

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO - PR

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, HETEROSE E ESTABILIDADE
FENOTÍPICA DE GENÓTIPOS DE CEBOLA EM GUARAPUAVA - PR**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

ANDERSON QUARTIERO

GUARAPUAVA-PR

2012

ANDERSON QUARTIERO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, HETEROSE E ESTABILIDADE
FENOTÍPICA DE GENÓTIPOS DE CEBOLA EM GUARAPUAVA - PR**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Marcos Ventura Faria

Orientador

GUARAPUAVA

2012

ANDERSON QUARTIERO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, HETEROSE E ESTABILIDADE
FENOTÍPICA DE GENÓTIPOS DE CEBOLA EM GUARAPUAVA - PR**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 31 de agosto de 2012

Prof. Dr. Átila Francisco Mógor – UFPR

Prof. Dr. Osnil Alves Camargo Júnior – UNICENTRO

Dr. Rafael Gustavo Ferreira Morales

Prof. Dr. Marcos Ventura Faria – UNICENTRO

Orientador

GUARAPUAVA-PR

2012

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus, pois sem ele nada é possível.

Aos meus familiares que durante todo este período de estudo me apoiaram e incentivaram.

Ao meu orientador Marcos Ventura por me guiar nesta caminhada do conhecimento.

Ao meu co-orientador Juliano Tadeu Vilela Resende, por me dar incentivos e conhecimentos ao longo de toda minha formação.

Aos meus amigos e colegas do grupo de olericultura da UNICENTRO que me ajudaram com todas as atividades.

Aos funcionários do setor de olericultura da UNICENTRO por me ajudarem nas tarefas e experimentos.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Identificação dos genótipos de cebola avaliados nos experimentos.....	14
Tabela 2 - Análise química do solo da área de condução do experimento.....	15
Tabela 3 - Híbridos e linhagens parentais utilizados para as estimativas da heterose. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.....	17
Tabela 4 - Resumo da análise de variância da porcentagem de bulbos nas classes de maior valor comercial (3 + 3 cheia + 4), massa média dos bulbos (MM) e produtividade (PB) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.	18
Tabela 5 - Porcentagem de bulbos nas classes de maior valor comercial (3 + 3 cheia + 4) dos 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.	20
Tabela 6 - Massa média (g bulbo ⁻¹) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.....	26
Tabela 7 - Produtividade (kg ha ⁻¹) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.....	29
Tabela 8 - Análise de estabilidade (Annicchiarico) da porcentagem de bulbos (kg ha ⁻¹) nas clases de maior valor comercial (3 + 3 cheia + 4) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.....	32
Tabela 9 - Análise de estabilidade (Annicchiarico) da produtiviade de bulbos (kg ha ⁻¹) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.	34
Tabela 10 - Resumo da análise de variância do teor de ácido pirúvico (AP), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e porcentagem de massa média (MM) de 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.	37
Tabela 11 - Teores médios de ácido pirúvico ($\mu\text{mol g}^{-1}$ cebola) em 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.....	38
Tabela 12 - Teores médios de sólidos solúveis (°Brix) nos bulbos de 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.....	41
Tabela 13 - Teores médios de acidez titulável (% ácido pirúvico) nos bulbos de 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.	44
Tabela 14 - Teores médios de massa seca (%) dos bulbos de 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012	46

Tabela 15 - Estimativas da heterose de sete híbridos experimentais de cebola, com base em valores médios das linhagens genitoras e híbridos F_1 para massa média (MM) (g bulbo⁻¹ e %) e para a produtividade (PB) (kg ha⁻¹e %). Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012 47

Tabela 16 - Estimativas da heterose de sete híbridos experimentais de cebola, com base em valores médios das linhagens genitoras e híbridos F_1 para os teores de ácido pirúvico (AP), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e porcentagem de massa seca (MS) dos bulbos. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012 49

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Valores médios de porcentagem de bulbos nas classes de maior valor comercial (3 + 3 cheia + 4) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012..... 19
- Figura 2** - Fotoperíodo médio mensal para a latitude 25°22' (Guarapuava PR) no ano de 2010. 24
- Figura 3** - Massa média (g bulbo⁻¹) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012..... 25
- Figura 4** - Produtividade média (kg ha⁻¹) de genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012..... 28
- Figura 5** - Índice de Confiança geral (ω_j) para a porcentagem de bulbos nas classes de maior valor comercial (3 + 3 cheia + 4) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012..... 33
- Figura 6** - Índice de Confiança geral (ω_i) da produtividade de bulbos nas classes de maior valor comercial (3 + 3 cheia + 4) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012..... 35
- Figura 7** - Teor médio de ácido pirúvico ($\mu\text{mol g}^{-1}$ cebola) nos bulbos de 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012..... 37
- Figura 8** - Teor médio de sólidos solúveis (°Brix) nos bulbos de 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012. 40
- Figura 9** - Valores médios de acidez titulável dos bulbos de 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012. 43
- Figura 10** - Teores médios de massa seca (%) dos bulbos de 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012. 45

RESUMO

QUARTIERO, A. **Desempenho agronômico, heterose e estabilidade fenotípica de genótipos de cebola em Guarapuava - PR.** 2012. 58p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO.

O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de 50 genótipos de cebola (uma linhagem e oito híbridos experimentais do grupo Baia, 10 linhagens e 22 híbridos experimentais do grupo Crioula, seis variedades de polinização aberta e três híbridos comerciais) em três épocas de cultivo em Guarapuava-PR, no ano de 2010. Três experimentos foram conduzidos no delineamento em blocos casualizados, com três repetições. As mudas com 45 dias de idade foram transplantadas em 27 de maio, 30 de junho e 03 de agosto, correspondendo às três épocas. Foram avaliadas características agronômicas e de pós-colheita dos bulbos. Para a estabilidade fenotípica dos genótipos foi feita a análise pelo método de Annicchiarico. Foi estimada a heterose de sete híbridos. Houve efeito significativo da interação genótipos x épocas para todas as características avaliadas. A primeira época proporcionou maiores médias da porcentagem de bulbos de maior valor comercial (classes 3 + 3 cheia + 4), o maior teor de massa média e a maior produtividade de bulbos. A terceira época obteve as médias mais baixas. Para a produtividade de bulbos, apenas 26% dos genótipos apresentaram índice de confiança geral (ω) acima de 100%. Os híbridos experimentais HB1266, HB2285, HC3119, HC3126, HC3479 e HC3488 apresentaram os maiores índices de confiança para a produtividade e para a porcentagem de bulbos nas classes de maior valor comercial (3 + 3 cheia + 4), embora na primeira época não tenham participado do grupo dos genótipos mais produtivos. A heterose média observada para a massa média dos bulbos foi de 38%, com variação de 16% (HC3485) a 63% (híbrido HC3483) e para a produtividade foi de 36%, variando de 16% (HC3485) a 57% (HC3483). A heterose média para o conteúdo de ácido pirúvico nos bulbos foi negativa (-13,36%). Para o teor de sólidos solúveis a heterose média foi de 9,43% e o híbrido HC3477 apresentou o maior valor (18,14% = 1,43 °Brix).

Palavras chave: Annicchiarico, interação genótipo ambiente, *Allium cepa*, estabilidade fenotípica, heterose.

ABSTRACT

QUARTIERO, A. **Agronomic performance, heterosis and phenotypic stability of onion genotypes in Guarapuava - PR.** 2012. 58p. Dissertation (MSc in Plant Production). Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO.

The objective of this study was to evaluate the performance of 50 genotypes of onion (a lineage and eight hybrid experimental group Baia, 10 lineages and 22 experimental hybrids group Creole, six open pollinated varieties and three hybrids) in three cropping epochs in Guarapuava-PR, in 2010. Three experiments were conducted in a randomized block design with three replications. Seedlings at 45 days of age were transplanted on May 27, June 30 and August 3, corresponding to three epochs. Were evaluated for agronomic characteristics and post-harvest of bulbs. For the stability of genotypes phenotypic analysis was performed by the method of Annicchiarico. Heterosis was estimated seven hybrids. There was a significant effect of genotype x epochs for all traits. The first epoch yielded the highest average percentage of bulbs with higher commercial value (classes 3 + 3 + 4 full), higher concentration of mass media and increased productivity of bulbs. The third epoch got the lowest grades. For bulb yield, only 26% of genotypes showed overall confidence index (ω_i) above 100%. The experimental hybrids HB1266, HB2285, HC3119, HC3126, HC3479 and HC3488 showed the highest levels of trust for productivity and for the percentage of bulbs classes with higher commercial value (3 + 3 + 4 full), although the first epoch has not participated in most productive group of genotypes. The average heterosis observed for the average mass of bulbs was 38%, ranging from 16% (HC3485) to 63% (hybrid HC3483) and productivity was 36%, ranging from 16% (HC3485) to 57% (HC3483). The average heterosis for the content of pyruvic acid in the bulbs was negative (-13.36%). For the soluble solids average heterosis was 9.43% and the hybrid HC3477 showed the highest (18.14% = 1.43 ° Brix).

Key words: Annicchiarico, genotype environment interaction, *Allium cepa*, phenotypic stability, heterosis.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT	v
1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVOS	4
2.1. Geral	4
2.2. Específicos	4
3. REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1 Aspectos gerais da cultura da cebola	4
3.2 Características da bulbificação e florescimento da cebola	6
3.3 Produção de cultivares híbridas e de polinização aberta de cebola.....	7
3.4 Heterose em cebola	8
3.5 Estabilidade fenotípica	10
3.6 Pós-colheita da cultura da cebola.....	11
4. MATERIAL E METODOS	13
4.1 Avaliações	15
4.1.1 Características agronômicas.....	15
4.1.2 Características pós-colheita.....	16
4.1.3 Estimativas da heterose.....	16
4.1.4 Estabilidade fenotípica.....	17
4.1.5 Análises estatísticas.....	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
5.1 Características Agronômicas.....	18
5.1.1 Porcentagem de bulbos nas classes 3 + 3 cheia + 4	18
5.1.2 Massa média dos bulbos.....	22
5.1.3 Produtividade	27
5.1.4 Estabilidade fenotípica.....	30
5.2 Características Pós-Colheita.....	36
5.2.1 Teor de ácido pirúvico.....	37
5.2.2 Teor de sólidos solúveis.....	40
5.2.3 Acidez titulável	42
5.2.4 Massa seca dos bulbos	44

5.3 Heterose	47
6. CONCLUSÕES.....	52
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

1. INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) é a terceira hortaliça em importância econômica no mundo e a terceira mais produzida no Brasil (AGRIANUAL, 2009). Em 2011 a safra brasileira de cebola foi de 1.402.555 toneladas de bulbos, em 60.851 hectares de área plantada, proporcionando produtividade média de 23 t ha⁻¹. Em 2011 o estado do Paraná produziu 158.429 mil toneladas, em área de 8.086 hectares, com produtividade média de 19,59 t ha⁻¹, sendo responsável por 11,3% de toda cebola produzida no Brasil (IBGE, 2011).

A cebola é uma hortaliça cuja adaptação em determinada localidade é condicionada por fatores ambientais, notadamente o fotoperíodo e a temperatura, o que limita a recomendação de uma mesma cultivar para uma faixa ampla de latitudes. Em um mesmo local o fotoperíodo e a temperatura se alteram em função da época do ano e se as condições não satisfizerem as exigências da cultura pode haver perdas na produção, com redução da bulbificação, emissão precoce do pendão floral, formação de "charutos" e de pequenos bulbos (RESENDE et al., 2003).

Um dos fatores que limita a produtividade da cebola no Paraná, e mais especificamente na região centro-sul do Estado, é a escassez de informações sobre o comportamento e a adaptação de genótipos nas condições edafoclimáticas locais, considerando as variações no manejo e na época de cultivo. Essas informações precisam ser consideradas nos programas de melhoramento, para que se obtenha sucesso no desenvolvimento de novos híbridos.

A exploração da heterose tem sido o princípio usado no melhoramento e produção de muitas hortaliças (MALUF, 2001). A procura por híbridos de cebola mais produtivos tem aumentado em função da superioridade agrônômica desses em relação às cultivares de polinização livre (MAY et al., 2007). Assim, informações sobre o desempenho dos híbridos e das linhagens são importantes na determinação dos melhores genótipos a fim de se obter o maior ganho heterótico.

Poucos trabalhos de pesquisa reportam a avaliação do comportamento de linhagens e híbridos experimentais de cebola no Estado do Paraná, para fins de direcionar programas de melhoramento genético. Assim, devido à grande demanda por genótipos produtivos e adaptados às condições climáticas paranaenses, no presente trabalho se propôs avaliar a estabilidade e o desempenho agrônômico de genótipos experimentais de cebola cultivados em diferentes épocas em Guarapuava, PR.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar o desempenho de genótipos experimentais de cebola (linhagens, híbridos e variedades de polinização aberta) em diferentes épocas de cultivo em Guarapuava, PR.

2.2. Específicos

- Avaliar características relacionadas à produtividade de bulbos de genótipos de cebola em três épocas de cultivo;
- Avaliar características relacionadas à qualidade pós-colheita dos bulbos em duas épocas de cultivo;
- Avaliar a estabilidade fenotípica de genótipos de cebola para caracteres relacionados à produtividade de bulbos;
- Estimar a heterose para caracteres agrônômicos e de pós-colheita em cebola.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aspectos gerais da cultura da cebola

A cebola (*Allium cepa* L.) é uma hortaliça amplamente cultivada no mundo e dentre as várias espécies cultivadas dentro do gênero *Allium* é a mais importante do ponto de vista econômico e de consumo. A cebola teve como centro de origem primário a região do Afeganistão, onde ocorre grande diversidade do gênero *Allium*, e o centro secundário é a região do Oriente Médio e Mediterrâneo onde ocorreu a domesticação (SANTOS JÚNIOR, 1993). No Brasil a cebola é a terceira hortaliça em importância econômica, embora apresente baixa produtividade média devido, principalmente, à utilização de cultivares não adaptadas às condições edafoclimáticas e ao baixo nível tecnologia adotada por muitos produtores (FILGUEIRA, 2005). Em 2011 a safra brasileira de cebola foi de 1.402.555 toneladas, em 60.851 hectares de área plantada, proporcionando produtividade média de 23 t ha⁻¹. O estado do Paraná produziu no ano

de 2011 cerca de 158.429 toneladas, em uma área de 8.086 hectares, com produtividade média de 19,59 t ha⁻¹, sendo responsável por cerca de 11,3% de toda cebola produzida no Brasil (IBGE, 2011).

