**SELEÇÃO DE CEBOLA (*Allium cepa* L.) PARA BULBIFICAÇÃO E MATURIDADE
NO SISTEMA DE CULTIVO DE BULBINHO DE “CICLO CURTO”**

ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

Engenheiro Agrônomo M.Sc.

Orientador: Prof. Dr. CYRO PAULINO DA COSTA

**Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, da
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de Concentração:
Genética e Melhoramento de Plantas.**

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Abril de 1997

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Cardoso, Ismael Inácio .

Seleção de cebola (*Allium cepa* L.) para bulbificação e maturidade no sistema de cultivo de bulbo de "Ciclo Curto". / Antonio Ismael Inácio Cardoso. - - Piracicaba, 1997.

105 p. : il.

Tese (doutorado) -- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997.
Bibliografia.

1. Bulbificação 2. Cebola 3. Melhoramento 4. Seleção I. Título

CDD 635.25

**SELEÇÃO DE CEBOLA (*Allium cepa* L.) PARA BULBIFICAÇÃO E MATURIDADE
NO SISTEMA DE CULTIVO DE BULBINHO DE “CICLO CURTO”**

ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

Aprovado em 26/06/97

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa

ESALQ/USP

Prof. Dr. João Tessarioli Neto

ESALQ/USP

Prof. Dr. Norberto da Silva

FCA/UNESP

Profa. Dra. Romy Goto

FCA/UNESP

Dr. Paulo César Tavares de Melo

SVS do Brasil

Prof. Dr. Cyro Paulino da Costa

-Orientador-

Aos meus pais, Antonio e Helena
À minha irmã Luíza e cunhado Ruberval
À minha sobrinha Ana Carolina
DEDICO

AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente:

- Ao professor Doutor Cyro Paulino da Costa, pela orientação e apoio recebidos;
- À ESALQ/USP, em especial aos Departamentos de Genética e Horticultura, pelas facilidades e atendimento oferecidos;
- À FCA/UNESP, campus de Botucatu, em especial ao Departamento de Horticultura, pelas facilidades oferecidas para a conclusão deste trabalho;
- À CAPES e ao CNPq pela concessão das bolsas de doutorado;
- Aos professores Doutores Roland Vencovsky, do Departamento de Genética e Tadeu, do Departamento de Estatística, pela orientação nas análises estatísticas;
- Ao professor Doutor Norberto da Silva que me incentivou a fazer a Pós-Graduação em nível de doutoramento e pelo auxílio na correção do Summary;
- Aos funcionários dos Departamentos de Genética e de Horticultura, em especial Rodnei , Silvana Gregório e Elizabeth dos Santos, pela ajuda na condução dos experimentos e na revisão das referências bibliográficas.
- Aos colegas do curso de Pós-Graduação na Genética pela ajuda e, principalmente, amizade, esta sim, durará para sempre; em especial Ângela, Chico, Chirlei, Cláudio Tsutsumi, Derly, Gilberto “Kazu”, Josué, Luciana Ribeiro, Luciana Rodrigues, Luis Cláudio, Marcelo “Baba” e Rogério.

ÍNDICE

	página
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	ix
SUMMARY	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Fatores que afetam a bulbificação e maturidade	3
2.2. Fisiologia do florescimento	9
2.3. Utilização da época de cultivo de verão no melhoramento de cebola	14
2.4. Herança de coloração de bulbos e cerosidade nas folhas	15
2.5. Estimativa de parâmetros genéticos	16
2.6. Estimativas de correlações entre características de bulbos	20
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1. Caracterização das cultivares	22
3.2. Descrição dos experimentos	23
3.2.1. Experimento 1 - Produção de bulbinhos de cebola em bandeja de poliestireno expandido: teste de densidades de semeadura	23
3.2.2. Experimento 2 - Avaliação de florescimento de acordo com o tamanho de bulbo em um híbrido triplo intervarietal.	26
3.2.3. Experimento 3 - Avaliação de progênies de meios irmãos obtidas do híbrido triplo intervarietal [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)] ...	27
3.2.4. Experimento 4 - Avaliação de progênies de meios irmãos da população F ₂ do cruzamento (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)	31
3.3. Estimativas de parâmetros genéticos e dos coeficientes de correlação	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4.1. Experimento 1: Teste de densidades de semeadura	35
4.2. Experimento 2: Avaliação de florescimento de acordo com o peso do bulbo	38

4.3. Experimento 3: Avaliação de progênies de meios irmãos obtidas do híbrido triplo intervarietal [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)]	41
4.3.1. Cerosidade foliar	42
4.3.2. Coloração de bulbos	46
4.3.3. Plantas improdutivas	50
4.3.4. Peso de bulbo	54
4.3.5. Diâmetro de bulbo	58
4.3.6. Ciclo	62
4.3.7. Bulbificação	66
4.3.8. Estimativas dos parâmetros genéticos	70
4.3.9. Estimativas das correlações fenotípica e genética aditiva	73
4.4. Experimento 4 - Avaliação de progênies de meios irmãos da população F ₂ do cruzamento (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)	76
4.4.1. Cerosidade foliar	76
4.4.2. Coloração de bulbos	77
4.4.3. Plantas improdutivas	80
4.4.4. Peso de bulbo	81
4.4.5. Diâmetro de bulbo	81
4.4.6. Ciclo	84
4.4.7. Bulbificação	84
4.4.8. Estimativas dos parâmetros genéticos	84
4.4.9. Estimativas das correlações fenotípica e genética aditiva	88
4.5. Comparação das bandejas	91
4.6. Considerações finais	92
5. CONCLUSÕES	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	página
1. Escala de notas utilizadas na avaliação de bulbificação das plantas nos experimentos 3 e 4	30

LISTA DE QUADROS

QUADRO	página
1. Efeito do comprimento do dia, temperatura e bulbificação no florescimento de plantas de cebola	13
2. Dados de precipitação, número de dias com precipitação em cada mês e temperaturas mensais no período em que foram realizados os experimentos. Piracicaba-SP, 1994 a 1996	24
3. Caracterização das bandejas de poliestireno expandido utilizadas nos diversos experimentos	25
4. Esperança dos quadrados médios da análise de variância somente com as progênes de meios irmãos, com avaliação ao nível de médias de parcelas	32
5. Esperança dos produtos médios da análise de covariância somente com as progênes de meios irmãos, com avaliação ao nível de médias de parcelas	34
6. Quadrados médios obtidos nas análises de variância de peso e diâmetro de bulbinhos no experimento de densidade de semeadura, e respectivas significâncias pelo teste F. Piracicaba-SP, 1994	35
7. Médias e coeficientes de variação dentro de parcelas para peso e diâmetro de bulbinho de acordo com o tipo de bandeja e número de plantas por célula e comparação pelo teste de Tukey (5%). Piracicaba-SP, 1994	36
8. Quadrado médio de tratamentos obtido na análise de variância de percentagem de plantas florescidas e médias desta característica e da coloração dos bulbos, de acordo com a classe de peso. Piracicaba-SP, 1995	39
9. Quadrados médios obtidos nas análises de variância das características avaliadas no experimento com progênes de meios irmãos da população segregante [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)], e respectivas significâncias pelo teste F. Piracicaba-SP, 1996	42
10. Médias das notas de cera nas folhas e comparações pelo teste de Tukey (5%). Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996	43
11. Médias das percentagens de bulbos roxos e comparações pelo teste de Tukey (5%). Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996	47
12. Médias das percentagens de plantas improdutivas e comparações pelo teste de Tukey (5%). Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996	51
13. Médias de peso de bulbo (g) e comparações pelo teste de Tukey (5%). Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996	55
14. Médias diâmetro de bulbo (cm) e comparações pelo teste de Tukey (5%). Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996	59

15. Médias de ciclo (dias) e comparações pelo teste de Tukey (5%). Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996	63
16. Médias das notas de bulbificação e comparações pelo teste de Tukey (5%). Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996	67
17. Quadrados médios de residuo e de progênes obtidos nas análises de variância somente com as progênes de meios irmãos da população [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)] e estimativas da variância de progênes, variância genética aditiva, coeficiente de herdabilidade no sentido restrito ao nível de médias e coeficiente de variação genética. Piracicaba-SP, 1996	70
18. Produtos médios de residuo e de progênes obtidos nas análises de covariância somente com as progênes de meios irmãos da população [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)] e estimativas das covariância de progênes, covariância genética aditiva, coeficientes de correlação fenotípica e genética aditiva de pares de caracteres. Piracicaba-SP, 1996	74
19. Quadrados médios obtidos nas análises de variância das características avaliadas no experimento com progênes de meios irmãos da população segregante (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro) F_2 , e respectivas significâncias pelo teste F. Piracicaba-SP, 1996	77
20. Médias de notas de cera nas folhas, percentagem de bulbos arroxeados e percentagem de plantas improdutivas com respectivos testes de Tukey (5%). Experimento 4. ESALQ-USP, Piracicaba-SP, 1996	78
21. Médias de peso (g) e diâmetro (cm) de bulbos com respectivos testes de Tukey (5%). Experimento 4. ESALQ-USP, Piracicaba-SP, 1996	82
22. Médias de notas de bulbificação e ciclo (dias) com respectivos testes de Tukey (5%). Experimento 4. ESALQ-USP, Piracicaba-SP, 1996	85
23. Quadrados médios de residuo e de progênes obtidos nas análises de variância somente com as progênes de meios irmãos da população (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro) F_2 e estimativas da variância de progênes, variância genética aditiva, coeficiente de herdabilidade no sentido restrito ao nível de médias e coeficiente de variação genética. Piracicaba-SP, 1996	87
24. Produtos médios de residuo e de progênes obtidos nas análises de covariância somente com as progênes de meios irmãos da população (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro) F_2 e estimativas das covariância de progênes, covariância genética aditiva, coeficientes de correlação fenotípica e genética aditiva de pares de caracteres. Piracicaba-SP, 1996	89
25. Comparação das médias de nota de cera, percentagem de bulbos roxos e de plantas improdutivas, peso e diâmetro de bulbo, nota de bulbificação e ciclo para as cultivares padrões, obtidas com cultivo em bandejas de 72 e 128 células	93

RESUMO

Foram instalados dois experimentos no departamento de Genética e dois no de Horticultura da ESALQ/USP, sob cultivo protegido em bandejas de poliestireno expandido, no período de agosto de 1994 a abril de 1996, todos conduzidos no delineamento experimental em blocos ao acaso, com diferente número de repetições.

No primeiro experimento, foram avaliadas três tipos de bandejas (72, 128 e 288 células), com diferentes números de plantas por célula, sendo a semeadura realizada em agosto e a colheita em outubro de 1994. Com três a quatro plantas por célula na bandeja de 128, ou com seis a oito na de 72 células, obteve-se bulbinhos mais uniformes que os produzidos em canteiro e com tamanho ideal para o plantio. Concluiu-se, também, que quanto menor o número de plantas por célula, maior o tamanho dos bulbinhos.

No segundo experimento, estudou-se o efeito do peso de bulbo sobre o florescimento, utilizando-se bulbos da população [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)] F_1 , obtidos em bandejas de 72 células, com uma planta/célula. Somente 11,5% dos bulbos com peso superior a 10g floresceram, enquanto que bulbos com peso inferior praticamente não floresceram.

Nos experimentos 3 e 4, foram avaliadas progênies de meios irmãos selecionadas para maturidade precoce ou tardia em duas populações segregantes, [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)] F_1 e (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro) F_2 , respectivamente. Foram utilizadas as cultivares de dias curtos, intermediários e longos 'IPA 9', 'IPA 10', 'Pira Ouro', 'Régia', 'Serrana', 'Valencianita', 'Crioula' e 'Armada', como testemunhas. A semeadura, em bandejas de 128 (experimento 3) ou de 72 células (experimento 4), foi realizada no dia 20/12/95 e a colheita iniciou-se em 07/02/96 e

estendeu-se até 02/04/96. Foram avaliadas as seguintes características: cerosidade nas folhas, percentagem de bulbos arroxeados, percentagem de plantas improdutivas (que não bulbificaram), ciclo, nota de bulbificação 42 dias após a semeadura, peso e diâmetro de bulbos. Três repetições com 32 plantas por parcela, e duas repetições com 24 plantas foram utilizadas nos experimentos 3 e 4, respectivamente.

Concluiu-se que as progênies da população [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)] foram mais precoces e apresentavam bulbos com melhor qualidade (ausência de bulbos arroxeados) quando comparadas às progênies da outra população. O efeito da seleção divergente para maturidade precoce ou tardia e coloração amarela de bulbos foi mais eficiente para as progênies da população do cruzamento triplo [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)].

Obtiveram-se estimativas do coeficiente de herdabilidade elevadas para todos os caracteres avaliados nas progênies da população [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)]: 70,16% para cera nas folhas, 91,47% para percentagem de bulbos roxos, 87,17% para percentagem de plantas improdutivas, 93,88% para ciclo, 94,77% para nota de bulbificação, 82,19% para peso e 83,84% para diâmetro de bulbo. Já para a população (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro) F_2 , as estimativas foram, no geral, pouco menores: 83,06% para cera nas folhas, 61,71% para percentagem de bulbos roxos, 86,19% para percentagem de plantas improdutivas, 74,49% para ciclo, 52,63% para nota de bulbificação, 28,81% para peso e 40,65% para diâmetro de bulbo.

Quanto às estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica e genética aditiva entre as características ciclo, nota de bulbificação, percentagem de plantas improdutivas, peso e diâmetro de bulbos, duas a duas, foram todas positivas e significativas na população [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)], e, no geral, foram superiores às obtidas na outra população, onde nem todas foram significativas.

Concluiu-se que é viável a avaliação de progênies no sistema de cultivo de bulbinho de ciclo curto no verão.

Onion (*Allium cepa* L.) selection for bulbing and maturity in the short cycle bulb set system

Author: Antonio Ismael Inácio Cardoso

Adviser: Cyro Paulino da Costa

SUMMARY

To determine the viability of selection for bulbing and maturity under protected cultivation in the short cycle bulb sets system, two trials were carried out in the Genetic Department and two in the Horticulture Department at ESALQ/USP, from August/1994 to April/1996. The experimental design was a randomized block, with different number of replications.

In the first trial, different plant densities were tested on three types of trays (72, 128 and 288 cells). Best bulb sets were obtained with three or four plants/cell in trays with 128 cells and with six to eight plants in the 72 cells. The lesser plants/cell, the bigger the bulb sets obtained.

In the second trial the effect of bulb weight over flowering was studied, utilizing bulbs from the population [Crioula x (Valenciana Sintetica 14 x Pira Ouro)], obtained in trays with 72 cells. Sowing was made in 20/12/94 and harvesting of the bulbs occurred from 14/03/95 to 18/04/95. After vernalization (4°C/61 days), bulbs were planted in 09/08/95. Only 11.5% of the bulbs heavier than 10g flowered, while bulbs lighter than 10g did not.

In the third and fourth trials half sib progenies selected for early and late maturity from two populations, [Crioula x (Valenciana Sintetica 14 x Pira Ouro)] and (Valenciana Sintetica 14 x Pira Ouro)F₂, respectively, were evaluated. "Short day" cultivars Crioula, IPA 9, IPA 10, Pira Ouro, Regia, Serrana and Valencianita, as well as a "long day" cultivar, Armada, were utilized as checks. In the fourth one IPA 10 and Valencianita were

not included. Sowing was made in 20/12/95 and harvesting was made from 07/02/96 to 02/04/96. The following parameters were evaluated: glossiness, red bulbs (%), thick necks (%), cycle, bulbing index 42 days after seeding, bulb weight and diameter. Three replications with 32 plants and two replications with 24 plants were utilized in the third and fourth experiment, respectively.

It was concluded that progenies from [Crioula x (Valenciana Sintetica 14 x Pira Ouro)] were earlier, more adapted and with better quality (without red bulbs) than those from (Valenciana Sintetica 14 x Pira Ouro) F_2 . Divergent selection for maturity and yellow bulbs were more efficient in the progenies of the first population than in the second.

High heritability estimates were obtained for all characters in [Crioula x (Valenciana Sintetica 14 x Pira Ouro)] population: 70.16% for glossiness, 91.47% for red bulbs, 87.17% for thick necks, 93.88% for cycle, 94.77% for bulbing index, 82.19% for bulb weight and 83.84% for bulb diameter. In the other population estimates were, generally, lower: 83.06% for glossiness, 61.71% for red bulbs, 86.19% for thick necks, 74.49% for cycle, 52.63% for bulbing index, 28.81% for bulb weight and 40.65% for bulb diameter.

All the phenotypic and genetic additive correlations obtained for [Crioula x (Valenciana Sintetica 14 x Pira Ouro)] cross were positive and significative, and, generally, higher than estimates obtained for the second population.

It was concluded that the selection of progenies in the short bulb set system during the summer, for characters with high heritabilities, is viable.

1. INTRODUÇÃO

A cebola cultivada pertence à família Alliaceae, gênero *Allium* e a espécie *Allium cepa* L. Sua parte comestível é o bulbo, que é formado por um conjunto de folhas modificadas entumescidas, os catáfilos. É um dos produtos olerícolas de maior importância econômica no Brasil, atrás apenas do tomate e da batata. Em 1996 foram plantadas 76.606 ha de cebola, proporcionando uma produção total de 987.724 t, com uma produtividade média de 12,9 t/ha (Agrianual 97, 1996).

Apesar de ser possível produzir cebola o ano inteiro, as cultivares nacionais produzem bulbos de casca fina, com tendência ao esverdeamento e sem padronização. Devido a esta qualidade inferior e custo elevado, tem-se importado grande quantidade de cebola, principalmente da Argentina, sendo que as regiões que apresentam safra e/ou comercialização no primeiro semestre (Piedade, safra de bulbinho, e a região Sul) são as que tem sido mais afetadas por esta importação.

Por isto, o objetivo premente do melhoramento de cebola no Brasil é a obtenção de cultivares de cebola com casca grossa, uniforme, de boa conservação, adaptadas às condições de cultivo de cada região, além de apresentar excelente produtividade. Só assim pode-se viabilizar a produção nacional frente a competição externa. O primeiro passo é obter populações segregantes do cruzamento entre uma cultivar que apresente qualidade de bulbos, por exemplo do grupo Valenciana, com uma nacional, adaptada e com resistência a doenças foliares.

Para isto será utilizado um novo sistema de cultivo, o “sistema de bulbinho de ciclo curto”, durante o verão, época de cultivo onde se pode obter populações mais versáteis para outros sistemas de cultivo (Costa, 1978). Este novo sistema pode ser caracterizado pela semeadura no final do ano e colheita dos bulbinhos com 50 a 100 dias. Após o

armazenamento por 2 a 3 meses, estes são plantados para formar bulbos sob condições de fotoperíodo crescente, ao contrário do sistema de cultivo de bulbinho de ciclo longo (tradicionalmente utilizado). Por outro lado, se estes bulbinhos forem vernalizados, podem florescer e produzir sementes, completando o ciclo em um ano. Já, os que não florescerem são propagados vegetativamente, completando o ciclo no sistema de bulbinho de ciclo curto.

O presente trabalho teve como meta determinar a viabilidade de seleção para capacidade de bulbificação e maturidade em cultivo protegido, no sistema de bulbinho de ciclo curto, nas condições do verão em Piracicaba, em diferentes populações de cebola.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Diversos fatores afetam o desenvolvimento e a bulbificação da cebola, maturidade, tamanho, formato, cor, sabor e demais características de bulbos. Os dois principais componentes que afetam a bulbificação e a maturidade são as condições ambientais e o genótipo da planta.

2.1. Fatores que afetam a bulbificação e maturidade

A bulbificação da cebola é afetada principalmente pelo fotoperíodo, embora temperatura também exerça importante papel. Existem outros fatores secundários, como idade fisiológica da planta, nutrição e irrigação. Entretanto, a ação de todos estes fatores depende do genótipo com o qual se está trabalhando.

Segundo Jones & Mann (1963), o centro de origem e de domesticação da cebola é na faixa de latitude entre 30° e 40°N, ocupando uma vasta área no Oeste da Ásia, estendendo-se até a Índia. Provavelmente a cebola foi disseminada por povos migrantes para diferentes climas e condições ambientais. Houve, assim, seleção para caracteres de valor adaptativo, como reação de bulbificação ao fotoperiodismo e temperatura, nas áreas de latitude acima de 40°N e abaixo de 30°N. No melhoramento de cebola para as regiões de menores latitudes, como os trópicos e sub-trópicos, seleciona-se genótipos com capacidade de formar bulbos em condições de comprimento do dia muito inferiores aos do centro de origem, sendo que, nestas condições, a temperatura exerce importante papel na bulbificação e maturidade.

Existem relatos sobre a necessidade de dias longos para início de bulbificação desde a década de 20 (Garner & Allard, 1923). Estes autores observaram que plantas da

cultivar Silverskin quando submetidas a um regime de 10 horas de luz diária, não bulbificaram durante os 12 meses de observação. Já com 14 horas obtinham bulbos normais.

Na maioria das regiões produtoras de cebola em todo o mundo, a bulbificação ocorre sob condições de fotoperíodo crescente, sendo que existe a necessidade de um mínimo de 12 a 16 horas de luz, variando de acordo com a cultivar. Entretanto, a maioria das cultivares não são geneticamente uniformes quanto a resposta ao fotoperíodo (Magruder & Allard, 1937). Também Heath (1943b) relatou a importância do fotoperíodo e as diferenças entre cultivares na necessidade fotoperiódica para ocorrer a bulbificação.

No Brasil, Torres (1951) testou algumas cultivares plantadas no Rio Grande do Sul em diferentes fotoperíodos, concluindo que todas tiveram seus ciclos reduzidos com o aumento do fotoperíodo até 15 horas de luz/dia. Para a maioria das cultivares observou que não houve bulbificação com 11 horas de luz/dia.

A velocidade de bulbificação aumenta e o tempo entre o início da bulbificação e a maturação do bulbo decresce com o aumento do comprimento do dia (Austin, 1972; Steer, 1980a). Plantas que se desenvolvem sempre sob fotoperíodo muito superior ao mínimo requerido por elas produzem bulbos pequenos, pela pequena área foliar das plantas quando recebem o estímulo para iniciarem a bulbificação (Austin, 1972).

Plantas que são transferidas de um fotoperíodo indutivo para outro não indutivo podem reverter o desenvolvimento do bulbo, voltando a emitir novas folhas (Kedar et al., 1975; Steer, 1980a). O tempo com fotoperíodo não indutivo necessário para causar a reversão aumenta quanto mais avançado estiver o processo de bulbificação. É possível ocorrer reversão mesmo em plantas que já tenham atingido o estágio de colapso foliar, conhecido como “estalo” (Kedar et al., 1975). Wiles (1994) também observou esta reversão, porém o processo de bulbificação ainda continuava por certo tempo após a transferência das plantas para um fotoperíodo não indutivo, particularmente nas cultivares com fotoperíodo crítico menor. Steer (1980a) concluiu que são as condições ambientais durante a bulbificação que controlam este processo, independentemente das condições anteriores.

Os termos dias longos, intermediários e curtos são largamente utilizados pelos fitotecnistas e melhoristas de cebola para descrever as necessidades fotoperiódicas para bulbificação em diferentes cultivares, mas podem causar confusão por serem erroneamente utilizados. Cultivares de dias curtos podem formar bulbos sob condições fotoperiódicas encontradas a baixas latitudes (de 11 até 13 horas de luz), enquanto que as de dias longos só bulbificam durante o verão em altas latitudes (fotoperíodo crítico acima de 15 horas). Cultivares de dias curtos são, do ponto de vista fisiológico, de dias longos, pois elas bulbificam com um fotoperíodo acima de um determinado valor crítico, que apenas é menor quando comparado às cultivares de dias longos (Jones & Mann, 1963; Brewster, 1990a).

Segundo Magruder & Allard (1937), a precocidade da cebola depende da capacidade de iniciar a bulbificação em fotoperíodo reduzido e de desenvolver rapidamente o bulbo após ter sido atingido o fotoperíodo crítico. Por outro lado, a maturação tardia depende da maior necessidade em fotoperíodo e da baixa velocidade de desenvolvimento do bulbo em fotoperíodo superior ao mínimo, ou à combinação de ambos.

Sob condições fotoperiódicas indutivas, a taxa de bulbificação aumenta com o aumento da intensidade luminosa (Heath & Hollies, 1965; Kedar et al., 1975; Mondal et al., 1986b; Wright & Sobeih, 1986).

A necessidade fotoperiódica mínima também pode ser reduzida quanto maior a temperatura (Heath, 1943b). Esta interação entre fotoperíodo e temperatura é tão importante que o fotoperíodo mínimo para uma cultivar não deveria ser especificado sem também especificar-se a temperatura (Jones & Mann, 1963). Entretanto, a temperatura, ao contrário do fotoperíodo, pode variar muito de ano para ano, no mesmo local. Assim, as cultivares se comportam de maneira diferente a cada ano, principalmente quanto ao ciclo, mesmo sem se alterar as práticas culturais.

De um modo geral, temperaturas altas apressam o desenvolvimento dos bulbos e baixas, atrasam. Steer (1980a) observou que a cultivar Creamgold não bulbificava com fotoperíodo de 14 horas e temperatura diurna de 18°C e noturna de 10°C, mas com o

mesmo fotoperíodo e temperatura diurna de 36°C e noturna de 22°C ocorria bulbificação aos 69 dias após a semeadura. Com temperaturas de 22/14°C (diurna/noturna) as plantas iniciavam a bulbificação aos 154 dias. Já sob fotoperíodo de 11 horas não bulbificavam nem com temperaturas de 34/26°C (diurna/noturna), demonstrando que se o comprimento do dia não ultrapassar o mínimo necessário para a cultivar não ocorre bulbificação, nem mesmo com temperaturas elevadas.

