrolina | Protototal | 16,95 | 0,62 | 9,31 | 75,85 |
| T811CR13CVII | Petrolina | Protototal | 14,44 | 0,62 | 6,80 | 55,40 |
| T811CR13CVI | Petrolina | Protototal | 13,42 | 0,62 | 5,78 | 47,09 |
| T811CR13CV | Petrolina | Protototal | 17,24 | 0,62 | 9,60 | 78,21 |
| CNPH6400 | Petrolina | Procom | 7,64 | 0,62 | | |
| Média | | | 15,05 | | | 57,8 |
| T811CR13CX | Petrolina | Procom | 11,17 | 0,76 | 8,89 | 300,25 |
| T811CR13CIX | Petrolina | Procom | 16,65 | 0,76 | 14,39 | 485,13 |
| T811CR13CVIII | Petrolina | Procom | 13,80 | 0,76 | 11,53 | 388,88 |
| T811CR13CVII | Petrolina | Procom | 9,82 | 0,76 | 7,56 | 254,87 |
| T811CR13CVI | Petrolina | Procom | 9,15 | 0,76 | 6,89 | 232,32 |
| T811CR13CV | Petrolina | Procom | 13,62 | 0,76 | 11,36 | 383,08 |
| CNPH6400 | Petrolina | Procom | 2,26 | 0,76 | | |
| Média | | | 10,92 | | | 340,76 |
| T811CR13CX | Juazeiro | Protototal | 12,0 | 0,77 | 3,63 | 100,57 |
| T811CR13CIX | Juazeiro | Protototal | 12,3 | 0,77 | 3,93 | 187,38 |
| T811CR13CVIII | Juazeiro | Protototal | 9,02 | 0,77 | 0,65 | 5,55 |
| T811CR13CVII | Juazeiro | Protototal | 10,55 | 0,77 | 2,18 | 19,59 |
| T811CR13CVI | Juazeiro | Protototal | 9,15 | 0,77 | 0,78 | 6,81 |
| T811CR13CV | Juazeiro | Protototal | 8,57 | 0,77 | 0,20 | 1,45 |
| CNPH6400 | Juazeiro | Protototal | 8,37 | 0,77 | | |
| Média | | | 9,99 | | | 53,56 |
| T811CR13CX | Juazeiro | Procom | 10,01 | 0,87 | 4,92 | 84,54 |
| T811CR13CIX | Juazeiro | Procom | 10,79 | 0,87 | 5,71 | 97,93 |
| T811CR13CVIII | Juazeiro | Procom | 6,58 | 0,87 | 1,50 | 25,75 |
| T811CR13CVII | Juazeiro | Procom | 8,48 | 0,87 | 3,40 | 58,35 |
| T811CR13CVI | Juazeiro | Procom | 7,06 | 0,87 | 1,98 | 33,98 |
| T811CR13CV | Juazeiro | Procom | 6,80 | 0,87 | 1,72 | 29,52 |
| CNPH6400 | Juazeiro | Procom | 5,08 | 0,87 | | |
| Média | | | 7,84 | | | 55,01 |

Os maiores ganhos genéticos em percentagem foram observadas em Petrolina, para a característica Procom, com ganhos acima de 200% em relação ao ciclo base (Tabela 5), sendo o maior percentual de ganho observado no ciclo IX. Por outro lado, o menor ganho registrado foi no ciclo V para o caráter Protototal em Juazeiro. Esta estimativa reduzida pode ser explicada tanto pela seleção final ter sido enfatizada o caráter cascudo bronzeado, e da coloração de bulbos roxo, como também pela seleção recorrente de todos os ciclos terem sido conduzidos somente

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

nas condições ambientais de Petrolina, o que propiciou os maiores ganhos em um ambiente em relação ao outro.

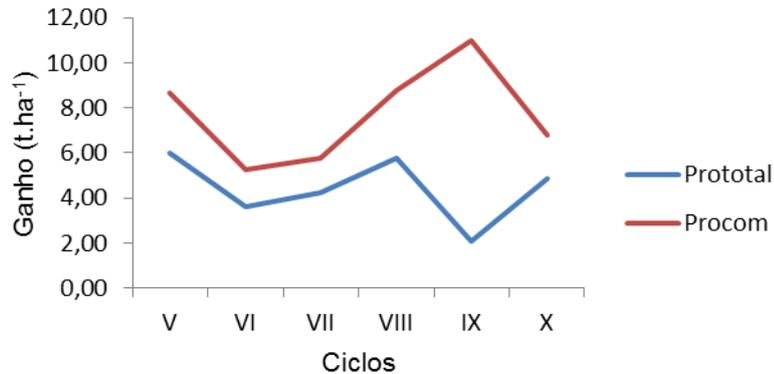


Figura 3 – Gráfico relativo ao ganho genético da população T811CR13 para as características produção total (Prototal) e produção comercial de bulbos (Procom) em t.ha⁻¹ em Petrolina – PE.

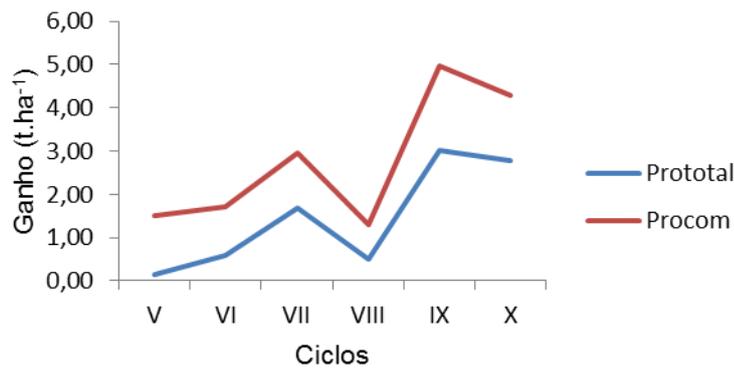


Figura 4 – Gráfico relativo ao ganho genético da população T811CR13 para as características produção total (Prototal) e produção comercial de bulbos (Procom) em t.ha⁻¹ em Juazeiro – BA.

O ganho genético da população T811CR13 variou conforme o ciclo nos dois ambientes, sendo observados no gráfico, intervalos com ganhos significativos. Em Petrolina, os ganhos em toneladas por hectare variaram de 5,98 a 2,06 para Prototal e de 10,96 a 5,25 para Procom (Figura 3), sendo o maior ganho observado para produção total de bulbos no ciclo V e para produção comercial de bulbos no ciclo IX. É possível observar também nos gráficos (Figuras 3 e 4) que os ganhos obtidos para produção comercial foram superiores aos obtidos para produção total de bulbos demonstrando a efetividade do programa em melhorar a característica de maior importância agrônômica para a cultura. Em Juazeiro, apesar dos resultados menores comparadas com a avaliação de Petrolina, também foi observado ganhos mais

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

expressivos para o caráter produção comercial (Figura 4), sendo os melhores ganhos obtidos também no ciclo IX.