A cebola é uma espécie diplóide ($2n = 2x = 16$), herbácea, cuja parte comestível é o bulbo tunicado, que apresenta variações em formato, cor, pungência, tamanho e conservação pós-colheita (CASTELLANE et al., 1990). A cebola pertence à família Alliaceae, que possui mais de 600 espécies. É uma planta alógama e com polinização entomófila (MULLER & CASALI, 1982). Esta alogamia é favorecida pela protandria. Há bastante perda de vigor por endogamia e a heterose pode ser pronunciada em híbridos F₁ (MALUF, 1992).

As folhas da cebola podem ser cerosas ou não, apresentam disposição alternada, formando duas fileiras ao longo do caule. As bainhas foliares, nas quais as folhas se inserem, projetam-se acima da superfície do solo e formam uma estrutura firme, geralmente conhecida como pseudocaule. O caule verdadeiro localiza-se abaixo do solo, sendo um disco achatado, situado na extremidade inferior do bulbo, que emite raízes fasciculadas, pouco ramificadas, com maior concentração nos primeiros 30 centímetros do solo (JONES & MANN, 1963).

A cebola é uma planta de ciclo bienal, ou seja, tem o seu ciclo dividido em duas fases, sendo que a primeira etapa corresponde ao crescimento vegetativo e a segunda, a fase reprodutiva, que levará à produção de sementes. A escolha de cultivares de cebola deve levar em conta as exigências dos genótipos e as condições de temperatura e luminosidade das regiões e/ou das épocas de cultivo. As cultivares denominadas de dias curtos exigem de 10 a 12 horas diárias de luz para a bulbificação e têm o ciclo precoce, de 130 a 160 dias da semeadura à colheita; as de dias intermediários (exigem cerca de 13 horas diárias de luz) têm o ciclo de precocidade média, de 161 a 200 dias; e as de dias longos (mais de 14 horas diárias de luz) têm ciclo tardio, superior a 200 dias. Quando as condições climáticas não satisfazem as exigências da cultivar, podem ocorrer distúrbios tais como a não formação de bulbos, a formação de charutos, a emissão precoce de pendão floral e a formação de bulbos pequenos (LISBÃO et al., 1993). Nas cultivares de ciclo precoce, a maturação é evidenciada pela ocorrência do estalo (tombamento da parte aérea) e as folhas mais velhas começam a secar e as túnicas externas dos bulbos adquirem a cor característica da cultivar (LISBÃO et al., 1993).

3.2 Características da bulbificação e florescimento da cebola

O processo reprodutivo completo da cebola (semente a semente) é demorado, levando cerca de dois anos e meio. Trata-se de uma espécie que necessita de um determinado período diário de luz para iniciar a formação dos bulbos (BREWSTER, 1994), e as cultivares denominadas de dias curtos não são, particularmente, plantas de dias curtos, simplesmente exigem menos horas de luz (mínimo crítico) para bulbificação. Por outro lado, ainda que a duração do dia seja o principal fator no processo de bulbificação, os seus efeitos podem ser modificados pela temperatura (FILGUEIRA, 2005). A formação dos bulbos é acelerada em altas temperaturas e em condições de temperaturas baixas, é retardada. Temperaturas extremamente altas (acima de 32°C) na fase inicial de desenvolvimento das plantas podem provocar a bulbificação prematura e temperaturas inferiores a 10°C podem induzir o florescimento prematuro (FILGUEIRA, 2005).

Na passagem da fase vegetativa para a reprodutiva em cebola, a temperatura é o fator de maior importância. No início do florescimento observa-se a emissão do escapo floral no centro da planta de onde se insere o pseudocaule e, durante esse processo, verifica-se uma acentuada produção de giberelinas antes da formação da inflorescência, sugerindo uma associação com o frio (vernalização) (JONES & MANN, 1963; RIEKELS, 1972). Os efeitos da temperatura, em bulbos armazenados, sobre a iniciação floral e subsequente emergência são complexos, pois a temperatura afeta mais de um processo (BREWSTER, 1994). A temperatura mínima para desenvolvimento do escapo floral dentro do bulbo é de 15°C e a iniciação floral é favorecida em temperaturas baixas, inferiores a 17°C, sendo mais favorável entre 9 e 13°C (BREWSTER, 1994).

Com relação ao comprimento do dia, Resende et al. (2003) relataram que esse fator não afeta diretamente a iniciação floral, mas sob temperaturas baixas, dias longos favorecem a subsequente emergência das flores e alongamento dos escapos florais. Esta interação entre fotoperíodo e temperatura é tão importante que o comprimento do dia mínimo para uma cultivar não deveria ser especificado sem também se especificar a temperatura (JONES & MANN, 1963).

Outro fator exógeno que pode afetar a formação do bulbo é o elemento nitrogênio, cuja deficiência pode apressar a formação do bulbo e reduzir o seu tamanho. Por outro lado, o excesso pode acarretar o retardamento da bulbificação e, conseqüentemente, a maturação. A necessidade de frio para induzir o florescimento é a

principal dificuldade na produção de sementes de cebola em muitos países tropicais. Conseqüentemente, a vernalização artificial tem sido utilizada para induzir o florescimento em cebola. No Brasil, apenas localidades específicas dos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul têm condições de produção de sementes sem a vernalização artificial dos bulbos mãe (MULLER & CASALI, 1982).

Na extremidade de cada escapo floral se forma uma inflorescência esférica simples tipo umbela, envolta por uma película que se rompe antes da abertura das flores. A flor é andrógena e compreende três carpelos fundidos em seu pistilo, seis estames (três internos e três externos), um estilete, três segmentos de periantos interiores e três exteriores. O ovário é súpero e contém três lóculos, com dois rudimentos seminais em cada um. Os nectários se localizam na base dos estames e o néctar é acumulado entre os estames internos e externos. Quando a flor se abre, o pistilo tem um centímetro de comprimento, mas não está receptivo para o pólen que é liberado. Adquire tal condição quando atinge aproximadamente cinco centímetros de comprimento. As anteras emitem quase todo o pólen durante um período de 9-17 horas, 26 a 36 horas antes que o estigma esteja receptivo. Esta diferença entre a liberação do pólen maduro e a não receptividade do estigma explica porque a cebola é uma planta de polinização tipicamente cruzada (alógama). Tal fenômeno recebe o nome de protandria ou dicogamia protândrica. A autopolinização é possível entre flores de uma mesma umbela ou de diferentes umbelas de uma mesma planta, embora predomine a polinização cruzada. O pólen de planta estranha se desenvolve mais rapidamente que aquele da própria planta, reforçando a condição de alogamia. A polinização é realizada principalmente por abelhas, ainda que seja frequente também a intervenção de moscas e vespas (MALUF, 1999).

3.3 Produção de cultivares híbridas e de polinização aberta

No segmento da produção, a preocupação com a competitividade externa colocou as exigências do mercado como um dos principais fatores a serem considerados no agronegócio da cebola. Neste aspecto, os produtores procuram por um produto com maior competitividade e qualidade, menores custos e maiores preços, optando por cultivares que garantam maior produtividade, apresentem maior grau de resistência às doenças e forneça produtos comerciais com alto padrão de qualidade. Estas preferências incluem variedades de polinização aberta e híbridos, que proporcionem uma colheita uniforme, exatamente dentro da época programada (VILELA et al., 2002).

Adicionalmente, tais variedades e híbridos devem exibir padrão comercial similar ao do produto importado, especialmente quanto à uniformidade no tamanho do bulbo, cor, retenção de escamas e sabor. Ademais, percebe-se clara avidez por tecnologias para produção de cebolas menos pungentes (tipos doces ou suaves), mais adequadas para consumo fresco em saladas e tipos mais apropriados à industrialização (flocos e pó) e, também, cultivares adequadas para cultivo em sistemas orgânicos, como forma de agregar maior valor ao produto (VILELA et al., 2002).

O desenvolvimento de híbridos de cebola adaptados a novas regiões é uma necessidade urgente para contribuir para a elevação da produtividade (MAY et al., 2007). Juntamente com a obtenção de híbridos, devem-se ter estudos paralelos de adaptação de genótipos a diferentes condições ambientais, uma vez que, esta cultura apresenta uma forte interação genótipos x ambientes, principalmente relacionados a condições de fotoperíodo e temperatura, que são capazes de limitar o cultivo de um mesmo genótipo em regiões e/ou épocas de cultivo muito diferenciadas (SANTOS et al., 2004; FARIA et al., 2012).

3.4 Heterose em cebola

O termo heterose diz respeito ao vigor híbrido manifestado em gerações heterozigotas derivadas de cruzamento entre indivíduos geneticamente divergentes. Um híbrido heterótico refere-se aquele cuja média difere da média parental, para mais ou para menos (MALUF, 2001).

Ao se realizar a combinação de linhagens de cebola o intuito é que o híbrido produzido resulte em um genótipo altamente heterótico. Ainda, a utilização de híbridos é de grande importância no que diz respeito à maior uniformidade obtida em relação a formato, coloração e maturação dos bulbos, que são características economicamente desejáveis (SANTOS JÚNIOR, 1993; RESENDE et al., 2003; MAY et al., 2007).

Maluf et al. (1990), avaliando treze híbridos experimentais produzidos em esquema *topcrosses* (cruzamentos realizados com um genitor testador, que possui alelos favoráveis) obtidos de clones macho estéreis de “Pira Ouro” com “Baia Periforme Superprecoce” de polinização aberta, relataram que este cruzamento intervarietal não foi promissor para o desenvolvimento de híbridos de alta produtividade, mas auxiliaram na obtenção de híbridos precoces para o plantio no verão na região Centro-Sul do Brasil.

Trabalhos que estimam os efeitos heteróticos em cebola são desenvolvidos em várias partes do mundo. Pathak & Gowda (1994) avaliaram, na Índia, o comportamento de 75 *topcrosses* obtidos a partir de seis genótipos com macho esterilidade. Os *topcrosses* foram comparados com a melhor cultivar comercial (Arka Kalyan). Dos híbridos avaliados, três apresentaram produtividade consideravelmente superior à cultivar padrão durante três anos consecutivos. O melhor híbrido apresentou performance superior da produção de bulbos, variando de 33,15% a 51,42% acima da variedade padrão, correspondente ao incremento médio de 40% na produção; o segundo melhor híbrido mostrou-se, em média, 25% superior e o terceiro 13% superior em relação à cultivar comercial Arka Kalyan.

Panajotovic et al. (1992), em estudos realizados na União Soviética com nove híbridos de cebola, obtidos pelo cruzamento de três linhagens macho estéreis polinizadas por duas variedades e uma linhagem, constataram que oito dos híbridos apresentaram heterose superior ao melhor parental para peso de bulbos. O maior valor obtido para heterobeltiose foi 38,8%.

Havey e Randle (1996) avaliaram nos EUA o comportamento de *topcrosses* obtidos a partir de três linhas macho estéreis polinizadas por populações de polinização livre e estimaram a capacidade combinatória e a heterose para produção e tamanho de bulbos, capacidade de armazenamento, pungência, teor de sólidos solúveis e perda de água depois de 3 meses de armazenamento a 4°C. As estimativas da capacidade geral de combinação (CGC) dos parentais mostraram diferenças significativas entre as populações de polinização livre em relação à produtividade, teor de sólidos solúveis e proporção de bulbos maiores do que 7,5 cm. Populações de polinização livre espanholas tenderam a produzir *topcrosses* com bulbos maiores, menor pungência e teor de sólidos solúveis e baixa capacidade de armazenamento. A heterose estimada foi mais significativa para produtividade e teor de sólidos solúveis; foi menos significativa para pungência, capacidade de armazenamento e tamanho de bulbo; e não significativa para perda de água durante o armazenamento. A CGC estimada indicou que populações superiores de cebola devem ser desenvolvidas utilizando estratégias de seleção recorrente que aumentem a frequência de alelos favoráveis com efeitos aditivos para utilização na síntese de híbridos.

Evoor et al. (2007) relataram que a heterose para produção de bulbos de cebola variou de -30,14% a 45,31% e que a heterobeltiose variou de -43,12% a 31,01%. Em contrapartida, Abubakar e Ado (2008) relataram a ocorrência de heterose negativa para

produtividade de bulbos frescos em 19 dos 20 híbridos de cebola avaliados, com valores que variaram entre -72,97 a 17,26%.

Faria et al (2012) avaliaram o comportamento de híbridos experimentais de cebola em Guarapuava-PR, e verificaram valores expressivos de heterose para a produtividade e massa média de bulbos. A heterose média da produtividade foi de 52%, chegando a valores de 17 t ha⁻¹, enquanto que para a massa média dos bulbos a heterose media foi de 39%. Houve uma alta correlação positiva e significativa entre os valores de heterose de produtividade e massa média de bulbos.