A temperatura noturna pode ser de grande importância para promover a bulbificação. Steer (1980b) comparou a bulbificação de plantas que cresciam com o mesmo fotoperíodo e temperatura diurna, porém com diferentes temperaturas noturnas. Observou que quanto maior esta última, mais rapidamente se iniciava a bulbificação e maturação. Entretanto, este efeito de temperaturas noturnas mais elevadas pode ser devido ao aumento da temperatura média diária.

Trabalhando com a cultivar Robusta, Brewster et al. (1987) verificaram que quanto maior a temperatura do solo, para o mesmo fotoperíodo, mais rapidamente se iniciava a bulbificação e maturação dos bulbos.

Embora a tendência geral é para aumento na taxa de bulbificação com o aumento da temperatura, Steer (1980a) relatou que a cultivar Australian Braeside Golden Globe bulbificava com fotoperíodo de 11 horas e temperatura de 18/10°C (diurna/noturna), mas não com temperaturas mais elevadas.

Quando se planta bulbinhos, o fotoperíodo necessário para ocorrer a bulbificação geralmente é menor quando comparado a utilização de sementes (Heath, 1943b). A temperatura de armazenamento dos bulbinhos antes do plantio também influencia o desenvolvimento do bulbo. Heath et al. (1947) relataram que bulbinhos armazenados a 28-30°C bulbificavam aproximadamente um mês depois daqueles armazenados sob temperaturas mais baixas, sendo que este atraso se pronunciava com temperaturas baixas após o plantio. Creditaram este fato à possibilidade das altas temperaturas durante o armazenamento destruírem algum promotor da bulbificação presente nos bulbinhos. Entretanto, estes autores esqueceram de uma outra hipótese, isto é, bulbinhos armazenados em temperaturas elevadas ficam em estágio de dormência por maior período

de tempo (Ward, 1976; Miedema, 1992; Fustos et al., 1994), ocasionando o atraso na brotação e no desenvolvimento da cultura por bulbinhos. Estes resultados com bulbinhos são contraditórios aos descritos por Steer (1980a) que relatou serem as condições ambientais prevaescentes durante a bulbificação que controlam este processo, independentemente das condições anteriores. Já Wright & Sobeih (1986) sugeriram que a fotossíntese realizada durante o período sob condições indutivas é mais importante que os assimilados armazenados anteriormente para induzir a bulbificação, embora ambos tenham ação no processo.

Também a adubação afeta a bulbificação em cebola. Excesso de nitrogênio desfavorece a bulbificação das plantas, principalmente com o comprimento do dia próximo do limite crítico para a cultivar. Scully et al. (1945) relataram que altas doses de nitrogênio suprimiram a bulbificação sob fotoperíodo de 12 horas, mas com 14 horas as plantas bulbificavam com quaisquer níveis de nitrogênio. Plantas que iniciavam a bulbificação sob fotoperíodo de 12 horas podiam reverter este processo com a aplicação de altas doses de nitrogênio.

Brewster (1977a), relatou que a formação do bulbo era estimulada pelo baixo suprimento de nitrogênio ou pela alta proporção de potássio/nitrogênio. Brewster et al. (1987) também observaram que aumentando-se os níveis de adubação com nitrogênio havia um atraso na bulbificação, nas cultivares Augusta e Robusta. Também um constante suprimento de água pode atrasar a maturação dos bulbos, conforme relatado por Drinkwater & Janes (1955).

Em resumo, as interações entre os fatores ambientais exercem grande influência na bulbificação, interagindo com as cultivares. Sob condições fotoperiódicas altamente indutivas à bulbificação, mesmo plantas com apenas uma folha podem bulbificar. Porém, a magnitude da resposta aos estímulos ambientais pode mudar com o desenvolvimento da planta. Sob comprimento do dia próximo ao limite crítico para a cultivar, quanto mais novas as plantas mais vagarosamente elas respondem ao estímulo fotoperiódico (Sobeih & Wright, 1986). Estes pesquisadores removeram folhas de plantas mais velhas da cultivar Rocket, para igualar a área foliar com as plantas mais novas. Observaram, assim, que era a

idade da planta, não a área foliar, o fator determinante à resposta mais rápida às condições indutivas.

Brewster et al. (1987) relataram que a antecipação na época de colheita era muito menor do que o tempo de antecipação da semeadura. Isto ocorria porque as plantas da mesma cultivar semeadas em diferentes datas, em condições de fotoperíodo menor que o crítico, começavam a receber o estímulo para bulbificação ao mesmo tempo, apenas as plantas semeadas antes apresentavam idade e área foliar maiores e, por isto, respondiam ao estímulo ambiental mais rapidamente, sendo colhidas alguns dias antes.

Em condições competitivas de cultivo o microambiente a que é exposta cada planta individualmente é influenciado pelas plantas vizinhas. Com o desenvolvimento da cultura, a competição entre as plantas aumenta, principalmente por luz e nutrientes, e pode modificar o processo de bulbificação. Jones (1930), Dowker et al. (1976) e McGeary (1985) relataram que mesmo com suprimento de água e nutrientes a vontade, ocorria a aceleração da maturação dos bulbos com o aumento na densidade de plantio.

Entretanto, tem sido relatado por alguns pesquisadores a bulbificação mesmo sob condições de fotoperíodo e temperaturas decrescentes. Mondal et al. (1986b) relataram que na Inglaterra e Holanda o crescimento dos bulbos nas principais cultivares de cebola semeadas na primavera ocorre durante agosto e setembro, sob condições de fotoperíodo e temperatura decrescentes. Em Israel, certas cultivares bulbificam durante o outono, também com fotoperíodo e temperatura decrescentes (Kedar et al., 1975).

Jones & Mann (1963) relataram que a cultivar Cojumatlan, embora seja classificada como de dias curtos, bulbifica tanto em condições de fotoperíodo crescente como decrescente, no inverno ou no verão, na região de Celaya, México, latitude 19°N e altitude aproximada de 1650m. Concluíram que esta cultivar é praticamente insensível ao fotoperíodo e à temperatura.

Brewster (1990a) propôs algumas possíveis explicações para a ocorrência de bulbificação sob condições de fotoperíodo e temperatura decrescentes: a) a necessidade de fotoperíodo e temperatura para bulbificação reduz com o avanço na idade ou tamanho da planta; b) o estímulo para bulbificação se acumula gradualmente e somente após certo

tempo de condições favoráveis ocorre a bulbificação; c) o desenvolvimento da cultura e a competição entre plantas altera o microambiente, favorecendo a bulbificação. Todos estes fatores, agindo conjuntamente, podem contribuir para explicar a ocorrência de bulbificação sob estas condições.

Às vezes a planta pode não bulbificar, produzindo folhas continuamente. Tais plantas improdutivas são conhecidas como “charutos”. Na Inglaterra, onde são conhecidas por “thick necks”, o problema geralmente é associado a ocorrência de verões amenos, sendo mais comum nas cultivares mais tardias (Brewster et al., 1987). Também é muito comum sua ocorrência em cultivares que bulbificam em condições de fotoperíodo e temperatura decrescentes. Isto ocorre porque as plantas não conseguem atingir uma área foliar suficiente para acumular o estímulo para a completa bulbificação (Mondal et al., 1986a). Porém, o motivo mais comum é o plantio de cultivares não adaptadas à região ou época de cultivo.

Conclui-se, portanto, que as condições climáticas de uma determinada região são determinantes na adaptação de uma cultivar de cebola a cada época de plantio, sendo os demais fatores de efeito secundário. Em regiões próximas a linha do Equador, como o Sul do México e Venezuela (assim como no Vale do São Francisco, no Nordeste do Brasil), onde o fotoperíodo pouco varia ao longo do ano, a cebola pode ser cultivada e colhida o ano todo (Jones & Mann, 1963). Neste caso, a temperatura exerce grande influência no desenvolvimento do bulbo, sendo determinante na adaptabilidade e na performance de cultivares em regiões onde as mudanças sazonais no fotoperíodo são pequenas (Abdalla, 1967).

2.2. Fisiologia do florescimento

Para que a planta de cebola passe do estágio vegetativo para o reprodutivo, é necessário que ultrapasse o período juvenil. Após este período, a planta fica receptiva ao estímulo de baixa temperatura (vernalização), que é o fator principal para promover esta transição. Segundo Rabinowitch (1990), tentativas de se vernalizar as sementes durante a germinação falharam na promoção de florescimento em cebola.

A idade fisiológica da planta, medida pelo seu número de folhas, peso ou outro parâmetro semelhante, é melhor do que a idade cronológica para se indicar o final do período juvenil, embora existam controvérsias sobre qual parâmetro é mais eficiente.

Heath & Mathur (1944) reportaram a necessidade de um mínimo de 12-14 folhas para que plantas da cultivar Ailsa Craig pudessem emitir a inflorescência. Rabinowitch (1990) relatou que um mínimo de 10 a 14 folhas são necessárias antes que o florescimento possa ser iniciado, a partir do qual a sensibilidade à vernalização aumenta com a idade da planta. Holdsworth (1956) relatou que talvez um determinado número mínimo de folhas para passar pelo período juvenil pode não ser constante para diferentes condições ambientais.

Brewster (1985) relatou o término do período juvenil para a cultivar de primavera Rijnsburger quando as plantas apresentavam pelo menos 0,06g de matéria seca, enquanto que a de outono Senshyu Semi Globe Yellow precisava de 0,45g. Entretanto, esta última cultivar mostrava uma maior variação entre plantas para esta característica.

Também o tamanho do bulbo, ou bulbinho, submetidos a vernalização, afetam o índice de florescimento, sendo este aumentado quanto maior o tamanho destes (Heath & Mathur, 1944). Mello et al. (1974) estudaram o efeito do tamanho do bulbinho na produção de sementes nas cultivares Baia Periforme Precoce do Cedo e Norte 14, com vernalização natural, em Pelotas-RS. Observaram um aumento no número de umbelas e de sementes por planta, quanto maior o bulbinho utilizado, que variou de 8,5mm até 25,0mm.

Solorzano & Ramos (1994) relataram uma taxa de florescimento de 18%, 24% e 35% para bulbos com peso menor que 40g, 70-100g e maior que 100g, respectivamente, na cultivar Texas Early Grano 502, vernalizados por 60 dias a 11°C.

Em síntese, a iniciação do florescimento pode ocorrer tanto durante o período de desenvolvimento no campo, como durante o armazenamento dos bulbos, desde que as plantas tenham passado pelo estágio juvenil. Porém, parece que um maior peso de matéria seca mínima é requerida pelos bulbos em relação às plântulas para ficarem receptivos às baixas temperaturas (Rabinowitch, 1990).

Passado o período juvenil, temperatura e comprimento do dia são os fatores ambientais que mais afetam o florescimento de plantas de cebola. Temperatura, entretanto, é o fator mais importante, afetando tanto a iniciação, como o desenvolvimento da inflorescência. Segundo Rabinowitch (1990), provavelmente o meristema apical é o tecido responsável pela resposta à indução.

O desenvolvimento da inflorescência da cebola apresenta três fases sucessivas (Brewster, 1982a): a termofase (“thermo phase”), a fase competitiva (“competition phase”) e a fase complementar (“completition phase”), cada uma com diferentes exigências ambientais. Durante a primeira fase é essencial a exposição a baixas temperaturas para que ocorra a iniciação floral. O crescimento e desenvolvimento da inflorescência, já diferenciada na termofase, pode ser suprimida na segunda fase por condições que favoreçam a bulbificação, tais como dias longos e altas temperaturas, caracterizando a fase competitiva. Já a terceira fase é favorecida tanto por altas temperaturas como por dias longos.

Segundo Roberts & Struckmeyer (1951), diferentes plantas podem variar grandemente nas suas respostas à temperatura, o que pode ser atribuído a diferenças na idade fisiológica na fase de indução ou a diferenças genéticas. Estas diferenças são encontradas mesmo dentro de uma cultivar, entre plantas ou procedências diferentes.

O efeito da baixa temperatura na iniciação floral e sua interação com genótipo e tamanho da planta foi descrita detalhadamente por diversos autores (Heath & Mathur, 1944; Jones & Mann, 1963; Brewster, 1982a,b). Sumarizando, pode-se dizer que a temperatura afeta significativamente todos estádios do desenvolvimento da inflorescência, podendo seu efeito ser considerado em três faixas: a faixa ótima, na qual as inflorescências são induzidas e desenvolvem-se bem; a faixa supra-ótima, na qual muito pouca iniciação floral ocorre e, mesmo após iniciada, o órgão reprodutivo pode ser danificado ou mesmo destruído; e a faixa sub-ótima de baixas temperaturas, na qual um maior tempo é necessário para iniciação e o desenvolvimento pode ser retardado.

Alguns estudos sobre o efeito da temperatura tem mostrado que o tempo necessário para iniciação floral é mínimo quando a temperatura está na faixa de 5 a 12°C, e

que períodos maiores são necessários tanto para temperaturas menores quanto maiores que estas (Boswell, 1923; Jones, 1927). Temperaturas elevadas, acima de 28°C, ao longo do período de armazenamento dos bulbos, não apenas inibe a iniciação floral *in situ*, como também exerce um forte efeito *a posteriori*, prevenindo ou reduzindo a iniciação floral nos períodos subsequentes sob condições ideais. Armazenamento de bulbos já com iniciação da inflorescência em condições de altas temperaturas, pode causar reversão da fase reprodutiva para vegetativa. Quanto mais adiantada a fase reprodutiva, maior o período com altas temperaturas para ocorrer esta reversão. Aparentemente temperaturas supra-ótimas tem mais um efeito quantitativo do que qualitativo no desenvolvimento da inflorescência (Heath, 1943b).

O florescimento pode ser afetado negativamente por altas temperaturas de duas maneiras: por reduzir a iniciação e por promover a bulbificação. Este último efeito prevalece quando o comprimento do dia for superior ao fotoperíodo crítico da cultivar. Já o efeito de baixas temperaturas é menos conclusivo. Em geral, a formação do primórdio floral é inibida, embora não completamente, por temperaturas próximas de 0°C, mas grandes diferenças são observadas quando se compara diversos genótipos (Rabinowitch, 1990). Estes resultados podem indicar uma atividade fisiológica contínua, embora lenta, mesmo sob temperaturas muito baixas. Em alguns casos, temperaturas muito baixas durante o armazenamento apenas atrasam o florescimento.

Após a iniciação do primórdio floral, sob condições ambientais satisfatórias, ocorre a alongação da haste floral. Segundo Holdsworth & Heath (1950) a emergência da haste floral é favorecida por temperaturas ao redor de 17°C.

Quanto à luz, aparentemente não é essencial para a iniciação do florescimento, já que esta ocorre mesmo em bulbos armazenados na completa ausência de luz (Holdsworth & Heath, 1950). O comprimento do dia exerce mais um efeito indireto, associado com a bulbificação, do que um efeito direto (Heath & Mathur, 1944). Em temperaturas altas o suficiente para favorecer a bulbificação, dias longos impedem a emergência das inflorescências. Em temperaturas baixas o suficiente para prevenir ou atrasar

significativamente a formação do bulbo, dias longos favorecem a emergência da haste floral (Brewster, 1882a).

Os fatores que favorecem a bulbificação e o florescimento interagem entre si, podendo ser processos antagônicos. Um estudo detalhado desta interação foi realizado por Holdsworth & Heath (1950), sendo que os resultados obtidos estão sumarizados no Quadro 1.

QUADRO 1: Efeito do comprimento do dia, temperatura e bulbificação no florescimento de plantas de cebola.

		Dias curtos	Dias Longos	
		sem bulbificação	com bulbificação	
Alta Temperatura		Não ocorre iniciação floral.	Não ocorre iniciação floral.	
		Não ocorre emergência do que já havia sido formado anteriormente sob baixa temperatura.	O que foi iniciado anteriormente é destruído e não há emergência da haste floral. Emergência das inflorescências iniciadas a posteriori sob baixas temperaturas são atrasadas.	
		sem bulbificação	com bulbificação	sem bulbificação
Baixa Temperatura		Iniciação das inflorescências.	O que foi formado anteriormente é destruído.	Iniciação floral.
		Emergência lenta.	O que for formado depois pode emergir dos perfilhos.	Emergência rápida.

Fonte: HOLDSWORTH & HEATH (1950).

2.3. Utilização da época de cultivo de verão no melhoramento de cebola

A cultura da cebola no Estado de São Paulo pode ser realizada em três épocas e sistemas de cultivo distintos, nos quais o comportamento e adaptabilidade varietal é de extrema importância. Estes sistemas de cultivo são conhecidos como sistema de verão, de inverno e de bulbinho. A cultura de verão é realizada com semeadura em dezembro/janeiro, época de maior fotoperíodo e temperatura elevada.

Segundo Costa (1978) e Melo & Ribeiro (1990), a cultura de verão, nas condições de São Paulo, ocorre em condições adversas de fotoperíodo e temperatura, causando bulbificação prematura, para as cultivares de dias curtos. Além disto, a grande pluviosidade nesta época favorece a incidência de doenças. Também Bruckner (1984) cita como fatores limitantes à cultura de verão a bulbificação prematura, baixa sobrevivência de plantas pós plantio e a ocorrência de doenças. Concluiu dizendo que é necessário aprimorar as técnicas culturais, como controle de plantas daninhas, manejo de adubação nitrogenada, densidade de plantio e técnicas de plantio para se viabilizar a cultura de verão. Segundo Goto (1983), há a necessidade de se favorecer o máximo desenvolvimento inicial das plantas para se obter uma boa produção nesta época de cultivo.

Costa (1978) constatou que através da seleção para a cultura de verão em Piracicaba, foi possível obter populações mais versáteis, ou seja, que podem ser utilizadas em outras épocas de cultivo, e até mesmo na região Nordeste do Brasil.

O ciclo de melhoramento genético da cebola normalmente é de dois anos. Entretanto, Menezes (1980) citou, como vantagem do cultivo de verão (cultivo do cedo), a possibilidade de encurtar o ciclo, passando de bianual para anual. Entretanto, para que isto ocorra, é necessário que os bulbos apresentem baixa dormência, caso contrário, não há tempo suficiente para ocorrer a vernalização e produção de sementes antes de se completar um ano. Por isto, cultivares selecionadas na época de cultivo de verão, com ciclo anual, apresentam pequeno período de dormência de bulbo, conforme observado por Ferreira (1982a).

2.4. Herança de coloração de bulbos e cerosidade nas folhas

Segundo Jones & Mann (1963) a aceitação de uma cultivar de cebola depende, em grande parte, da coloração do bulbo. Existem quatro categorias de cor em cebola: branca, amarela, arroxeadas e marrom. A herança das três primeiras classes é bem estudada, mas estudos sobre a coloração marrom ainda não foram reportados.

Clarke et al. (1944) mostraram que um único gene dominante, *C*, é necessário para ter-se a coloração arroxeadas ou amarela. Todas as plantas com o genótipo *cc* tem bulbos brancos, independentemente de outros genes. O gene dominante *R*, na presença de *C*, condiciona a coloração arroxeadas ao bulbo. Seu alelo recessivo em homozigose, *rr*, com o gene *C*, produz a coloração amarela. O gene inibidor de cor *I* é incompletamente dominante sobre *i*, sendo que cultivares com o genótipo *II* tem bulbos brancos, independentemente dos genes *C* e *R*.

Jones & Peterson (1952) reportaram a ocorrência de 100% de bulbos arroxeados nas gerações F_1 dos cruzamentos entre a cultivar brasileira 'Pera Baia' (provavelmente 'Baia Periforme') com as cultivares 'Ebenezer', 'Early Yellow Globe' e 'Yellow Globe Danvers', todas com bulbos amarelos. Concluíram que devem existir fatores complementares condicionando coloração de bulbos arroxeadas nestes cruzamentos.

El-Shafie & Davis (1967) relataram que devem existir diversos genes responsáveis pela variação da intensidade da coloração dos bulbos, ou seja, a intensidade da coloração deve ser herdada quantitativamente. Os bulbos podem variar, por exemplo, desde roxo intenso até rosado ou de amarelo escuro a amarelo pálido. Segundo Pike (1986), devem existir muitos genes complementares com ação aditiva envolvidos na determinação da coloração dos bulbos.

A cultivar de cebola 'Roxa do Barreiro', muito cultivada em Minas Gerais, apesar de apresentar bulbos intensamente arroxeados, apresenta segregação para bulbos brancos em algumas progênies obtidas por auto fecundação (Zimmermann, 1973). Entretanto, estes bulbos brancos obtidos desta população quando cruzados com bulbos amarelos das cultivares Pira Ouro ou Baia Super Precoces, resultaram em progênies 100% com bulbos

arroxeados, que segregaram, na geração F₂ bulbos amarelos, roxos e brancos (Cardoso et al., 1995)

A diferença de cor das folhas entre as cultivares é devida, principalmente, à quantidade de cera secretada na superfície das mesmas. A herança do caráter cerosidade foliar em cebola foi estudada por Jones et al. (1944). Realizaram cruzamentos entre linhagens com e sem cera da cultivar Australian Brown e mostraram que a falta de cera nas folhas é determinada por um gene, *Gl*, incompletamente dominante sobre *gl*, que em homozigose condiciona cerosidade. Entretanto, Jones & Mann (1963) relataram que o cruzamento entre plantas cerosas das cultivares White Persian e Australian Brown resultavam plantas não cerosas na geração F₁, indicando que outros genes também devem atuar na herança desta característica.

A importância desta característica está relacionada com a resistência a pragas e doenças. Ausência de cera nas folhas está associada a resistência a tripses (*Thrips* spp.), enquanto que cera nas folhas aumenta a resistência a doenças foliares e a tolerância à aplicação de herbicidas pós emergentes. A presença de cera nas folhas desfavorece o acúmulo de água, que é necessária para propiciar a germinação e penetração dos esporos dos fungos fitopatogênicos. Entretanto, segundo Ferreira (1982b), a cerosidade é um caráter bastante influenciado pelos fatores ambientais, além de variar com a idade da planta. Também observou que existe variabilidade genética para a característica velocidade de reposição de cera nas folhas entre as cultivares do grupo ceroso, pois esta reposição variou desde um dia, para ‘Pira Tropical’, até cinco dias, para ‘Barreiro’ SMP-IV e ‘Baia Periforme’.

2.5. Estimativa de parâmetros genéticos

O conhecimento da herdabilidade de uma característica é de grande utilidade ao melhorista na predição da eficiência da seleção e na escolha do método de melhoramento a ser utilizado. Valores de herdabilidade baixos indicam a necessidade de utilização de técnicas de avaliações com maior precisão.

Deve-se levar em conta que as estimativas são específicas para as populações estudadas e para as condições ambientais em que foram realizados os estudos (Falconer, 1981). Portanto, para se estimar a variância genética e a herdabilidade, primeiramente é necessário definir a população de genótipos e o ambiente onde serão amostrados os indivíduos aparentados. Delineamentos estatísticos que empregam progênes de meios irmãos como tratamentos tem se revelado muito eficientes para obtenção destas estimativas (Vencovsky, 1969).

Existem poucos trabalhos na literatura relacionados a estimativas de coeficientes de herdabilidades e variância genética em cebola, principalmente com a utilização de progênes de meios irmãos. Segundo Wall et al. (1996), estudos de genética em cebola são difíceis e demorados, por ser esta uma espécie bianual, alógama e com elevada depressão por endogamia.

Devido a grande variação entre características dos bulbos, como formato, tamanho, pungência e teor de sólidos solúveis, espera-se que estas sejam herdadas quantitativamente.

O peso médio do bulbo é um dos atributos mais importantes no melhoramento de cebola, pois está correlacionado diretamente com a produção. De um modo geral, as estimativas de herdabilidade para este caráter são baixas, em vista de ser altamente influenciado pelo ambiente.

McCollum (1966) obteve herdabilidades para peso de bulbo variando de 0% a 11% em quatro populações da cultivar Yellow Sweet Spanish e duas da cultivar White Sweet Spanish, estimadas por regressão entre genitores e respectivas progênes autofecundadas. Já trabalhando com progênes de meios irmãos em outras populações desta última cultivar, McCollum (1968) obteve estimativas de herdabilidade para peso de bulbo de 0 a 28%.

Buso (1978) obteve estimativas para herdabilidade, no sentido amplo, para peso de bulbos, utilizando 54 progênes de meios irmãos da população segregante (Baia Periforme Precoce x Red Creole) C₅, de 39% e 12% em Piracicaba e Anhembi, respectivamente. Para sobrevivência de plantas obteve estimativas de 4,53% e 10,34%, número de plantas

improdutivas de 52,39% e 39,92% e número de bulbos comerciais de 18,86 e 23,88% em Piracicaba e Anhembi, respectivamente.