Os resultados indicam que ocorreu progresso genético satisfatório nas duas populações 25CA10 e T811CR13, em relação a população base CNPH6400, e que as novas populações poderão ser recomendadas para a região Nordeste. Novos ciclos de seleção recorrente, que costumam ser aplicados anualmente em populações de cultivares de cebola poderão concentrar outros alelos favoráveis para a produção comercial de bulbos nestas duas populações sempre associando com o caráter de maior espessura e cor “bronzeadas” dos catáfilos externos dos bulbos.

4 CONCLUSÃO

Foi observada diferença significativa para produção comercial de bulbos nas duas populações nos dois ambientes avaliados, exceto para a população 25CA10 em Juazeiro - BA.

As médias dos ganhos genéticos para a população Valenciana amarela 25CA10 para produção comercial de bulbos foram de 378,88% em Petrolina e 16,30% em Juazeiro. Já pra a população Valenciana roxa T811CR13 os ganhos foram de 340,76% para Petrolina e 55,01% para Juazeiro, em relação a população base CNPH6400.

Os ganhos genéticos não foram lineares para a sequência dos ciclos avaliados, sendo essa oscilação atribuída a deriva genética e a ênfase da seleção para o caráter espessura e coloração dos catáfilos nos últimos ciclos de seleção recorrente.

REFERÊNCIAS

ALENCAR JA de, SANTOS CAF, YURI JE (2011) Avaliação de ciclos de cebola da cultivar BRS Alfa São Francisco em seleções para tolerância a tripses. In: **Congresso Brasileiro de Olericultura**, Nº. 51, p.285-293.

BARBIERI RL, MEDEIROS ARM (2005) A cebola ao longo da história. Cebola: ciência, arte e história. **Embrapa Informação Tecnológica**, Brasília,13-20.

BORGES V, SOARES AA, RESENDE MDV, REIS MS, CORNÉLIO VMO, SOARES PC (2009) Progresso Genético do programa de melhoramento de arroz de terras altas de Minas Gerais utilizando modelos mistos. **Revista Brasileira de Biometria**, 27: 478-490.

COSTA ND, SANTOS CAF, QUEIROZ MA, ARAÚJO HM, OLIVEIRA VR, MENDONÇA JL, CANDEIA JA (2005) Alfa São Francisco: variedade de cebola para cultivo de verão. In: **Congresso Brasileiro de Olericultura**, 45. Resumos... Fortaleza: Sob (CD-ROM).

DE MENEZES JÚNIOR JAN, RAMALHO MAP, ABREU AFB (2008) Seleção recorrente para três caracteres do feijoeiro. **Bragantia**, 67: 833-838.

DUDLEY JW (2007) From means to qtl: the Illinois longterm selection experiment as a case study in quantitative genetics. **Science Society of America**, 47: 20-31.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015). **Estatística da produção agrícola**.

LEITE DL, OLIVEIRA VR, SANTOS CAF, COSTA ND, FONSECA MEN, BOITEUX LS, MELO PE, REIS A, UENO B, BAPTISTA MJ (2009) Melhoramento de cebola para as condições tropicais e subtropicais do Brasil. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, 3: 18- 27

MENDONÇA JL, BOITEUX LS, JUNQUEIRA FILHO JG O (2001) **Cebola Alfa Tropical: uma nova opção para o cultivo no verão**, (FOLDER).

MORESCO, E.R. **Progresso genético no melhoramento do algodoeiro no estado de Mato Grosso**. 2003. 91p. Tese (Doutorado – Agronomia) - Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, 2003.

SANTOS CAF, DINIZ LS, OLIVEIRA VR, COSTA NC (2010) Avaliação de populações de cebola tipo valenciana no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, 28: 2538-2541.

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

SANTOS PG, SOARES PC, SOARES AA, MORAIS OP, CORNÉLIO VMO (1999) Avaliação do progresso genético obtido em 22 anos no melhoramento do arroz irrigado em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34: 1889-1896.

CAPITULO III

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE EM POPULAÇÕES DE CEBOLA TIPO VALENCIANA NO VALE DO SÃO FRANCISCO

Artigo a ser enviado para publicação na
revista Genetics and Molecular Research.

ISSN: 1676-5680.

RESUMO

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE EM POPULAÇÕES DE CEBOLA TIPO VALENCIANA NO VALE DO SÃO FRANCISCO

Objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros de adaptabilidade e estabilidade em oito populações de cebola Valencianas melhoradas da Embrapa Semiárido e seis cultivares comerciais de cebola, visando a recomendação de populações Valencianas para as condições edafoclimáticas do Submédio São Francisco. Cinco experimentos foram conduzidos nos municípios de Petrolina - PE, Juazeiro - BA e Belém do São Francisco - PE e analisados no delineamento experimental de blocos ao acaso com três repetições e quatorze tratamentos, formado por dois grupos 1) tipo Valenciano - T613CR15, T811CR13A, T11BotucatuA, 25CA10, 17CAI, T11BotucatuB, Cascuda Amarela SI e T811CR13B e 2) seis tratamentos controle - Alfa São Francisco Trips R ciclo IX, Alfa São Francisco, IPA10, IPA11, IPA12 e Híbrido comercial. Foram avaliadas as características produção comercial (Procom) e produção total (Protototal), pelas metodologias de Eberhart & Russell e Lin & Binns. Foi observada interação significativa genótipo x ambiente para todas as variáveis analisadas. As duas metodologias apresentaram resultados discrepantes para a cultivar Alfa São Francisco. As populações Valencianas 25CA10 e T811CR13 apresentaram produção comercial de bulbos próximo ou acima da média dos experimentos aliada, a ampla adaptabilidade e estabilidade, tendo potencial para serem recomendadas como novas cultivares para a região do Vale do São Francisco.

Palavras-chave: *Allium cepa*; seleção recorrente; interação genótipo x ambientes.