3.5 Estabilidade fenotípica

A resposta diferencial das cultivares frente às alterações ambientais é assunto de grande relevância para programas de melhoramento genético de diferentes culturas. A avaliação de genótipos visando à identificação e recomendação daqueles superiores em diferentes ambientes é uma das etapas mais importantes de um programa de melhoramento (NUNES et al., 2002). A demanda por híbridos de cebola adaptados à região centro-sul do Paraná faz com que estudos da interação genótipos x ambientes sejam imprescindíveis nas fases de desenvolvimento de novas cultivares (FARIA et al., 2012). Além de adaptados, os genótipos precisam apresentar estabilidade fenotípica e o estudo da estabilidade consiste em uma das etapas mais importantes do melhoramento.

A recomendação de cultivares normalmente é feita considerando duas estratégias principais: primeiro, a identificação dos genótipos de adaptabilidade ampla para a recomendação a um conjunto de ambientes heterogêneos, e depois a recomendação de indivíduos adaptados a ambientes específicos visando capitalizar o efeito da interação.

Existem disponíveis na literatura vários métodos para estudo da estabilidade, entre os quais se destaca o método de Annicchiarico (1992), o qual é baseado na análise de variância conjunta dos experimentos, considerando todos os ambientes e o posterior desdobramento da soma de quadrados dos efeitos de ambientes e da interação genótipos x ambientes, em efeitos de ambientes dentro de cada genótipo (CRUZ & REGAZZI, 1997).

O método de Annicchiarico (1992) baseia-se no índice de confiança genotípico, estimado por $\omega_{i(g)} = \mu_{i(g)} - z_{(i-\alpha)}\sigma_{zi(g)}$, considerando-se todos os ambientes, em que $\mu_{i(g)}$ é a média percentual dos genótipos i ; $\sigma_{zi(g)}$ é o desvio-padrão dos valores z_{ij} , associado ao i -ésimo genótipo; $z_{(i-\alpha)}$ é o percentual da função de distribuição normal padrão. O

coeficiente de confiança adotado é de 75%, isto é, $\alpha = 0,25$. São considerados mais estáveis os genótipos associados aos maiores valores de índice de recomendação ω_i (PEREIRA et al., 2009).

A variação de ambientes dentro de cada genótipo é utilizada como estimativa da estabilidade, de tal forma que o genótipo que proporcionar menor quadrado médio, nos vários ambientes, é considerado o mais estável. Este método apresenta a vantagem de poder ser aplicado nas situações em que se dispõe de um número restrito de ambientes. Embora o conceito de estabilidade de um genótipo, expresso pela mínima variância entre ambientes, seja útil para os melhoristas, os genótipos que mantêm comportamento regular entre os ambientes podem ser pouco produtivos (CRUZ & REGAZZI, 1997).

Gomes et al. (2002) afirmam que o método de Annicchiarico tem a vantagem de auxiliar na recomendação das cultivares considerando o risco de apresentarem desempenho abaixo de um dado padrão, como, por exemplo, a média geral. Quanto maior o índice de confiança da cultivar, menor será sua probabilidade de insucesso.

3.6 Pós-colheita da cebola

A qualidade final dos bulbos da cebola é bastante influenciada pelo manejo recebido na pós-colheita, contudo características como tamanho, cor externa, formato de bulbos, pungência e teor de sólidos solúveis são bastante variáveis e dependem principalmente das características genéticas de cada cultivar (SIMON, 1995; MORETTI, 2004).

Independentemente do nível de tecnologia adotado pelo produtor, os bulbos da cebola possuem elevada perecibilidade, o que reduz consideravelmente o tempo livre para a comercialização e vai influenciar no preço pago pelo mercado (RESENDE et al., 2010).

Dentre outras características de grande importância na pós colheita de cebolas, pode-se citar a pungência ou conteúdo de ácido pirúvico, teor de sólidos solúveis, acidez titulável e massa seca dos bulbos (RESENDE et al., 2010). A composição química e as características sensoriais de sabor, cor e odor dos bulbos de cebola dependem principalmente do fator genético, mas também sofrem fortes influências de fatores ambientais, como as condições de cultivo, tratamentos culturais realizados durante o ciclo da cultura, manejo de nutrientes aplicados no plantio e cobertura, e também época de semeadura das mudas (RANDLE, 1997). Essas características, quando dentro dos

padrões ideais tornam o alimento apreciável facilitando o seu consumo (CHITARRA, 1994).

O ácido pirúvico é uma característica que serve como parâmetro para se determinar o sabor e aroma da cebola, sendo que a sua determinação é fácil e simples, medindo-se a intensidade de pungência nos bulbos. A pungência é uma característica de extrema importância, por conta que quanto maior seus teores, mais acentuados são o sabor e o aroma do produto, o que é desejado pelos consumidores (ANTHON e BARRETT, 2003).

Fatores ambientais influenciam consideravelmente a pungência e a doçura de cultivares de cebola. O mecanismo da produção de pungência é regulado pelo potencial genético da cultivar, envolvendo a absorção de enxofre e a síntese de precursores do sabor (RANDLE, 1997). O grau de pungência das cebolas é variável, algumas cultivares possuem valores elevados, ou seja, são muito pungentes e aromáticas, enquanto outras podem ser consumidas cruas. Para a indústria de processamento a pungência é um fator de extrema importância para o atendimento das necessidades do mercado consumidor (BOHYAN et al., 1999). A escolha das cultivares que melhor se adaptam ao consumo fresco ou a industrialização vai depender da peculiaridade de cada cultivar no que diz respeito ao seu potencial de uso (SCHUNEMANN et al., 2006).

O conteúdo de açúcares presente nos bulbos é uma característica de grande importância, pois é fundamental para a palatabilidade da cebola, sendo responsáveis, em parte, pelo sabor. A literatura comprova que os valores de sólidos solúveis totais em genótipos de cebola cultivados no Brasil variam de 5 a 20% (GRANJEIRO et al., 2008). O alto teor de sólidos solúveis totais está ligado a pungência, boa qualidade de armazenamento dos bulbos e principalmente a fatores genéticos intrínsecos de cada genótipo (CARVALHO et al., 1987).

A acidez titulável juntamente com o teor de sólidos solúveis totais, são os principais responsáveis pelo sabor de frutas e hortaliças (CHITARRA, 1994). A acidez titulável total está relacionada com os teores de ácidos orgânicos presentes no suco ou polpa (RESENDE et al., 2010). Alto nível de acidez titulável em bulbos de cebola é uma característica desejável para a industrialização, uma vez que expressa a porcentagem de ácido pirúvico, e acaba sendo utilizado para medir a pungência resultando em valores de sabor e aroma. Quanto maior for a acidez melhor será a qualidade dos bulbos para a desidratação, em que partes destes compostos aromatizantes são perdidos durante esse processo (CHAGAS et al., 2004).

A massa seca dos bulbos, que pode ser obtida após o processo de desidratação (CHITARRA, 1994), é uma característica importante para o processamento de cebolas, mais especificamente para a indústria de desidratados, sendo que o teor final de massa seca pode ser fortemente influenciado pelas características genéticas de cada genótipo e também pelo manejo empregado no cultivo (CARVALHO et al., 1987).

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no ano de 2010 nas dependências do Núcleo de Pesquisa em Hortaliças (NUPH), no *campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO) em Guarapuava, PR (latitude 25°23'36''S; longitude 51°27'9''W e altitude de 1.025m). O clima da região é classificado como subtropical úmido mesotérmico (Cfb) sem estação seca definida e com verões pouco quentes e invernos rigorosos, de acordo com a classificação de Köppen. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Bruno Distroférrico típico, de textura argilosa.

Foram avaliados 50 genótipos de cebola (Tabela 1) de base genética diferente, sendo uma linhagem e oito híbridos experimentais do grupo Baia, 10 linhagens e 22 híbridos experimentais do grupo Crioula, seis variedades de polinização aberta e três híbridos comerciais utilizados como testemunhas (Buccanneer, Optima e Perfecta). Os genótipos experimentais são propriedade da empresa Sakata Seeds Sudamerica Ltda. e são derivados de progênies desenvolvidas especificamente para a região sul do país, a partir de germoplasma nacional denominado Super Precoce e Crioula.

As mudas foram produzidas em bandejas de isopor do tipo “speedling” com 200 células, preenchidas com substrato comercial Plantmax[®], e mantidas em casa de vegetação com irrigação por aspersão. Após a emergência das plantas, foi feita aplicação semanal de fertilizante foliar Yogen[®] (30% N; 10% P₂O₅; 10% K₂O; 0,10% MgO; 0,05% B₂O₃; 0,10% MnO e 0,05% Zn).

Os 50 tratamentos foram avaliados em três épocas de cultivo, correspondentes aos transplantios realizados em 27 de maio, 30 de junho e 03 de agosto. Em cada época as mudas foram transplantadas aos 45 dias após a semeadura.

Tabela 1. Identificação dos genótipos avaliados nos experimentos.

Genótipo	Grupo	Base Genética	Genótipo	Grupo	Base Genética
HB1266	Baia	híbrido exp. ¹	HC3487	Crioula	híbrido exp.
HB1555	Baia	híbrido exp.	HC3488	Crioula	híbrido exp.
HB2285	Baia	híbrido exp.	HC3489	Crioula	híbrido exp.
HB2572	Baia	híbrido exp.	HC3490	Crioula	híbrido exp.
HB2574	Baia	híbrido exp.	HC3491	Crioula	híbrido exp.
HB2575	Baia	híbrido exp.	Perfecta	Teste	híbrido com. ²
HB2578	Baia	híbrido exp.	Buccanneer	Teste	híbrido com.
HB3451	Baia	híbrido exp.	Optima	Teste	híbrido com.
HC3119 ²	Crioula	híbrido exp.	LB2982	Baia	linhagem exp. ³
HC3120	Crioula	híbrido exp.	LC2873A	Crioula	linhagem exp.
HC3121	Crioula	híbrido exp.	LC2951	Crioula	linhagem exp.
HC3123	Crioula	híbrido exp.	LC3031A	Crioula	linhagem exp.
HC3124	Crioula	híbrido exp.	LC3068-14	Crioula	linhagem exp.
HC3125	Crioula	híbrido exp.	LC3068-3	Crioula	linhagem exp.
HC3126	Crioula	híbrido exp.	LC3153	Crioula	linhagem exp.
HC3477	Crioula	híbrido exp.	LC3154	Crioula	linhagem exp.
HC3478	Crioula	híbrido exp.	LC3156	Crioula	linhagem exp.
HC3479	Crioula	híbrido exp.	LC3157	Crioula	linhagem exp.
HC3480	Crioula	híbrido exp.	LC3291A	Crioula	linhagem exp.
HC3481	Crioula	híbrido exp.	OP2751	Crioula	Polinização aberta
HC3482	Crioula	híbrido exp.	OP2753	Crioula	Polinização aberta
HC3483	Crioula	híbrido exp.	OP2930	Baia	Polinização aberta
HC3484	Crioula	híbrido exp.	OP2931	Baia	Polinização aberta
HC3485	Crioula	híbrido exp.	OP3211	Baia	Polinização aberta
HC3486	Crioula	híbrido exp.	OP3212	Crioula	Polinização aberta

¹híbrido exp = híbrido experimental; ²híbrido com. = híbrido comercial (testemunha); ³linhagem exp. = linhagem experimental.

Em cada época foi conduzido um experimento em delineamento de blocos casualizados com três repetições, totalizando 150 parcelas. Cada parcela possuía área útil de 1,5 m² (1,0m largura x 1,5m comprimento) com 100 plantas distribuídas em 10 linhas, com espaçamento de 0,15m entre linhas e 0,10m entre plantas, com população equivalente a 660 mil plantas ha⁻¹.

A correção do solo da área experimental e as adubações de plantio foram realizadas com base na análise do solo (Tabela 2), seguindo as recomendações de

Filgueira (2005). Foram utilizados superfosfato simples (18% P₂O₅) e fertilizante formulado NPK 20-00-20 mais enxofre e zinco. Nas adubações de cobertura utilizou-se 375 Kg ha⁻¹ de N, parcelado em duas aplicações, aos 30 e 60 dias após o transplântio, utilizando-se uréia (45% N).

Tabela 2. Análise química do solo da área de condução dos experimentos

Profundidade	pH	MO	Ca	Mg	K	Al	H+Al	CTC (pH 7,0)
cm	CaCl ₂	g dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³		
0 - 20	5,3	38,9	0,36	4,1	2,90	0	2,80	10,13

Profundidade	P ^I	S	B	Fe	Cu	Mn	Zn
cm				mg dm ⁻³			
0 - 20	2,0	9,85	0,26	102,4	1,05	46,75	0,95

^I extrator utilizado Mehlich.

Foi realizado o controle químico de pragas, doenças e plantas daninhas por meio da aplicação de inseticidas, fungicidas e herbicidas recomendados para a cultura. As irrigações foram por aspersão, de acordo com a necessidade da cultura.

A colheita foi realizada quando cerca de 80% das plantas apresentaram estalo, ou seja, quando a parte aérea apresentava-se tombada e rente ao solo. Nessa fase foi interrompida a irrigação. A data de colheita das plantas da primeira época foram 08/11/2010, segunda época 15/12/2010 e terceira época 17/01/2011, respectivamente. Após a colheita, os bulbos foram deixados no campo por dois dias para início da cura. Posteriormente os bulbos foram armazenados durante 15 dias em estufa plástica para continuidade do processo de cura. Em seguida procedeu-se a limpeza dos bulbos, retirando-se a parte aérea e o sistema radicular.

4.1 Avaliações

4.1.1 Características agronômicas

Em cada experimento, após a cura, os bulbos de cada parcela foram contados e pesados e foi avaliada a produtividade de bulbos (expressa em kg ha⁻¹) e a massa média dos bulbos (g bulbo⁻¹).