Candeia (1984), trabalhando com progênies de meios irmãos da cultivar Pira Tropical na época de cultivo de verão, obteve altos coeficientes de herdabilidade para produção de bulbos (65,06%) e percentagem de plantas improdutivas (65,25%); coeficientes médios para percentagem de bulbos comerciais (50,01%) e peso médio de bulbos (44,49%); e baixo para índice de sobrevivência (34,01%)

Maluf et al. (1990), trabalhando com “topcrosses” entre clones da cultivar Pira Ouro, tendo a cultivar Baia Petrolini como polinizador, obtiveram estimativa de herdabilidade no sentido amplo, de 26,4% e 25,6% para produtividade e peso médio de bulbo, respectivamente. Para ciclo e florescimento prematuro as estimativas de herdabilidade foram maiores, 72,5% e 84,5%, respectivamente

Quanto ao formato de bulbos, geralmente representado por um índice da relação entre altura e diâmetro de bulbo, a herança é quantitativa, embora com herdabilidades superiores as de peso. McCollum (1968 e 1971) obteve estimativas de herdabilidades para diâmetro de bulbos variando de 0 a 27%. Trabalhando com as populações de cebola já descritas, McCollum (1966, 1968 e 1971) obteve estimativas para o índice de formato variando de 28 a 95%. Já Buso (1978) estimou a herdabilidade para índice de formato em 99,57%, e para diâmetro em 24,34%. Candeia (1984) estimou em 75,0% a herdabilidade para índice de formato.

O teor de matéria seca dos bulbos é outra importante característica varietal, que pode, inclusive, determinar a utilização dos bulbos. Altos teores de matéria seca são desejáveis para a indústria de desidratação, além de refletir o nível de pungência, ou seja, o sabor da cebola. O teste gustativo de sabor é dificultado pelo efeito acumulativo de testes sucessivos. Assim, a pungência pode ser melhor determinada pela análise dos componentes bioquímicos, ou seus derivados (Platenius & Knott, 1941).

McCollum (1968) verificou alta herdabilidade para teor de sólidos solúveis. Buso (1978) estimou em 40,73% e 32,98% a herdabilidade para teor de sólidos solúveis, em

Piracicaba e Anhembi, respectivamente, trabalhando com as progênies de meios irmãos da população já citada.

Lin et al. (1995) obtiveram herdabilidades no sentido amplo, utilizando análise de gerações F_2 e retrocruzamentos, variando de 35% a 48% e de 8% a 56% para as características teor de ácido pirúvico e de sólidos solúveis nos bulbos, respectivamente. Concluíram que os efeitos genéticos aditivos foram muito mais importantes que os dominantes na herança destas características.

Simon (1995), trabalhando com um dialelo de oito genitores, obteve coeficientes de herdabilidade no sentido amplo, de 34% a 89% (média de 64%) para pungência e de 61% a 97% (média de 83%) para teor de sólidos solúveis, variando de acordo com o cruzamento considerado

Wall et al. (1996) estimaram herdabilidades, utilizando progênies de meios irmãos, que variaram de 25% a 53%, de acordo com a população estudada, para a característica pungência de bulbo e de 34% a 37% para número de centros no bulbo.

Silva (1976) concluiu que a resistência ao fungo *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *cepae* (causador da doença conhecida como Mal de 7 Voltas), com base no cruzamento Baía x Barreiro, mostrou ser de natureza poligênica e aditiva. Melo & Costa (1983) estimaram herdabilidade para resistência a este patógeno de 65% para a cultivar Pira Rosa e de 95% para Pira Tropical, com variância genética aditiva de 0,4284 e 1,8332 (dias de sobrevivência)² para as cultivares Pira Rosa e Pira Tropical, respectivamente.

Quanto ao coeficiente de variação genética, Buso (1978) obteve valores baixos para índice de sobrevivência (0,16% e 1,56%, em Piracicaba e Anhembi, respectivamente), e número de bulbos comerciais (2,64% e 2,91%). Candeia (1984) só obteve coeficiente de variação genética relativamente alto para a característica percentagem de plantas improdutivas, cujo valor foi de 47,48%. Para as demais características avaliadas, só obteve valores baixos, sendo de 4,66% para percentagem de plantas sobreviventes, 6,05% para percentagem de bulbos comerciais, 12,47% para produção por parcela, 6,33% para peso médio de bulbo, 4,40% para diâmetro longitudinal (altura), 2,19% para diâmetro transversal e 4,90% para índice de formato.

2.6. Estimativas de correlações entre características de bulbos

Os programas de melhoramento genético de plantas são elaborados com a seleção de vários caracteres simultaneamente. Diante disso, o cálculo do coeficiente de correlação entre caracteres é justificável, por tratar-se de uma medida de associação entre os mesmos. Segundo Falconer (1981), as correlações fenotípicas referem-se às associações entre dois caracteres que podem ser observadas diretamente.

Vencovsky & Barriga (1992) lembram, no entanto, que a correlação fenotípica é provocada por dois fatores, os genéticos e os ambientais. No melhoramento, a mais importante é a associação cuja natureza é genética. As correlações ambientais ocorrem quando duas características são influenciadas pelos mesmos fatores ambientais. Por outro lado, as correlações genéticas são originadas permanentemente por pleiotropia ou transitoriamente por ligações gênicas. A existência de caracteres geneticamente associados, torna possível modificar uma característica, selecionando-se a outra.

McCollum (1966) obteve estimativas para correlações fenotípicas para vários caracteres de bulbo. Entre altura e índice de formato, obteve valores elevados e significativos (0,67 a 1,00). A maioria das correlações fenotípicas entre peso e diâmetro de bulbos, estimadas por McCollum (1971), foram iguais ou superiores a 0,9.

Buso (1978) obteve correlações fenotípicas positivas e significativas entre produtividade e sobrevivência (0,55) e entre produção e número de bulbos comerciais (0,75). A correlação foi negativa entre número de bulbos comerciais e número de plantas improdutivas (-0,81).

Candeia (1984) obteve elevadas correlações tanto fenotípica (r_F) como genética aditiva (r_A), entre produção de bulbos e percentagem de bulbos comerciais ($r_F = 0,81$ e $r_A = 0,83$). A produção também foi significativa e positivamente correlacionada com peso de bulbo ($r_F = 0,69$ e $r_A = 0,83$), sobrevivência ($r_F = 0,37$ e $r_A = 0,60$), diâmetro longitudinal ($r_F = 0,43$ e $r_A = 0,50$) e transversal ($r_F = 0,59$ e $r_A = 0,66$) e de modo negativo com plantas improdutivas ($r_F = -0,48$ e $r_A = -0,41$). Os diâmetros transversal e longitudinal não apresentaram correlações significativas entre si. Ambos os diâmetros foram correlacionados fenotípica e geneticamente com peso de bulbos, percentagem de bulbos

comerciais e produtividade. Entretanto, os valores de correlação foram muito superiores para diâmetro transversal. Isto significa que a seleção de progênies produtivas, sem seleção para formato de bulbo, na população estudada (obtida pelo cruzamento entre uma população com bulbos arredondados, tipo Baia Periforme, e outra com achatados, 'Cojumatlan'), pode levar à obtenção de bulbos achatados.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização das cultivares

Foram utilizadas nove diferentes cultivares de cebola, cujas principais características estão descritas a seguir:

a) ‘Armada’: cultivar de dias longos, comercializada pela Asgrow, do grupo Sweet Spanish. Não bulbifica nas condições tropicais e sub-tropicais.

b) ‘Crioula’: cultivar classificada como de dias intermediários. Cultivada principalmente no Estado de Santa Catarina. Apresenta bulbos com excelente retenção de casca e alta cerosidade nas folhas. Nos experimentos foram utilizadas duas populações (Agroflora e Hortec), e para obtenção das populações segregantes, utilizou-se uma terceira (VigorAgro);

c) ‘IPA 9’: cultivar de dias curtos do grupo Baia Periforme, desenvolvida pelo IPA (Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária), adaptada ao cultivo na região Nordeste. Apresenta alta cerosidade nas folhas e bulbos de coloração amarela, com casca fina e clara;

d) ‘IPA 10’: cultivar de dias curtos, desenvolvida pelo IPA a partir do cruzamentos entre as cultivares ‘Red Creole’ e ‘IPA-3’, adaptada ao cultivo na região Nordeste. Apresenta alta cerosidade nas folhas e bulbos de coloração roxa;

e) ‘Pira Ouro’: cultivar de dias curtos, desenvolvida na ESALQ/USP, a partir do cruzamento entre as cultivares ‘Baia Periforme’ e ‘Roxa do Barreiro’. Apresenta resistência ao Mal de 7 Voltas, alta cerosidade nas folhas e bulbos de coloração amarela, com casca fina e clara;

f) ‘Régia’: cultivar de dias curtos, muito precoce, desenvolvida pela Asgrow a partir da cultivar ‘Gladalon Brown’. Apresenta alta cerosidade nas folhas e bulbos de coloração amarela, com casca fina e clara;

g) ‘Serrana’: cultivar de dias curtos, tipo Baia Periforme, muito precoce, desenvolvida pela Asgrow. Apresenta alta cerosidade nas folhas e bulbos globosos de coloração amarela, com casca fina e clara, adaptada ao cultivo de bulbinho e de mudas;

h) ‘Valenciana Sintética 14’: cultivar de dias longos obtida pelo INTA a partir da cultivar Valenciana, do grupo Sweet Spanish. Apresenta baixa cerosidade nas folhas e os bulbos apresentam excelente retenção de casca;

i) ‘Valencianita’: cultivar de dias curtos, pertencente ao grupo Texas Grano. Apresenta baixa cerosidade nas folhas e grande potencial produtivo no cultivo de verão. Os bulbos apresentam coloração amarela clara, com casca fina e clara;

3.2. Descrição dos experimentos

Os experimentos realizados no presente trabalho foram conduzidos sob túnel alto nos Departamentos de Genética e de Horticultura da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP), localizados em Piracicaba, Estado de São Paulo, latitude 22°41’30”. O comprimento do dia, nesta região, varia de 10,8 h em junho até 13,4 h em dezembro. Os dados de precipitação e temperaturas coletados no período em que foram realizados os experimentos encontram-se no Quadro 2.

3.2.1. Experimento 1 - Produção de bulbinhos de cebola em bandeja de poliestireno expandido: teste de densidades de semeadura.

Utilizou-se a cultivar Serrana, que é precoce e bem adaptada às condições de cultivo no Estado de São Paulo. Testou-se três tipos de bandejas (72, 128 e 288 células, conforme especificações no Quadro 3) com diferentes número de plantas por célula, de acordo com a bandeja: 1 planta por célula na bandeja de 288 células; 3, 4 e 5 plantas por célula na de 128; e 5, 6, 7, 8 e 9 plantas por célula na de 72. A testemunha consistiu na produção de bulbinhos

Quadro 2: Dados de precipitação, número de dias com precipitação em cada mês e temperaturas (média, máxima e mínima) mensais no período em que foram realizados os experimentos. Piracicaba-SP, 1994 a 1996.

Mês/ano	Precipitação (mm)	Dias com Precipitação	Temperatura média (°C)	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)
Ago/94	0,0	0	19,7	28,4	11,0
Set/94	0,5	1	22,9	31,7	14,1
Out/94	126,8	12	25,3	32,2	18,4
Nov/94	249,2	14	24,6	30,7	18,6
Dez/94	260,8	13	25,8	31,7	19,9
Jan/95	197,3	21	26,2	31,9	20,6
Fev/95	415,6	16	25,0	29,9	20,0
Mar/95	194,6	13	24,5	30,4	18,5
Abr/95	85,7	6	22,6	29,2	16,0
Mai/95	64,2	8	19,8	25,9	13,7
Jun/95	23,5	3	18,7	26,0	11,4
Jul/95	59,1	6	19,8	26,8	12,9
Ago/95	1,2	2	21,7	30,4	13,1
Set/95	37,6	9	21,5	28,9	14,1
Out/95	190,2	13	22,1	28,3	15,8
Nov/95	156,3	10	23,7	30,1	17,3
Dez/95	222,2	15	24,5	30,1	18,8
Jan/96	314,8	17	25,7	31,2	20,3
Fev/96	258,3	19	26,0	31,8	20,1
Mar/96	146,5	18	25,0	30,5	19,4
Abr/96	12,0	5	23,0	29,5	16,7

Quadro 3: Caracterização das bandejas de poliestireno expandido utilizadas nos diversos experimentos.

Bandeja ^a (nº células)	Volume (cm ³)	Largura da célula (cm) ^b	Altura da bandeja (cm)
72	121,2	5,0	12,0
128	34,6	3,5	6,2
288	9,7	2,2	4,7

^a Todas as bandejas apresentam suas medidas externas padronizadas, sendo o comprimento sempre de 67,5 cm e a largura 34,5 cm.

^b cada célula apresenta uma superfície quadrada, ou seja, a largura e o comprimento são iguais.

FONTE: Plantágil (s.d.)

no sistema tradicional em canteiro, fora da estufa, conforme recomendações técnicas utilizadas desde a década de 60 (DIAS, 1966).

A semeadura foi feita em 16/08/94, utilizando-se o dobro de sementes por célula em relação a densidade a ser testada em cada tratamento. Por isto, foi necessário realizar-se um desbaste 14 dias após a semeadura (30/08/94), para se obter o número de plantas desejado por célula em cada tratamento.

Utilizou-se um substrato que existe no mercado normalmente utilizado pelos produtores para produção de mudas em todos os quatro experimentos. Foram feitas fertirrigações a partir de 14/09/94, três vezes por semana, com 600 mL de uma solução com 200, 100 e 200 ppm de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Embora o substrato já venha adubado, estas fertirrigações foram necessárias para complementar as necessidades da cultura, devido a pequena quantidade de substrato em cada célula e o grande período do experimento, comparado à produção de mudas normalmente feita nestas condições. Quanto aos demais tratos culturais, foram necessárias irrigações diárias, sendo até duas nos dias quentes, e apenas duas pulverizações com inseticida (Deltamethrina; 0,3mL p.c./L) para controle de tripses.

O delineamento experimental empregado foi em blocos ao acaso, com 4 repetições, sendo cada parcela constituída por uma bandeja.

A colheita dos bulbinhos foi feita no dia 26/10/94. Após a colheita procedeu-se a cura por 15 dias. Uma amostra de 40 bulbinhos por parcela foi utilizada para avaliação da bulbificação, caracterizada pelo peso e diâmetro. As médias destas características foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, conforme Snedecor & Cochran (1974). Como os dados foram obtidos de plantas individuais, obteve-se, também, o coeficiente de variação dentro de parcelas, visando avaliar a uniformidade dos bulbinhos produzidos em cada tratamento.

O objetivo deste experimento foi determinar a viabilidade técnica de se produzir bulbinhos de cebola em bandejas de poliestireno expandido, sob cultivo protegido, no sistema de cultivo de bulbinho de ciclo longo.

3.2.2. Experimento 2 - Avaliação de florescimento de acordo com o tamanho de bulbo em um híbrido triplo intervarietal de cebola.

Este experimento foi conduzido sob tunel alto no Departamento de Genética da ESALQ/USP. Semeou-se, no dia 20/12/94, 24 bandejas de poliestireno expandido de 72 células com o híbrido triplo [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)] F₁. Foram colocadas 2 ou 3 sementes por célula, e para deixar apenas uma planta por célula, fez-se necessário um desbaste, realizado no dia 10/01/95.

Foram realizadas fertirrigações a partir de 20/01/95, três vezes por semana, utilizando-se uma solução com 200, 100 e 200 ppm de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, alternada com 2g/l de nitrato de cálcio. Em cada fertirrigação utilizou-se 600 mL por bandeja por vez. A cada 15 dias era realizada uma pulverização preventiva com Iprodione (0,5 g i.a./L) ou Benomyl (0,5 g i.a./L) e Deltamethrina (0,3 ml p.c./L), por causa das condições ambientais que favoreciam o aparecimento de doenças foliares e tripses.

Iniciou-se a colheita dos bulbos 84 dias após a semeadura (14/03/95) e com 119 dias (18/04/95) encerrou-se as colheitas, anotando-se todas as plantas não bulbificadas (improdutivas). Após cada colheita, procedeu-se a cura dos bulbos por uma semana, ao final

da qual foram pesados individualmente. Os bulbos foram separados em quatro categorias de peso: graúdos ($> 10,0\text{g}$), médios ($5,0$ a $10,0\text{g}$), pequenos ($2,5$ a $5,0\text{g}$) e miúdos ($< 2,5\text{g}$). Avaliou-se, também, a coloração dos mesmos em cada categoria.

No dia 08/06/95 os bulbos foram colocados em câmara frigorífica a 4°C para serem vernalizados. Estes bulbos, após 41 dias de vernalização (19/07/95), foram plantados novamente em bandejas de 72 células, onde terminaram o período de vernalização dentro da câmara frigorífica. Após a maioria dos bulbos emitirem raízes e brotarem, foram transplantados ao campo (09/08/95) em um esquema experimental em blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram as diferentes categorias de peso de bulbos. O número de plantas por parcela foi proporcional ao número de bulbos obtidos em cada categoria, sendo de 44, 149, 112 e 30 plantas/parcela para as classes graúdos, médios, pequenos e miúdos, respectivamente.

Em outubro de 1995 contou-se o número de plantas que emitiram haste floral, obtendo-se a percentagem de plantas florescidas. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, conforme Snedecor & Cochran (1974).

3.2.3. Experimento 3 - Avaliação de progênes de meios irmãos obtidas do híbrido triplo intervarietal [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)]

Este experimento foi conduzido sob tunel alto no Departamento de Horticultura da ESALQ/USP. Utilizou-se um híbrido triplo intervarietal [Crioula x (Pira Ouro x Valenciana Sintética 14)] F_1 para se obter progênes de meios irmãos (geração F_2).

Para obtenção deste híbrido triplo cruzou-se, inicialmente, plantas da cultivar de dias longos 'Valenciana Sintética 14' (genitor feminino) com plantas da cultivar de dias curtos 'Pira Ouro'. Este cruzamento foi realizado em 1991 pelo Professor Doutor Norberto da Silva, na Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em Botucatu, Estado de São Paulo. Bulbos deste híbrido F_1 foram obtidos em 1992 no Departamento de Genética da ESALQ/USP. Após vernalização, floresceram e procedeu-se o cruzamento com a cultivar Crioula, em 1993, obtendo-se, assim, sementes do híbrido triplo intervarietal. Em 1994 este híbrido triplo foi semeado em condições de campo,

sendo que algumas plantas bulbificaram e outras não. As plantas que não bulbificaram foram induzidas ao florescimento, em câmara frigorífica, e novamente plantadas no campo para obtenção de sementes. A colheita de sementes foi feita planta a planta, gerando 25 progênes de meios irmãos (T-1 a T-25), selecionadas para maturidade tardia. As plantas que bulbificaram tiveram seus bulbos selecionados, eliminando-se os arroxeados, vernalizados e plantados ainda em 1994. Após florescerem, produziram sementes colhidas a partir de cada planta individual, obtendo-se 17 progênes de meios irmãos (P-1 a P-17), selecionadas para maturidade precoce. Completou-se, assim, o ciclo em um ano.

Para avaliar o efeito seletivo visando maturidade neste híbrido triplo, foram adotadas nove cultivares referenciais de dias curtos, intermediários ou longos: 'Armada', 'Crioula' da Agroflora, 'Crioula' da Hortec, 'IPA-9', 'IPA-10', 'Pira Ouro', 'Régia', 'Serrana' e 'Valencianita'. Também foi utilizado o cruzamento triplo original (geração F_1) e duas subpopulações F_2 , uma constituída por uma mistura de sementes das progênes precoces (F_2 precoce) e uma das tardias (F_2 tardia). Esta mistura foi realizada para se simular a prática de seleção massal, ou seja, cada progênie contribuiu com uma quantidade proporcional a sua produção total de sementes.

A semeadura foi feita em bandejas de poliestireno expandido de 128 células em 20/12/95, colocando-se 2 a 3 sementes por célula. Após o desbaste, realizado em 08/01/96, deixou-se apenas uma planta. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com três repetições, sendo cada parcela constituída por 32 células.

A escolha da época de semeadura neste experimento, assim como no experimento 4, deve-se ao fato da possibilidade de obtenção de populações mais versáteis para outros sistemas e épocas de cultivo quando se realiza seleção no verão (Costa, 1978). Assim, as populações a serem obtidas podem vir a ser testadas, futuramente, em outras épocas e locais, com maior probabilidade de adaptação.

Foram feitas fertirrigações a partir de 10/01/96, três vezes por semana, utilizando-se uma solução com 200, 100 e 200 ppm de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente, alternada com 2g/L de nitrato de cálcio. Em cada fertirrigação utilizou-se 600 mL de solução por bandeja. Uma vez a cada 15 dias era realizada uma pulverização preventiva com Iprodione (0,5 g

i.a./L) ou Benomyl (0,5 g i.a./L) e Deltamethrina (0,3 ml p.c./L), por causa das condições ambientais que favoreciam o aparecimento de doenças foliares e tripses.

Iniciou-se a colheita dos bulbos 49 dias após a semeadura (07/02/96) e com 103 dias (02/04/96) encerrou-se as colheitas, considerando-se todas as plantas não bulbificadas como improdutivas, visto que o fotoperíodo e a temperatura já estavam suficientemente baixos para impedir a bulbificação de novas plantas. Após cada colheita, procedeu-se a cura dos bulbos por uma semana. Obteve-se o peso e o diâmetro dos bulbos, como parâmetros da bulbificação, assim como a percentagem de plantas improdutivas e a percentagem de bulbos arroxeados em cada parcela. Estas duas últimas características tiveram seus dados transformados $[(x + 0,5)^{0,3}]$ antes de serem analisados estatisticamente. As médias das características avaliadas foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, conforme Snedecor & Cochran (1974).

Como em cada parcela foram realizadas de uma a três colheitas, o ciclo médio foi obtido pela média ponderada, considerando-se o número de plantas colhidas em cada data, como fator de ponderação.

Além destas características avaliadas após a colheita dos bulbos, procedeu-se outras avaliações durante o ciclo da cultura. No dia 31/01/96 (42 dias após a semeadura), cada planta recebeu uma nota de avaliação de seu estágio de bulbificação, que variou de 1 (planta bulbificada) a 5 (planta sem início de bulbificação visível), de acordo com a Figura 2.

No dia 05/02/96 (47 dias após a semeadura) também realizou-se uma avaliação de cerosidade nas folhas, através de uma escala visual de notas, que variou de 1 (ausência de cera nas folhas) a 5 (folha com muita cera).

Devido a ocorrência de Mal de 7 Voltas, a segunda repetição da progênie P-2 foi descartada e considerada como parcela perdida nas análises estatísticas.

Figura 1: Escala de notas utilizadas na avaliação de bulbificação das plantas nos experimentos 3 e 4.

Nota	Caracterização
1	Planta bulbificada e pseudo-caule tombado.
2	Planta bulbificada, sem emissão de novas folhas, porém com pseudo-caule ereto.
3	Planta em estágio avançado de bulbificação, mas ainda com emissão de novas folhas.
4	Planta em início de bulbificação
5	Planta sem início de bulbificação aparente.

3.2.4. Experimento 4 - Avaliação de progênies de meios irmãos obtidas da população F₂ do cruzamento (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)

Este experimento foi conduzido sob tunel alto no Departamento de Horticultura da ESALQ/USP. Utilizou-se uma geração F₂ do cruzamento entre as populações (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro) para se obter progênies de meios irmãos (geração F₃).

Esta geração F₂ foi obtida pela recombinação ao acaso de plantas da geração F₁ (obtida conforme descrito no experimento 3). Em 1994 esta geração F₂ foi semeada, sendo que algumas plantas bulbificaram e outras não. As plantas que não bulbificaram foram induzidas ao florescimento, em câmara frigorífica, e novamente plantadas no campo para obtenção de sementes. A colheita de sementes foi feita planta a planta, gerando 20 progênies de meios irmãos (T-1 a T-20), selecionadas para maturidade tardia. As plantas que bulbificaram tiveram seus bulbos selecionados, eliminando-se os arroxeados, vernalizados e plantados em 1994. Após florescerem, produziram sementes colhidas a partir de cada planta individual, obtendo-se 10 progênies de meios irmãos (P-1 a P-10), selecionadas para maturidade precoce.

Para avaliar o efeito seletivo visando maturidade nas populações segregantes, foram adotadas sete cultivares referenciais de dias curtos, intermediários ou longos: 'Armada', 'Crioula' da Agroflora, 'Crioula' da Hortec, 'IPA-9', 'Pira Ouro', 'Régia' e 'Serrana'. Também utilizou-se a geração F₂ e duas sub-populações F₃, uma constituída por uma mistura de progênies cujas plantas genitoras apresentavam pouca cera nas folhas e a outra pelas cerosas, denominadas de geração F₃ sem e F₃ com cera, respectivamente.

A semeadura foi feita em bandejas de poliestireno expandido de 72 células em 20/12/95, colocando-se 2 a 3 sementes por célula. Após o desbaste, realizado em 08/01/96, deixou-se apenas uma planta. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com duas repetições, devido a pequena quantidade de sementes por progênie, sendo cada parcela constituída por 24 células.

O substrato utilizado, assim como todos os tratos culturais foram iguais aos do experimento 3.

Iniciou-se a colheita dos bulbos 49 dias após a semeadura (07/02/96) e com 103 dias (02/04/96) encerrou-se as colheitas, considerando-se todas as plantas não bulbificadas como improdutivas, visto que o fotoperíodo e a temperatura já estavam suficientemente baixos para impedir a bulbificação de novas plantas. Todos os procedimentos, avaliações e análises foram iguais aos do experimento 3.

3.3. Estimativas de parâmetros genéticos e dos coeficientes de correlação

Nos experimentos 3 e 4 foram utilizadas progênes de meios irmãos de cruzamentos intervarietais. Desse modo foi possível, pela análise de variância só com as progênes, obter-se uma estimativa dos componentes da variância genética e das herdabilidades das características avaliadas (Vencovsky & Barriga, 1992).