ABSTRACT

ADAPTABILITY AND STABILITY IN POPULATIONS ONION VALENCIANA TYPE IN THE SÃO FRANCISCO RIVER VALLEY

Objective of this work was to estimate parameters of adaptability and stability in eight populations of onion Valencian improved at Embrapa Semiarid and six commercial cultivars of onion, aiming at the recommendation of Valencian populations to the climatic conditions of the submedium São Francisco. Five experiments were conducted in the municipalities of Petrolina - PE, Juazeiro - BA and Belém São Francisco - PE and analyzed in a randomized block design with three replications and 14 treatments, formed by two groups 1) type Valenciano - T613CR15, T811CR13A, T11BotucatuA, 25CA10, 17DROPS, T11BotucatuB, Cascuda Yellow SI and T811CR13B and 2) six control treatments - Alfa São Francisco Trips R cycle IX, Alfa São Francisco, IPA10, IPA11, IPA12 and commercial Hybrid. Were evaluated characteristics bulb commercial production (Procom) and bulb total production (Protototal), by the methodologies of Eberhart & Russell and Lin & Binns. Significant genotype x environment were observed for all of the analyzed variables. The two methodologies showed discrepant results for the cultivar Alfa São Francisco. The Valencianas 25CA10 and T811CR13 populations showed broad adaptability and stability for the traits, with the potential to be recommended as new cultivars for the region of the São Francisco Valley.

Keywords: *Allium cepa*; recurrent selection; interaction genotype x environment.

1 INTRODUÇÃO

A cebola, *Allium cepa* L., é a segunda hortaliça mais valiosa do mundo, atrás apenas do tomate (ABDELMAGEED, 2013). No Brasil esta entre as três hortaliças mais importantes, com produção no ano de 2014 de 1.649.447 toneladas de bulbos, em 57.921 hectares de área plantada, proporcionando produtividade média de 28,54 t ha⁻¹ (IBGE, 2015).

O cultivo da cebola é praticado em quase todas as regiões brasileiras, isso graças ao razoável número de cultivares existente no mercado destinada a diversas condições edafoclimáticas diferentes. De outro modo, a cultura da cebola, possui um caráter diferencial, uma vez que demanda grande quantidade de mão-de obra ajudando na fixação do homem no campo. No Brasil seu cultivo é prioritariamente realizado em pequenas propriedades (BOEING, 2002).

A recomendação de uma mesma cultivar de cebola para uma ampla faixa de latitudes é limitada pela interação do genótipo com as condições ambientais, principalmente ao fotoperíodo e a temperatura, que são primordiais para o processo de bulbificação e para a emissão do pendão floral respectivamente (RESENDE *et al.*, 2010). De acordo com Costa *et al.*, (2004) as melhores cultivares são aquelas desenvolvidas na própria região de produção, pois apesar de certa rusticidade, a qualidade dos bulbos é bastante influenciada pelas condições edafoclimáticas.

Uma maneira de avaliar a interação genótipo x ambiente é realizando o estudo da adaptabilidade e estabilidade, que é de suma importância para o posicionamento de cultivares, auxiliando a busca de genótipos que apresentem bom desempenho em diferentes condições ambientais (HOOGERHEIDE *et al.*, 2007).

Entende-se por adaptabilidade, a capacidade de um genótipo aproveitar vantajosamente as condições ambientais mantendo a alta produtividade, enquanto estabilidade se refere à manutenção da produtividade ou de sua previsibilidade de comportamento em diversos ambientes (CRUZ *et al.*, 2012).

Existem atualmente inúmeras técnicas com bases genéticas e estatísticas diferentes que foram desenvolvidas com o intuito de melhorar a quantificação do padrão inerente à interação genótipo x ambiente de cultivares.

Um dos métodos mais utilizados para o estudo de adaptabilidade e estabilidade é o desenvolvido por Eberhart & Russell (1966), baseado na análise de

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

regressão linear simples. Esta leva em consideração a variância do desvio da regressão como um parâmetro de estabilidade adicional. Eberhart & Russell (1966) conceituam como genótipo desejável aquele que apresenta rendimento médio alto, coeficiente de regressão igual à unidade e pequeno desvio da regressão.

A metodologia proposta por Lin & Binns (1988) proporciona informações complementares as obtidas por Eberhart & Russel (1966), sendo recomendada (PEREIRA *et al.*, 2009) e bastante comum a utilização das duas em conjunto. O método de Lin & Binns baseia-se em estatística não paramétrica, em que a estimativa da estabilidade genotípica é medida pelo quadrado médio da distância entre a média do genótipo e a resposta média máxima para todos os ambientes (parâmetro P_i). É considerado método de fácil aplicação e interpretação dos parâmetros estimados. Quanto menor o valor de P_i , mais estável será considerado o genótipo.

No presente trabalho buscou-se estimar parâmetros de adaptabilidade e estabilidade em oito populações valencianas melhoradas e seis cultivares comerciais de cebola visando à recomendação de populações Valencianas para as condições edafoclimáticas do submédio do Vale do São Francisco.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos municípios de Petrolina-PE, Juazeiro-BA e Belém do São Francisco-PE. Nos dois primeiros foram realizados experimentos nos anos de 2013, já no último foi realizado apenas no ano de 2014, totalizando assim, cinco ambientes de avaliação.

Em Petrolina-PE os experimentos foram conduzidos na área experimental de Bebedouro pertencente a Embrapa Semiárido. O primeiro experimento foi realizado do período de outubro de 2013 a janeiro de 2014 e o segundo experimento foi realizado no período de outubro de 2014 a janeiro de 2015. O município de Petrolina está situado a 365,5 m de altitude, a 09°09' de latitude sul e 40°22' de longitude Oeste e segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Bsw^h, apresentando temperatura média anual de 26,1°C, precipitação pluviométrica anual irregular com média de 567 mm e umidade relativa de 61,87 %.

No município de Juazeiro-BA os experimentos foram conduzidos no campo experimental de Mandacaru da Embrapa Semiárido. O primeiro experimento foi realizado do período de outubro de 2013 a janeiro de 2014 e o segundo experimento foi realizado no período de outubro de 2014 a janeiro de 2015. O município esta situada a 350 m de altitude, a 09°24' de latitude Sul e 40°26' de longitude Oeste e segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Bsw^h, apresentando temperatura média anual de 26,55°C, precipitação pluviométrica anual irregular com média de 542 mm e umidade relativa de 57,25 %.

Em Belém do São Francisco-PE foi conduzido no IPA (Instituto de Pesquisa Agropecuária). O experimento ocorreu no período de outubro de 2014 a janeiro de 2015. O município citado acima está situado a 305m de altitude, a 08°45'14" de latitude sul e 38°57'57" de longitude oeste. O clima é classificado do tipo Bsw^h, com temperatura média de 26°C, e precipitação média de 500mm.

O delineamento experimental adotado em todos os experimentos foi o de blocos casualizados, com 14 tratamentos e três repetições, com espaçamento de 0,10 m entre plantas e 0,10m entre linhas. O tamanho das parcelas variou conforme o local de instalação dos experimentos, sendo 4,2m² em Bebedouro, 3,6m² em Mandacaru e 2,1 m² em Belém do São Francisco.