Os bulbos foram classificados de acordo com a portaria 529 do MAPA de 18 de março de 1995 (CEASA MINAS, 2003) com base no diâmetro transversal: classe 1 (15 a 35mm), classe 2 (36 a 50mm), classe 3 (51 a 60mm), classe 3 cheia (61 a 70mm), classe 4 (71 a 90 mm) e classe 5 (acima de 90 mm). Os bulbos pertencentes a cada

classe foram contados e pesados. Para as análises os bulbos foram agrupados em duas categorias. A primeira categoria incluiu os bulbos de menor valor comercial, que agregou os bulbos enquadrados nas classes 1 e 2 e a segunda agrupou os bulbos de maior valor comercial, representados pelas classes 3, 3 cheia e 4. Não houve bulbos com calibre classe 5c.

4.1.2 Características pós-colheita

Foram avaliadas características pós-colheita dos bulbos produzidos nas duas primeiras épocas de cultivo (transplante em 27 de maio e 30 de junho). Uma amostra de seis bulbos de cada genótipo foi coletada logo após a cura, e estes foram levados para o laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Agronomia da UNICENTRO. Foi retirada a túnica externa dos bulbos e em seguida foram processados em liquidificador para homogeneização das amostras. Em seguida foi avaliada a pungência dos bulbos por meio da metodologia proposta por SCHWIRMMER & WESTON (1961) que quantifica o teor de ácido pirúvico em micro mol de ácido pirúvico por grama de cebola. Avaliou-se o teor total de sólidos solúveis (°Brix) com auxílio de refratômetro digital. Quantificou-se a acidez titulável, utilizando-se a metodologia proposta pelo Instituto Adolfo Lutz, e resulta em valores de porcentagem de ácido pirúvico na amostra. Por último avaliou-se a porcentagem de matéria seca, pesando-se aproximadamente 5g de amostra, que foram acondicionadas em estufa de circulação de ar a 65 °C por 48 horas.

4.1.3 Estimativas da heterose

Estimativas da heterose (H) foram obtidas a partir de sete híbridos que possuíam as duas linhagens parentais também avaliadas no experimento (Tabela 3). Foi utilizada a fórmula $H = F_1 - (P_1 + P_2) / 2$, em que: F_1 = média da primeira geração oriunda do cruzamento (híbrido); P_1 = média da linhagem parental 1; P_2 = média da linhagem parental.

Para as características massa média dos bulbos e produtividade foram considerados os valores médios das três épocas de cultivo e para o teor de ácido pirúvico, sólidos solúveis, acidez titulável e massa média foram considerados os valores médios das duas primeiras épocas de cultivo.

Tabela 3. Híbridos e linhagens parentais utilizados para as estimativas da heterose. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Híbrido	Genitor	
	LF	LM
HC3490	LC2873A	LC3068-14
HC3489	LC3031A	LC3068-3
HC3485	LC3031A	LC3153
HC3480	LC3031A	LC3156
HC3486	LC3031A	LC3157
HC3483	LC2873A	LC3153
HC3477	LC2873A	LC3156

LF = Linhagem feminina; LM = Linhagem masculina

4.1.4 Estabilidade fenotípica

Avaliou-se estabilidade dos 50 genótipos de cebola considerando as três épocas. Para esta avaliação considerou-se a produtividade de bulbos a porcentagem de bulbos nas classes de maior valor comercial (3 + 3 cheia + 4). Para esta análise foi utilizado o método de Annicchiarico para estimar o índice de confiança geral dos genótipos (CRUZ & REGAZZI, 1997). Para estas análises utilizou-se o software computacional Estabilidade (FERREIRA, 2000).

4.1.5 Análises estatísticas

Os dados referentes à produtividade de bulbos, porcentagem de bulbos nas classes de maior valor comercial (classes 3 + 3 cheia + 4), teor de ácido pirúvico, sólidos solúveis, acidez titulável e porcentagem de massa seca foram submetidos às análises de variância individuais e posteriormente, depois de verificada a homocedasticidade, foi realizada a análise conjunta e as médias dos tratamentos foram agrupadas pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o software computacional Genes (CRUZ, 2007).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características Agronômicas

O resumo da análise de variância das características agronômicas está apresentado na Tabela 4. Houve diferenças significativas entre os tratamentos e entre os desdobramentos dos tratamentos em híbridos (híbridos experimentais + híbridos comerciais testemunhas) e demais genótipos (linhagens + variedades de polinização livre) para todas as características agronômicas avaliadas. O contraste híbridos vs demais genótipos também foi significativo, indicando que esses grupos apresentaram comportamentos médios diferentes entre si frente as características avaliadas. Da mesma forma, houve efeitos significativos das interações das épocas de cultivo com os tratamentos e os desdobramentos (híbridos e demais genótipos) (Tabela 4), indicando que o comportamento dos genótipos não foi coincidente nas épocas avaliadas.

Tabela 4. Resumo da análise de variância da porcentagem de bulbos nas classes de maior valor comercial (3 + 3 cheia + 4), massa média dos bulbos (MM) e produtividade de bulbos (PB) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

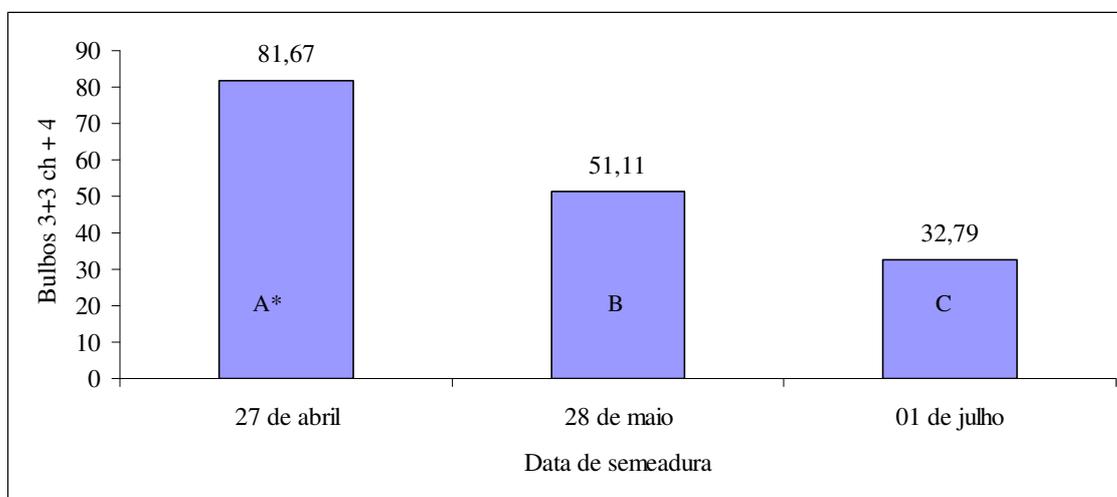
FV	GL	Quadrado Médio		
		3 + 3 cheia + 4	MM	PB
Blocos (B)/Épocas (E)	6	461,39	421,14	163.756.533
B	2	758,20	693,98	263.772.330
B x E	4	312,99	284,72	113.748.634
Tratamentos (T)	49	1.250,03*	2.127,75*	776.046.082*
Híbridos (H)	32	776,30*	1.250,87*	447.660.196*
Demais genótipos (DG)	16	1.676,15*	2.464,33*	887.136.185*
H vs DG	1	9.591,55*	24.802,77*	9.186.9252.771*
Épocas (E)	2	91.451,22*	109.735,64*	40.237.358.172*
T x E	98	621,33*	896,91*	333.682.883*
H x E	64	645,08*	1.087,36*	405.984.015*
DG x E	32	517,91*	434,06*	156.269.709*
(H vs DG) x E	2	1.515,84*	2.208,13*	858.757.445*
Resíduo	294	126,10*	217,47*	81.390.178
Total	449			
CV (%)		20,34	18,59	18,92

* Significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade de erro.

5.1.1 Porcentagem de bulbos nas classes de maior valor comercial (3 + 3 cheia + 4)

A primeira época de cultivo propiciou a maior porcentagem (81,67%) de bulbos nas classes de maior valor comercial (3 + 3 cheia + 4), diferindo das demais épocas (Figura 1). Com o avanço na época de cultivo houve redução significativa da

porcentagem de bulbos nas classes de maior valor comercial (3 + 3 cheia + 4), chegando a apenas 32,79% na terceira época de cultivo (Figura 1).



*médias seguidas pela mesma letra pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Figura 1 – Valores médios de porcentagem de bulbos nas classes de maior valor comercial (3 + 3 cheia + 4) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Bulbos com tamanho maior ou igual ao delimitado pela classe 3 são considerados como superiores pelo mercado consumidor (FIGUEIREDO et al., 2011). Neste aspecto, os genótipos diferiram entre si quanto à porcentagem de bulbos nas classes 3 + 3 cheia + 4 à medida que se alterou a época de cultivo, evidenciando a importância da época adequada sobre o desempenho dos genótipos (Tabela 5). Dentro de cada época houve diferenças significativas entre os genótipos (Tabela 5).

Na primeira época de cultivo, os três híbridos comerciais (testemunhas) apresentaram elevada porcentagem de bulbos nas classes 3 + 3 cheia + 4 (acima de 94%), contudo não diferiram de outros 30 genótipos, dentre os quais seis híbridos experimentais do grupo Baía (HB1266, HB1555, HB2285, HB2572, HB2574, HB2575), 17 híbridos experimentais do grupo Crioula (HC3119, HC3120, HC3121, HC3123, HC3125, HC3126, HC3477, HC3478, HC3479, HC3480, HC3482, HC3483, HC3486, HC3487, HC3488, HC3489, HC3490), as seis variedades de polinização livre (OP2751, OP2753, OP2930, OP2931, OP3211 e OP3212), indicando que estes genótipos possuem potencial para cultivo na região nas condições da primeira época. A linhagem Baía LB2982 também foi incluída no grupo dos genótipos com elevada porcentagem de bulbos nas classes de maior valor comercial. Os outros 17 genótipos

foram incluídos no grupo com menor porcentagem de bulbos nas classes 3 + 3 cheia + 4, incluindo todas as linhagens do grupo Crioula (Tabela 5).

Tabela 5. Porcentagem de bulbos nas classes de maior valor comercial (3 + 3 cheia + 4), dos 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Genótipo	Porcentagem de bulbos nas classes 3 + 3 cheia + 4			Genótipo	Porcentagem de bulbos nas classes 3 + 3 cheia + 4			
	1ª Época	2ª Época	3ª Época		1ª Época	2ª Época	3ª Época	
HB1266	91,90 a*	A	77,00 a A	48,63 a B	HC3487	80,13 a A	28,33 d B	40,87 b B
HB1555	96,33 a	A	20,43 d B	20,20 c B	HC3488	86,47 a A	57,70 b B	47,83 a B
HB2285	89,53 a	A	67,10 a B	46,30 a C	HC3489	86,60 a A	72,50 a A	18,43 c B
HB2572	86,57 a	A	67,80 a B	4,60 d C	HC3490	80,27 a A	67,37 a A	37,53 b B
HB2574	84,17 a	A	54,07 b B	2,50 d C	HC3491	77,60 b A	76,87 a A	56,43 a B
HB2575	91,90 a	A	71,53 a B	5,70 d C	Perfecta	98,33 a A	66,97 a B	27,53 c C
HB2578	67,10 b	A	10,30 d C	40,27 b B	Buccanneer	95,30 a A	64,67 b B	40,20 b C
HB3451	75,13 b	A	46,67 c B	6,43 d C	Optima	94,37 a A	48,33 c B	28,87 b C
HC3119	80,23 a	A	69,67 a A	47,73 a B	LB2982	86,27 a A	26,17 d B	8,60 d B
HC3120	81,60 a	A	77,80 a A	47,63 a B	LC2873A	74,40 b A	28,03 d B	0,00 d C
HC3121	81,47 a	A	56,83 b B	55,63 a B	LC2951	63,57 b A	60,17 b A	47,67 a A
HC3123	87,23 a	A	57,67 b B	50,43 a B	LC3031A	76,60 b A	45,27 c B	11,80 d C
HC3124	70,87 b	A	37,07 c B	53,70 a B	LC3068-14	74,27 b A	58,90 b A	26,80 c B
HC3125	86,93 a	A	54,97 b B	64,40 a B	LC3068-3	71,37 b A	34,07 c B	6,93 d C
HC3126	82,07 a	A	75,53 a A	38,87 b B	LC3153	55,93 b A	13,27 d B	2,50 d B
HC3477	90,17 a	A	35,50 c B	13,47 c C	LC3154	75,80 b A	18,43 d B	33,83 b B
HC3478	87,20 a	A	52,90 b B	55,57 a B	LC3156	76,33 b A	17,77 d B	13,43 c B
HC3479	83,93 a	A	56,43 b B	44,80 b B	LC3157	76,63 b A	15,97 d B	0,43 d B
HC3480	86,47 a	A	75,60 a A	35,07 b B	LC3291A	71,50 b A	40,00 c B	33,30 b B
HC3481	75,20 b	A	66,93 a A	5,93 d B	OP2751	81,97 a A	63,53 b B	56,40 a B
HC3482	89,83 a	A	86,20 a A	30,73 b B	OP2753	85,83 a A	46,33 c B	57,67 a B
HC3483	82,17 a	A	41,23 c B	16,93 c C	OP2930	80,77 a A	43,93 c B	56,67 a B
HC3484	57,57 b	A	43,07 c A	41,77 b A	OP2931	90,23 a A	61,77 b B	35,50 b C
HC3485	77,93 b	A	44,50 c B	35,03 b B	OP3211	83,70 a A	60,20 b B	38,23 b C
HC3486	86,30 a	A	53,17 b B	30,77 b C	OP3212	89,57 a A	39,33 c C	69,27 a B
Média						81,67 A	51,11 B	32,79 C

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade.

É importante ressaltar que as linhagens de espécies alógamas sofrem depressão por endogamia (MALUF, 2001), o que geralmente resulta em reduzido vigor em relação aos híbridos e também às variedades de polinização aberta. No caso da cultura da cebola, as linhagens não são utilizadas como cultivares comerciais, mas são empregadas como parentais na obtenção de híbridos F₁ (PATHAK & GOWDA, 1994). Os híbridos e

variedades de polinização aberta apresentaram maior porcentagem de bulbos nas classes 3 + 3 cheia + 4, comparativamente às linhagens Crioulas.