A partir dos quadrados médios e suas respectivas esperanças matemáticas, estimaram-se os componentes de variância, utilizando-se um esquema que se encontra sumarizado no Quadro 4.

Quadro 4: Esperança dos quadrados médios da análise de variância somente com as progênes de meios irmãos, com avaliação ao nível de médias de parcelas.

Fontes de Variação	G.L.	Q.M.	E(QM)
Blocos	r-1	QMBI	...
Progênes	p-1	QMPr	$\sigma^2 + r \cdot \sigma_p^2$
Erro	(r-1) . (p-1)	QMEr	σ^2
Total	r.p - 1	...	...

r = número de repetições;

p = número de progênes;

σ^2 = variância do erro;

σ_p^2 = variância genética entre progênes.

Todos os componentes referem-se à variação ao nível de médias de parcelas. Com progênes de meios irmãos, a variação genética entre estas é tal que $\sigma_p^2 = (1/4) \sigma_A^2$, se forem ignoradas as variações genéticas epistáticas, que pouco contribuem para a magnitude de σ_p^2 neste tipo de progênie (Vencovsky & Barriga, 1992). Portanto, a estimativa da variância genética aditiva (σ_A^2) foi obtida por:

$$\sigma_A^2 = 4 \cdot \sigma_p^2$$

O coeficiente de herdabilidade (h_m^2) correspondente a uma seleção entre as médias destas progênes é estimado pela seguinte expressão:

$$h_m^2 = \sigma_p^2 / [\sigma_p^2 + (\sigma^2/r)]$$

Os coeficientes de variação genética (CV_g) foram estimados a partir da seguinte expressão:

$$CV_g = 100 \cdot \sigma_p / m$$

onde:

m – média da característica avaliada;

σ_p = raiz quadrada da variância entre médias das progênes

Também foram obtidos os coeficientes de correlação fenotípica ao nível de médias de progênes e genético aditiva entre as diversas características avaliadas relacionadas com a capacidade de bulbificar e maturidade, ou seja, ciclo, nota de bulbificação, peso e diâmetro de bulbos e percentagem de plantas improdutivas.

Para obtenção destes coeficientes de correlação, fez-se necessário, inicialmente, análises de covariância entre as características, duas a duas. A partir dos produtos médios e suas respectivas esperanças matemáticas, estimaram-se os componentes de covariância entre as duas características, utilizando-se um esquema que se encontra sumarizado no Quadro 5.

A semelhança da análise de variância, todos os componentes referem-se à variação ao nível de médias de parcelas. A estimativa da covariância genética aditiva (cov_A) foi obtida por:

$$cov_A = 4 \cdot cov_p$$

Quadro 5: Esperança dos produtos médios da análise de covariância somente com as progênes de meios irmãos, com avaliação ao nível de médias de parcelas.

Fontes de Variação	G.L.	P.M.	E(PM)
Blocos	r-1	PMBI	...
Progênes	p-1	PMP _r	cov + r.cov _p
Erro	(r-1) . (p-1)	PME _r	cov
Total	r.p - 1	...	...

r = número de repetições;

p = número de progênes;

cov = covariância do erro;

cov_p = covariância genética entre progênes

Os coeficientes de correlação genética aditiva (r_A) e fenotípica ao nível de médias de progênes (r_F) para pares de caracteres (X e Y), foram obtidas conforme Falconer (1981), através das expressões:

$$r_{A(X,Y)} = \text{cov}_{A(X,Y)} / \sqrt{(\sigma_{AX}^2 \cdot \sigma_{AY}^2)}$$

$$r_{F(X,Y)} = (\text{cov}_{p(X,Y)} + \text{cov}_{(X,Y)/r}) / \sqrt{[(\sigma_{p(X)}^2 + \sigma_{(X)/r}^2) \cdot (\sigma_{p(Y)}^2 + \sigma_{(Y)/r}^2)]}$$

onde:

$\text{cov}_{A(X,Y)}$ = covariância genética aditiva entre as características X e Y;

$\text{cov}_{p(X,Y)}$ = covariância genética de progênes entre as características X e Y;

σ_{AX}^2 e σ_{AY}^2 = variância genética aditiva das características X e Y, respectivamente;

σ_{pX}^2 e σ_{pY}^2 = variância genética de progênes das características X e Y, respectivamente;

$\sigma_{(X)}^2$ e $\sigma_{(Y)}^2$ = variância do erro para as características X e Y, respectivamente;

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento 1: Teste de densidades de semeadura

Os resultados das análises de variância para peso e diâmetro de bulbinhos estão apresentados no Quadro 6. Os quadrados médios para tratamentos foram significativos pelo teste F, para ambas as características, ao nível de 1% de probabilidade, sempre associados a baixos coeficientes de variação.

Quadro 6: Quadrados médios obtidos nas análises de variância de peso e diâmetro de bulbinhos no experimento de densidade de semeadura, e respectivas significâncias pelo teste F. Piracicaba-SP, 1994.

Fontes de variação	G.L.	Peso	Diâmetro
Blocos	3	0,08553	0,00596
Tratamentos	8	0,61213**	0,03764**
Resíduo	24	0,04176	0,00280
C.V.		11,37 %	4,07 %

** Estatisticamente significativo pelo teste F, ao nível de 1 % de probabilidade

Embora diversos autores (Hatridge-Esh & Bennett, 1980; McGeary, 1985; Mondal et al., 1986a; Brewster, 1990b; Brewster et al., 1991; Weerasinghe et al., 1994) tenham relatado uma antecipação na maturação dos bulbos com o aumento na densidade de plantio, neste experimento foi realizada uma colheita única. Entretanto, observou-se que o tratamento com a bandeja de 288 células poderia ter sido colhido alguns dias antes dos demais. Esta bandeja caracteriza-se pelo pequeno volume da célula, o que faz deste

tratamento, junto com o de quatro ou cinco plantas na bandeja de 128 células, os de maior densidade de plantas por volume de substrato (Quadro 7). Além disto, Mondal et al. (1986a) observaram que o efeito da densidade sobre a maturação dos bulbos era mais acentuada em uma cultivar tardia do que em outra precoce.

Na produção de bulbinho tradicional, há uma redução do ciclo (semeadura em agosto e colheita dos bulbinhos em novembro) em relação a produção de bulbos comerciais (semeadura em maio e colheita em outubro), devido a semeadura tardia. Além disto utilizou-se uma cultivar muito precoce, 'Serrana'. Por estes motivos, um possível efeito da densidade sobre o ciclo, pode ter sido reduzido a ponto de não ser percebido.

QUADRO 7: Médias e coeficientes de variação dentro de parcelas para peso e diâmetro de bulbinhos de acordo com o tipo de bandeja e número de plantas por célula e comparação pelo teste de Tukey (5%). Piracicaba-SP, 1994.

	Volume de Substrato por Planta (cm ³)	Peso		Diâmetro	
		Média (g)	C.V. (%) dentro parcelas	Média (cm)	C.V. (%) dentro parcelas
B288-1	9,70	1.51 c	20.59	1.25 bcd	8.34
B128-3	11,53	2.03 abc	27.13	1.36 abc	10.76
B128-4	8,65	1.62 bcd	26.18	1.26 bcd	10.83
B128-5	6,92	1.32 d	29.51	1.17 d	12.22
B72-5	24,24	2.51 a	29.11	1.47 a	11.30
B72-6	20,20	2.27 ab	27.63	1.42 ab	9.87
B72-7	17,31	1.73 bcd	34.33	1.28 bcd	13.47
B72-8	15,15	1.63 bcd	28.85	1.25 bcd	11.78
B72-9	13,47	1.54 cd	25.63	1.23 cd	10.22
Canteiro	---	6.02	60.30	1.87	24.49

Obs.: médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey (5%)

B288-1 = bandeja de 288 células com 1 planta por célula

B128-3, 4 e 5 = bandeja de 128 células com 3, 4 e 5 plantas por célula, respectivamente

B72-5, 6, 7, 8 e 9 = bandeja de 72 células com 5, 6, 7, 8 e 9 plantas por célula, respectivamente

Observou-se uma tendência de redução do peso e do diâmetro dos bulbinhos quanto maior o número de plantas por volume de substrato (Quadro 7). Os maiores bulbinhos foram obtidos na bandeja de 72 células, com 5 plantas por célula (2,51 g de peso ou 1,47 cm de diâmetro), enquanto os menores foram obtidos na bandeja de 128 células com 5 plantas por célula (1,32 g de peso ou 1,17 cm de diâmetro). Estes tratamentos correspondem aos de maior e menor volume de substrato por planta, respectivamente. O menor tamanho dos bulbos com aumento da densidade de plantio foi resultado da competição entre as plantas por espaço físico e também por nutrientes.

Weerasinghe & Fordham (1994) trabalhando com 1 a 6 plantas/célula para produção de mudas, observaram que quanto maior o número de plantas transplantadas em cada “torrão”, menor o tamanho dos bulbos produzidos. Concluíram que o efeito competitivo mais importante foi por nitrogênio, afetando tanto o tamanho do bulbo como o ciclo. No presente trabalho, procurou-se minimizar o efeito do nitrogênio fazendo-se fertirrigações continuamente, embora a quantidade total de nutrientes fornecida por bandeja tenha sido a mesma para todos os tratamentos, sem considerar a quantidade fornecida por planta.

Os bulbinhos produzidos no canteiro foram, na sua grande maioria, maiores do que os das bandejas. Não foram comparados pelo teste de Tukey com os demais tratamentos por terem sido produzidos em ambiente diferente, sem casualização. No canteiro não há tanta restrição de espaço e o volume de solo explorado pelo sistema radicular das plantas é muito superior, favorecendo a produção de bulbinhos maiores.

McGeary (1985) observou que as densidades de plantio testadas na produção de bulbos para conserva (178 a 1600 plantas/m²) não afetaram a uniformidade destes. No presente experimento não se observou grandes diferenças nos coeficientes de variação dentro de parcelas entre os tratamentos, que variou de 20 a 34% para peso e de 8 a 13% para diâmetro. Entretanto, a diferença foi muito grande quando comparado com os bulbinhos produzidos no campo, que apresentaram coeficientes de variação de 60% e 24% para peso e diâmetro, respectivamente. Esta maior variação se deve ao sistema de cultivo, pois nos canteiros não há uma distribuição regular das plantas, nem uniformidade nas características físico-químicas do solo, quando comparado à produção nas bandejas. Estima-

se um descarte de 30 a 40% dos bulbinhos com tamanho fora do padrão, quando produzidos em canteiros. Com a produção em bandejas sob ambiente protegido reduz-se este descarte e, associado a menor variação no tamanho dos bulbinhos, pode haver uma redução no consumo de sementes e na mão de obra para classificação.

Nos programas de melhoramento a quantidade de sementes de uma progênie nem sempre é suficiente para se produzir os bulbinhos necessários para uma avaliação satisfatória. Portanto, às vezes, é preciso multiplicar as sementes das progênies a serem testadas para o sistema de bulbinho, atrasando o programa em dois anos. Assim, a redução na necessidade de sementes proporcionada por este sistema pode ajudar a acelerar o programa. Também reduz-se os riscos de perda de progênies, ou experimentos inteiros, devido condições ambientais desfavoráveis.

Pelos resultados obtidos, recomenda-se utilizar três ou quatro plantas por célula na bandeja de 128 células, ou seis a oito, na de 72, se o objetivo for a obtenção de bulbinhos, em programas de melhoramento, para multiplicação vegetativa.

Por outro lado, conclui-se que há a necessidade de se reduzir ainda mais a densidade de semeadura para se obter bulbos com tamanho adequado para serem receptivos à vernalização e completar o ciclo seletivo em um ano. Por isto, nos experimentos realizados nas safras seguintes utilizaram-se preferencialmente bandejas de 72 ou 128 células, com apenas uma planta/célula.

4.2. Experimento 2: Avaliação de florescimento de acordo com o peso do bulbo

O resultado da análise de variância para percentagem de plantas florescidas, assim como as médias desta característica e das percentagens de bulbos roxos, brancos e amarelos, de acordo com a categoria de peso dos mesmos, na população segregante [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)], estão apresentados no Quadro 8. O quadrado médio de tratamentos foi significativo pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade.

QUADRO 8: Quadrado médio de tratamentos obtido na análise de variância de percentagem de plantas florescidas e médias desta característica e da coloração dos bulbos, de acordo com a categoria de peso. Piracicaba-SP, 1995.

Classe	Peso Médio (g)	% Plantas Florescidas	% Bulbos Roxos	% Bulbos Brancos	% Bulbos Amarelos
Graúdos (> 10,0 g)	12,45	11,5 a	55,7	0,0	44,3
Médios (5,0-10,0 g)	6,92	2,5 b	42,6	0,2	57,2
Pequenos (2,5-5,0 g)	3,81	0,0 b	34,0	0,9	65,1
Miúdos (< 2,5 g)	1,96	0,0 b	19,7	0,8	79,5
Quadrado Médio Tratamentos		7,49**			
C.V.		44,50 %			

Obs.: médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey (5%)

** Significativo pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade

O coeficiente de variação elevado (44,50%) provavelmente foi devido a grande influência ambiental sobre a característica florescimento e pelo fato de se utilizar uma população segregante para este estudo. Roberts & Struckmeyer (1951) relataram diferenças de resposta à vernalização entre plantas de mesmo tamanho, mesmo dentro de uma cultivar. Isto ocorre pela natureza alógama da espécie, levando a grande variabilidade genética entre plantas. Considerando-se que o tamanho mínimo da planta para florescer depende do seu genótipo, em uma população altamente segregante cada planta deve apresentar uma resposta própria e independente das demais. Tem-se, assim, mais um fator experimental pouco controlável, o genótipo das plantas, favorecendo a elevação do coeficiente de variação.

Ao se trabalhar com esta população segregante, objetivou-se justamente estudar a resposta desta aos tratamentos testados. O sistema de bulbinho de “ciclo curto” pode ser recomendado para se acelerar o melhoramento em suas fases iniciais de seleção para adaptação, principalmente quando se realiza cruzamentos entre materiais adaptados e não adaptados. Também pode ser recomendado para avaliação e seleção de características pouco influenciadas pela época e sistema de cultivo, como coloração de bulbo e cerosidade. Após obter-se, por este processo, populações mais adaptadas, com a coloração e cerosidade

desejadas, pode-se utilizá-las como base para seleção em sistemas e épocas específicos, e para características de menor herdabilidade, como produtividade, por exemplo.

Quanto aos resultados, observou-se que somente os bulbos graúdos floresceram de maneira significativa (Quadro 8). Mello et al. (1974) também testaram tamanho de bulbinho para produção de sementes em cebola, cultivares Norte-14 e Baia Periforme, em Pelotas-RS. Considerando-se os bulbinhos da classe graúdos, com peso superior a 10g, estes pesquisadores obtiveram uma média superior a 2,0 umbelas/planta, e uma produtividade de 2,5g de sementes/planta.

No presente trabalho, cada planta que floresceu produziu apenas uma umbela pequena, com poucas flores. Não se avaliou a produção de sementes devido a chuva de granizo que danificou a haste floral da maioria das plantas. Provavelmente se os bulbinhos vernalizados tivessem sido plantados em um local com temperaturas mais baixas, a taxa de florescimento e o potencial produtivo de sementes seriam maiores. As temperaturas médias mensais foram superiores a 21°C e as mínimas foram superiores a 13°C (Quadro 2). Estas temperaturas são desfavoráveis para o florescimento em cebola, e podem promover reversão da fase reprodutiva para a vegetativa, conforme relatado por Heath (1943b).

Além do pequeno peso dos bulbos obtidos e das temperaturas pós plantio relativamente elevadas, também o grande período de dormência dos bulbos pode ter sido responsável pela não reação ao estímulo vernalizante. Assim, plantas provenientes de bulbos dormentes durante a vernalização não floresceram. É provável que bulbos pequenos e/ou com grande período de dormência não apresentem potencial para melhoramento em um ciclo anual. Devem ser propagados vegetativamente, como no sistema de cultivo de bulbinho de “ciclo longo”, completando-se o ciclo em dois anos, mas obtendo-se populações com maior potencial para dormência longa de bulbos. Já com o ciclo anual, devem ser obtidas populações com menor dormência de bulbo, conforme observado por Ferreira (1982a).

Houve uma tendência de obter-se maior percentagem de bulbos roxos quanto maior o peso dos mesmos (Quadro 8). Como esta observação não era objetivo deste experimento, não foi feito um delineamento experimental que possibilitasse analisar os dados obtidos. No

híbrido F_1 entre as cultivares utilizadas, todas com bulbos amarelos, observa-se uma grande percentagem de bulbos arroxeados. Por isto, supõe-se que muitos destes bulbos arroxeados na população segregante sejam de genótipos semelhantes às plantas F_1 , que devido seu vigor, resultam em bulbos de maior peso. Entretanto, isto é apenas uma hipótese que mereceria um estudo específico para se poder tirar conclusões confiáveis.

Clarke et al. (1944) observaram uma correlação entre peso e coloração de bulbos, sendo que bulbos brancos tendiam a ser menores que os amarelos e roxos. Esta tendência se repetiu neste experimento, mas os dados não são conclusivos.

Com base nos resultados deste experimento, aliados aos do anterior, procurou-se propiciar as melhores condições possíveis nos próximos experimentos para que fossem produzidos maior percentagem de bulbos graúdos e, assim, tentar viabilizar o ciclo anual neste sistema de bulbinho de “ciclo curto”.

4.3. Experimento 3: Avaliação de progênes de meios irmãos obtidas do híbrido triplo intervarietal [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)]

Os resultados das análises de variância para nota de cera nas folhas, percentagem de bulbos roxos, percentagem de plantas improdutivas, ciclo, nota de bulbificação, peso e diâmetro de bulbo estão apresentados no Quadro 9. Os quadrados médios para tratamentos foram significativos, pelo teste F, para todas as características, ao nível de 1% de probabilidade.

Quanto aos coeficientes de variação, foram relativamente baixos. O maior foi o obtido para percentagem de plantas improdutivas (23,20%), o que já havia sido observado por Zimmermann (1973), Buso (1978) e Candeia (1984), mostrando que esta deve ser uma característica de difícil controle experimental.

Nos quadros com os resultados (Quadros 10 a 16), as comparações das médias pelo teste de Tukey foram realizadas duas a duas, ou seja, mostra se as médias diferem ou não ao nível de 5% de probabilidade. Não foram comparadas pela maneira usual, com letras para demonstrar a diferença estatística, devido ao grande número de tratamentos, o que

Quadro 9: Quadrados médios obtidos nas análises de variância das características avaliadas no experimento com progênes de meios irmãos da população segregante [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)], e respectivas significâncias pelo teste F. Piracicaba-SP, 1996.

	Quadrado Médio de Tratamentos	Quadrado Médio de Resíduo	C.V. (%)
Nota de Cera	2,56**	0,16	9,38
% Bulbos Roxos	0,3926**	0,0228	16,32
% Plantas Improdutivas	2,07**	0,20	23,20
Ciclo	543,6**	18,1	5,10
Peso de Bulbo	12,43**	1,18	16,91
Diâmetro de Bulbo	0,229**	0,016	6,29
Nota de Bulbificação	2,628**	0,069	7,39

** Significativo pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade

dificultaria a visualização destas diferenças pelo número excessivo de letras associadas a maioria das médias.

4.3.1. Cerosidade foliar

As médias das notas de cera nas folhas estão apresentadas no Quadro 10. Constatou-se que todas as cultivares nacionais apresentam-se altamente cerosas, enquanto que as duas importadas, ‘Armada’ e ‘Valencianita’, apresentam baixo índice de cera nas folhas. A grande maioria das progênes apresentou notas acima de quatro, o que já pode ser considerado satisfatório para conferir bom nível de resistência a doenças foliares. Todas as progênes apresentaram nota superior aos padrões sem cera nas folhas. Das 39 progênes, 11 apresentaram-se tão cerosas como as testemunhas nacionais (nota 5), embora somente a progênie P-14 tenha sido estatisticamente inferior a estes padrões.

Considerando-se que a cultivar Valenciana também não apresenta cera nas folhas (seria nota 1 na escala utilizada), observa-se uma tendência de ausência de dominância na

QUADRO 10: Médias das notas de cera nas folhas e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996.

	Valor	Amada	Cnoul Agroflora	Crioula Hortec	IPA 9	IPA 10	Pira Ouro	Régia	Serrana	Valencianita	F ₁	F ₂ Precoce	F ₂ Tardia	Média Precoces	Média Tardias
Cr. Agroflora	1,00														
Cr. Hortec	5,00	***													
IPA 9	5,00	***													
IPA 10	5,00	***													
Pira Ouro	5,00	***													
Régia	5,00	***													
Serrana	5,00	***													
Valencianita	1,00														
F ₁	3,67	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
F ₂ Precoce	4,00	***													
F ₂ Tardia	4,67	***													
Média Precoces	4,36	***													
Média Tardias	4,51	***													
T-1	5,00	***													
T-2	4,00	***													
T-3	4,67	***													
T-4	4,67	***													
T-5	4,67	***													
T-6	4,00	***													
T-7	4,67	***													
T-8	5,00	***													
T-9	3,67	***													
T-10	4,67	***													
T-11	5,00	***													
T-12	3,67	***													
T-13	4,00	***													
T-14	4,33	***													
T-15	4,33	***													
T-16	4,00	***													
T-17	5,00	***													
T-18	4,33	***													
T-19	4,00	***													
T-20	5,00	***													
T-21	5,00	***													
T-22	4,67	***													
T-23	4,33	***													
T-24	5,00	***													
T-25	5,00	***													

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

QUADRO 10: Médias das notas de cera nas folhas e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP. 1996.

	Valor	Amada	Crioula Agroflora	Crioula Hortec	IPA 9	IPA 10	Pira Ouro	Régia	Serrana	Valencianita	F ₁	F ₂ Precoce	F ₂ Tardia	Média Precoces	Média Tardias
P-1	3,67	***								***					
P-2	4,00	***								***					
P-3	4,67	***								***					
P-4	4,67	***								***					
P-5	5,00	***								***					
P-6	3,67	***								***					
P-7	4,67	***								***					
P-8	5,00	***								***					
P-9	5,00	***								***					
P-10	3,67	***								***					
P-11	3,67	***								***					
P-12	4,33	***								***					
P-13	4,67	***								***					
P-14	3,33	***	***	***	***	***	***	***	***	***					
P-15	4,67	***								***					
P-16	4,67	***								***					
P-17	4,67	***								***					
T-1	5,00														
T-2	4,00														
T-3	4,67														
T-4	4,67														
T-5	4,67														
T-6	4,00														
T-7	4,67														
T-8	5,00														
T-9	3,67														
T-10	4,67														
T-11	5,00														
T-12	3,67														
T-13	4,00														
T-14	4,33														
T-15	4,33														
T-16	4,00														
T-17	5,00														
T-18	4,33														
T-19	4,00														
T-20	5,00														
T-21	5,00														
T-22	4,67														
T-23	4,33														
T-24	5,00														
T-25	5,00														

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

herança desta característica. A geração F_1 , que na realidade é como se fosse um retrocruzamento para o tipo mais ceroso, apresentou nota 3,67, muito próxima dos 3,75 esperados para um retrocruzamento na ausência de dominância. Se esta característica fosse controlada por apenas um par de genes com dominância incompleta, conforme relatado por Jones et al. (1944), pelo menos 50% das progênes deveriam ser altamente cerosas (nota 5). Provavelmente, associado a este gene que condiciona ausência de cera nas folhas, com dominância incompleta, devem existir outros genes complementares condicionando a intensidade da cerosidade nas folhas, proporcionando esta variação contínua nas observações, característica de herança quantitativa. No item estimativa dos parâmetros genéticos, tem-se a estimativa do coeficiente de herdabilidade para esta e as demais características avaliadas.

A maioria das progênes F_2 apresentaram notas superiores à geração F_1 , embora esta diferença não tenha sido significativa. O que pode ter ocorrido é que muitas plantas da geração F_1 com pouca cera nas folhas não conseguiram se perpetuar quando colocadas para florescer em campo aberto com precipitações elevadas. Nestas condições, a incidência de mancha púrpura (*Alternaria porri*) e míldio (*Peronospora destructor*) na haste floral geralmente são fatores limitantes à produção de sementes em plantas com pouca cera. Assim, muitas delas são eliminadas naturalmente, fazendo com que a cerosidade média das progênes F_2 seja superior à esperada na ausência de seleção natural ou artificial.

4.3.2. Coloração de bulbos

As médias das percentagens de bulbos roxos estão apresentadas no Quadro 11. Entre as cultivares padrões, somente IPA 10 apresentou bulbos roxos, conforme esperado.

Metade dos bulbos da geração F_1 foram arroxeados, mostrando que a combinação das cultivares ‘Pira Ouro’, ‘Valenciana’ e ‘Crioula’, todas com bulbos amarelos, resulta no aparecimento de bulbos “atípicos”, provavelmente devido a ação de fatores genéticos epistáticos controlando esta característica. A ocorrência de epistasia na determinação da coloração de bulbos em cebola já foi relatada por Jones & Peterson (1952) com a população de cebola brasileira ‘Pera Baía’ (provavelmente ‘Baía Periforme’) em cruzamento com

QUADRO 11: Médias das percentagens de bulbos roxos e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996.