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

Os tratamentos foram constituídos por oito populações de cebola (Tabela 6) do programa de melhoramento da Embrapa Semiárido, derivadas por seleção recorrente fenotípica de um cruzamento entre a cebola “Baia” x Valcartoce, tendo sido realizado dez ciclos de seleção. Foram também incluídas como tratamentos controle o ciclo IX da Alfa São Francisco tolerante ao *Thrips tabaci*, e as cultivares comerciais Alfa São Francisco, IPA 10, IPA11, IPA12 e um híbrido comercial.

Para o preparo do solo foi realizado uma aração e gradagem, seguida do levantamento dos canteiros e adubação utilizando 800 kg.ha⁻¹ de 06-24-12 de NPK. Nas adubações de cobertura utilizou-se 100 kg.ha⁻¹ de N, parceladas em cinco aplicações (15, 22, 29, 36, 43 dias após o transplântio) na forma de ureia. Foram utilizados 60 kg.ha⁻¹ de K, divididos em duas aplicações aos 30 e 40 dias após o transplântio.

As mudas foram produzidas em sementeiras, com dimensões de 1m de largura e 20 cm de altura. Utilizou-se 10 g.m⁻² de sementes com profundidade de 1,0 cm e distância entre linhas de 10 cm.

O transplântio ocorreu 30 dias após a semeadura, quando as mudas apresentaram de 15 a 20 cm. Após o transplântio foi aplicado o herbicida para controlar as plantas daninhas na fase inicial do ciclo da cultura, em seguida foram adotadas tratamentos culturais como capinas manuais e aplicações preventivas de defensivos para o controle de pragas e doenças com produtos registrados para a cultura.

Tabela 6 - Identificação dos genótipos avaliados.

| Genótipos | Procedência | Tipo-cor |
|-------------------------------------|-------------------|-----------------|
| T6 13 CR 15 | Embrapa Semiárido | Cascuda roxa |
| T8 11 CR 13 A | Embrapa Semiárido | Cascuda roxa |
| T11 Botucatu A | Embrapa Semiárido | Cascuda amarela |
| 25 CA 10 | Embrapa Semiárido | Cascuda amarela |
| 17 CAI | Embrapa Semiárido | Cascuda amarela |
| T11 Botucatu B | Embrapa Semiárido | Cascuda amarela |
| Cascuda Amarela SI | Embrapa Semiárido | Cascuda amarela |
| T8 11 CR 13 B | Embrapa Semiárido | Cascuda roxa |
| Alfa São Francisco Trips R ciclo IX | Embrapa Semiárido | Amarela |
| Alfa São Francisco | Embrapa Semiárido | Amarela |
| IPA 10 | IPA | Roxa |
| IPA11 | IPA | Amarela |
| IPA12 | IPA | Amarela |
| Híbrido commercial | - | Amarela |

Foram avaliadas as seguintes características:

a. Produtividade comercial (Procom) – Obtida pelo peso total dos bulbos com diâmetro >35 mm, considerados como bulbos comerciais em seguida extrapolados para uma área de um hectare ($t \cdot ha^{-1}$);

b. Produtividade total (Protototal) – Obtida pelo peso total dos bulbos colhidos na parcela e extrapolados para uma área de um hectare ($t \cdot ha^{-1}$);

Os dados da produção total foram corrigidos pela covariância a partir do stand médio de cada experimento. Em seguida a produção total corrigida foi dividida pela produção comercial. O fator gerado por essa relação foi utilizado para ajustar a produção comercial. Tal correção se fez necessário para corrigir eventuais falhas durante o transplântio (plantas por parcela).

Com a finalidade de conhecer o comportamento dos genótipos em cada ambiente realizaram-se análises de variância individuais, de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = m_i + t_i + b_j + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : valor do tratamento i no bloco j ;

m_i : média geral;

t_i : efeito do tratamento i ; $i = 1, 2, 3 \dots I$;

b_j : efeito do bloco ou repetição j ;

e_{ij} : erro experimental associado à parcela ij .

Em seguida foi realizada a análise conjunta obedecendo aos critérios de homogeneidade dos quadrados médios, onde a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual não foi superior a sete (CRUZ *et al.*, 2012) com o auxílio do programa Genes (CRUZ, 2009).

Os genótipos foram considerados como efeitos fixos, e os ambientes como efeitos aleatórios, de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = m_i + t_i + l_k + (tl)_{ik} + b_{j(k)} + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} : valor do tratamento i , no bloco k , no ambiente k ;

m_i : média geral;

t_i : efeito do tratamento i , $i = 1, 2, 3, \dots I$;

l_k : efeito do local k , $k = 1, 2, 3 \dots K$;

$(tl)_{ik}$: efeito da interação do genótipo i no local k ;

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

$b_{j(k)}$: efeito do bloco j dentro do local k, $j=1, 2, 3... J$;

e_{ijk} : erro experimental associado a parcela ijk.

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados para as características produção comercial e produção total segundo as metodologias de Eberhart & Russel (1966) e Lin & Binns (1988) através do software Genes (CRUZ, 2009).

O método proposto por Eberhart e Russel (1966) é baseado na análise de regressão linear e tem como parâmetro de adaptabilidade a produtividade média de cada genótipo; o coeficiente de regressão linear (b_i) utilizado como padrão de resposta do genótipo aos diferentes ambientes; a estabilidade é avaliada pela variância dos desvios de regressão (s^2d) e pelo coeficiente de determinação (R^2).

Neste modelo é adotado o seguinte modelo de regressão linear:

$$Y_{ij} = m_i + b_i l_j + \delta_{ij} + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : é a média do genótipo i no ambiente j;

m_i : é a média do i-ésimo genótipo em todos os ambientes;

b_i : é o coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do i-ésimo genótipo à variação do ambiente;

l_j : é o índice ambiental, fornecido pela diferença entre a média do j-ésimo ambiente e a média geral de todos os genótipos em todos os ambientes;

δ_{ij} : é o desvio de regressão linear do i-ésimo genótipo no j-ésimo ambiente;

e_{ij} : é o erro aleatório associado à observação Y_{ij} .

Já a metodologia proposta por Lin & Binns (1988) é fundamentada na estatística não-paramétrica, caracterizada pela expressão:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2}{2n}$$

Em que:

P_i : índice de superioridade da i-ésima cultivar;

X_{ij} : produtividade da i-ésima cultivar plantada no j-ésimo local;

M_j : resposta máxima obtida entre todas as cultivares no j-ésimo local;

n : número de locais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise de variância individual

Foi observada diferença significativa ao nível de 1% pelo teste F para as duas características avaliadas em todos os ambientes analisados, exceto para o ambiente Bebedouro 2014 (Tabela 7). Todos os ambientes foram incluídos na análise conjunta por apresentarem homogeneidade nas variâncias residuais, ou seja, a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual igual a 4,51 para produção comercial de bulbos e 3,84 para produção total de bulbos, sendo ambas inferiores a relação aproximada de 7:1 recomendada por Cruz *et al.* (2012).