Na segunda época de cultivo foram formados quatro grupos de genótipos quanto à classificação dos bulbos nas classes 3 + 3 cheia + 4, pelo teste de Scott Knott. Quatorze genótipos formaram o grupo com maior porcentagem de bulbos de maior valor comercial (classes 3 + 3 cheia + 4), com amplitude variando de 86,20% (HC3482) a 66,93% (HC3481), incluindo o híbrido comercial Perfecta, quatro híbridos experimentais Baia (HB1266, HB2285, HB2572, HB2575) e nove híbridos experimentais do grupo Crioula (HC3119, HC3120, HC3126, HC3480, HC3481, HC3482, HC3489, HC3490, HC3491) (Tabela 5). Nove genótipos formaram o grupo que apresentou a menor porcentagem de bulbos nas classes 3 + 3 cheia + 4, sendo três híbridos experimentais [HB2578 (10,30%), HB1555 (20,43%), HC3487 (28,33%)] e seis linhagens experimentais (LB2982, LC2873A, LC3153, LC3154, LC3156 e LC3157) (Tabela 5). Os híbridos comerciais Buccanneer e Optima situaram-se nos grupos intermediários.

Em relação à terceira época também foram formados quatro grupos quanto à classificação dos bulbos nas classes 3 + 3 cheia + 4. O grupo de genótipos de pior desempenho foi composto pela linhagem LC2873A, que não apresentou nenhum bulbo com tamanho acima da classe 2, e outros dez genótipos (os híbridos experimentais HB2572, HB2574, HB2575, HB3451, HC3481 e as linhagens LB2982, LC3031A, LC3068-3, LC3153 e LC3157) (Tabela 5). Por outro lado, o grupo de genótipos de melhor desempenho apresentou amplitude de 69,27% (OP3212) a 46,30% (HB2285) e incluiu quatro variedades de polinização livre (OP3212, OP2930, OP2753 e OP2751), nove híbridos experimentais do grupo Crioula (HC3491, HC3488, HC3478, HC3125, HC3124, HC3123, HC3121, HC3120, HC3119), dois híbridos experimentais Baia (HB2285 e HB1266) e uma única linhagem (LC2951) (Tabela 5).

Os resultados mostraram uma forte interação dos genótipos com as épocas de cultivo. Nesse sentido, verificou-se a inversão do comportamento dos genótipos HB2572 e HB2575 que nas duas primeiras épocas foram classificados no grupo de melhor desempenho e na terceira época se enquadraram no grupo de pior desempenho, com apenas 4,60% e 5,70% dos bulbos nas classes de maior valor comercial, respectivamente (Tabela 3). Os genótipos do grupo Baia se caracterizam por serem recomendados para plantios mais antecipados, o que justifica terem apresentado pior

desempenho na última época de cultivo comparativamente aos genótipos do grupo Crioula, que tendem a ser mais tardios.

A cebola apresenta uma forte interação genótipos x ambientes (SANTOS, et al. 2004). A formação perfeita dos bulbos está diretamente relacionada com as condições de fotoperíodo e temperatura (MELO et al., 1988). Nesta interação, o fator mais importante é o fotoperíodo, o qual determina os limites de adaptação de uma determinada cultivar a certa região, limitando a sua recomendação para uma ampla faixa de latitudes, estimulando o trabalho dos melhoristas. Desta maneira, a escolha errônea por genótipos não adaptados para o local e a época de cultivo resulta em bulbos de menor qualidade comercial e baixa produtividade da lavoura (RESENDE et al. 2007b). As baixas temperaturas exercem efeito indireto sobre a bulbificação da cebola, pois estimulam o florescimento precoce, que é indesejável pelo produtor, uma vez que a planta vai destinar seus fotoassimilados para a formação de suas partes reprodutivas, levando à formação de bulbos pequenos de menor valor comercial (AGUIAR et al., 1983).

Por muito tempo a produção de cebola no Brasil ficou restrita a regiões com estações climáticas bem definidas, onde no inverno há mais horas de escuro do que luz (menor fotoperíodo) enquanto no verão se observa o inverso, um maior número de horas de luz do que escuro (maior fotoperíodo) (RESENDE et al., 2003). Essa condição é a ideal para a cultura da cebola durante o período vegetativo, em que o número de horas de luz deve ser menor do que o fotoperíodo crítico, favorecendo o crescimento vegetativo da planta e a formação de parte aérea, seguido pelo aumento progressivo do número de horas de luz, até atingir o fotoperíodo crítico necessário para o estímulo da bulbificação e posterior enchimento dos bulbos (PAIVA et al., 1982).

Uma cultivar que necessite fotoperíodo crítico de 12 horas (mínimo requerido pela planta para iniciar a bulbificação) quando é semeada na época adequada, vegetará até o momento em que o fotoperíodo atingir 12 horas, e a partir de então iniciará a bulbificação, de forma que os fotoassimilados produzidos na parte aérea serão enviados para o bulbo durante o seu enchimento (COSTA, 2002). Considerando esta situação, à medida que se atrasa a época de semeadura ou de transplante das mudas no campo, o estímulo à bulbificação poderá ocorrer com a planta ainda não tendo o pleno desenvolvimento vegetativo, podendo resultar em bulbos com menor tamanho, resultando em menor produtividade (FURLAN, 2004).

Uzo & Currah (1990) comprovaram que em condições de dia curto (mais horas de escuro do que de luz), há o contínuo desenvolvimento da parte aérea e não ocorre a formação de bulbos. Quando se altera o fotoperíodo para dias longos (mais horas de luz do que de escuro) as plantas iniciam a bulbificação e produzem folhas de maneira controlada. Esta pode ter sido a resposta ecofisiológica para os resultados obtidos na presente pesquisa, pois com o cultivo tardio (terceira época) as plantas bulbificaram precocemente, o que condicionou a redução de produtividade e da massa média de bulbos, em virtude da redução da porcentagem de bulbos maiores (classes 3 + 3 cheia + 4) (Figura 2).

Resultados semelhantes foram encontrados por Sirtoli et al. (2010) em que o atraso no plantio de cultivares de cebola destinadas à conserva propiciou redução significativa do tamanho médio dos bulbos e da altura das plantas. Os autores atribuem estes resultados à bulbificação precoce das plantas e também às características dos genótipos avaliados, embora nesse caso esse resultado seja interessante, uma vez que bulbos de menor tamanho são adequados para o mercado de conserva.

Tesfay et al. (2011) conduziram um ensaio com três cultivares tropicais de cebola e observaram a interação de fotoperíodos e temperaturas sobre a bulbificação. Esses autores observaram que com 12 horas de fotoperíodo diário as plantas necessitaram de 343, 482 e 597 graus dia para iniciar a bulbificação quando a variação de temperatura entre dia e noite era de 25-12 °C, 30-15 °C e 35-18 °C. Quando se alterou o fotoperíodo para 12,5 horas e mantiveram-se as temperaturas diurnas e noturnas, os valores se alteraram para 344, 423 e 432 graus dias para o início da bulbificação. Dessa forma, a alteração do fotoperíodo de 12 para 12,5 horas não propiciou alteração no número de graus dias necessários para a bulbificação nas condições de menores temperaturas (25°C dia e 12°C noite). Por outro lado, nas faixas de temperaturas mais elevadas o número de graus dias requeridos para iniciar a bulbificação reduziu significativamente.

As cultivares de cebola são agrupadas de acordo com o número de horas de luz requeridas para iniciar o processo de bulbificação. Cultivares de cebola de dias curtos (DC) necessitam entre 11 a 12 horas de luz para iniciar a bulbificação, enquanto que as intermediárias (DI) requerem entre 12 a 14 horas e as de dia longo (DL) necessitam de mais de 14 horas de luz (COSTA, 2002). No Brasil não existe uma condição de fotoperíodo ideal para a produção de cultivares de dia longo (RESENDE et al., 2007b) e, por outro lado, fotoperíodo inferior a 11 horas não induz a bulbificação nas cultivares de cebola e a planta continuará o seu ciclo vegetativo até a senescência.

De acordo com as coordenadas geográficas de Guarapuava (latitude 25°23'36"S) o fotoperíodo nos meses de maio e junho situa-se entre 10,9 a 10 horas de luz, e entre os meses de dezembro e janeiro entre 13,5 a 13,7 horas de luz (Figura 2). Assim, o melhor período para o plantio das mudas no campo foi entre os meses de maio e junho, quando o fotoperíodo era inferior ao crítico requerido para o início da bulbificação, o que favoreceu o crescimento vegetativo da parte aérea (aumento da massa foliar), resultando no acúmulo de reservas (fotoassimilados) que foram destinadas à bulbificação, que se iniciou por volta dos meses de agosto e setembro, quando o fotoperíodo passou a ser de 11,3 a 11,9 horas de luz. Com o avanço da época para o plantio das mudas (terceira época), as plantas tiveram período de crescimento vegetativo menor, comparativamente aos plantios feitos nas épocas anteriores, ocorrendo a bulbificação precoce das plantas, quando a parte aérea não tinha completado o seu perfeito desenvolvimento, culminando em bulbos com menor massa média e, conseqüentemente, reduzindo a produtividade.

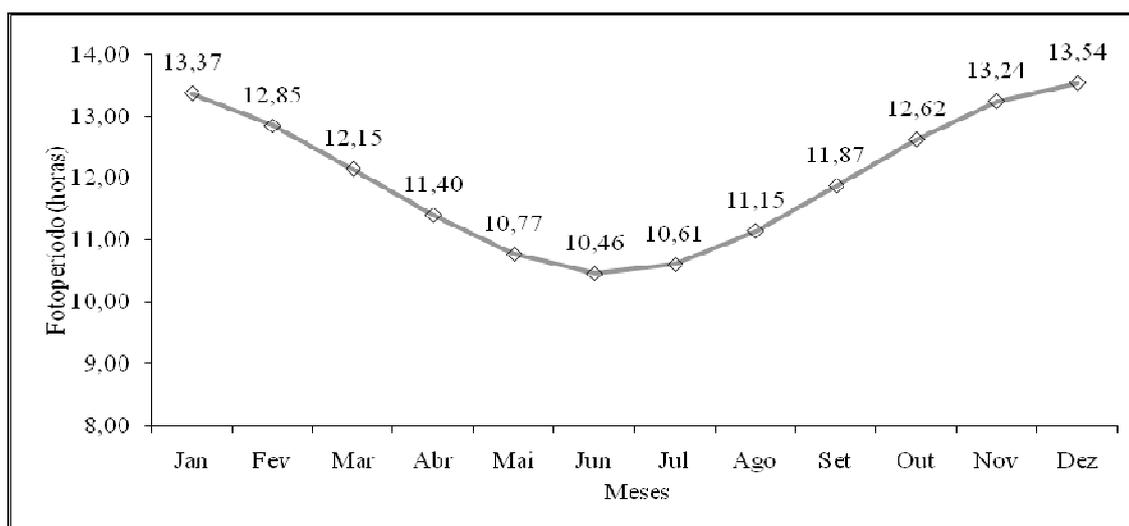


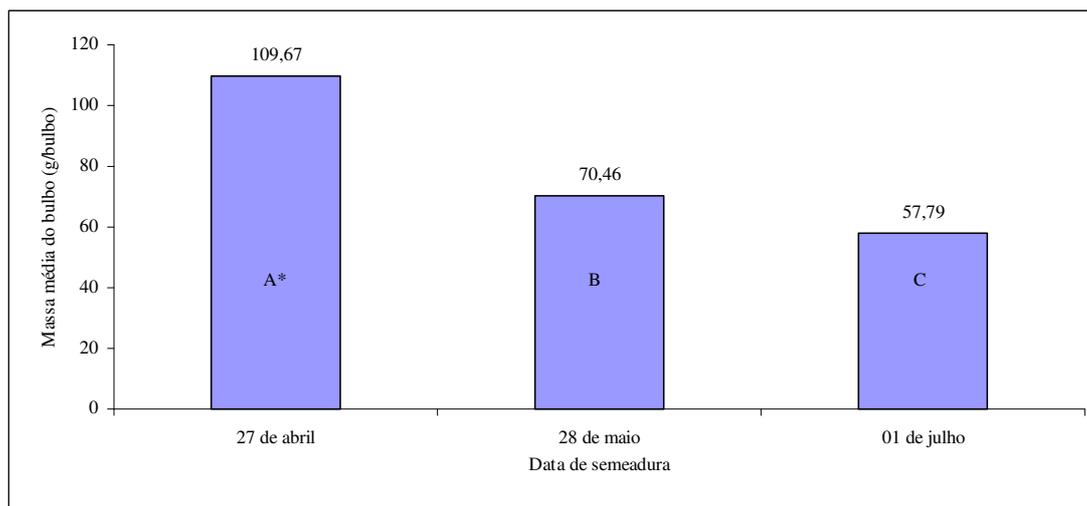
Figura 2. Fotoperíodo médio mensal para a latitude 25°22' (Guarapuava - PR) no ano de 2010.

Fonte estação meteorológica UNICENTRO. Guarapuava PR.

5.1.2 Massa média dos bulbos

Ocorreu a redução no tamanho médio dos bulbos à medida que se atrasou o plantio, a partir da primeira época de cultivo (Figura 3). Houve diferença significativa entre as médias gerais dos genótipos considerando as três épocas de cultivo, sendo que os bulbos alcançaram massa média de 109,67g, 70,46g e 57,79g na primeira, segunda e terceira épocas, respectivamente (Figura 3 e Tabela 6).