	Valor	Armada	Crioula Agroflora	Crioula Hortec	IPA 9	IPA 10	Pira Ouro	Régia	Serrana	Valencianita	F ₁	F ₃ Precoce	F ₂ Tardia	Média Precoces	Média Tardias
Armada	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Cr. Agroflora	0,00	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	***
Cr. Hortec	0,00	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	***
IPA 9	0,00	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	***
IPA 10	100,00	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
Pira Ouro	0,00	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	***
Régia	0,00	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	***
Serrana	0,00	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	***
Valencianita	0,00	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	***
F ₁	49,13	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
F ₃ Precoce	0,00	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
F ₂ Tardia	7,73	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
Média Precoces	0,00	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	***
Média Tardias	11,63	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
T-1	7,83	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
T-2	0,00	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	...
T-3	7,81	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
T-4	40,14	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
T-5	46,99	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
T-6	5,88	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	...
T-7	0,00	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	...
T-8	12,64	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
T-9	5,31	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	...
T-10	5,33	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
T-11	0,00	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	...
T-12	3,03	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	...
T-13	11,79	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
T-14	20,80	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
T-15	7,88	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
T-16	4,16	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
T-17	15,63	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
T-18	40,61	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
T-19	15,07	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
T-20	1,33	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
T-21	8,65	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	...
T-22	0,00	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	...
T-23	2,99	...	...	...	...	***	...	...	...	...	***	...	***	...	...
T-24	13,36	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...
T-25	13,65	...	***	***	***	...	***	***	***	***	...	***	...	***	...

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

QUADRO 11: Médias das percentagens de bulbos roxos e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996.

Valor	Armada	Crioula Agrolora	Crioula Hortes	IPA 9	IPA 10	Pira Ouro	Régia	Serrana	Valencianita	F ₁	F ₂ Precoces	F ₂ Tardia	Média Precoces	Média Tardias
P-1	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-2	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-3	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-4	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-5	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-6	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-7	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-8	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-9	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-10	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-11	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-12	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-13	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-14	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-15	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-16	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-17	0,00	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

Valor	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12	T-13	T-14	T-15	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20	T-21	T-22	T-23	T-24	T-25
T-1	7,83	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-2	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-3	7,81	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-4	40,14	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-5	46,99	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-6	5,88	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-7	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-8	12,64	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-9	5,31	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-10	5,33	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-11	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-12	3,03	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-13	11,79	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-14	20,80	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-15	7,88	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-16	4,16	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-17	15,63	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-18	40,61	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-19	15,07	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-20	1,33	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-21	8,65	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-22	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-23	2,99	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-24	13,36	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-25	13,65	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

QUADRO 11: Médias das percentagens de bulbos roxos e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996.

	Valor	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12	T-13	T-14	T-15	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20	T-21	T-22	T-23	T-24	T-25
P-1	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-2	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-3	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-4	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-5	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-6	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-7	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-8	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-9	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-10	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-11	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-12	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-13	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-14	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-15	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-16	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-17	0,00	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

	Valor	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11	P-12	P-13	P-14	P-15	P-16	P-17
P-1	0,00																	
P-2	0,00																	
P-3	0,00																	
P-4	0,00																	
P-5	0,00																	
P-6	0,00																	
P-7	0,00																	
P-8	0,00																	
P-9	0,00																	
P-10	0,00																	
P-11	0,00																	
P-12	0,00																	
P-13	0,00																	
P-14	0,00																	
P-15	0,00																	
P-16	0,00																	
P-17	0,00																	

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

cultivares americanas, todas com bulbos amarelos, que resultou em híbridos F₁ com bulbos arroxeados. Considerando-se que a cultivar ‘Pira Ouro’ tem como progenitores ‘Baia Periforme’ e ‘Roxa do Barreiro’, estes fatores genéticos epistáticos devem estar presentes e interagiram com os genes de ‘Valenciana’, condicionando o fenótipo arroxeadado.

Entretanto, apenas com a eliminação de todos os bulbos arroxeados, externa e internamente, obteve-se progênes selecionadas para maturidade precoce (P-1 a P-17) sem bulbos arroxeados. Quando esta seleção contra bulbos arroxeados foi feita apenas externamente, sem corte dos bulbos, o que ocorreu na obtenção das progênes tardias (T-1 a T-25), apenas algumas progênes não apresentaram bulbos arroxeados, enquanto que outras apresentaram. Estes resultados demonstram a importância de se fazer seleção contra bulbos arroxeados também internamente, com o corte dos bulbos antes do plantio para produção de sementes.

Devido a provável natureza epistática no controle genético desta característica, não se pode afirmar que uma recombinação das progênes sem bulbos arroxeados resultará em uma nova população somente com bulbos amarelos.

4.3.3. Plantas improdutivas

As médias das percentagens de plantas improdutivas estão apresentadas no Quadro 12. Entre as cultivares, somente ‘Armada’, que é de dias longos, apresentou número significativo de plantas improdutivas, visto que o fotoperíodo e demais condições experimentais não foram suficientes para induzi-la a bulbificar.

Todas as progênes selecionadas para maturidade precoce não diferiram das cultivares adaptadas, mostrando que a seleção foi eficiente e a resposta imediata. Das 25 progênes tardias, 13 apresentaram uma percentagem de plantas improdutivas significativamente superior a todas as cultivares padrões adaptadas e 18 superior as cultivares com 0% de plantas improdutivas (‘IPA 10’, ‘Régia’ e ‘Serrana’). Consequentemente, pode-se concluir que estas progênes não são promissoras para a obtenção de uma nova população a ser utilizada como base em um programa de melhoramento de cebolas de dias curtos, pois não bulbificaram nem mesmo nas condições de

QUADRO 12: Médias das percentagens de plantas improdutivas e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996.

	Valor	Armada	Crioula Agroflora	Crioula Hortec	IPA 9	IPA 10	Pira Ouro	Régia	Serrana	Valencianita	F ₁	F ₂ Precoce	F ₂ Tardia	Média Precoces	Média Tardias
Armada	100,0														
Cr. Agroflora	1,0	***									***			***	***
Cr. Hortec	3,1	***													
IPA 9	1,0	***									***			***	***
IPA 10	0,0	***									***			***	***
Pira Ouro	1,0	***									***			***	***
Régia	0,0	***									***			***	***
Serrana	0,0	***									***			***	***
Valencianita	2,1	***									***			***	***
F ₁	38,3		***		***	***	***	***	***	***				***	
F ₂ Precoce	5,4	***				***		***	***						
F ₂ Tardia	25,0					***		***	***						
Média Precoces	2,2	***				***	***	***	***		***			***	
Média Tardias	27,3		***		***	***	***	***	***						
T-1	27,1	***	***		***	***	***	***	***						
T-2	15,7	***				***		***	***						
T-3	18,8	***				***	***	***	***					***	
T-4	42,7	***	***	***	***	***	***	***	***	***				***	
T-5	59,4	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***			***	
T-6	42,7	***	***	***	***	***	***	***	***	***				***	
T-7	33,3		***		***	***	***	***	***					***	
T-8	15,6	***				***		***	***						
T-9	31,3	***				***		***	***						
T-10	35,4		***		***	***	***	***	***	***					
T-11	13,6	***				***		***	***						
T-12	30,2		***		***	***	***	***	***	***					
T-13	59,5		***	***	***	***	***	***	***	***	***			***	
T-14	12,7	***				***		***	***						
T-15	30,2	***	***		***	***	***	***	***	***					
T-16	22,9		***		***	***	***	***	***						
T-17	26,1		***		***	***	***	***	***						
T-18	17,7	***				***		***	***						
T-19	23,5		***		***	***	***	***	***						
T-20	12,5	***				***		***	***						
T-21	18,7	***				***		***	***						
T-22	34,4		***		***	***	***	***	***	***				***	
T-23	26,4		***		***	***	***	***	***						
T-24	23,3				***	***	***	***	***						
T-25	8,1	***				***		***	***						

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

QUADRO 12: Médias das percentagens de plantas improdutivas e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996.

	Valor	Amada	Crioula Agroflora	Crioula Hortec	IPA 9	IPA 10	Pira Ouro	Régia	Serrana	Valencianita	F ₁	F ₂ Precoce	F ₂ Tardia	Media Precoces	Media Tardias
P-1	0.0	***									***				***
P-2	3.2	***									***				
P-3	2.1	***									***				
P-4	2.1	***									***				
P-5	2.1	***									***				***
P-6	5.2	***													
P-7	3.1	***													
P-8	6.2	***													
P-9	1.0	***									***				***
P-10	3.2	***													
P-11	0.0	***									***				***
P-12	1.0	***									***				***
P-13	2.1	***									***				
P-14	2.1	***									***				
P-15	0.0	***									***				***
P-16	2.2	***									***				***
P-17	2.1	***									***				
T-1	27.1														
T-2	15.7														
T-3	18.8														
T-4	42.7														
T-5	59.4														***
T-6	42.7														
T-7	33.3														
T-8	15.6														
T-9	31.3														
T-10	35.4														
T-11	13.6														
T-12	30.2														
T-13	59.5														***
T-14	12.7														
T-15	30.2														
T-16	22.9														
T-17	26.1														
T-18	17.7														
T-19	23.5														
T-20	12.5														
T-21	18.7														
T-22	34.4														
T-23	26.4														
T-24	23.3														
T-25	8.1														

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

QUADRO 12: Médias das percentagens de plantas improdutivas e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996.

	Valor	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12	T-13	T-14	T-15	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20	T-21	T-22	T-23	T-24	T-25
P-1	0,0	***		***	***	***	***	***		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-2	3,2				***	***	***							***		***							***			
P-3	2,1				***	***	***						***	***		***							***			
P-4	2,1				***	***	***	***					***	***		***							***			
P-5	2,1				***	***	***	***					***	***		***							***			
P-6	5,2		***		***	***	***	***					***	***		***							***			
P-7	3,1				***	***	***						***	***		***							***			
P-8	6,2					***	***	***					***	***		***							***			
P-9	1,0		***		***	***	***	***					***	***		***							***			
P-10	3,2				***	***	***	***					***	***		***							***			
P-11	0,0		***		***	***	***	***		***			***	***		***						***				
P-12	1,0		***	***	***	***	***	***					***	***		***						***				
P-13	2,1				***	***	***	***					***	***		***							***			
P-14	2,1				***	***	***	***					***	***		***							***			
P-15	0,0				***	***	***	***		***			***	***		***						***				
P-16	2,2		***		***	***	***	***					***	***		***						***				
P-17	2,1				***	***	***	***					***	***		***						***				
	Valor	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11	P-12	P-13	P-14	P-15	P-16	P-17								
P-1	0,0																									
P-2	3,2																									
P-3	2,1																									
P-4	2,1																									
P-5	2,1																									
P-6	5,2																									
P-7	3,1																									
P-8	6,2																									
P-9	1,0																									
P-10	3,2																									
P-11	0,0																									
P-12	1,0																									
P-13	2,1																									
P-14	2,1																									
P-15	0,0																									
P-16	2,2																									
P-17	2,1																									

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

fotoperíodo e temperatura máximos para a região de Piracicaba. Mesmo as plantas, destas progênes, que bulbificaram devem apresentar elevado potencial, ao se recombinarem, de segregar plantas não adaptadas. Por outro lado, estes dados demonstram que a seleção divergente para bulbificação foi efetiva, ou seja, plantas que não bulbificaram no ciclo anterior, geraram progênes com menor adaptação.

4.3.4. Peso de bulbo

As médias de peso de bulbo estão apresentadas no Quadro 13. Entre as cultivares, ‘Valencianita’ se destacou, sendo significativamente superior às demais. Considerando-se que esta cultivar pertence ao mesmo grupo de Texas Grano, este resultado já era esperado, pois Texas Grano é utilizada no sistema de cultivo de verão desde 1962 pelos produtores da região de São José do Rio Pardo (Costa, 1978). Deve-se ressaltar, também, que o cultivo em ambiente protegido reduz sensivelmente a incidência de doenças foliares que poderiam prejudicar esta cultivar que apresenta baixo nível de cera. Assim, a cultivar Valencianita pôde expressar seu potencial genético, o que, provavelmente, não ocorreria em condições de cultivo a campo aberto, com elevada precipitação prevalescente nesta época do ano.

Entre as progênes, destacaram-se algumas tardias (T-6, T-24 e T-16) como as de maior peso de bulbo. As progênes selecionadas para maturidade tardia são as que devem apresentar maior fotoperíodo crítico para bulbificar, tanto que nem todas as plantas bulbificaram. Por isto, tem a oportunidade de formar uma área foliar superior em relação às precoces antes de iniciarem a bulbificação e, assim, produzem bulbos maiores.

As gerações F_1 e F_2 , principalmente a selecionada para maturidade tardia, também se destacaram quando comparadas às cultivares nacionais, provavelmente pelos mesmos motivos apresentados no parágrafo anterior. A heterose também pode ter contribuído para a obtenção de bulbos mais pesados, visto que a geração F_1 apresentou bulbos pouco mais pesados que as gerações F_2 ’s, entretanto esta diferença não foi significativa.

Quanto as progênes selecionadas para maturidade precoce, destacaram-se as progênes P-6, P-10, P-11 e P-14, com peso de bulbos superior a todas as cultivares padrões adaptadas ao cultivo em São Paulo e às Crioulas, só não sendo superiores às cultivares

QUADRO 13: Médias de peso de bulbo (g) e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996.

	Valor	Armada	Crioula Agroflora	Crioula Hortec	IPA 9	IPA 10	Pira Ouro	Régia	Serrana	Valencianita	F ₁	F ₂ Precoce	F ₂ Tardia	Média Precoces	Média Tardias
Armada	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Cr. Agroflora	1,72	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Cr. Hortec	3,22	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
IPA 9	4,49	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
IPA 10	4,42	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Pira Ouro	2,91	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Régia	2,14	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Serrana	1,27	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Valencianita	9,52	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
F ₁	7,93	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
F ₂ Precoce	5,77	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
F ₂ Tardia	7,62	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Média Precoces	5,63	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Média Tardias	7,68	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-1	5,93	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-2	8,12	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-3	7,17	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-4	8,9	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-5	8,62	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-6	9,41	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-7	8,52	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-8	7,00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-9	6,80	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-10	6,51	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-11	7,86	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-12	7,17	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-13	6,67	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-14	7,99	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-15	5,73	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-16	10,14	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-17	6,38	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-18	8,29	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-19	7,34	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-20	7,60	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-21	7,29	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-22	6,83	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-23	8,76	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-24	10,69	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-25	6,32	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

QUADRO 13: Médias de peso de bulbo (g) e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996.

Valor	Armada	Crioula Agroflora	Crioula Hortec	IPA 9	IPA 10	Pira ●uro	Régia	Serrana	Valencianita	F ₁	F ₂ Precoce	F ₂ Tardia	Média Precozes	Média Tardias
P-1	4,15								***	***				
P-2	4,71								***	***				
P-3	5,23							***	***	***				
P-4	5,49	***						***	***	***				
P-5	5,38					***		***	***	***				
P-6	6,66	***					***	***	***	***				
P-7	5,28							***	***	***				
P-8	5,17							***	***	***				
P-9	4,84								***	***				
P-10	7,89	***	***			***	***	***						
P-11	7,42	***	***			***	***	***						
P-12	4,39								***	***				
P-13	6,32	***				***	***	***						
P-14	7,81	***	***			***	***	***						
P-15	4,81								***	***				
P-16	4,47								***	***				
P-17	5,57	***						***	***	***				
T-1	5,93													
T-2	8,12													
T-3	7,17													
T-4	8,9													
T-5	8,62													
T-6	9,41													
T-7	8,52													
T-8	7,00													
T-9	6,80													
T-10	6,51													
T-11	7,86													
T-12	7,17													
T-13	6,67													
T-14	7,99													
T-15	5,73								***	***				
T-16	10,14							***	***	***				
T-17	6,38								***	***				
T-18	8,29													
T-19	7,34													
T-20	7,60													
T-21	7,29													
T-22	6,83													
T-23	8,76													
T-24	10,69													
T-25	6,32													

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

QUADRO 13: Médias de peso de bulbo (g) e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996.

	Valor	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12	T-13	T-14	T-15	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20	T-21	T-22	T-23	T-24	T-25
P-1	4.15	***			***	***	***	***				***					***		***					***		***
P-2	4.71		***		***	***	***					***					***								***	
P-3	5.23			***		***	***										***								***	
P-4	5.49				***	***	***										***								***	
P-5	5.38					***	***										***								***	
P-6	6.66																								***	
P-7	5.28						***										***								***	
P-8	5.17				***		***										***								***	
P-9	4.84				***	***	***										***							***		***
P-10	7.89																									
P-11	7.42		***			***	***	***									***		***					***		***
P-12	4.39				***	***	***										***							***		***
P-13	6.32																***									
P-14	7.81																									
P-15	4.81				***	***	***	***									***		***					***		***
P-16	4.47				***	***	***	***									***		***					***		***
P-17	5.57						***										***									***
P-1	Valor	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11	P-12	P-13	P-14	P-15	P-16	P-17								
P-2	4.15										***															
P-3	5.23																									
P-4	5.49																									
P-5	5.38																									
P-6	6.66																									
P-7	5.28																									
P-8	5.17																									
P-9	4.84																									
P-10	7.89																									
P-11	7.42	***																								
P-12	4.39																									
P-13	6.32																									
P-14	7.81																									
P-15	4.81																									
P-16	4.47																									
P-17	5.57																									

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

adaptadas à região Nordeste ('IPA 9' e 'IPA 10'). Estas duas últimas foram selecionadas em condições de fotoperíodo de cerca de 12 horas e temperatura elevada, condições mais próximas às deste experimento, por isto seu desempenho superior, na comparação com as progênes, ao das cultivares selecionadas em outras condições ambientais.

É importante ressaltar que plantas que recebem o estímulo para bulbificar precocemente, produzem bulbos pequenos (Austin, 1972). Assim, sementeiras em épocas com fotoperíodo e temperatura pouco menores, ou seja, sementeiras antecipadas, quando comparadas ao deste experimento, em outubro ou novembro, podem favorecer a produção de bulbos maiores.

4.3.5. Diâmetro de bulbo

As médias de diâmetro de bulbo estão apresentadas no Quadro 14. Os resultados obtidos são muito semelhantes aos de peso médio, entretanto maior número de diferenças significativas foram observadas, o que resalta ainda mais as observações feitas no item anterior. Todas as 25 progênes selecionadas para maturidade tardia produziram bulbos com maior diâmetro que as cultivares nacionais adaptadas ao cultivo no Estado de São Paulo e às Crioulas, com exceção de 'Crioula' da Hortec em relação a progênie T-15. Cinco das 17 progênes selecionadas para maturidade precoce (P-6, P-10, P-11, P-13 e P-14) também apresentaram diâmetro maior que as referidas cultivares. Todas as 17 progênes selecionadas para precocidade produziram bulbos com maior diâmetro que as cultivares 'Serrana' e 'Crioula' da Agroflora.

As considerações feitas no item peso de bulbos também são válidas para diâmetro, por isto não serão repetidas. Estes resultados semelhantes para estas duas características provavelmente são devidos as elevadas correlações fenotípica e genética entre elas, como será visto em 4.3.9.

QUADRO 14: Médias de diâmetro de bulbo (cm) e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996.

	Valor	Armada	Croula Agroflora	Croula Hortec	IPA 9	IPA 10	Pira Ouro	Régia	Serrana	Valencianita	F ₁	F ₂ Precoce	F ₂ Tardia	Média Precozes	Média Tardias
Armada	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Cr. Agroflora	1,25	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Cr. Hortec	1,55	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
IPA 9	1,73	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
IPA 10	1,97	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Pira Ouro	1,50	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Régia	1,42	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Serrana	1,18	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Valencianita	2,41	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
F ₁	2,23	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
F ₂ Precoce	1,91	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
F ₂ Tardia	2,16	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Média Precozes	1,92	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Média Tardias	2,18	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-1	1,99	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-2	2,16	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-3	2,18	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-4	2,20	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-5	2,27	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-6	2,32	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-7	2,31	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-8	2,16	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-9	2,07	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-10	2,10	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-11	2,25	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-12	2,08	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-13	2,12	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-14	2,27	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-15	1,88	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-16	2,42	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-17	2,03	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-18	2,29	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-19	2,22	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-20	2,17	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-21	2,14	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-22	2,08	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-23	2,23	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-24	2,54	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-25	2,01	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

QUADRO 14: Médias de diâmetro de bulbo (cm) e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3 Piracicaba-SP, 1996.

	Valor	Armada	Crioula Agroflora	Crioula Hortec	IP-A 9	IP-A 10	Pira Ouro	Régia	Serrana	Valencianita	F ₁	F ₂ Precoce	F ₂ Tardia	Média Precoces	Média Tardias
P-1	1.73	...	***						***	***	***				***
P-2	1.86	...	***						***	***	***				
P-3	1.85	...	***						***	***	***				
P-4	1.93	...	***					***	***	***	***				
P-5	1.85	...	***					***	***	***	***				
P-6	2.04	...	***	***			***	***	***	***	***				
P-7	1.87	...	***					***	***	***	***				
P-8	1.85	...	***					***	***	***	***				
P-9	1.80	...	***					***	***	***	***				
P-10	2.19	...	***	***	***		***	***	***	***	***				
P-11	2.15	...	***	***			***	***	***	***	***				
P-12	1.75	...	***					***	***	***	***				
P-13	2.06	...	***	***			***	***	***	***	***				
P-14	2.19	...	***	***	***		***	***	***	***	***				
P-15	1.88	...	***					***	***	***	***				
P-16	1.79	...	***					***	***	***	***				
P-17	1.92	...	***					***	***	***	***				

	Valor	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12	T-13	T-14	T-15	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20	T-21	T-22	T-23	T-24	T-25
T-1	1.99																									
T-2	2.16																									
T-3	2.18																									
T-4	2.20																									
T-5	2.27																									
T-6	2.32																									
T-7	2.31																									
T-8	2.16																									
T-9	2.07																									
T-10	2.10																									
T-11	2.25																									
T-12	2.08																									
T-13	2.12																									
T-14	2.27																									
T-15	1.88																									
T-16	2.42	***																								
T-17	2.03																									
T-18	2.29																									
T-19	2.22																									
T-20	2.17																									
T-21	2.14																									
T-22	2.08																									
T-23	2.23																									
T-24	2.54	***								***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-25	2.01																									

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

QUADRO 14: Médias de diâmetro de bulbo (cm) e comparações pelo teste de Tukey, Experimento 3, Piracicaba-SP, 1996.

	Valor	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12	T-13	T-14	T-15	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20	T-21	T-22	T-23	T-24	T-25
P-1	1,73			***	***	***	***	***				***			***		***	***	***	***	***			***		***
P-2	1,86						***					***			***		***	***	***						***	***
P-3	1,85						***	***									***	***	***						***	***
P-4	1,93																***	***	***						***	***
P-5	1,85						***	***									***	***	***						***	***
P-6	2,04						***	***									***	***	***						***	***
P-7	1,87						***	***									***	***	***						***	***
P-8	1,85						***	***									***	***	***						***	***
P-9	1,80					***	***	***				***			***		***	***	***						***	***
P-10	2,19																									
P-11	2,15											***			***		***	***	***						***	***
P-12	1,75			***	***	***	***	***							***		***	***	***						***	***
P-13	2,06																								***	***
P-14	2,19																									
P-15	1,88						***										***	***	***						***	***
P-16	1,79					***	***	***				***			***		***	***	***						***	***
P-17	1,92																									***
P-1	Valor	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11	P-12	P-13	P-14	P-15	P-16	P-17								
P-2	1,73										***				***											
P-3	1,86																									
P-4	1,85																									
P-5	1,93																									
P-6	1,85																									
P-7	2,04																									
P-8	1,87																									
P-9	1,85																									
P-10	2,19	***											***													
P-11	2,15																									
P-12	1,75															***										
P-13	2,06																									
P-14	2,19																									
P-15	1,88																									
P-16	1,79																									
P-17	1,92																									

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

4.3.6. Ciclo

As médias dos ciclos estão apresentadas no Quadro 15. Entre as cultivares a mais precoce foi 'Serrana', seguida de 'Régia', 'Pira Ouro' e 'Crioula' da Agroflora. 'IPA 9', 'IPA 10', 'Crioula' da Hortec e 'Valencianita' foram mais tardias que 'Serrana'. As gerações F₁, F₂ Tardia e a média das progênes tardias apresentaram ciclo maior que todas as cultivares precoces referenciais. A geração F₂ Precoce e a média das progênes precoces foram mais tardias que 'Serrana', 'Régia', 'Pira Ouro' e 'Crioula' da Agroflora. A média das progênes tardias e a geração F₂ Tardia diferiram da média das progênes precoces e da geração F₂ Precoce.

Todas as 25 progênes selecionadas para maturidade tardia apresentaram ciclo mais longo que as cultivares padrões avaliadas, com exceção da progênie T-25 que não diferiu das cultivares 'Crioula' da Hortec e 'Valencianita'. A única progênie selecionada para maturidade tardia que não apresentou ciclo significativamente superior a das progênes precoces foi a T-25.

Entre as progênes selecionadas para maturidade precoce a P-16 foi a que mais se destacou, pois apresentou ciclo igual a todas as cultivares precoces padrões, com exceção de 'Serrana'.

Por estes resultados conclui-se que a seleção divergente para maturidade tardia ou precoce foi eficiente, sendo que as plantas que não bulbificaram no ciclo anterior (plantas F₁) realmente originaram progênes tardias e as que bulbificaram originaram progênes mais precoces. Sob condições de fotoperíodo e temperatura acima do crítico o ciclo é muito reduzido (Austin, 1972). Por isto, provavelmente se tivesse sido feita a semeadura em uma época com fotoperíodo menor, as diferenças deveriam ser mais acentuadas.