Tabela – 7 Análises de variância individual para as características produção comercial de bulbos (Procom) e Produção total de bulbos (Protototal) de 14 genótipos de cebola avaliados em cinco ambientes no submédio do rio São Francisco.

| Ambientes | FV | GL | QM | |
|----------------|-----------|----|----------------------|----------------------|
| | | | Procom | Protototal |
| Bebedouro 2013 | Genótipos | 13 | 447,32 ^{**} | 406,01 ^{**} |
| | Resíduo | 26 | 48,24 | 46,10 |
| | Média | | 40,33 | 43,19 |
| | CV (%) | | 17,21 | 15,65 |
| Bebedouro 2014 | Genótipos | 13 | 98,32 ^{ns} | 72,53 ^{ns} |
| | Resíduo | 26 | 60,89 | 51,94 |
| | Média | | 22,94 | 29,67 |
| | CV (%) | | 34,02 | 24,29 |
| Mandacaru 2013 | Genótipos | 13 | 79,37 ^{**} | 79,37 ^{**} |
| | Resíduo | 26 | 13,51 | 13,51 |
| | Média | | 22,33 | 22,33 |
| | CV (%) | | 16,46 | 16,46 |
| Mandacaru 2014 | Genótipos | 13 | 124,71 ^{**} | 118,32 ^{**} |
| | Resíduo | 26 | 19,64 | 19,12 |
| | Média | | 12,84 | 14,24 |
| | CV (%) | | 34,56 | 30,71 |
| Belém 2014 | Genótipos | 13 | 111,44 ^{**} | 82,84 ^{**} |
| | Resíduo | 26 | 18,79 | 13,58 |
| | Média | | 29,08 | 31,80 |
| | CV (%) | | 14,91 | 11,59 |

ns, *, ** = não significativo e significativo a 5% e 1% respectivamente, pelo teste F.

3.2 Análise de variância conjunta

Foram observadas diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) para as fontes de variação ambiente (A) e genótipo (G) (Tabela 8). Os efeitos da interação genótipo x ambiente para todas as características avaliadas apresentaram significância ao nível de 1% de probabilidade, indicando que o comportamento relativo dos genótipos foi influenciado distintamente pelas condições ambientais. Desta forma, a recomendação de cultivares para a região em estudo é dificultada, pois não se pode fazer uma recomendação uniforme para todos os ambientes, sem prejuízo considerável na produção obtida, o que justifica a condução de análises de adaptabilidade e estabilidade (SILVEIRA *et al.*, 2012).

Tabela 8 - Análise de variância conjunta para as características produção comercial (Procom), produção total (Protototal) de 14 genótipos de cebola avaliados em cinco ambientes no submédio do rio São Francisco.

| FV | GL | QM | |
|-----------------|-----|-----------|------------|
| | | Procom | Protototal |
| Blocos/ambiente | 10 | 48,33 | 69,42 |
| Genótipos (G) | 13 | 574,87** | 445,11** |
| Ambientes (A) | 4 | 4131,54** | 4798,94** |
| G x A | 52 | 89,60** | 81,33** |
| Resíduo | 156 | 32,41 | 29,91 |
| Média | | 25,02 | 28,04 |
| CV (%) | | 22,75 | 19,50 |

ns, *, ** = não significativo e significativo a 5% e 1% respectivamente, pelo teste F.

Segundo Gomes (2000) os coeficientes de variação nos ensaios agrícolas de campo podem ser considerados baixos quando inferiores a 10%, médios quando variam de 10% a 20%, altos quando se estendem de 20% a 30% e muito alto quando superiores a 30%. Scapim *et al.* (1995) destacam que tal classificação é muito abrangente, não levando em consideração as particularidades da cultura estudada e, além disso, não faz distinção entre a natureza da característica avaliada. Comparando-se com outros trabalhos, em geral, os coeficientes de variação foram satisfatórios.

3.3 Estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade

De acordo com a metodologia de Eberhart & Russel (1966), 13 dos 14 genótipos avaliados apresentaram adaptabilidade ampla para a característica produção de bulbos comerciais, ou seja, $\beta_1=1$. Apenas a variedade BRS Alfa São Francisco apresentou $\beta_1>1$, indicando que esta população possui adaptabilidade para os ambientes favoráveis (Tabela 9).

Dos 13 genótipos classificados como de ampla adaptabilidade cinco obtiveram produtividade média superior à média geral (25,02 t.ha⁻¹). No que se refere a estabilidade dos materiais avaliados constatou-se que dez apresentaram alta estabilidade ($S^2d=0$), sendo que destes, a metade obteve produtividade média acima da média geral (Tabela 9).

Com relação ao parâmetro R^2 , percebeu-se uma amplitude de 99,31% (T11 Botucatu A) a 41,32% (T11 Botucatu B), sendo mais de 79% dos genótipos avaliados apresentaram estimativas de R^2 superiores a 80%, indicando que a regressão explicou satisfatoriamente a variação ocorrida pelos genótipos (Tabela 9).

Os genótipos IPA11, T811CR13B, IPA10 e IPA12 de acordo com a metodologia de Eberhart & Russel (1966) podem ser consideradas os melhores genótipos, para o caráter produção comercial, pois embora não tenham apresentado as maiores produtividades, superaram a média geral dos experimentos e apresentaram ampla adaptabilidade e comportamento altamente previsível. O desempenho destes genótipos melhoram em resposta as condições ambientais favoráveis, sendo capazes de manter seus rendimentos em condições ambientais adversas. Vale destacar a população roxa T811CR13B que dentre os citados apresentou a segunda melhor média de produtividade comercial, mostrando ser um genótipo promissor para a região, pois além da boa produtividade, ampla adaptabilidade e estabilidade, associada com a característica de cebola valenciana.

Para a metodologia de Lin & Binns a cultivar BRS Alfa São Francisco pode ser considerada como o genótipo mais estável em todos os ambientes para a característica produção comercial de bulbos. Esta variedade alcançou as melhores médias para adaptabilidade geral e adaptabilidade para ambientes favoráveis. Já com relação a estimativa para ambientes desfavoráveis este genótipo obteve a segunda melhor colocação. Destacaram-se também a população ciclo IX Alfa são

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

Francisco, a variedade IPA 11 e a população valenciana T811CR13B, que mantiveram reduzidas estimativas de P_i para todos os parâmetros avaliados, ou seja, geral, ambientes favoráveis e desfavoráveis (Tabela 9).