Esses resultados são observados em relatos da literatura em que, o atraso em relação à época ideal para o cultivo da cebola, promove redução significativa das características relacionadas à produtividade de bulbos, dentre elas a massa média. Essa redução ocorre devido à bulbificação precoce das plantas, em função das condições de fotoperíodo e temperatura como já foram discutidas anteriormente (SIRTOLI et al., 2010). Dessa maneira, da primeira para a terceira época houve redução de 51,88 g bulbo⁻¹, considerando a média dos genótipos avaliados (Figura 3).



*médias seguidas pela mesma letra pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Figura 3 – Massa média (g bulbo⁻¹) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Foram formados cinco grupos de genótipos na primeira época de cultivo, quatro grupos na segunda época e apenas dois grupos na terceira época. Considerando apenas os grupos de maiores médias, em cada uma das três épocas, a variação na amplitude dos valores da massa média dos bulbos foi de 182,20g (Perfecta) a 170,85g (Buccanneer) para o grupo superior da primeira época, 108,68g (HC3482) a 89,42g (OP2931) para a segunda época e 88,48g (HC3125) a 61,42g (HC3487) para a terceira.

Na primeira época as três testemunhas formaram o grupo de genótipos de maior massa média, ou seja, os híbridos comerciais Perfecta (182,20 g bulbo⁻¹), Buccanneer (170,85 g bulbo⁻¹) e Optima (171,28 g bulbo⁻¹), e superaram estatisticamente todos os genótipos experimentais. Em contrapartida, 12 genótipos apresentaram bulbos com peso médio inferior a 86,0g, sendo quatro híbridos experimentais (HC3484, HC3485, HC3487 e HC3491) e oito linhagens experimentais (LC2873A, LC3068-14, LC3068-3, LC3153, LC3154, LC3156, LC3157 e LC3291A), todos pertencentes ao grupo Crioula (Tabela 6), que estão sendo desenvolvidos a partir de germoplasma adaptado a condições de cultivo mais tardias.

Tabela 6. Massa média (g bulbo⁻¹) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Genótipo	1ª Época	2ª Época	3ª Época	Genótipo	1ª Época	2ª Época	3ª Época
HB1266	138,24 c* A	101,44 a B	65,26 a C	HC3487	85,06 e A	53,05 c B	61,42 a B
HB1555	156,80 b A	51,48 c B	51,85 b B	HC3488	115,37 c A	74,27 b B	84,06 a B
HB2285	149,18 b A	90,41 a B	64,18 a C	HC3489	129,52 c A	86,02 b B	50,71 b C
HB2572	131,10 c A	86,31 b B	40,48 b C	HC3490	106,10 d A	90,29 a A	53,38 b B
HB2574	109,85 d A	83,01 b B	66,93 a B	HC3491	84,31 e A	100,82 a A	72,30 a A
HB2575	128,48 c A	74,50 b B	43,73 b C	Perfecta	182,20 a A	87,85 b B	48,11 b C
HB2578	104,24 d A	58,66 c B	64,92 a B	Buccanneer	170,85 a A	72,94 b B	81,66 a B
HB3451	96,92 d A	75,58 b A	40,29 b B	Optima	171,28 a A	68,78 c B	51,56 b B
HC3119	110,85 d A	96,57 a A	70,74 a B	LB2982	115,95 c A	46,92 d B	51,24 b B
HC3120	109,60 d A	106,48 a A	58,25 b B	LC2873A	74,48 e A	41,02 d B	23,14 b B
HC3121	110,23 d A	66,00 c B	66,77 a B	LC2951	91,46 d A	67,34 c A	73,16 a A
HC3123	116,37 c A	56,81 c B	72,39 a B	LC3031A	91,71 d A	65,72 c B	43,82 b B
HC3124	103,94 d A	65,34 c B	73,69 a B	LC3068-14	78,77 e A	82,28 b A	53,13 b B
HC3125	115,42 c A	75,05 b B	88,48 a B	LC3068-3	84,03 e A	66,60 c A	41,91 b B
HC3126	120,87 c A	85,10 b B	61,97 a B	LC3153	55,48 e A	28,49 d A	36,08 b A
HC3477	107,33 d A	56,77 c B	46,25 b B	LC3154	85,74 e A	40,39 d B	47,05 b B
HC3478	102,94 d A	55,77 c B	64,42 a B	LC3156	75,46 e A	46,24 d B	41,96 b B
HC3479	113,58 c A	72,83 b B	62,61 a B	LC3157	78,21 e A	41,37 d B	38,89 b B
HC3480	102,30 d A	76,43 b B	55,04 b B	LC3291A	69,21 e A	31,70 d B	57,30 b A
HC3481	106,66 d A	95,13 a A	38,53 b B	OP2751	127,28 c A	82,75 b B	75,96 a B
HC3482	136,65 c A	108,68 a B	53,60 b C	OP2753	100,94 d A	66,60 c B	67,73 a B
HC3483	95,43 d A	50,88 c B	56,83 b B	OP2930	109,17 d A	76,03 b B	45,09 b C
HC3484	63,41 e A	60,40 c A	70,05 a A	OP2931	121,52 c A	89,42 a B	67,33 a B
HC3485	82,96 e A	54,02 c B	50,45 b B	OP3211	120,76 c A	79,86 b B	54,42 b C
HC3486	122,23 c A	73,94 b B	56,45 b B	OP3212	123,21 c A	58,91 c C	84,07 a B
Média					109,67 A	70,46 B	57,79 C

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade.

Para a segunda época de cultivo, nove genótipos formaram o grupo de maior massa média de bulbos, sendo dois híbridos Baia (HB1266 e HB2285), seis híbridos Crioula (HC3119, HC3120, HC3481, HC3482, HC3490, HC3491) e a variedade OP2931 (Tabela 6). Por outro lado sete linhagens fizeram parte do grupo de pior desempenho (LB2982, LC2873A, LC3153, LC3154, LC3156, LC3157 e LC3291A), com bulbos apresentado massa média inferior a 46,92g (Tabela 6). A diferença de tempo entre a primeira época e a segunda época propiciou redução significativa no tamanho médio dos bulbos dos híbridos comerciais Buccanneer, Optima e Perfecta, de modo que não figurassem entre os genótipos com maior massa média de bulbos, indicando a época mais adequada para o cultivo (Tabela 6).

Na terceira época o grupo de genótipos com maior massa média de bulbos foi composto pela testemunha Buccanneer, pelos híbridos experimentais HB1266, HB2285, HB2574, HB2578, HC3119, HC3121, HC3123, HC3124, HC3125, HC3126, HC3478, HC3479, HC3484, HC3487, HC3488, HC3491, LC2951 e pelas variedades OP2751, OP2753, OP2931 e OP3212 (Tabela 6).

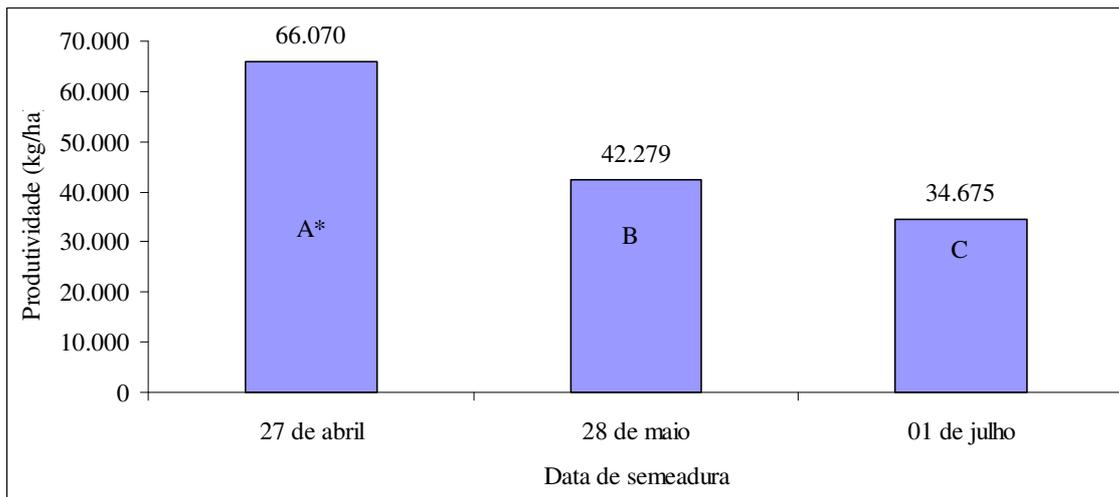
Apenas seis genótipos se mantiveram no grupo de maior massa média de bulbos na segunda e terceira épocas: os híbridos HB1266, HB2285, HC3119 HC3491 e a variedade OP2931 (Tabela 6). Quatro genótipos HC3484, HC3491, LC2951, LC3153 mantiveram comportamento constante frente às diferentes épocas de cultivo (Tabela 6).

5.1.3 Produtividade

A produtividade de bulbos é uma característica determinante na recomendação de genótipos para uma determinada região ou época de cultivo (RESENDE et al., 2007b). Para a cultura da cebola, o genótipo ideal é aquele que possui maior produtividade associada a uma maior porcentagem de bulbos pertencentes às classes que recebem melhor remuneração na comercialização (FIGUEIREDO et al., 2011).

As produtividades obtidas nesse trabalho foram bastante superiores às médias brasileira e paranaense na safra de 2011, que foram de 23 t ha⁻¹ e 19,59 t ha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2011). Na análise desses valores deve-se levar em conta que em situações experimentais, em condições de parcelas, é possível garantir uniformidade no estande e maior nível de controle das condições de manejo, comparativamente às condições de campo em lavouras comerciais. Para o cálculo das produtividades (kg ha⁻¹) foi usada uma relação direta e proporcional dos resultados das parcelas extrapolados para um hectare. Dessa forma, os elevados valores da produtividade devem ser entendidos como a potencialidade que os genótipos podem atingir em condições semelhantes às experimentais, considerando a população de a 660 mil plantas ha⁻¹.

Houve redução significativa da produtividade dos bulbos, com o avanço da época de cultivo, sendo que as produtividades atingiram valores de 66.070 kg ha⁻¹, 42.279 kg ha⁻¹ e 34.675 kg ha⁻¹, nas respectivas épocas (Figura 4 e Tabela 7).



*médias seguidas pela mesma letra pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Figura 4 – Produtividade média (kg ha⁻¹) de genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Essa redução na produtividade ocorreu devido à forte interação que existe entre genótipos e ambientes na cultura da cebola. A grande maioria das cultivares requer um número mínimo de horas diárias de luz (fotoperíodo crítico) para iniciar o processo de enchimento do bulbo (BOSCH SERRA & CURRAH, 2002). Enquanto o fotoperíodo se encontra abaixo do nível crítico, ocorre o desenvolvimento da parte aérea das plantas de maneira contínua e progressiva, correspondendo ao período vegetativo (SANTOS et al., 2004). No momento em que o número de horas de luz diárias ultrapassa o fotoperíodo crítico a planta recebe o estímulo para a bulbificação e os fotoassimilados acumulados na parte aérea são enviados para o bulbo, onde serão armazenados continuamente até o momento que este atinge o seu máximo desenvolvimento, e com isso finaliza-se o ciclo da cultura no campo (LEITE et al., 2012).

Ao se realizar o plantio tardio (terceira época) o estímulo para a bulbificação ocorre precocemente, ou seja, antes da planta ter um acúmulo suficiente de fotoassimilados na parte aérea para permitir a otimização do enchimento do bulbo, o que acarreta em bulbos de tamanho menor, proporcionando a redução da produtividade final da cultura (FILGUEIRA, 2005). O plantio atrasado levou à redução significativa da produtividade, em consequência da diminuição da massa média dos bulbos (Figura 3) resultante da baixa porcentagem de bulbos nas classes 3, 3 cheia e 4 (Figura 1).

Tabela 7. Produtividade (kg ha⁻¹) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Genótipo	Produtividade (kg ha ⁻¹)			Genótipo	Produtividade (kg ha ⁻¹)			
	1ª Época	2ª Época	3ª Época		1ª Época	2ª Época	3ª Época	
HB1266	82.947	*c A	60.861 a B	39.156 a C	HC3487	51.036 e A	31.828 c B	36.854 a B
HB1555	94.078	b A	30.885 c B	31.107 b B	HC3488	69.224 d A	44.558 b B	50.438 a B
HB2285	89.509	b A	54.246 a B	38.507 a C	HC3489	77.710 c A	51.613 b B	30.423 b C
HB2572	91.994	b A	51.787 b B	24.286 b C	HC3490	63.658 d A	54.175 a A	32.025 b B
HB2574	65.908	d A	49.805 b B	40.157 a B	HC3491	50.583 e A	60.492 a A	43.379 a A
HB2575	77.090	c A	44.701 b B	26.239 b C	Perfecta	109.315 a A	52.709 b B	28.865 b C
HB2578	62.547	d A	35.195 c B	38.955 a B	Buccanneer	102.506 a A	43.766 b B	48.998 a B
HB3451	58.152	d A	45.350 b A	24.174 b B	Optima	102.768 a A	41.266 c B	30.937 b B
HC3119	66.511	d A	57.941 a A	42.445 a B	LB2982	69.570 d A	28.152 d B	30.742 b B
HC3120	65.759	d A	63.889 a A	34.953 b B	LC2873A	44.689 e A	24.608 d B	13.887 b B
HC3121	66.139	d A	39.603 c B	40.060 a B	LC2951	54.874 e A	40.402 c A	43.895 a A
HC3123	69.823	d A	34.083 c B	43.432 a B	LC3031A	55.027 e A	39.434 c B	26.291 b B
HC3124	62.367	d A	39.203 c B	44.213 a B	LC3068-14	47.263 e A	49.369 b A	31.876 b B
HC3125	69.254	d A	45.031 b B	53.085 a B	LC3068-3	50.416 e A	39.957 c A	25.148 b B
HC3126	72.522	c A	51.061 b B	37.183 a B	LC3153	33.287 e A	17.093 d A	21.649 b A
HC3477	64.399	d A	34.064 c B	27.752 b B	LC3154	51.446 e A	24.232 d B	28.233 b B
HC3478	61.762	d A	33.458 c B	38.652 a B	LC3156	45.272 e A	27.744 d B	25.172 b B
HC3479	68.143	d A	43.697 b B	37.566 a B	LC3157	46.928 e A	24.823 d B	23.331 b B
HC3480	61.378	d A	45.857 b B	33.025 b B	LC3291A	41.525 e A	19.022 d B	34.379 b A
HC3481	63.995	d A	57.076 a A	23.118 b B	OP2751	76.370 c A	49.650 b B	45.573 a B
HC3482	81.989	c A	65.208 a B	32.160 b C	OP2753	60.564 d A	39.960 c B	40.636 a B
HC3483	57.259	d A	30.527 c B	34.096 b B	OP2930	65.503 d A	45.619 b B	27.053 b C
HC3484	38.045	e A	36.240 c A	42.031 a A	OP2931	72.910 c A	53.652 a B	40.396 a B
HC3485	49.779	e A	32.414 c B	30.273 b B	OP3211	72.456 c A	47.917 b B	32.647 b C
HC3486	73.336	c A	44.367 b B	33.869 b B	OP3212	73.926 c A	35.343 c C	50.441 a B
Média						66.070 A	42.279 B	34.675 C

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade.