Obteve-se progênes tão precoces quanto a maioria das cultivares padrões, e com maiores peso e diâmetro de bulbo, mostrando o potencial desta população para obtenção de novas populações ou cultivares tão adaptadas e com maior potencial produtivo que as existentes no mercado.

Foi feita esta associação entre ciclo e adaptação, pois, segundo Magruder & Allard (1937) a precocidade em cebola depende da capacidade de iniciar a bulbificação em

QUADRO 15: Médias de ciclo (dias) e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996.

	Valor	Armada	Crioula Agroflora	Crioula Hortec	IPA 9	IPA 10	Pira Ouro	Regia	Serrana	Valencianita	F ₁	F ₂ Precoce	F ₂ Tardia	Média Precoces	Média Tardias
Armada	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Cr. Agroflora	55,66	...	...	***	...	...	...	...	...	***	***	***	***	***	***
Cr. Hortec	70,58	...	***	...	...	...	...	***	***	...	***	***	***	***	***
IPA 9	65,76	...	...	...	...	...	...	...	***	...	***	***	***	***	***
IPA 10	67,25	...	...	...	...	...	...	...	***	...	***	***	***	***	***
Pira Ouro	60,11	...	...	...	...	...	...	...	...	...	***	***	***	***	***
Regia	54,12	...	...	***	...	...	...	...	...	***	***	***	***	***	***
Serrana	49,00	...	...	***	...	...	...	...	...	***	***	***	***	***	***
Valencianita	73,81	...	***	...	***	...	...	***	***	...	***	***	***	***	***
F ₁	98,09	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
F ₂ Precoce	75,49	...	***	...	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***
F ₂ Tardia	90,64	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Média Precoces	75,86	...	***	...	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Média Tardias	94,62	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-1	91,54	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-2	98,76	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-3	90,41	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-4	101,70	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-5	103,00	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-6	100,25	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-7	97,96	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-8	89,70	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-9	95,70	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-10	96,97	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-11	93,48	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-12	91,63	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-13	103,00	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-14	88,90	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-15	88,75	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-16	97,06	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-17	90,31	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-18	93,14	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-19	93,34	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-20	91,54	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-21	87,78	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-22	96,12	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-23	98,85	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-24	100,54	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-25	85,03	...	***	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

QUADRO 15: Médias de ciclo (dias) e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3, Piracicaba-SP, 1996.

Valor	Amada	Crioula Agroflora	Crioula Hortez	IPA 9	IPA 10	Pira Ouro	Régia	Serrana	Valencianita	F ₁	F ₂ Precoce	F ₂ Tardia	Média Precozes	Média Tardias
P-1	69,81	...	...	...	...	...	...	...	...	***	***	***	***	***
P-2	74,16	***	***	...	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***
P-3	73,39	***	***	...	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***
P-4	74,28	***	***	...	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***
P-5	72,28	***	***	...	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***
P-6	77,78	***	***	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-7	82,04	***	***	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-8	78,47	***	***	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-9	77,27	***	***	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-10	80,48	***	***	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-11	80,63	***	***	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-12	68,77	...	...	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-13	78,68	***	***	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-14	82,94	***	***	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-15	71,39	***	***	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-16	66,87	...	...	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-17	80,13	***	***	...	...	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-1	91,54	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-2	98,76	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-3	90,41	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-4	101,70	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-5	103,00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-6	100,25	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-7	97,96	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-8	89,70	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-9	95,70	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-10	96,97	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-11	93,48	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-12	91,63	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-13	103,00	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-14	88,90	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-15	88,75	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-16	97,06	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-17	90,31	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-18	93,14	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-19	93,34	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-20	91,54	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-21	87,78	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-22	96,12	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-23	98,85	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-24	100,54	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
T-25	85,03	***	***	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

QUADRO 15: Médias de ciclo (dias) e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996.

	Valor	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12	T-13	T-14	T-15	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20	T-21	T-22	T-23	T-24	T-25
P-1	69,81	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-2	74,16	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-3	73,39	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-4	74,28	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-5	72,28	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-6	77,78	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-7	82,04	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-8	78,47	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-9	77,27	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-10	80,48	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-11	80,63	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-12	68,77	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-13	78,68	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-14	82,94	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-15	71,39	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-16	66,87	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-17	80,13	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

	Valor	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11	P-12	P-13	P-14	P-15	P-16	P-17
P-1	69,81																	
P-2	74,16																	
P-3	73,39																	
P-4	74,28																	
P-5	72,28																	
P-6	77,78																	
P-7	82,04																	
P-8	78,47																	
P-9	77,27																	
P-10	80,48																	
P-11	80,63																	
P-12	68,77																	
P-13	78,68																	
P-14	82,94																	
P-15	71,39																	
P-16	66,87																	
P-17	80,13																	

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

fotoperíodo reduzido e de desenvolver rapidamente o bulbo após ter sido atingido o fotoperíodo crítico. Por outro lado, a maturação tardia depende da maior necessidade em fotoperíodo e da baixa velocidade de desenvolvimento do bulbo sob fotoperíodo superior ao mínimo.

4.3.7. Bulbificação

As médias das notas de bulbificação estão apresentadas no Quadro 16. As cultivares que apresentaram menores notas, ou seja, estágio mais avançado de bulbificação, foram as mesmas que apresentaram ciclos menores: ‘Serrana’, ‘Régia’, ‘Pira Ouro’ e ‘Crioula’ da Agroflora. As gerações F_1 , F_2 Tardia e a média das progênes tardias não diferiram da cultivar de dias longos ‘Armada’ e apresentaram notas significativamente superiores as de todas as cultivares de dias curtos. Assim como em ciclo, a geração F_2 Precoce e a média das progênes precoces apresentaram notas superiores a ‘Serrana’, ‘Régia’, ‘Pira Ouro’ e ‘Crioula’ da Agroflora. Também a média das progênes tardias e a geração F_2 Tardia diferiram da média das progênes precoces e da geração F_2 Precoce, mostrando que houve resposta à seleção divergente para maturidade, e que esta já pode ser avaliada antes de se completar a bulbificação.

Todas as 25 progênes selecionadas para maturidade tardia apresentaram notas de bulbificação superior a de todas as cultivares padrões nacionais. A maioria delas (19 progênes) não diferiu da cultivar de dias longos ‘Armada’, mostrando o quanto não estavam adaptadas. Três (T-8, T-15 e T-25) não diferiram da média das progênes selecionadas para maturidade precoce, enquanto que quatro (T-5, T-6, T-13 e T-24) apresentaram notas significativamente superiores a todas as progênes precoces.

Entre as progênes selecionadas para maturidade precoce, a P-16 foi a que mais se destacou, pois apresentou nota igual a todas as cultivares precoces padrões, com exceção de ‘Serrana’. Por outro lado, a progênie P-10 apresentou nota superior a todas estas cultivares.

Os resultados semelhantes para as características nota de bulbificação e ciclo provavelmente são devidos as elevadas correlações fenotípica e genética entre elas, como será visto em 4.3.9.

QUADRO 16: Médias das notas de bulbificação e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996.

	Valor	Armada	Criciula Agrolora	Criciula Hortec	IPA 9	IPA 10	Pira Ouro	Regia	Serrana	Valencianita	F ₁	F ₂ Precoce	F ₂ Tardia	Média Precoces	Média Tardias
Armada	5.00		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Cr. Agrolora	1.82	***									***	***	***	***	***
Cr. Hortec	2.48	***						***	***		***	***	***	***	***
IPA 9	2.38	***						***	***		***	***	***	***	***
IPA 10	2.71	***					***	***	***		***	***	***	***	***
Pira Ouro	1.71	***								***	***	***	***	***	***
Regia	1.51	***		***						***	***	***	***	***	***
Serrana	1.10	***		***	***					***	***	***	***	***	***
Valencianita	2.89	***	***	***				***	***		***	***	***	***	***
F ₁	4.61	***	***	***	***	***	***	***	***		***	***	***	***	***
F ₂ Precoce	2.90	***	***	***			***	***	***		***	***	***	***	***
F ₂ Tardia	4.23	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Média Precoces	2.96	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Média Tardias	4.26		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-1	4.13		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-2	4.37		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-3	4.01		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-4	4.50	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-5	4.72		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-6	4.58		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-7	4.36		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-8	3.75	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-9	4.41		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-10	4.23		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-11	4.02		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-12	4.33	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-13	4.88		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-14	4.11		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-15	3.84	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-16	4.42		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-17	4.03	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-18	4.16		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-19	4.26		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-20	4.36		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-21	4.13		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-22	4.31		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-23	4.27		***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-24	4.66	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
T-25	3.70	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

QUADRO 16: Médias das notas de bulbificação e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996.

	Valor	Armada	Crioula Agroflora	Crioula Hortec	IPA 9	IPA 10	Pira Ouro	Régia	Serrana	Valencianita	F ₁	F ₂ Precoco	F ₃ Tardia	Média Precoces	T-24	Média Tardias
P-1	2,56	***						***	***		***		***			***
P-2	2,80	***	***				***	***	***		***		***			***
P-3	2,78	***	***				***	***	***		***		***			***
P-4	2,71	***					***	***	***		***		***			***
P-5	2,77	***	***				***	***	***		***		***			***
P-6	3,16	***	***				***	***	***		***		***			***
P-7	3,36	***	***		***		***	***	***		***		***			***
P-8	3,13	***	***				***	***	***		***		***			***
P-9	2,99	***	***				***	***	***		***		***			***
P-10	3,65	***	***	***		***	***	***	***		***		***			***
P-11	3,27	***	***				***	***	***		***		***			***
P-12	2,74	***	***				***	***	***		***		***			***
P-13	2,90	***	***				***	***	***		***		***			***
P-14	3,45	***	***	***			***	***	***		***		***			***
P-15	2,59	***	***		***		***	***	***		***		***			***
P-16	2,30	***						***	***		***		***			***
P-17	3,17	***	***				***	***	***		***		***			***
T-1	4,13															
T-2	4,37															
T-3	4,01															
T-4	4,50															
T-5	4,72				***											***
T-6	4,58															
T-7	4,36															
T-8	3,75		***					***							***	
T-9	4,41															
T-10	4,23															
T-11	4,02															
T-12	4,33															
T-13	4,88				***				***							***
T-14	4,11															
T-15	3,84							***								
T-16	4,42							***								
T-17	4,03															
T-18	4,16															
T-19	4,26															
T-20	4,36															
T-21	4,13															
T-22	4,31															
T-23	4,27															
T-24	4,66				***										***	***
T-25	3,70															

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

QUADRO 16: Médias das notas de bulbificação e comparações pelo teste de Tukey. Experimento 3. Piracicaba-SP, 1996.

Valor	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5	T-6	T-7	T-8	T-9	T-10	T-11	T-12	T-13	T-14	T-15	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20	T-21	T-22	T-23	T-24	T-25
P-1	2,56	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-2	2,80	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-3	2,78	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-4	2,71	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-5	2,77	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-6	3,16	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-7	3,36	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-8	3,13	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-9	2,99	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-10	3,65	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-11	3,27	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-12	2,74	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-13	2,90	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-14	3,45	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-15	2,59	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-16	2,30	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
P-17	3,17	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***

Valor	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	P-7	P-8	P-9	P-10	P-11	P-12	P-13	P-14	P-15	P-16	P-17
P-1	2,56									***							
P-2	2,80																
P-3	2,78									***							
P-4	2,71																
P-5	2,77																
P-6	3,16															***	
P-7	3,36																
P-8	3,13																
P-9	2,99																
P-10	3,65	***										***			***		
P-11	3,27		***										***		***		
P-12	2,74									***							
P-13	2,90																
P-14	3,45																
P-15	2,59																
P-16	2,30																
P-17	3,17						***							***			

*** Médias diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

4.3.8. Estimativas dos parâmetros genéticos

Os quadrados médios de resíduo e de progênes obtidos nas análises de variância somente com as progênes de meios irmãos da população [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)] e estimativas da variância de progênes, variância genética aditiva, coeficiente de herdabilidade no sentido restrito ao nível de médias e coeficiente de variação genética estão apresentados no Quadro 17.

QUADRO 17: Quadrados médios de resíduo (QMRes) e de progênes (QMProg) obtidos nas análises de variância somente com as progênes de meios irmãos da população [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)] e estimativas da variância de progênes (σ_p^2), variância genética aditiva (σ_A^2), coeficiente de herdabilidade no sentido restrito ao nível de médias (h_m^2) e coeficiente de variação genética (CV_g). Piracicaba-SP, 1996.

	QMRes	QMProg	σ_p^2	σ_A^2	h_m^2	CV_g (%)
Nota cera	0,21021	0,73642	0,1754	0,70161	0,7016	9,42
Bulbos roxos	24,9827	292,8904	89,3026	357,2103	0,9147	148,10
Plantas improdutivas	99,9916	779,6445	226,5510	906,2039	0,8717	87,31
Ciclo	20,2509	331,1591	103,6361	414,5443	0,9388	11,68
Nota bulbificação	0,0793	1,5154	0,4787	1,9149	0,9477	18,51
Peso de bulbo	1,3411	7,5310	2,0633	8,2533	0,8219	20,92
Diâmetro de bulbo	0,0176	0,1089	0,0304	0,1217	0,8384	8,40

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade calculados com as médias de progênes de meios irmãos apresentaram valores elevados, variando de 70,16% a 94,77%. Estes dados, isoladamente, indicam que a seleção entre progênes baseada na média destas deve resultar em ganhos expressivos para todas as características avaliadas.

Entretanto, o ganho esperado na seleção entre progênes para cera nas folhas não deve ser muito grande, pois, embora a herdabilidade seja elevada (70,16%), o coeficiente de variação genética estimado foi de apenas 9,42%. Isto significa que as progênes não

diferiram muito entre si, com médias variando de 3,33 a 5,00. Com esta pequena variabilidade o ganho com seleção também deve ser pequeno. Deve-se ressaltar que a provável seleção natural contra plantas com pouca cera nas folhas deve ter reduzido a variabilidade genética e pode ter sido responsável por uma subestimação da estimativa da variância genética aditiva nesta população e, consequentemente, da herdabilidade e do coeficiente de variação genética.

Diâmetro de bulbo apresentou as mesmas características, ou seja, elevada herdabilidade (83,84%) associada a baixo coeficiente de variação genética (8,40%). Comparando-se com os resultados obtidos por outros pesquisadores, as herdabilidades aqui estimadas foram muito superiores. McCollum (1968 e 1971) obteve estimativas de herdabilidade para diâmetro de bulbos variando de 0% a 27%, Buso (1978) de 24,34% e Candeia (1984) de 39,15%.

Para a característica ciclo, também obteve-se uma elevada estimativa de herdabilidade (93,88%) associada a um coeficiente de variação genética pouco maior que os anteriores (11,68%). A amplitude de variação entre as progênes precoces foi de 66,87 a 82,94 dias e para as tardias de 85,03 a 103,00 dias. Com estes dados pode-se concluir que o ganho esperado na seleção baseada nas médias das progênes deve ser superior ao das características discutidas anteriormente. Para efeito de comparação, Maluf et al. (1990) obtiveram uma estimativa de herdabilidade para ciclo de 72,5%. As mesmas considerações são válidas para a característica nota de bulbificação, que apresentou herdabilidade estimada em 94,77% e coeficiente de variação genética de 18,51%.

Quanto a percentagem de bulbos roxos, obteve-se estimativas elevadas para o coeficiente de herdabilidade (91,47%) e coeficiente de variação genética (148,10%). Apesar disto, o ganho esperado só será grande na seleção entre as progênes tardias. Para seleção somente entre as progênes precoces, que são as mais adaptadas, o ganho será nulo, pois todas apresentaram 100% de bulbos amarelos, ou seja, a variabilidade foi zero. Entretanto, esta metodologia de estimação não é recomendada quando há seleção das plantas que vão originar as progênes de meios irmãos, como ocorreu no presente trabalho. Além disto, o

coeficiente de herdabilidade no sentido restrito só deve ser estimado na ausência de epistasia, o que não deve ser o caso desta característica.

Para a característica percentagem de plantas improdutivas, à semelhança da percentagem de bulbos roxos, também obteve-se estimativas elevadas para herdabilidade (87,17%) e coeficiente de variação genética (87,31%). Entretanto, só deve-se obter ganho significativo na seleção entre as progênes tardias, onde se encontra a elevada variabilidade genética. Buso (1978) obteve estimativas de herdabilidades para percentagem de plantas improdutivas de 39,92% e 52,39%, enquanto Candeia (1984) obteve 65,25%, valores inferiores aos obtidos neste trabalho.

Obteve-se uma estimativa elevada para o coeficiente de herdabilidade para peso de bulbo (82,19%), associado a um coeficiente de variação genética mediano (20,92%). Por isto, espera-se um ganho na seleção para peso superior ao para diâmetro de bulbo que, apesar de apresentar herdabilidade semelhante (83,84%) teve uma menor variabilidade genética ($CV_g = 8,40\%$).

Comparando-se com os resultados obtidos por outros pesquisadores, a herdabilidade para peso de bulbo (82,19%) aqui estimada foi muito superior. McCollum (1966, 1968) obteve estimativas que variaram de 0% a 28%, Buso (1978) de 12% e 39%, Candeia (1984) de 44,49% e Maluf et al. (1990) de 25,6%.

Deve-se ressaltar, entretanto, que estas estimativas são específicas para cada população, metodologia de estimação, local e condições de cultivo estudados.

Provavelmente as elevadas estimativas dos coeficientes de herdabilidade encontradas neste trabalho devem-se a grande variabilidade genética da população utilizada, um híbrido triplo intervarietal envolvendo cultivares sem nenhum, ou pouco, parentesco, associada às condições de cultivo em ambiente protegido, com substrato, irrigação e fertilização uniformes, que reduzem o erro devido a variação ambiental. Portanto, elevada variabilidade genética, associada ao melhor controle ambiental, devem favorecer a obtenção de altos coeficientes de herdabilidade.

Em uma comparação mais detalhada com os resultados obtidos por Candeia (1984), que trabalhou com progênes de meios irmãos da cultivar Pira Tropical no cultivo de verão,

em campo aberto, estas considerações são reforçadas. Este pesquisador obteve um coeficiente de variação genética para peso de bulbo de apenas 6,33%, contra os 20,92% aqui obtidos e um coeficiente de variação experimental de 42,41%, contra 16,91% obtidos neste experimento. Quanto a herdabilidade, enquanto este pesquisador obteve uma estimativa de 44,49%, neste trabalho obteve-se 82,19%. O mesmo aconteceu com as outras duas características comuns aos dois trabalhos: diâmetro de bulbo e plantas improdutivas. Estas comparações foram feitas justamente para ressaltar o provável efeito da diferença de população e condições de cultivo entre os dois experimentos para estimação do coeficiente de herdabilidade, embora a metodologia para estimação tenha sido a mesma.

4.3.9. Estimativas das correlações fenotípica e genética aditiva

Os produtos médios de resíduo e de progênes obtidos nas análises de covariância somente com as progênes de meios irmãos da população [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)] e as estimativas das covariâncias de progênes, covariância genética aditiva, coeficientes de correlação fenotípica e genética aditiva de pares de caracteres relacionados à bulbificação e maturidade, estão apresentadas no Quadro 18.

Verifica-se que as correlações obtidas foram todas concordantes em seu nível de significância e também para sinal, isto é, positivas e significativas ao nível de 1% de probabilidade. O coeficiente de correlação varia de -1,00 a +1,00, estando, portanto, o valor de 1,0151, estimado para a correlação genética aditiva entre ciclo e nota de bulbificação, fora deste intervalo. Provavelmente deve ter sido resultado do acúmulo de pequenas diferenças de aproximação nos diversos cálculos preliminares necessários até a obtenção destas estimativas.

Considerando-se que as correlações obtidas são todas entre características relacionadas com adaptação e maturidade já esperava-se que fossem significativas e elevadas. Os elevados valores obtidos para os coeficientes de correlação tanto fenotípica (0,99) como genética aditiva (1,02) para as características ciclo x nota de bulbificação mostram que a seleção para ciclo pode ser realizada precocemente, avaliando-se o estágio de bulbificação quando esta já é visível para a maioria das progênes a serem avaliadas. A

QUADRO 18: Produtos médios de resíduo (PMRes) e de progênes (PMProg) obtidos nas análises de covariância somente com as progênes de meios irmãos da população [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)] e estimativas das covariâncias de progênes (cov_p), covariância genética aditiva (cov_A), coeficientes de correlação fenotípica (r_F) e genética aditiva (r_A) de pares de caracteres. Piracicaba-SP, 1996.

	PMRes	PMProg	cov_p	cov_A	r_F	r_A
Ciclo x Bulbif.	0.6524	22.1017	7.1450	28.5990	0.9866**	1.0151**
Ciclo x Peso	1.0109	40.1873	13.0588	52.2352	0.8047**	0.8930**
Ciclo x Diâmetro	0.1724	4.7819	1.5365	6.1460	0.7939**	0.8652**
Ciclo x Pl. improd.	15.0746	438.2357	141.0537	564.2149	0.8625**	0.9205**
Bulbif. x Peso	0.0596	2.7191	0.8865	3.5460	0.8049**	0.8863**
Bulbif. x Diâmetro	0.0085	0.3257	0.1058	0.4230	0.8018**	0.8761**
Bulbif. x Pl. improd.	0.6340	29.0033	9.4564	37.8256	0.8438**	0.9023**
Peso x Diâmetro	0.1439	0.8866	0.2476	0.9902	0.9761**	0.9879**
Peso x Pl. improd.	-1.95892	40.56461	14.1745	56.6981	0.5294**	0.6556**
Diâmetro x Pl. improd.	-0.2076	4.7510	1.6529	6.6115	0.5141**	0.6295**

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Bulbif. = nota de bulbificação

Pl. improd. = percentagem de plantas improdutivas

grande vantagem da avaliação pela nota de bulbificação é o fato de poder-se separar os materiais precoces dos tardios para receberem tratos culturais diferenciados no final do ciclo. Por exemplo, para “apurar” a coloração dos bulbos e melhorar a conservação pós-colheita, é necessário reduzir-se a intensidade e a quantidade de água na irrigação na fase final de maturação dos bulbos, o que ocorre alguns dias antes nos materiais precoces. Se as progênes precoces e tardias forem cultivadas conjuntamente, como ocorreu neste experimento, não é possível este trato diferenciado, dificultando a seleção para coloração da casca e prejudicando a conservação pós colheita dos bulbos nas progênes mais precoces. Estas correlações elevadas entre estas duas características ajudam a explicar as semelhanças

de resultados entre ciclo e nota de bulbificação em todas as comparações já realizadas até aqui.

Outro par de características em que se obteve elevadas estimativas de correlação fenotípica (0,98) e genética aditiva (0,99) foi peso e diâmetro de bulbos. Estes resultados concordam com os obtidos por McCollum (1971), que estimou correlações fenotípicas entre estas características sempre superiores a 0,9. Candeia (1984) também obteve valores elevados para os coeficientes de correlação fenotípica (0,89) e genética aditiva (0,82) entre peso e diâmetro transversal de bulbo.

Costa (1978) e Brewster et al. (1987) relataram alta associação entre percentagem de plantas improdutivas com maturidade tardia. Neste trabalho esta alta associação foi refletida nas elevadas estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (0,86) e genética aditiva (0,92) entre ciclo e percentagem de plantas improdutivas. Como as progênies ainda são geneticamente muito desuniformes, as plantas apresentam diferentes fotoperíodos críticos para bulbificar. Quanto mais tardia a progênie, maior deve ser seu fotoperíodo crítico médio, sendo que para algumas plantas este não deve ter sido alcançado, proporcionando a obtenção de plantas não bulbificadas.

Os menores valores obtidos para os coeficientes de correlação fenotípica e genética aditiva foram entre plantas improdutivas x peso e diâmetro de bulbo. Este resultado é interessante para o melhoramento, pois são características diretamente relacionadas com a produção total. Quanto maior o peso de bulbo e/ou menor a percentagem de plantas improdutivas, maior a produção total. Assim, esta menor correlação obtida mostra que é possível obter-se progênies com baixa percentagem de plantas improdutivas e grande peso, ou diâmetro, de bulbos.

Os elevados valores obtidos nas correlações entre ciclo x peso ou diâmetro de bulbos mostra a dificuldade de obter-se uma progênie precoce e com bulbos graúdos. Mesmo assim, obteve-se progênies precoces com bulbos maiores que os das testemunhas. Porém, as progênies que produziram os bulbos maiores foram tardias, e as precoces não tiveram o mesmo potencial destas.

4.4. Experimento 4: Avaliação de progênes de meios irmãos obtidas da população F₂ do cruzamento (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)

Os resultados das análises de variância para nota de cera nas folhas, percentagem de bulbos roxos, percentagem de plantas improdutivas, ciclo, nota de bulbificação, peso e diâmetro de bulbo estão apresentados no Quadro 19. Os quadrados médios para tratamentos foram significativos, pelo teste F, para todas as características, ao nível de 1% de probabilidade.

Quanto aos coeficientes de variação, foram relativamente baixos. Novamente o maior foi o obtido para percentagem de plantas improdutivas (23,16%), o que já havia sido observado por Zimmermann (1973), Buso (1978) e Candeia (1984), e também no experimento anterior, mostrando que esta deve ser uma característica de difícil controle experimental.