A classificação da variedade Alfa São Francisco juntamente com a população ciclo IX Alfa São Francisco como genótipos adaptados e estáveis por esta metodologia contradiz o que foi apontado pelo método de Eberhart e Russel (1966), que classificam esses materiais respectivamente como adaptável a ambiente favorável e estável, e ampla adaptabilidade e baixa estabilidade.

Dentre as sete populações Valencianas apontadas como as mais estáveis e adaptadas pelo método de Lin Binns (1988), quatro apresentaram adaptabilidade geral e boa previsibilidade pela metodologia de Eberhart e Russel (1966). Este resultado corrobora os de outros autores, que também utilizaram os dois procedimentos em estudos desta natureza Barros *et al.* (2008), Cargnelutti Filho *et al.* (2009), Pereira *et al.* (2009) Marques *et al.* (2011), Carvalho *et al.* (2015).

A população Valenciana T811CR13B destacou-se diante das demais do tipo Valenciano, obtendo a 4º melhor colocação para adaptabilidade geral e adaptabilidade a ambientes favoráveis e 3º para adaptabilidade em ambientes desfavoráveis para o caráter produção comercial de bulbos. Em contrapartida os genótipos T811CR13A, T11 Botucatu B, apresentaram as maiores estimativas de P_i , configurando genótipos de baixa estabilidade e adaptabilidade.

Na análise de Eberhart e Russel (1966) para a característica produção total de bulbos (Tabela 9), dentre as populações avaliadas apenas as testemunhas Alfa São Francisco e o híbrido apresentaram diferença significativa para o parâmetro β_1 que mede a adaptabilidade dos genótipos. A variedade Alfa São Francisco apresentou $\beta_1 > 1$, adaptabilidade para ambientes favoráveis, enquanto o híbrido exibiu $\beta_1 < 1$, denotando ser adaptado a ambientes desfavoráveis.

Somente os genótipos ciclo IX Alfa São Francisco, IPA 11 e a valenciana T811CR13B obtiveram média superiores a geral para Protototal e concomitantemente foram classificados como de ampla adaptabilidade. As demais populações classificadas como de ampla adaptabilidade não obtiveram média igual ou superior à média geral (28,04 t ha⁻¹) (Tabela 9).

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

Tabela 9 - Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 14 genótipos de cebola para as características Produção total de bulbos (Procom) e Produção comercial de bulbos (Prototal), com base nas metodologias de Eberhart e Russel (1966), Lin e Binns (1988).

| Genótipos | Média | Eberhart e Russel (1966) | | | Lin e Binns(1988) | | |
|-------------------------------------|--------------|--------------------------|---------------------|--------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | β_1 | S ² d | R ² (%) | P _i | P _{i+} | P _{i-} |
| Procom | | | | | | | |
| T613CR15 | 21,16 | 0,99 ^{ns} | -6,61 ^{ns} | 96,89 | 214,09 ⁽¹⁰⁾ | 337,68 ⁽¹⁰⁾ | 131,70 ⁽⁸⁾ |
| T811CR13A | 17,56 | 0,97 ^{ns} | 33,31 ^{**} | 73,62 | 290,04 ⁽¹³⁾ | 476,77 ⁽¹³⁾ | 165,55 ⁽¹³⁾ |
| T11 Botucatu A | 21,07 | 1,32 ^{ns} | -9,21 ^{ns} | 99,31 | 202,27 ⁽⁸⁾ | 249,92 ⁽⁶⁾ | 170,51 ⁽¹⁴⁾ |
| 25CA10 | 24,45 | 1,23 ^{ns} | 0,94 ^{ns} | 94,41 | 151,57 ⁽⁶⁾ | 220,90 ⁽⁵⁾ | 105,36 ⁽⁷⁾ |
| 17CAI | 20,73 | 0,86 ^{ns} | -5,05 ^{ns} | 94,40 | 233,13 ⁽¹¹⁾ | 380,61 ⁽¹¹⁾ | 134,81 ⁽⁹⁾ |
| T11 Botucatu B | 17,99 | 0,40 ^{ns} | 19,49 [*] | 41,32 | 342,52 ⁽¹⁴⁾ | 648,10 ⁽¹⁴⁾ | 138,81 ⁽¹¹⁾ |
| Cascuda Amarela SI | 19,98 | 0,61 ^{ns} | -5,23 ^{ns} | 89,66 | 258,30 ⁽¹²⁾ | 438,27 ⁽¹²⁾ | 138,32 ⁽¹⁰⁾ |
| T811CR13B | 27,83 | 0,92 ^{ns} | -6,20 ^{ns} | 96,04 | 106,90 ⁽⁴⁾ | 207,76 ⁽⁴⁾ | 39,66 ⁽³⁾ |
| Alfa São Francisco Trips R ciclo IX | 35,31 | 1,45 ^{ns} | 39,75 ^{**} | 84,52 | 23,42 ⁽²⁾ | 21,57 ⁽²⁾ | 24,65 ⁽¹⁾ |
| Alfa São Francisco | 36,30 | 1,93 ^{**} | 8,39 ^{ns} | 96,21 | 15,71 ⁽¹⁾ | 0,0 ⁽¹⁾ | 26,18 ⁽²⁾ |
| IPA 10 | 25,46 | 0,76 ^{ns} | -4,63 ^{ns} | 92,41 | 151,59 ⁽⁷⁾ | 261,29 ⁽⁷⁾ | 78,45 ⁽⁶⁾ |
| IPA11 | 32,24 | 1,09 ^{ns} | 8,98 ^{ns} | 88,77 | 60,83 ⁽³⁾ | 88,07 ⁽³⁾ | 42,67 ⁽⁴⁾ |
| IPA12 | 21,56 | 0,99 ^{ns} | -5,53 ^{ns} | 96,10 | 206,04 ⁽⁹⁾ | 296,42 ⁽⁸⁾ | 145,79 ⁽¹²⁾ |
| Híbrido | 28,65 | 0,47 ^{ns} | 22,31 [*] | 46,57 | 150,15 ⁽⁵⁾ | 308,04 ⁽⁹⁾ | 44,90 ⁽⁵⁾ |
| Média geral | 25,02 | | | | | | |
| Prototal | | | | | | | |
| T613CR15 | 24,17 | 0,98 ^{ns} | -8,40 ^{ns} | 98,93 | 206,36 ⁽¹⁰⁾ | 273,47 ⁽¹⁰⁾ | 105,69 ⁽¹¹⁾ |
| T811CR13A | 23,87 | 1,02 ^{ns} | 12,77 ^{ns} | 87,50 | 213,99 ⁽¹¹⁾ | 277,07 ⁽¹¹⁾ | 119,37 ⁽¹³⁾ |
| T11 Botucatu A | 24,27 | 1,31 ^{ns} | -5,33 ^{ns} | 98,27 | 194,29 ⁽⁸⁾ | 211,24 ⁽⁶⁾ | 168,86 ⁽¹⁴⁾ |
| 25CA10 | 27,27 | 1,22 ^{ns} | 0,85 ^{ns} | 95,42 | 147,72 ⁽⁶⁾ | 181,29 ⁽⁵⁾ | 97,37 ⁽⁸⁾ |
| 17CAI | 23,54 | 0,90 ^{ns} | -5,72 ^{ns} | 96,64 | 228,99 ⁽¹²⁾ | 303,52 ⁽¹²⁾ | 117,21 ⁽¹²⁾ |
| T11 Botucatu B | 22,17 | 0,56 ^{ns} | 3,70 ^{ns} | 78,01 | 291,96 ⁽¹⁴⁾ | 419,73 ⁽¹⁴⁾ | 100,32 ⁽⁹⁾ |
| Cascuda Amarela SI | 23,68 | 0,68 ^{ns} | 0,28 ^{ns} | 87,32 | 234,89 ⁽¹³⁾ | 323,35 ⁽¹³⁾ | 102,21 ⁽¹⁰⁾ |
| T811CR13B | 30,28 | 0,90 ^{ns} | -4,26 ^{ns} | 95,62 | 110,84 ⁽⁴⁾ | 168,28 ⁽⁴⁾ | 24,68 ⁽⁴⁾ |
| Alfa São Francisco Trips R ciclo IX | 36,98 | 1,48 ^{ns} | 17,29 [*] | 92,41 | 28,75 ⁽²⁾ | 22,69 ⁽²⁾ | 37,85 ⁽⁵⁾ |
| Alfa São Francisco | 38,98 | 1,87 ^{**} | 27,42 [*] | 93,41 | 12,59 ⁽¹⁾ | 5,74 ⁽¹⁾ | 22,87 ⁽³⁾ |
| IPA 10 | 27,52 | 0,70 ^{ns} | -4,39 ^{ns} | 93,02 | 168,10 ⁽⁷⁾ | 242,74 ⁽⁷⁾ | 56,16 ⁽⁶⁾ |
| IPA11 | 33,89 | 0,98 ^{ns} | 11,55 ^{ns} | 87,07 | 73,18 ⁽³⁾ | 107,97 ⁽³⁾ | 21,00 ⁽²⁾ |
| IPA12 | 24,41 | 0,96 ^{ns} | -5,44 ^{ns} | 96,88 | 197,64 ⁽⁹⁾ | 268,99 ⁽⁹⁾ | 90,62 ⁽⁷⁾ |
| Híbrido | 31,56 | 0,45 [*] | 11,39 ^{ns} | 59,13 | 147,13 ⁽⁵⁾ | 244,59 ⁽⁸⁾ | 0,96 ⁽¹⁾ |
| Média geral | 28,04 | | | | | | |