Semelhantemente ao ocorrido para a massa média de bulbos, na primeira época de cultivo apenas as testemunhas Perfecta (109.315 kg ha⁻¹), Optima (102.768 kg ha⁻¹) e Buccanneer (102.506 kg ha⁻¹) formaram o grupo que apresentou a maior produtividade (Tabela 7). Esses três genótipos são híbridos comerciais cultivados na região e apresentarem alta porcentagem de bulbos com tamanho de elevado valor comercial (Tabela 5).

O segundo grupo de genótipos mais produtivos na primeira época foi constituído por apenas três híbridos experimentais do grupo Baía: HB1555 (94.078 kg ha⁻¹), HB2285 (89.509 kg ha⁻¹) e HB2572 (91.994 kg ha⁻¹). Os híbridos e linhagens do grupo Crioula apresentaram os piores desempenhos (Tabela 7), uma vez que esses

genótipos são derivados de germoplasma adaptado a épocas mais tardias. De maneira geral, houve pior desempenho das linhagens frente aos híbridos, uma vez que a cebola sofre depressão por endogamia, por conta de ser uma planta alógama (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1995).

Na segunda época de cultivo observou-se inversão de desempenho relativo de alguns genótipos, pois alguns híbridos experimentais (HB1266, HB2285, HC3119, HC3120, HC3481, HC3482, HC3490 e HC3491) e a variedade OP2931 se destacaram em relação às testemunhas comerciais (Perfecta, Buccanneer e Optima) (Tabela 7). Com isso esses genótipos experimentais de melhor desempenho se mostram promissores para plantios nessa época, o que coincide com maior porcentagem de bulbos desses genótipos nas classes 3 + 3 cheia + 4 (Tabela 5). Novamente, de modo geral, o pior desempenho ficou por conta das linhagens (Tabela 7).

A terceira época foi considerada a pior para o cultivo e formaram-se apenas dois grupos quanto à produtividade. Embora 22 genótipos tenham sido classificados no grupo de maiores médias, os valores foram inferiores aos obtidos nas demais épocas, variando dentro da amplitude de 53.085 kg ha⁻¹ (HC3125) a 36.854 kg ha⁻¹ (HC3487) (Tabela 7).

Ao se avaliar o comportamento específico de cada híbrido nas três épocas de cultivo, observa-se que apenas quatro genótipos (HC3484, HC3491, LC2951 e LC3153) mantiveram desempenho constante independentemente da época de cultivo, contudo as médias foram baixas. Todos os demais genótipos apresentaram redução da produtividade com o avanço na época de cultivo (Tabela 7).

5.1.4 Estabilidade fenotípica

A metodologia de Annicchiarico auxiliou na identificação dos genótipos que apresentaram comportamento estável à medida que se alterou o ambiente de produção. Este método permitiu estimar o índice de confiabilidade geral (ω_i), que determina o risco de adoção de determinado genótipo em relação à média dos demais genótipos utilizados no diferentes ambientes (OLIVEIRA et al., 2007). O índice de confiabilidade geral (ω_i) foi dado em valores percentuais, a partir dos valores médios de produtividade do genótipo em relação à média dos ambientes avaliados. Desta maneira quanto maior o ω_i acima de 100%, maior é a confiabilidade e chance de sucesso na escolha de um determinado genótipo para os diferentes ambientes avaliados (CRUZ & CARNEIRO, 2006).

Não há relatos na literatura do emprego da metodologia de Annicchiarico para avaliar a estabilidade de genótipos de cebola. Uma vantagem deste método é a capacidade de identificar a presença de interações entre genótipos e ambientes, mesmo com um número restrito de ambientes (GOMES et al., 2002).

Conforme já mencionado, um genótipo de cebola ideal é aquele que possui elevada produtividade aliada a uma alta porcentagem de bulbos com elevado valor comercial (classe 3 + 3 cheia + 4). Nesse sentido a metodologia de Annicchiarico foi aplicada sobre essas características visando identificar os genótipos que, além de estáveis para a produção de bulbos com maior valor comercial, mantiveram-se previsíveis quanto à produtividade. Os resultados apresentados nas Tabelas 8 e 9 e Figuras 5 e 6 auxiliam na identificação dos genótipos que se apresentaram mais estáveis na média das três épocas.

Quanto à porcentagem de bulbos de maior valor comercial (classes 3 + 3 cheia + 4) o genótipo que apresentou o maior ω_i foi HB2285 (141,87%), o que significa que obteve desempenho 41,87% acima da média geral das épocas de cultivo (Tabela 8 e Figura 5). Os demais genótipos que apresentaram valores de ω_i acima de 100% foram, em ordem decrescente, HB1266 (140,17%), Buccanneer (135,5%), OP2751 (117,95%), HC3119 (115,72%), HC3126 (114,53%), OP2931 (113,14%), HC3120 (107,97%), HC3491 (105,76%), HC3488 (103,86) e HC3479 (102,51%). Nenhuma das linhagens mostrou estabilidade satisfatória para essa característica.

O híbrido experimental HB1266 foi o genótipo com o segundo maior ω_i para a porcentagem de bulbos nas classes 3 + 3 cheia + 4 (141,87%) (Figura 5) e ao mesmo tempo o maior índice de confiança geral para a produtividade (116,94%) (Figura 6), indicando que este genótipo pode ser considerado estável do ponto de vista produtivo e que mantém uma boa produção de bulbos de maior valor comercial. Dos híbridos comerciais, apenas o Buccanneer apresentou valores de ω_i acima de 100% (135,5%) (Tabela 8) revelando a previsibilidade deste genótipo para as condições do experimento.

Tabela 8. Análise de estabilidade (Annicchiarico) da porcentagem de bulbos nas classes de maior valor comercial (3 + 3 cheia + 4) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Genótipo	Média kg ha ⁻¹	I* (ω_i)	Desvio Padrão (%)	Média (%)	Genótipo	Média kg ha ⁻¹	I (ω_i)	Desvio Padrão (%)	Média (%)
HB1266	47.429	140,17	30,48	160,73	HC3487	21.702	49,72	39,46	76,35
HB1555	35.746	39,92	67,72	85,60	HC3488	36.680	103,86	45,99	134,88
HB2285	44.962	141,87	5,92	145,86	HC3489	36.920	69,60	56,72	107,86
HB2572	35.967	43,83	79,63	97,54	HC3490	33.443	89,62	34,63	112,98
HB2574	28.359	34,15	59,09	74,01	HC3491	37.465	105,76	72,56	154,70
HB2575	35.363	45,50	69,83	92,61	Perfecta	50.882	98,60	60,07	139,12
HB2578	21.017	40,17	49,58	73,62	Buccanneer	49.360	135,50	26,61	153,46
HB3451	22.296	32,42	41,35	60,31	Optima	42.163	72,99	56,09	110,83
HC3119	38.941	115,72	42,50	144,38	LB2982	23.206	20,22	48,28	52,79
HC3120	40.356	107,97	55,62	145,49	LC2873A	13.540	9,58	30,33	30,04
HC3121	32.917	90,38	47,06	122,12	LC2951	26.684	74,98	50,31	108,92
HC3123	34.310	90,26	46,20	121,43	LC3031A	22.313	41,98	30,47	62,54
HC3124	27.772	64,23	66,11	108,82	LC3068-14	24.743	61,78	53,83	85,95
HC3125	39.994	97,81	91,99	158,86	LC3068-3	17.387	26,62	28,08	45,56
HC3126	38.318	114,53	26,53	132,42	LC3153	7.249	5,48	15,74	16,09
HC3477	24.691	35,90	38,60	61,94	LC3154	17.684	32,55	33,04	54,83
HC3478	31.363	80,70	47,72	112,89	LC3156	14.607	22,50	22,20	37,48
HC3479	33.336	102,51	17,71	114,46	LC3157	13.909	7,60	32,70	29,70
HC3480	33.926	92,49	30,31	112,94	LC3291A	16.543	39,31	29,95	59,51
HC3481	29.260	37,47	72,34	86,27	OP2751	40.125	117,95	44,84	148,20
HC3482	47.001	97,02	78,94	150,27	OP2753	31.715	80,54	57,78	119,51
HC3483	22.049	47,75	20,91	61,86	OP2930	29.309	89,10	13,42	98,16
HC3484	18.334	46,43	50,12	80,24	OP2931	37.652	113,14	13,82	122,46
HC3485	25.358	63,24	12,09	71,40	OP3211	33.947	99,58	13,06	108,39
HC3486	32.878	91,64	13,42	100,69	OP3212	39.059	77,55	109,89	151,68

* índice de confiabilidade do genótipo utilizado foi de 25%.

Para a produtividade de bulbos, apenas 26% dos genótipos apresentaram índice de confiança geral (ω_i) acima de 100% (Tabela 9 e Figura 6). O genótipo que apresentou o maior ω_i foi o híbrido experimental HB1266 (116,94%), ou seja, teve produtividade 16,94% acima da média dos ambientes avaliados. Os outros genótipos que apresentaram ω_i maior que 100% foram, em ordem decrescente, HB2285 (116,47%), OP2751 (115,64%), Buccanneer (115,29%), OP2931 (112,27%), HC3126 (107,73%), HC3119 (107,69%), HB2574 (104,44%), HC3125 (102,99%), HC3479 (102,95%), HC3482 (102,95%), HC3488 (102,81%) e HC3486 (100,03%) (Figura 6). Os demais genótipos apresentaram ω_i abaixo de 100% (Figura 6), indicando que o risco de insucesso em se optar um destes genótipos é maior devido os mesmos apresentaram menor estabilidade fenotípica à medida que se altera a data de semeadura. O genótipo de menor ω_i foi à linhagem LC3153 que apresentou o valor de 43,64% (Figura 6).