4.4.1. Cerosidade foliar

As médias das notas de cera nas folhas estão apresentadas no Quadro 20. Novamente constatou-se que todas as cultivares nacionais apresentaram-se altamente cerosas, enquanto que ‘Armada’ apresentou baixo índice de cera nas folhas. A seleção divergente para cerosidade nas folhas realizada em plantas da geração F₂ mostrou-se efetiva, visto que a geração F₃ com cera apresentou nota significativamente superior a da F₃ sem cera.

Quando se compara a média das progênes desta população segregante com a nota das progênes utilizadas no experimento 3 (Quadro 10), observa-se uma tendência desta última apresentar notas superiores. O provável motivo é que a população utilizada neste experimento deve apresentar menor quantidade de genes que conferem maior intensidade de cerosidade nas folhas, já que o híbrido simples original Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro não foi “retrocruzado” com uma cultivar cerosa (‘Crioula’), como na população estudada no experimento anterior.

Quadro 19: Quadrados médios obtidos nas análises de variância das características avaliadas no experimento com progênies de meios irmãos da população (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro) F₂, e respectivas significâncias pelo teste F. Piracicaba-SP, 1996.

	Quadrado Médio de Tratamentos	Quadrado Médio de Resíduo	C.V. (%)
Nota de Cera	2,55**	0,21	12,38
% Bulbos Roxos	0,060**	0,011	9,06
% Plantas Improdutivas	1,421**	0,182	23,16
Ciclo	233,7**	11,9	3,67
Peso de Bulbo	36,56**	10,10	19,26
Diâmetro de Bulbo	0,281**	0,056	8,04
Nota de Bulbificação	1,46**	0,10	7,05

** Significativo pelo teste F, ao nível de 1% de probabilidade

Das 30 progênies avaliadas, 20 não diferiram das testemunhas nacionais, sendo que seis receberam nota máxima (5,00). Apenas cinco (P-1, T-3, T-4, T-8 e T-13) não diferiram da cultivar Armada, que apresenta baixo índice de cera nas folhas.

Embora não se tenha observado diferença significativa, tanto a média das progênies precoces como a das tardias tiveram notas superiores à da geração F₂. Assim como no experimento anterior, algumas plantas com pouca cera nas folhas podem não ter deixado descendentes, pelas condições que favoreciam a incidência de mancha púrpura e mildio na fase de florescimento e produção de sementes, provocando esta tendência de pequeno aumento na cerosidade média com o avanço das gerações.

4.4.2. Coloração de bulbos

As médias das percentagens de bulbos roxos estão apresentadas no Quadro 20. Novamente as cultivares padrões não apresentaram bulbos roxos. A geração F₂ apresentou elevado índice de bulbos arroxeados (36,81%), enquanto que a geração F₃ (com e sem cera) e a média das progênies (tanto precoces como tardias) apresentaram índices bem menores,

QUADRO 20: Médias de notas de cera nas folhas, percentagem de bulbos arroxeados e percentagem de plantas improdutivas com respectivos testes de Tukey (5%). Experimento 4. ESALQ-USP, Piracicaba-SP, 1996.

Tratamento	Nota Cera		% Bul bos Arroxeados		% Plantas Improdutivas	
Armada	1,00	d	...		100,00	a
Crioula Agroflora	5,00	a	0,00	b	0,00	d
Crioula Hortec	5,00	a	0,00	b	0,00	d
IPA 9	5,00	a	0,00	b	0,00	d
Pira Ouro	5,00	a	0,00	b	0,00	d
Régia	5,00	a	0,00	b	0,00	d
Serrana	5,00	a	0,00	b	0,00	d
F2	3,00	bc	36,81	a	37,65	a b c
F3 sem cera	2,00	cd	11,67	a b	17,39	b c d
F3 com cera	4,50	a b	9,20	a b	6,44	b c d
Média Precoces	3,75	a b c	8,74	a b	5,40	b c d
Média Tardias	3,68	a b c	11,20	a b	18,83	a b c d
P-1	2,50	c d	0,00	b	4,55	c d
P-2	3,50	a b c	20,15	a b	20,00	a b c d
P-3	4,50	a b	2,63	a b	12,45	b c d
P-4	3,00	b c	0,00	b	0,00	d
P-5	3,50	a b c	21,14	a b	6,63	b c d
P-6	5,00	a	22,52	a b	1,93	c d
P-7	3,00	b c	6,93	a b	6,34	b c d
P-8	4,50	a b	0,00	b	0,00	d
P-9	4,50	a b	7,50	a b	0,00	d
P-10	3,50	a b c	6,52	a b		c d

QUADRO 20: Médias de notas de cera nas folhas, percentagem de bulbos arroxeados e percentagem de plantas improdutivas com respectivos testes de Tukey (5%). Experimento 4. ESALQ-USP, Piracicaba-SP, 1996.

Tratamento	Nota Cera		% Bulbos Arroxeados		% Plantas Improdutivas	
T-1	3,00	b c	9,01	a b	26,68	a b c d
T-2	5,00	a	9,92	a b	19,98	a b c d
T-3	2,50	c d	12,69	a b	21,58	a b c d
T-4	2,00	c d	10,44	a b	16,67	a b c d
T-5	5,00	a	2,08	a b	2,09	c d
T-6	3,50	a b c	7,49	a b	7,09	b c d
T-7	3,00	b c	34,09	a	49,45	a b
T-8	2,50	c d	15,56	a b	23,72	a b c d
T-9	4,50	a b	2,94	a b	19,51	a b c d
T-10	5,00	a	8,33	a b	27,92	a b c d
T-11	4,50	a b	27,56	a	25,15	a b c d
T-12	5,00	a	19,87	a b	32,96	a b c
T-13	2,50	c d	0,00	b	4,35	c d
T-14	3,50	a b c	9,31	a b	17,4	a b c d
T-15	5,00	a	23,19	a b	2,09	c d
T-16	3,00	b c	13,07	a b	4,17	c d
T-17	3,50	a b c	13,44	a b	0,00	d
T-18	3,50	a b c	0,00	b	22,77	a b c d
T-19	3,50	a b c	5,00	a b	48,69	a b
T-20	3,50	a b c	0,00	b	4,35	c d

mas que não diferiram estatisticamente da geração F_2 . Apenas três progênes precoces (P-1, P-4 e P-8) e três tardias (T-13, T-18 e T-20) não tiveram bulbos roxos, diferindo da geração F_2 da qual se originaram.

Este menor ganho na seleção contra bulbos arroxeados nesta população com origem biparental em relação a testada no experimento 3, de origem triparental, talvez possa ser explicada pelo “retrocruzamento” feito com uma cultivar sem bulbos roxos nesta última.

Novamente ressalta-se que devido a provável natureza epistática no controle genético desta característica, não se pode afirmar que uma recombinação das progênes sem bulbos arroxeados resultará em uma nova população com ausência desta característica.

4.4.3. Plantas improdutivas

As médias das percentagens de plantas improdutivas estão apresentadas no Quadro 20. Entre as cultivares padrões, somente ‘Armada’, que é de dias longos, apresentou plantas que não bulbificaram, visto que o fotoperíodo e demais condições experimentais não foram suficientes para induzi-la a bulbificar.

Embora os resultados não tenham sido tão explícitos em demonstrar eficiência da seleção para maturidade como no experimento anterior, observou-se que apenas três progênes, todas selecionadas para maturidade tardia (T-7, T-12 e T-19), apresentaram percentagem de plantas improdutivas superior às testemunhas adaptadas, enquanto que somente uma progênie selecionada para precocidade (P-2) e 13 progênes selecionadas para maturidade tardia não diferiram da testemunha de dias longos. Provavelmente, em um programa de melhoramento de cebola de dias curtos, estas progênes que não diferiram da testemunha de dias longos deveriam ser descartadas, pois não bulbificaram nem mesmo nas condições de fotoperíodo e temperatura máximas para a região de Piracicaba. Esta pequena adaptabilidade da maioria das progênes deve-se ao fato de terem sido obtidas de uma população que tem em sua genealogia a cultivar Valenciana Sintética 14, que é de dias longos e, portanto, não bulbifica nas condições ambientais das regiões tropicais e subtropicais. Assim, mesmo as plantas, destas progênes, que bulbificaram devem apresentar elevado potencial, ao se recombinarem, de segregar para plantas não adaptadas.

4.4.4. Peso de bulbo

As médias de peso de bulbo estão apresentadas no Quadro 21. Todas as progênes tiveram peso igual ou superior as testemunhas, mostrando o alto potencial produtivo destas. Seis progênes selecionadas para precocidade e 13 selecionadas para maturidade tardia foram superiores a testemunha Serrana, e apenas três (P-4, T-18 e T-19) diferiram das três cultivares recomendadas para o Estado de São Paulo ('Serrana', 'Régia' e 'Pira Ouro').

O fator cera nas folhas não foi decisivo na discriminação dos materiais quanto a sua capacidade de produzir bulbos graúdos, pois no cultivo em ambiente protegido há sensível redução na incidência de doenças foliares, mesmo na ausência de cera nas folhas. Assim, qualquer material, com ou sem cera nas folhas, pôde expressar seu potencial genético de crescimento de bulbos, e as populações F_3 com e sem cera não diferiram entre si.

Ao contrário do experimento anterior, não houve diferença entre as progênes precoces e tardias para esta característica. Como também não houve diferença nem de ciclo (como será visto no item 4.4.6), nem de plantas improdutivas entre a média das progênes precoces e tardias, supõe-se que elas não devem diferir muito no fotoperíodo crítico entre si, embora este deva ser superior ao das testemunhas de dias curtos.

4.4.5. Diâmetro de bulbo

As médias de diâmetro de bulbo estão apresentadas no Quadro 21. Todas as progênes tiveram diâmetro igual ou superior às testemunhas, mostrando o alto potencial produtivo destas. Entretanto, um maior número de progênes, quando comparado com a característica peso de bulbo, produziram bulbos maiores que as três cultivares adaptadas para o Estado de São Paulo, sendo duas selecionadas para maturidade precoce (P-4 e P-10) e sete para tardia (T-1, T-2, T-3, T-7, T-8, T-10 e T-18). Estes resultados demonstraram a maior capacidade discriminativa entre os materiais com a utilização desta característica, quando comparada ao peso médio.

As considerações feitas no item peso de bulbos também são válidas para diâmetro, por isto não serão repetidas.

QUADRO 21: Médias de peso (g) e diâmetro (cm) de bulbos com respectivos testes de Tukey (5%). Experimento 4. ESALQ-USP, Piracicaba-SP, 1996.

Tratamento	Peso Médio		Diâmetro Médio	
Armada	...		...	
Crioula Agroflora	11,46	a b c	2,59	a b c d
Crioula Hortec	11,43	a b c	2,52	b c d e
IPA 9	12,23	a b c	2,57	a b c d
Pira Ouro	7,57	b c	2,05	d e
Régia	7,24	b c	2,19	c d e
Serrana	3,19	c	1,56	e
F2	19,03	a b	3,17	a b c
F3 sem cera	18,61	a b	3,11	a b c
F3 com cera	15,46	a b c	2,96	a b c d
Média Precoces	17,63	a b	3,02	a b c d
Média Tardias	17,92	a b	3,10	a b c
P-1	19,89	a b	3,13	a b c
P-2	17,49	a b	3,04	a b c d
P-3	16,18	a b c	2,91	a b c d
P-4	24,80	a	3,52	a
P-5	14,64	a b c	2,79	a b c d
P-6	14,61	a b c	2,82	a b c d
P-7	16,70	a b	3,01	a b c d
P-8	19,54	a b	3,07	a b c
P-9	13,41	a b c	2,70	a b c d
P-10	19,02	a b	3,22	a b

QUADRO 21: Médias de peso (g) e diâmetro (cm) de bulbos com respectivos testes de Tukey (5%). Experimento 4. ESALQ-USP, Piracicaba-SP, 1996.

Tratamento	Peso Médio		Diâmetro Médio	
T-1	20,18	a b	3,22	a b
T-2	19,27	a b	3,23	a b
T-3	20,04	a b	3,24	a b
T-4	15,49	a b c	3,02	a b c d
T-5	13,82	a b c	2,85	a b c d
T-6	13,11	a b c	2,75	a b c d
T-7	20,19	a b	3,43	a b
T-8	20,56	a b	3,38	a b
T-9	19,10	a b	3,15	a b c
T-10	20,41	a b	3,24	a b
T-11	19,51	a b	3,16	a b c
T-12	15,49	a b c	2,92	a b c d
T-13	13,14	a b c	2,79	a b c d
T-14	17,24	a b	2,99	a b c d
T-15	16,09	a b c	3,03	a b c d
T-16	19,73	a b	3,12	a b c
T-17	14,80	a b c	2,86	a b c d
T-18	21,73	a	3,37	a b
T-19	21,06	a	3,18	a b c
T-20	17,56	a b	3,06	a b c

4.4.6. Ciclo

As médias dos ciclos estão apresentadas no Quadro 22. As cultivares padrões tiveram comportamento bem definido, possibilitando separá-las em ordem crescente de ciclo, sendo as adaptadas ao Estado de São Paulo ('Serrana', 'Régia' e 'Pira Ouro') as mais precoces e as demais ('IPA 9' e as 'Crioulas') mais tardias. Todas as progênes apresentaram ciclo superior às testemunhas adaptadas ao Estado de São Paulo, mostrando que ainda devem ser selecionadas para esta característica, a fim de obter-se uma cultivar com ciclo compatível às exigências do mercado. Nesta população, a seleção para maturidade não se mostrou eficiente, pois nenhuma progênie selecionada para maturidade precoce diferiu da geração F_2 da qual foram selecionadas e apenas uma progênie precoce (P-9) apresentou ciclo menor que sete das 20 progênes selecionadas para maturidade tardia.

4.4.7. Bulbificação

As médias das notas de bulbificação estão apresentadas no Quadro 22. Os resultados foram muito semelhantes aos obtidos com ciclo, ou seja, os materiais com maior nota de bulbificação foram os que apresentaram maior ciclo. Novamente todas as progênes tiveram desempenho inferior às testemunhas adaptadas ao Estado de São Paulo, confirmando a pequena eficiência da seleção para maturidade nesta população. Considerando-se somente as progênes não se obteve diferença significativa entre nenhuma delas.

4.4.8. Estimativas dos parâmetros genéticos

Os quadrados médios de resíduo e de progênes obtidos nas análises de variância somente com as progênes de meios irmãos da população (Pira Ouro $\times$ Valenciana Sintética 14) F_2 e estimativas da variância de progênes, variância genética aditiva, coeficiente de herdabilidade no sentido restrito ao nível de médias e coeficiente de variação genética estão apresentados no Quadro 23.

QUADRO 22: Médias de notas de bulbificação e ciclo (dias) com respectivos testes de Tukey (5%). Experimento 4. ESALQ-USP, Piracicaba-SP, 1996.

Tratamento	Nota de Bulbificação		Ciclo	
Armada	5,000	a	...	
Crioula Agroflora	3,655	b c d	84,48	c d
Crioula Hortec	3,565	c d e	88,31	b c d
IPA 9	3,470	d e	80,12	d e
Pira Ouro	2,260	e f	68,42	e f
Régia	2,130	f	63,30	f g
Serrana	1,165	f	53,77	g
F2	4,980	a b	103,00	a
F3 sem cera	4,870	a b c	100,50	a b
F3 com cera	4,630	a b c d	95,10	a b c
Média Precoces	4,494	a b c d	94,07	a b c d
Média Tardias	4,903	a b	99,35	a b
P-1	4,580	a b c d	95,09	a b c
P-2	4,690	a b c d	98,80	a b c
P-3	4,850	a b c	96,84	a b c
P-4	4,625	a b c d	93,00	a b c d
P-5	4,960	a b	101,00	a b
P-6	4,275	a b c d	89,41	a b c d
P-7	4,560	a b c d	94,91	a b c
P-8	4,155	a b c d	89,77	a b c d
P-9	3,735	a b c d	86,71	b c d
P-10	4,505	a b c d	95,18	a b c

QUADRO 22: Médias de notas de bulbificação e ciclo (dias) com respectivos testes de Tukey (5%). Experimento 4. ESALQ-USP, Piracicaba-SP, 1996.

Tratamento	Nota de Bulbificação		Ciclo	
T-1	5,000	a	100,90	a b
T-2	4,895	a b c	98,42	a b c
T-3	5,000	a	103,00	a
T-4	5,000	a	100,50	a b
T-5	4,500	a b c d	95,19	a b c
T-6	4,960	a b	97,01	a b c
T-7	4,950	a b	103,00	a
T-8	5,000	a	103,00	a
T-9	4,955	a b	103,00	a
T-10	4,955	a b	103,00	a
T-11	4,970	a b	100,96	a b
T-12	4,975	a b	98,70	a b c
T-13	4,940	a b	96,50	a b c
T-14	4,905	a b	99,29	a b
T-15	4,520	a b c d	91,32	a b c d
T-16	4,960	a b	97,53	a b c
T-17	4,850	a b c	94,74	a b c
T-18	5,000	a	103,00	a
T-19	5,000	a	103,00	a
T-20	4,730	a b c d	94,97	a b c

QUADRO 23: Quadrados médios de resíduo (QMRes) e de progênes (QMProg) obtidos nas análises de variância somente com as progênes de meios irmãos da população (Pira Ouro x Valenciana Sintética 14) F₂ e estimativas da variância de progênes (σ^2_p), variância genética aditiva (σ^2_A), coeficiente de herdabilidade no sentido restrito ao nível de médias (h^2_m) e coeficiente de variação genética (CV_g). Piracicaba-SP, 1996.

	QMRes	QMProg	σ^2_p	σ^2_A	h^2_m	CV _g (%)
Nota cera	0,2897	1,7103	0,7103	2,8414	0,8306	22,78
Bulbos roxos	64,15	167,53	51,69	206,76	0,6171	69,27
Plantas improdutivas	52,10	377,18	162,54	650,16	0,8619	89,46
Ciclo	10,599	41,553	15,48	61,91	0,7449	4,03
Nota bulbificação	0,0880	0,1857	0,0489	0,1955	0,5263	4,64
Peso médio	12,333	17,323	2,4950	9,9799	0,2881	8,86
Diâmetro médio	0,0529	0,0891	0,0181	0,0725	0,4065	4,38

O ganho com seleção contra plantas improdutivas deve ser o maior entre todas as características avaliadas, por ter tido a maior estimativa de herdabilidade (86,19%), associada a maior variabilidade genética (CV_g = 89,46%).

Para cerosidade nas folhas também obteve-se uma estimativa de herdabilidade elevada (83,06%) e uma variabilidade genética considerável (CV_g = 22,78%), o que também significa potencialidade de elevados ganhos com a seleção das melhores progênes para se aumentar o nível de cera nas folhas, principalmente quando se compara com a população utilizada no experimento 3. Entretanto, deve-se ressaltar, novamente, que a provável seleção natural contra plantas com pouca cera nas folhas deve ter reduzido a variabilidade genética, levando a uma subestimação da variância genética aditiva nesta população e, consequentemente, da herdabilidade e do coeficiente de variação genética.

Outra característica que deve apresentar substanciais ganhos com a seleção das melhores progênes é percentagem de bulbos roxos, pois apresentou herdabilidade

relativamente elevada (61,71%), associada a um elevado coeficiente de variação genética (69,27%). Entretanto, conforme já salientado, estas estimativas estão sujeitas a um erro de metodologia, pois não deveria haver seleção de plantas para obtenção das progênes de meios irmãos, nem presença de genes com ação epistática na herança da característica, na população base.

Quanto a ciclo, a herdabilidade estimada foi elevada (74,49%) e a variabilidade foi pequena ($CV_g = 4,03\%$), sendo que todas as progênes avaliadas tiveram ciclo superior as cultivares adaptadas ao cultivo no Estado de São Paulo. Estes resultados demonstram a pequena potencialidade destas progênes para obtenção de uma cultivar ou população com precocidade desejada, a curto prazo, quando comparado a população utilizada no experimento 3. Considerações semelhantes podem ser feitas para nota de bulbificação, apenas que esta apresentou herdabilidade menor (52,63%).

Peso e diâmetro de bulbos foram as características com menores estimativas de herdabilidade (28,81% e 40,65%, respectivamente), associados a baixos coeficientes de variação genética (8,86% e 4,38%, respectivamente). Por isto, espera-se que sejam as características onde a seleção das progênes superiores leve aos menores ganhos. Estas estimativas de herdabilidade já estão mais próximas das obtidas por outros pesquisadores. McCollum (1968 e 1971) obteve estimativas de herdabilidade para diâmetro de bulbos variando de 0% a 27%, Buso (1978) de 24,34% e Candeia (1984) de 39,15%. Para peso de bulbos McCollum (1968 e 1971) obteve estimativas variando de 0% a 28%, Buso (1978) de 12% e 39%, Candeia (1984) de 44,49% e Maluf et al. (1990) de 25,6%.

4.4.9. Estimativas das correlações fenotípica e genética aditiva

Os produtos médios de resíduo e de progênes obtidos nas análises de covariância somente com as progênes de meios irmãos da população (Pira Ouro x Valenciana Sintética 14) F_2 e as estimativas das covariâncias de progênes e genética aditiva, coeficientes de correlação fenotípica e genética aditiva de pares de caracteres relacionados à bulbificação e maturidade, estão apresentados no Quadro 24.

QUADRO 24: Produtos médios de resíduo (PMRes) e de progênes (PMProg) obtidos nas análises de covariância somente com as progênes de meios irmãos da população (Pira Ouro x Valenciana Sintética 14)F₂ e estimativas das covariâncias de progênes (cov_p), covariância genética aditiva (cov_A), coeficientes de correlação fenotípica (r_F) e genética aditiva (r_A) de pares de caracteres. Piracicaba-SP, 1996.

	PMRes	PMProg	cov _p	cov _A	r _F	r _A
Ciclo x Bulbif.	0,5639	2,4384	0,9372	3,7489	0,8777**	1,0776**
Ciclo x Peso	6,4703	10,6714	2,1005	8,4021	0,3977*	0,3380
Ciclo x Diâmetro	0,4696	0,9187	0,2246	0,8983	0,4774**	0,4241**
Ciclo x Pl. improd.	0,9147	96,4995	47,7924	191,1695	0,7708**	0,9529**
Bulbif. x Peso	0,5899	0,4654	-0,0623	-0,2490	0,2595	-0,1783
Bulbif. x Diâmetro	0,0407	0,0437	0,0015	0,0060	0,3398	0,0504
Bulbif. x Pl. improd.	-0,3271	4,8576	2,5924	10,3694	0,5804**	0,9198**
Peso x Diâmetro	0,7837	1,1732	0,1947	0,7789	0,9441**	0,9159**
Peso x Pl. improd.	2,1367	32,0525	14,9579	59,8316	0,3965*	0,7428**
Diâmetro x Pl. improd.	0,1129	2,6917	1,2894	5,1576	0,4642**	0,7514**

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Bulbif. = nota de bulbificação

Pl. improd. = percentagem de plantas improdutivas

Apesar de obter-se correlação somente entre características relacionadas com adaptação e maturidade, nem todas as estimativas foram significativas, pois nota de bulbificação não se correlacionou com peso e diâmetro de bulbo, assim como a correlação genética aditiva entre ciclo e peso de bulbo também não foi significativa. A semelhança do experimento anterior, os elevados valores obtidos para os coeficientes de correlação tanto fenotípica (0,88) como genética aditiva (1,08) para as características ciclo x nota de bulbificação mostram que a seleção para ciclo pode ser realizada precocemente, avaliando-se o estágio de bulbificação quando esta já é visível para a maioria das progênes a serem

avaliadas. Entretanto, apesar da alta correlação, deve ser difícil obter-se ganhos consideráveis para qualquer uma destas características devido à pequena variabilidade genética presente nesta população para ciclo ($CV_g = 4,03\%$) ou nota de bulbificação ($CV_g = 4,64\%$). Estas correlações elevadas entre estas duas características ajudam a explicar as semelhanças de resultados entre ciclo e nota de bulbificação em todas as comparações já realizadas até aqui.

Outro par de características que resultou em elevadas estimativas de correlação fenotípica (0,94) e genética aditiva (0,92) foi peso e diâmetro de bulbos. Estes resultados concordam com os obtidos por McCollum (1971), que estimou correlações fenotípicas entre peso e diâmetro de bulbos sempre superiores a 0,9. Candeia (1984) também obteve valores elevados para os coeficientes de correlação fenotípica (0,89) e genética aditiva (0,82) entre peso e diâmetro transversal de bulbo.

Costa (1978) e Brewster et al. (1987) relataram alta associação entre percentagem de plantas improdutivas com maturidade tardia. Neste experimento esta alta associação foi refletida nas estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica (0,77) e genética aditiva (0,95) entre ciclo e percentagem de plantas improdutivas. Como as progênies ainda são geneticamente muito desuniformes, as plantas apresentam diferentes fotoperíodos críticos para bulbificar. Quanto mais tardia a progênie, maior deve ser seu fotoperíodo crítico médio, sendo que para algumas plantas este não deve ter sido alcançado, permanecendo sem bulbificar.

Embora a correlação fenotípica entre percentagem de plantas improdutivas e peso (0,40) ou diâmetro (0,46) de bulbos sejam medianas as correlações genéticas aditivas entre estes pares de caracteres são elevadas (0,74 e 0,75 para peso e diâmetro, respectivamente). Por isto, uma seleção visando reduzir a percentagem de plantas improdutivas pode ocasionar a redução no tamanho dos bulbos.