ns = não significativo pelo teste F (P < 0,05); * significativo pelo teste F (P < 0,05); ** significativo pelo teste F (P < 0,01).

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

Para o parâmetro estabilidade (S^2d) foi observado que apenas duas populações (Alfa São Francisco e população ciclo IX Alfa São Francisco) não foram classificadas como genótipos de alta estabilidade. Dentre as populações estáveis as únicas que apresentaram média igual ou superior à média geral foram a IPA10, o híbrido e a valenciana T811CR13B.

Das populações avaliadas mais de 85% apresentaram estimativa de R^2 superior a 80%, o que demonstra que a regressão explicou de maneira satisfatória as variações ocorridas pelos genótipos diante dos ambientes avaliados.

De acordo com a metodologia de Eberhart & Russel (1966) os genótipos mais estáveis e adaptados para a característica produção total de bulbos são a variedade IPA11 e a população valenciana roxa T811CR13B. Estas apesar de não serem as detentoras das maiores médias, apresentaram média superior a geral, além de estimativas de $\beta_1=1$ e $S^2d=0$.

Segundo a metodologia de Lin & Binns (1988) (Tabela 9) os genótipos que apresentaram as menores estimativas de P_i geral foram as variedades Alfa São Francisco, a população ciclo IX Alfa São Francisco e a Valenciana T811CR13B. Essa mesma ordem se repetiu para o parâmetro P_i em ambientes favoráveis, sendo assim classificados como genótipos com adaptação e estabilidade geral e para ambientes favoráveis.

Da mesma forma como ocorreu para a característica produção comercial, a classificação da Alfa São Francisco como o genótipo mais adaptado e estável para os ambientes analisados contraria o que foi determinado pelo método de Eberhart & Russel (1966) que classificou essa variedade como adaptado apenas para ambientes favoráveis e com baixa estabilidade. Fato semelhante foi relatado por Marques et al (2011). O mesmo ocorreu com a população ciclo IX Alfa São Francisco, que na primeira metodologia foi considerada como genótipo de ampla adaptabilidade e instável e pelo método de Lin Binns (1988) foi considerada como o segundo material mais adaptado e estável para ambientes favoráveis. De acordo com Paula *et al* (2010), é característica da metodologia Lin & Binns (1988) revelar elevada correlação entre altas médias e genótipos com elevada adaptabilidade geral e estabilidade fenotípica, pois associa estabilidade fenotípica aos menores desvios genotípicos, levando em consideração todos os ambientes.

OLIVEIRA, A.E.S. Seleção de Populações de Cebola Tipo Valenciana para o Vale do São Francisco.

O híbrido comercial comportou-se como de alta adaptabilidade e estabilidade em ambiente desfavorável, resultados que corroboram com os verificados através do método de Eberhart & Russel (1966). A média de bulbos comerciais do híbrido foi contudo inferior as médias observadas para as cultivares BRS Alfa São Francisco, ciclo IX da Alfa São Francisco e IPA11, indicando superioridade destas cultivares de polinização aberta em relação ao híbrido avaliado nas condições de alta temperatura e presença de precipitações pluviométricas, normalmente observadas no final e início do ano na região.

Das oito populações Valencianas, a T811CR13B, foi a que apresentou menores estimativas de P_i , ocupando a 4ª posição nos parâmetros geral, ambientes favoráveis, e desfavoráveis, para o caráter produção total de bulbos, denotando ser um genótipo de grande potencial para a região. Outra população que também demonstrou ser promissora foi a Valenciana amarela 25CA10, que ocupou a 6ª e a 5ª posição adaptabilidade e estabilidade geral e para ambientes favoráveis respectivamente.

4 CONCLUSÃO

a. Foi observada interação genótipo x ambiente ($P < 0,01$) para as variáveis produção comercial de bulbos e produção total de bulbos.

b. As populações Valencianas 25CA10 e T811CR13 apresentaram produções comerciais e totais próximo ou acima da média, e foram classificadas pelas duas metodologias utilizadas, como genótipos de elevada adaptabilidade e estabilidade, tendo potencial para serem recomendados como novas cultivares para a região do Vale do São Francisco.

c. Dentre os tratamentos controle, a variedade comercial IPA11 foi a que mais se destacou, sendo classificada pelas duas metodologias como genótipos de ampla adaptabilidade e estabilidade, atrelado a elevadas estimativas de médias para as duas características avaliadas.

d. As metodologias apresentaram resultados discrepantes, nas duas características avaliadas, sendo que pela metodologia de Eberhart & Russel a cultivar Alfa São Francisco apresentou estabilidade limitada ($S^2d > 0$), enquanto por Lin & Binns apresentou boa estabilidade (reduzida estimativa de P_i).

REFERÊNCIAS

ABDELMAGEED AHA, EL BALLA MMA, HAMID A (2013) Effects of time of water stress on flowering, seed yield and seed quality of common onion (*Allium cepa* L.) under the arid tropical conditions of Sudan. **Agricultural Water Management**, 121: 149-157.

BARROS HB, SEDIYAMA T, TEIXEIRA CR, CRUZ CD (2008) Análises paramétricas e não paramétricas para determinação da adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja. **Scientia Agrária**, 9: 299-309.

BOEING G (2002) **Fatores que afetam a qualidade da cebola na agricultura familiar catarinense**. Florianópolis: Instituto CEPA/SC, 88p.

CARGNELUTTI FILHO A, STORCK L, RIBOLDI J, GUADAGNIN JP (2009) Associação entre métodos de adaptabilidade e estabilidade em milho. **Ciência Rural**, 39: 340-347.

CARVALHO CGP, OZAWA EKM, AMABILE RF, GODINHO VPC, GONÇALVES SL, RIBEIRO JL, STEIFERT AL (2015) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol resistentes a imidazolinonas em cultivos de segunda Safra. **Revista Brasileira Ciência Agrária**, 10: 1-7.

COSTA ND, SANTOS CAF, QUEIROZ MA, HM, OLIVEIRA VR (2004) Produtividade de genótipos de cebola no semiárido brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Suplemento CD-ROM.

CRUZ CD. (2009) **Programa genes, versão Windows**: aplicativo computacional em genética e estatística. Editora UFV, Viçosa.

CRUZ CD, REGAZZI AJ, CARNEIRO PCS (2012) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV, Viçosa, 514p.

DE PAULA TOM, AMARAL JÚNIOR AT, GONÇALVES LSA, SCAPIM CA PETERNELLI LA, DA SILVA VQR (2010) Pi statistics underlying the evaluation of stability, adaptability and relation between the genetic structure and homeostasis in popcorn. **Acta Scientiarum, Agronomy**, 32: 269-277.

EBEHART AS, RUSSEL WA (1966) Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, 6: 36-40.

GOMES PF (2000) **Curso de estatística experimental 14ª edição**. Editora Nobel, Piracicaba 210p.

HOGERHEIDE ESS, FARIAS FJC, VENCOVSKY R, FREIRE EC (2007) Estabilidade fenotípica de genótipos de algodoeiro no estado do Mato Grosso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 42: 695-698.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015). **Estatística da Produção Agrícola**.

LIN CS, BINNS MR (1988) A superiority measure of cultivar performance for cultivars x location data. **Journal of Plant Science**, 68: 193-198.

MARQUES MC, HAMAWAKI OT, SEDIYAMA T, BUENO MR, REIS MS, CRUZ CD, NOGUEIRA APO (2011) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, 27: 59-69.

PAULA TOM, AMARAL JÚNIOR AT, GONÇALVES LSA, SCAPIM CA, PETERNELLI LA, SILVA VQR (2010) Pi statistics underlying the evaluation of stability, adaptability and relation between the genetic structure and homeostasis in popcorn. **Acta Scientiarum**, 32: 269-277.

PEREIRA HS, MELO LC, DEL PELOSO MJ, FARIA LC, COSTA JGC, DÍAZ JLC, RAVA CA, WENDLAND A (2009) Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 44: 374-383.

RESENDE GM, COSTA ND, SOUZA RJ. (2007) Cultivo da cebola no nordeste. In: **Sistema de produção de cebola**. Sistemas de produção 3, versão eletrônica, 2007.

RESENDE JTV, MARCHESE A, CAMARGO LKP, MARODIN JC, CAMARGO CK, MORALES RGF (2010) Produtividade e qualidade pós-colheita de cultivares de cebola em sistemas de cultivo orgânico e convencional, **Bragantia**, 69: 305-311.

SANTOS GM **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de cebola**. 2003. 96p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, 2003.

SANTOS CAF, DINIZ LS, OLIVEIRA VR, COSTA NC (2010) Avaliação de populações de cebola tipo valenciana no Vale do São Francisco. **Horticultura Brasileira**, 28: 2538-2541.

SCAPIM CA, CARVALHO CGP, CRUZ CD. (1995) Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 30:683-686.

SILVEIRA LCI da, KIST V, PAULA TOM, BARBOSA MHP, OLIVEIRA RA, DAROS E (2012) Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de cana-de-açúcar no estado de Minas Gerais. **Ciência Rural**, 42: 587-593.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foram avaliados a eficiência da seleção recorrente em populações resultantes do cruzamento entre população do tipo baia, predominantemente cultivada no Brasil, com a cebola Valcatorce INTA, do tipo Valenciano, largamente cultivada na Argentina. A primeira população é tipicamente de dias curtos, enquanto a segunda população é de dias longos, o que torna difícil o seu cultivo no nordeste brasileiro. Foram ainda estimados parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para produção de bulbos, com base em cinco experimentos conduzidos em três municípios do submédio São Francisco. O objetivo final das avaliações é a identificação e recomendação de cultivares do tipo Valenciano para as condições do Nordeste brasileiro.

As principais conclusões do presente estudo foram:

- As seleções recorrentes realizadas para duas populações Valencianas foram efetivas, sendo observados expressivos ganhos genéticos em relação a população CNPH6400.
- A diferença de produção entre as duas populações nos ensaios de adaptabilidade e estabilidade e ganho genético pode ser explicado pelo plantio tardio dos experimentos de ganho genético, o que ocasionou a migração de *Thrips tabaci* de um experimento para outro.
- Novos ciclos de seleção recorrente continuarão a ser empregados nas populações tipo Valenciano, como ocorre com outras cultivares de cebola, o que deverá aumentar o potencial produtivo e elevar a relação produção comercial de bulbos e produção total de bulbos.
- As populações 25CA10 (Valenciana amarela) e T811CR13 (Valenciana roxa) poderão ser recomendadas para a região Nordeste, com pedido de registro junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), tornando-se uma alternativa para os produtores competirem diretamente com o produto importado da Argentina.