Ao contrário da população estudada no experimento anterior, as correlações fenotípica e genética aditiva entre ciclo e peso ou diâmetro de bulbos foram relativamente baixas, sendo que a genética aditiva entre ciclo e peso nem foi significativa. Por isto, esperaria-se que fosse mais fácil obter uma cultivar com bulbos maiores e ciclo menor a

partir da seleção de progênies nesta população. Entretanto, além da menor variabilidade genética tanto para ciclo ($CV_g = 4,03\%$), como para peso ($CV_g = 8,86\%$) e diâmetro de bulbo ($CV_g = 4,38\%$) nesta população em comparação com a anterior (CV_g de 11,68%, 20,92% e 8,40% para ciclo, peso e diâmetro de bulbo, respectivamente), as progênies avaliadas neste experimento tiveram ciclo muito superior ao das cultivares padrões e, portanto, não apresentam potencial, a curto prazo, para obtenção de uma cultivar com precocidade requerida pelo mercado.

As correlações tanto fenotípica como genética aditiva entre nota de bulbificação e peso ou diâmetro de bulbo não foram significativas, ou seja, ao contrário da população anterior a seleção para nota de bulbificação não deve afetar o tamanho dos bulbos.

4.5. Comparação das bandejas

Seis cultivares de dias curtos e intermediários foram utilizadas tanto no experimento 3 como no 4: ‘Crioula’ da Agroflora, ‘Crioula’ da Hortec, ‘IPA 9’, ‘Pira Ouro’, ‘Régia’ e ‘Serrana’. O fator que variou, para estas cultivares, entre os experimentos foi o tipo de bandeja utilizada e, portanto, o volume de substrato disponível para cada planta: 34,6 cm³ no experimento 3 (bandeja de 128 células) e 121,2 cm³ no 4 (bandeja de 72 células). Esta diferença pode ser vista como duas “densidades” de semeadura. Comparando-se os resultados obtidos nos dois experimentos (Quadro 25) observou-se um aumento no ciclo, e produção de bulbos maiores com a utilização da bandeja de 72 células, ou seja, na menor densidade de semeadura, concordando com os resultados relatados por McGeary (1985), Mondal et al. (1986a), Brewster (1990b) e Weerasinghe et al. (1994). Entretanto, as características nota de cera, percentagem de bulbos roxos e de plantas improdutivas não foram alteradas quando se compara as médias destas cultivares nestes dois experimentos.

Assim, se o objetivo for a avaliação e/ou seleção de características não influenciadas pela densidade de semeadura, como cor de bulbo e cerosidade recomenda-se a utilização de bandejas que comportem o maior número possível de plantas, possibilitando a avaliação de um maior número de materiais por unidade de área. Esta metodologia pode, inclusive, ser utilizada no controle de qualidade de lotes de sementes para avaliação destas características.

Por outro lado, se o objetivo for a realização do ciclo anual, recomenda-se a utilização da bandeja de 72 células, que possibilita a obtenção de bulbos maiores, que devem ser mais receptivos à vernalização. Mesmo a diferença entre as cultivares quanto ao ciclo e tamanho de bulbos foi aumentada quando se utilizou a bandeja de 72 células, demonstrando que esta apresenta uma maior capacidade em diferenciar os materiais avaliados.

4.6. Considerações gerais

Segundo Magruder & Allard (1937), o fotoperíodo necessário para induzir 100% de bulbificação em uma cultivar é muito maior do que o necessário para induzir a bulbificação das primeiras plantas, indicando que a maioria das cultivares não são geneticamente uniformes quanto a resposta ao fotoperíodo. Assim, para as cultivares padrões com 100% de bulbificação supõe-se que o fotoperíodo tenha sido muito superior ao seu crítico, reduzindo consideravelmente o ciclo e, conseqüentemente, o tamanho dos bulbos (“early bulbing”). Já as progênes que apresentaram plantas não bulbificadas devem apresentar um fotoperíodo crítico muito superior ao das testemunhas, desqualificando-as como promissoras para obtenção de uma cultivar de dias curtos.

Ao contrário do experimento 3, quando se utilizou a população [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)], nenhuma progênie avaliada no 4, população (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)F₂, destacou-se em comparação com as testemunhas quanto a adaptação e maturidade. Embora a maioria das progênes desta última população tenha produzido bulbos com peso e diâmetro médios superiores às testemunhas, isto ocorreu devido ao maior ciclo das progênes, ou seja, fotoperíodo crítico maior que o das testemunhas.

Provavelmente com a recombinação dos bulbos das progênes mais precoces pode-se vir a obter alguma progênie ou população mais promissora a médio ou longo prazo, pois elas apresentaram potencial quanto à adaptação, produtividade e qualidade de bulbos e parte aérea.

QUADRO 25: Comparação das médias de nota de cera, percentagem de bulbos roxos e de plantas improdutivas, peso e diâmetro de bulbo, nota de bulbificação e ciclo para as cultivares padrões, obtidas com cultivo em bandejas de 72 e de 128 células.

Cultivar	Bandeja	Nota de Cera	% Bulbos Roxos	% Plantas Improdutivas	Peso Bulbo (g)	Diâmetro Bulbo (cm)	Nota de Bulbificação	Ciclo (dias)
Armada	128 células	1,00	...	100,0	...	...	5,00	...
	72 células	1,00	...	100,0	...	...	5,00	...
Crioula	128 células	5,00	0,00	1,0	1,72	1,25	1,82	55,66
	72 células	5,00	0,00	0,0	11,46	2,59	3,66	84,48
Crioula	128 células	5,00	0,00	3,1	3,22	1,55	2,48	70,58
	72 células	5,00	0,00	0,0	11,43	2,52	3,57	88,31
IPA 9	128 células	5,00	0,00	1,0	4,49	1,73	2,38	65,76
	72 células	5,00	0,00	0,0	12,23	2,57	3,47	80,12
Pira Ouro	128 células	5,00	0,00	1,0	2,91	1,50	1,71	60,11
	72 células	5,00	0,00	0,0	7,57	2,05	2,26	68,42
Régia	128 células	5,00	0,00	0,0	2,14	1,42	1,51	54,12
	72 células	5,00	0,00	0,0	7,24	2,19	2,13	63,30
Serrana	128 células	5,00	0,00	0,0	1,27	1,18	1,10	49,00
	72 células	5,00	0,00	0,0	3,19	1,56	1,17	53,77

Pike (1986) observou que em diversos cruzamentos entre os tipos dias curtos e dias longos a herança era intermediária, tendendo ao tipo de dias curtos. Os resultados aqui obtidos com as populações segregantes de certo modo concordam com as observações feitas por este autor. Também pode-se sugerir que a resposta ao fotoperíodo para bulbificação, embora com herança quantitativa, deve ser controlado por poucos genes, devido aos elevados coeficientes de herdabilidade obtidos para as características ciclo e percentagem de plantas improdutivas, que estão diretamente relacionadas com resposta ao fotoperíodo.

Outro ponto que merece atenção especial é quanto ao maior aproveitamento das sementes como grande vantagem desta metodologia. Entretanto, considerando-se uma taxa de autofecundação de 8 a 27% em campo aberto e de 18 a 71% quando se produz sementes em estufa (Van Der Meer & Van Bennekom (1972), e que há considerável perda de vigor devido a depressão por endogamia nesta espécie, este máximo aproveitamento de sementes pode dificultar a avaliação das progênes. Em condição de cultivo tradicional, no canteiro, o gasto de semente é bastante elevado e as plantas com menor vigor acabam sendo descartadas durante a fase de seleção de mudas para o transplante, no desbaste ou são descartadas por seleção natural pela menor eficiência competitiva. No cultivo em bandeja sob tunel alto, pode-se colocar somente uma ou duas sementes por célula no caso das progênes com pouca semente. Se todas as sementes que germinarem forem mantidas para a obtenção de um bulbo ou bulbinho, não haverá descarte das possíveis plantas originadas por autofecundação, geralmente de baixo vigor, prejudicando a avaliação. É difícil saber se a baixa produtividade, neste caso, é devido ao baixo potencial genético da progênie ou devido a depressão por endogamia, provocada pela avaliação de plantas originadas de autofecundação.

5. CONCLUSÕES

A análise dos dados obtidos permite concluir que:

- A população [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)] apresenta potencial para ser utilizada no melhoramento para obtenção de cebolas de dias curtos, com ciclo, produtividade e qualidade de bulbos iguais ou superiores às cultivares padrões atualmente utilizadas. Já o potencial das progênes da população (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro) F_2 foi bem inferior.

- Selecionando-se progênes mais precoces, deve-se reduzir a percentagem de plantas não adaptadas, devido a elevada correlação tanto fenotípica como genética aditiva entre estas características.

- Embora as correlações entre peso de bulbos e percentagem de plantas improdutivas tenham sido significativas, não foram muito elevadas, principalmente na população [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)]. Consequentemente, há a possibilidade de aumento de produtividade selecionando-se progênes que produzem bulbos maiores sem que haja um aumento equivalente na percentagem de plantas improdutivas.

- Obteve-se estimativas elevadas para o coeficiente de herdabilidade no sentido restrito para todas as características avaliadas (nota de cera nas folhas, percentagem de bulbos roxos, percentagem de plantas improdutivas, ciclo, nota de bulbificação, peso e diâmetro de bulbo) na população [Crioula x (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro)]. Entretanto, para a população (Valenciana Sintética 14 x Pira Ouro) F_2 as estimativas para peso e diâmetro de bulbos foram medianas e para as demais características, também foram elevadas.

- O sistema de bulbinho de “ciclo curto”, é viável para avaliação de progênies em programas de melhoramento de cebola, principalmente no início dos programas, quando se utilizam populações altamente segregantes para adaptação e outras características pouco influenciadas pelo sistema de cultivo, como cera nas folhas e coloração de bulbos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLA, A.A. Effect of temperature and photoperiod on bulbing of the common onion (*Allium cepa* L.) under arid tropical conditions of the Sudan. **Experimental Agriculture**, v.3, n.2, p.137-142, 1967.
- AGRIANUAL 97: Anuário Estatístico da Agricultura Brasileira. São Paulo, FNP Consultoria & Comércio. 1996. 435p.
- AUSTIN, R.B. Bulb formation in onions as affected by photoperiod and spectral quality of light. **Journal of Horticultural Science**, v.47, n.4, p.493-504, 1972.
- BOSWELL, V.R. Influence of the time of maturity of onions on the behaviour during storage, and the effect of storage temperature on subsequent vegetative and reproductive development. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.20, p.234, 1923.
- BREWSTER, J.L. The physiology of the onion. Part one. **Horticultural Abstracts**, v.47, n.1, p.17-23, 1977a
- BREWSTER, J.L. The physiology of the onion. Part two. **Horticultural Abstracts**, v.47, n.2, p.103-12, 1977b.
- BREWSTER, J.L. Flowering and seed production in overwintered cultivars of bulb onions. I. Effects of different raising environments, temperatures and daylengths. **Journal of Horticultural Science**, v.57, n.1, p.93-101, 1982a.
- BREWSTER, J.L. Flowering and seed production in overwintered cultivars of bulb onions. II. Quantitative relationships between mean temperatures and daylengths and the rate of

- inflorescence development. **Journal of Horticultural Science**, v.57, n.1, p.103-108, 1982b.
- BREWSTER, J.L. The influence of seedling size and carbohydrate status and of photon flux density during vernalization on inflorescence initiation in onion (*Allium cepa* L.). **Annals of Botany**, v.55, n.3, p.403-414, 1985.
- BREWSTER, J.L. Physiology of crop growth and bulbing. In: RABINOWITCH, H.D.; BREWSTER, J.L., (Ed.) **Onions and allied crops: botany, physiology, and genetics**. Boca Raton: CRC Press, 1990a. cap.3, p.53-88.
- BREWSTER, J.L. The influence of cultural and environmental factors on the time of maturity of bulb onion crops. **Acta Horticulturae**, n.267, p.289-296, 1990b.
- BREWSTER, J.L.; LAWES, W.; WHITLOCK, A.J. The phenology of onion bulb development at different sites and its relevance to incomplete bulbing ('thick necking'). **Journal of Horticultural Science**, v.62, n.3, p.371-378, 1987.
- BRUCKNER, C.H. Comportamento de cultivares de cebola (*Allium cepa* L.) em diferentes épocas de plantio por mudas na cultura de verão em Piedade, São Paulo. Piracicaba, 1984. 110p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- BUSO, J.A. Estimativas de parâmetros genéticos de caracteres de planta e bulbo de cebola (*Allium cepa* L.). Piracicaba, 1978. 132p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- CANDEIA, J.A. Herdabilidade e correlações entre características em cebola (*Allium cepa* L.) cv. 'PiraTropical'. Botucatu, 1984. 57p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.
- CARDOSO, A.I.I.; DELLA VECCHIA, P.T.; FARIA, L.P. Herança de coloração de bulbos em cebola (*Allium cepa* L.) com resistência a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Scientia Agricola**, v.52, n.2, p.384-386, 1995.

- CLARKE, A.E.; JONES, H.A.; LITTLE, T.M. Inheritance of bulb color in the onion. **Genetics**, v.29, p.569-575, 1944.
- COSTA, C.P. Melhoramento de cebola (*Allium cepa* L.) de dias curtos para sistemas de cultivo. Piracicaba, 1978. 138p. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- DIAS, M. **Instruções para a cultura de cebola pelo processo de bulbinho**: plantação do bulbinho. Piracicaba: Instituto de Genética, ESALQ/USP, 1966. 8p. (Mimeografado).
- DOWKER, B.D.; HARDWICK, R.C.; FENNELL, J.F.M.; ANDREWS, D.J. Genotypic and environmental correlations between leaf growth and bulb size in onions. **Annals of Applied Biology**, v.82, p.341-348, 1976.
- DRINKWATER, W.O.; JANES, B.E. Effects of irrigation and soil moisture on maturity, yield and storage of two onion hybrids. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.66, p.267-278, 1955.
- EL-SHAFIE, M.W.; DAVIS, G.N. Inheritance of bulb color in the *Allium cepa* L. **Hilgardia**, v.38, p.607-622, 1967.
- FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1981. 279p.
- FERREIRA, P.V. Comportamento varietal de cebola (*Allium cepa* L.) do grupo de dias curtos em relação à dormência de bulbo. Piracicaba, 1982a. 68p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- FERREIRA, P.V. Aspectos fisiológicos e implicações genéticas da cerosidade foliar em cebola (*Allium cepa* L.). Piracicaba, 1982b. 101p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- FUSTOS, Z.; PANKOTAI-GILINGER, M.; OMBODI, A.; SASS, P. Effects of postharvest handling and cultivars on keeping quality of onions (*Allium cepa* L.) in storage. **Acta Horticulturae**, n.368, p.212-219, 1994.

- GARNER, W.W.; ALLARD, H.A. Further studies in photoperiodism, the response of the plant to relative length of day and night. **Journal of Agricultural Research**, v.23, p.871-920, 1923.
- GOTO, R. Efeito de doses crescentes de diferentes adubos orgânicos na cultura de cebola (*Allium cepa* L.) de verão. Botucatu, 1983. 78p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- HEATH, O.V.S. Studies in the physiology of the onion plant. I. An investigation of factors concerned in the flowering ('bolting') of onions grown from sets and its prevention. Part I. Production and storage of onion sets, and field results. **Annals of Applied Biology**, v.30, p.208-220, 1943a.
- HEATH, O.V.S. Studies in the physiology of the onion plant. I. An investigation of factors concerned in the flowering ('bolting') of onions grown from sets and its prevention. Part II. Effects of day length and temperature on onions grown from sets, and general discussion. **Annals of Applied Biology**, v.30, p.308-319, 1943b.
- HEATH, O.V.S.; HOLDSWORTH, M.; TINCKER, M.A.H.; BROWN, F.C. Studies in the physiology of the onion. III. Further experiments on the effects of storage temperature and other factors on onions grown from sets. **Annals of Applied Biology**, v.34, n.4, p.473-502, 1947.
- HEATH, O.V.S.; HOLLIES, M.A. Studies in the physiology of the onion. VI. A sensitive morphological test for bulbing and its use for detecting bulb development in sterile culture. **Journal of Experimental Botany**, v.16, p.128-144, 1965.
- HEATH, O.V.S.; MATHUR, P.B. Studies in the physiology of the onion. II. Inflorescence initiation and development, and other changes in the internal morphology of onion sets, as influenced by temperature and day length. **Annals of Applied Biology**, v.31, n.3, p.173-186, 1944.
- HOLDSWORTH, M. The concept of minimum leaf number. **Journal of Experimental Botany**, v.7, p.395-409, 1956.

- HOLDSWORTH, M.; HEATH, O.V.S. Studies in the physiology of the onion. IV. The influence of day-length and temperature on the flowering of the onion plant. **Journal of Experimental Botany**, v. 1, n.3, p.353-375, 1950.
- JONES, H.A. The influence of storage temperature on seed production in the Ebenezer onion. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.24, p.61, 1927.
- JONES, H.A. Spacing, time of planting and size of seedling studies with the California Early Red onion. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.26, p.114-116, 1930.
- JONES, H.A.; CLARKE, A.E.; STEVENSON, F.J. Studies in the genetics of the onion (*Allium cepa* L.). **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.44, p.479-484, 1944.
- JONES, H.A.; MANN, L.K. **Onion and their Allies**. New York: Leonard Hill Book, 1963. 286p.
- JONES, H.A.; PETERSON, C.E. Complementary factors for light-red bulb color in onion. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.59, p.457, 1952.
- KEDAR, N.; LEVY, D.; GOLDSCHMIDT, E.E. Photoperiodic regulation of bulbing and maturation of Bet Alpha onions (*Allium cepa* L.) under decreasing daylength conditions. **Journal of Horticultural Science**, v.50, p.373-380, 1975.
- LIN, M.W.; WATSON, J.F.; BAGGETT, J.R. Inheritance of soluble solids and pyruvic acid content of bulb onions. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v.120, n.1, p.119-122, 1995.
- MAGRUDER, R.; ALLARD, H.A. Bulb formation in some American and European varieties of onions as affected by length of day. **Journal of Agricultural Research**, v.54, p.719-752, 1937.

- MALUF, W.R.; CORTE, R.D.; TOMA-BRAGHINI, M. Genetic variation for combining ability in the short-day onion cultivar Pira-Ouro in Topcrosses with Baia Petrolini. **Revista Brasileira de Genética**, v.13, n.4, p.803-814, 1990.
- McCOLLUM, G.D. Heritability and genetic correlation of some onion bulb traits. **Journal of Heredity**, v.57, p.105-110, 1966.
- McCOLLUM, G.D. Heritability and genetic correlation of soluble solids, bulb size and shape in White Spanish onion. **Canadian Journal of Genetics and Cytology**, v.10, p.508-514, 1968.
- McCOLLUM, G.D. Heritability of onion bulb shape and size estimating from half sib families. **Journal of Heredity**, v.62, p.101-104, 1971.
- McGEARY, D.J. The effect of plant density on the shape, uniformity, soluble solids content and yield of onions suitable for pickling. **Journal of Horticultural Science**, v.60, n.1, p.83-87, 1985.
- MELLO, V.D.C.; ROCHA, F.F.; FILES, P. Produção de sementes de cebola (*Allium cepa* L.) através de bulbinhos. **Revista de Olericultura**, v.14, p.195-196, 1974.
- MELO, I.S.; COSTA, C.P. Estimativas de parâmetros genéticos em cebola (*Allium cepa* L.), população Pira Rosa e Pira Tropical, para o caráter resistência a *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. sensu Arx, 1957. **Summa Phytopathologica**, v.9, n.3/4, p.207-213, 1983.
- MELO, P.C.T.; RIBEIRO, A. Produção de sementes de cebola: cultivares de polinização aberta e híbridos. In: CASTELLANE, P.D.; NICOLSI, W.M.; HASEGAWA, M. (Ed.) **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990. p. 15-59.
- MENEZES, D. Seleção de populações de cebola (*Allium cepa* L.) do grupo baia periforme para épocas de cultivo no Vale do Submédio São Francisco. Piracicaba, 1980. 102p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

- MIEDEMA, P. The effects of temperature on sprouting of onion bulbs. **Onion Newsletter for the Tropics**, n.4, p.52-54, 1992.
- MONDAL, M.F.; BREWSTER, J.L.; MORRIS, G.E.L.; BUTLER, H.A. Bulb development in onion (*Allium cepa* L.). I. Effects of plant density and sowing date in field conditions. **Annals of Botany**, v.58, n.2, p.187-195, 1986a.
- MONDAL, M.F.; BREWSTER, J.L.; MORRIS, G.E.L.; BUTLER, H.A. Bulb development in onion (*Allium cepa* L.). II. The influence of red:far-red spectral ratio and of photon flux density. **Annals of Botany**, v.58, n.2, p.197-206, 1986b.
- PIKE, L. M. Onion Breeding. In: BASSET, M.J. (Ed.) **Breeding vegetable crops**. Westport, AVI Publishing, 1986. p.357-394.
- Plantágil Comercial Agrícola Ltda. **Sistema de produção de mudas: canteiros móveis suspensos**. São Paulo, s.d. 6p.
- PLATENIUS, H.; KNOTT, J.E. Factors affecting onion pungency. **Journal of Agricultural Research**, v.62, p.371-380, 1941.
- RABINOWITCH, H.D. Physiology of flowering. In: RABINOWITCH, H.D.; BREWSTER, J.L., (Ed.) **Onions and allied crops: botany, physiology, and genetics**. Boca Raton: CRC Press, 1990. cap.5, p.113-134.
- ROBERTS, R.H.; STRUCKMEYER, B.E. Observations on the flowering of onions. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v.58, p.213-216, 1951.
- SCULLY, N.; PARKER, M.W.; BORTHWICK, H.A. Interaction of nitrogen nutrition and photoperiod as expressed in bulbing and flower stalk development of onion. **Botanical Gazette**, v.107, p.52-61, 1945.
- SILVA, N. Resistência em cebola (*Allium cepa* L.) à *Colletotrichum gloeosporioides* Penz [Sensu ARX, 1957]. Piracicaba, 1976. 67p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

- SIMON, P.W. Genetic analysis of pungency and soluble solids in long-storage onions. **Euphytica**, v.82, n.1, p.1-8, 1995.
- SNEDECOR, G.W.; COCHRAN, W.G. **Statistical methods**. 6.ed. Ames: Iowa State University Press, 1974. 593p.
- SOBEIH, W.Y. The photoperiodic regulation of bulbing in onions (*Allium cepa* L.). IV. The translocation of ^{14}C assimilate during bulbing in response to light and hormonal factors. **Journal of Horticultural Science**, v.63, n.1, p.109-118, 1988.
- SOBEIH, W.Y.; WRIGHT, C.J. The photoperiodic regulation of bulbing in onions (*Allium cepa* L.). II. Effects of plant age and size. **Journal of Horticultural Science**, v.61, n.3, p.337-41, 1986.
- SOBEIH, W.Y.; WRIGHT, C.J. The photoperiodic regulation of bulbing in onions (*Allium cepa* L.). III. Response to red:far-red ratio and cyclic lighting. **Journal of Horticultural Science**, v.62, n.3, p.379-389, 1987.
- SOLORZANO, G.R.; RAMOS, A.A. Efecto de tres periodos de vernalización sobre la floración de bulbos madres de cebolla de tres categorías de peso. **Onion Newsletter for the Tropics**, n.6, p.48-51, 1994.
- STEER, B.T. The bulbing response to day length and temperature of some Australian cultivars of onion (*Allium cepa* L.). **Australian Journal of Agricultural Research**, v.31, n.3, p.511-518, 1980a.
- STEER, B.T. The role of night temperature in the bulbing of onion (*Allium cepa* L.). **Australian Journal of Agricultural Research**, v.31, n.3, p.519-523, 1980b.
- TORRES, C.B. Influência do fotoperíodo na formação do bulbo nas variedades riograndenses de cebola (*Allium cepa* L.). **Agros**, v.4, n.4, p.219-234, 1951.
- VAN DER MEER, Q.P.; VAN BENNEKOM, J.L. Influence of the environment on the percentage of self-fertilisation in onions and some consequences for breeding. **Euphytica**, v.21, p.450-453, 1972.

- VENCOVSKY, R. Genética quantitativa. In: KERR, W.E. **Melhoramento e genética**. São Paulo, Melhoramentos, 1969. p.17-38.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 496p.
- WALL, M.M.; MOHAMMAD, A.; CORGAN, J.N. Heritability estimates and response to selection for the pungency and single center traits in onion. **Euphytica**, v.87, n.2, p.133-139, 1996.
- WARD, C.M. The influence of temperature on weight loss from stored onion bulbs due to desiccation, respiration and sprouting. **Annals of Applied Biology**, v.83, p.149-155, 1976.
- WEERASINGHE, S.S.; FORDHAM, R.; BABIK, I.; RUMPEL, J. The effect of plant density on onions established from multiseeded transplants. **Acta Horticulturae**, n.371, p.97-104, 1994.
- WILES, G.C. The effect of different photoperiods and temperatures following bulb initiation on bulb initiation on bulb development in tropical onion cultivars. **Acta Horticulturae**, n.358, p.419-427, 1994.
- WRIGHT, C.J.; SOBEIH, W.Y. The photoperiodic regulation of bulbing in onions (*Allium cepa* L.). I. Effects of irradiance. **Journal of Horticultural Science**, v.61, n.3, p.331-335, 1986.
- ZIMMERMAN, M.J.O. Efeitos da autofecundação na variedade de cebola Barreiro (*Allium cepa* L.). Piracicaba, 1973. 92p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.