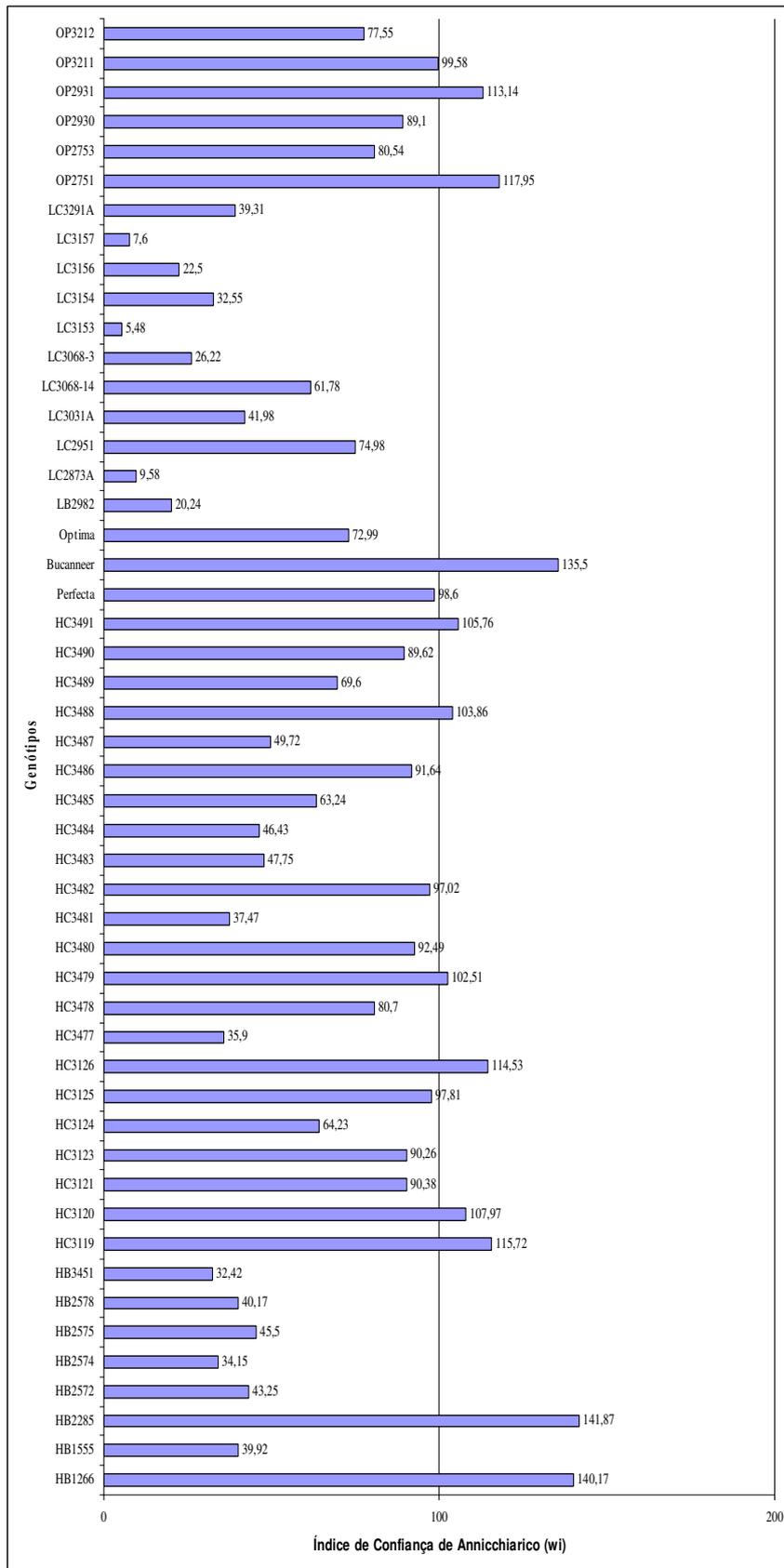


Figura 5. Índice de confiança geral (w_i) para a porcentagem de bulbos nas classes de maior valor comercial (3 + 3 cheia + 4) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Tabela 9. Análise de estabilidade (Annicchiarico) da produtividade de bulbos (kg ha^{-1}) de 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Genótipo	Média kg ha^{-1}	I^* (ω_i)	Desvio Padrão (%)	Média (%)	Genótipo	Média kg ha^{-1}	I (ω_i)	Desvio Padrão (%)	Média (%)
HB1266	60.988	116,95	15,61	127,47	HC3487	39.906	74,56	17,36	86,27
HB1555	52.024	77,30	36,20	101,72	HC3488	54.740	102,81	23,31	118,54
HB2285	60.754	116,48	12,56	124,94	HC3489	53.248	96,55	18,67	109,14
HB2572	56.022	86,24	36,10	110,59	HC3490	49.953	92,39	19,61	105,61
HB2574	51.956	104,45	9,90	111,12	HC3491	51.485	91,70	34,41	114,91
HB2575	49.343	85,04	21,23	99,36	Perfecta	63.629	96,73	41,11	124,46
HB2578	45.565	86,86	14,66	96,75	Buccanneer	65.090	115,30	26,72	133,32
HB3451	42.559	75,67	18,78	88,33	Optima	58.323	89,76	36,12	114,12
HC3119	55.632	107,69	18,30	120,04	LB2982	42.821	73,75	19,42	86,85
HC3120	54.867	97,30	29,42	117,15	LC2873A	27.728	45,84	14,02	55,30
HC3121	48.601	95,53	11,23	103,10	LC2951	46.390	86,62	22,41	101,74
HC3123	42.113	88,76	22,37	103,85	LC3031A	40.250	78,22	8,76	84,13
HC3124	48.594	91,64	19,62	104,88	LC3068-14	42.823	78,13	22,65	93,41
HC3125	55.790	103,00	27,39	121,47	LC3068-3	38.507	73,18	11,75	81,11
HC3126	53.589	107,73	7,20	112,59	LC3153	24.009	43,65	11,02	51,08
HC3477	42.072	79,34	9,92	86,02	LC3154	34.637	63,42	13,01	72,20
HC3478	44.624	83,77	16,20	94,69	LC3156	32.729	66,55	3,50	68,91
HC3479	49.802	102,96	2,94	104,94	LC3157	31.694	61,42	6,31	65,68
HC3480	46.753	93,21	8,39	98,87	LC3291A	31.642	50,38	27,59	69,00
HC3481	48.063	76,42	34,24	99,51	OP2751	57.198	115,64	8,66	121,48
HC3482	59.786	102,95	30,75	123,69	OP2753	47.053	91,69	13,99	101,12
HC3483	40.627	76,90	13,09	85,73	OP2930	46.058	84,66	15,36	95,02
HC3484	38.772	66,66	31,89	88,17	OP2931	55.653	112,28	8,37	117,91
HC3485	37.489	75,35	6,56	79,77	OP3211	51.007	98,84	10,18	105,72
HC3486	50.524	100,04	6,67	104,54	OP3212	53.237	92,76	30,97	113,65

* índice de confiabilidade do genótipo utilizado foi de 25%.

Dentre as testemunhas comerciais, apenas o híbrido Buccanneer apresentou ω_i maior que 100% (115,29%), pois em cada uma das épocas as médias de produtividade foram superiores à média geral dos genótipos. Os outros dois híbridos comerciais apresentaram índice de confiança 89,76% (Optima) e 96,73% (Perfecta) (Figura 5).

Considerando o índice de confiança geral favorável (ω_i acima de 100%) para as duas características simultaneamente (porcentagem de bulbos e produtividade), destacaram-se os genótipos HB1266, HB2285, HC3119, HC3126, HC3479, HC3488, OP2751, OP2931 e Buccanneer (Figuras 5 e 6).

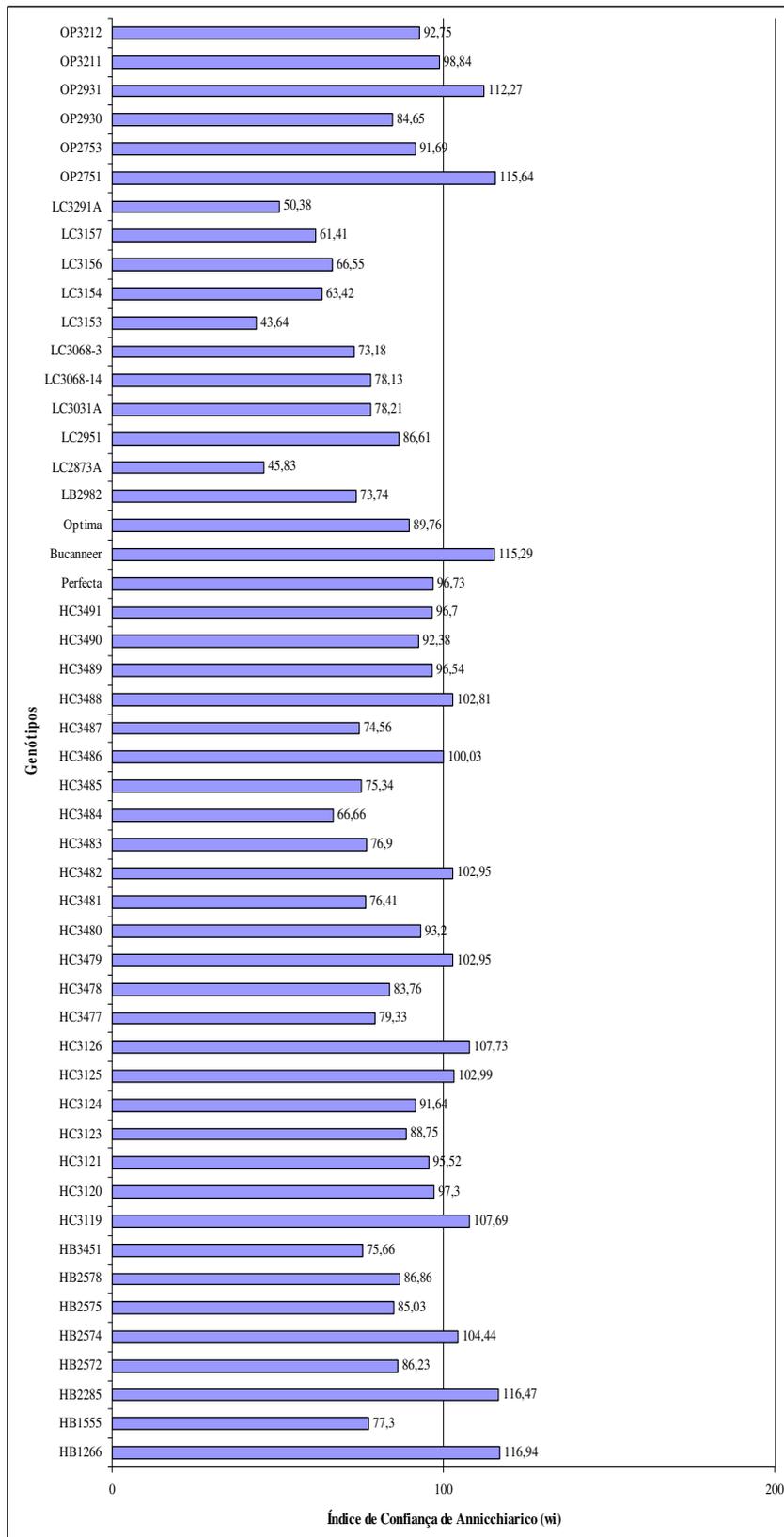


Figura 6. Índice de confiança geral (ω_i) da produtividade de bulbos, para 50 genótipos de cebola cultivados em três épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Embora na primeira época de cultivo os três híbridos comerciais não tenham diferido entre si e tenham sido significativamente superiores aos demais genótipos (Tabela 7), houve inversão de desempenho produtivo dos híbridos Optima e Perfecta em decorrência da diferença na época de cultivo (segunda e terceira épocas), resultante da interação genótipos x épocas, sugerindo que a recomendação desses genótipos para sistemas que visam elevadas produtividades na região de Guarapuava, deve ser restrita à época adequada, a exemplo da primeira época de cultivo do experimento realizado.

O híbrido experimental HB1266 apresentou o maior ω_i do experimento (116,94%) (Tabela 9) e o desempenho produtivo na segunda e terceira épocas não diferiu estatisticamente dos melhores genótipos (Tabela 7).

Os genótipos HC3491 e HC3120 foram os únicos que apresentaram ω_i acima de 100% para a porcentagem de bulbos nas classes 3 + 3 cheia + 4 (Figura 5) e que não conseguiram manter-se acima da média geral das épocas quanto à produtividade (Tabela 9). Em contrapartida, os genótipos HB2574 HC3125, HC3482 e HC3486 apresentaram resultados favoráveis para estabilidade da produtividade (Figura 6), mas não demonstraram o mesmo comportamento quando se levou em conta a porcentagem de bulbos nas classes 3 + 3 cheia + 4 (Figura 5).

5.2 Características Pós-Colheita

Foram avaliadas as características pós-colheita dos bulbos colhidos apenas nas duas primeiras épocas. A análise de variância permitiu identificar diferenças significativas entre os tratamentos e entre os desdobramentos dos tratamentos em híbridos (híbridos experimentais + híbridos comerciais testemunhas) e demais genótipos (linhagens + variedades de polinização livre) para todas as características pós-colheita avaliadas. O contraste híbridos vs demais genótipos também foi significativo, exceto para a característica ácido pirúvico, indicando que esses grupos apresentaram comportamentos médios diferentes entre si frente às características avaliadas. Da mesma forma, houve efeitos significativos das interações das épocas de cultivo com os tratamentos e os desdobramentos (híbridos e demais genótipos) (Tabela 10), indicando que o comportamento dos genótipos não foi coincidente nas duas épocas avaliadas.

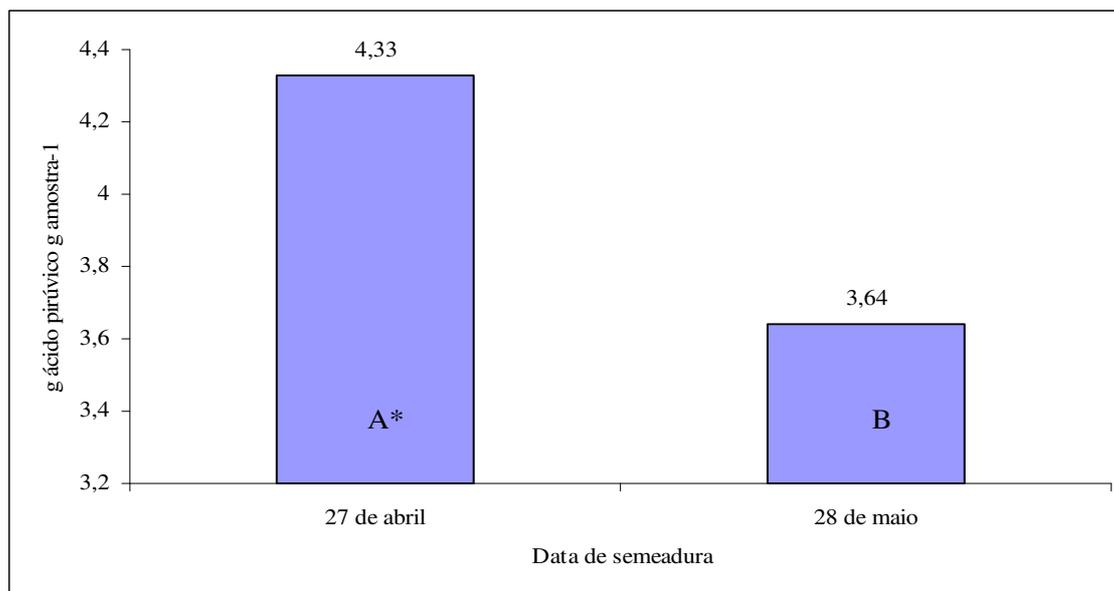
Tabela 10. Resumo da análise de variância do teor de ácido pirúvico (AP), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e porcentagem de massa média (MM) de 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

F.V	GL	Quadrado médio			
		AP	SS	AT	MM
Blocos (B)/Épocas (E)	4	0,31	0,014	0,0017	0,24
B	2	0,27	0,027	0,0029	0,07
B x E	2	0,34	0,002	0,0008	0,41
Tratamentos (T)	49	10,82*	4,21*	0,0029*	5,47*
Híbridos (H)	32	8,84*	2,01*	0,0026*	4,33*
Demais genótipos (DG)	16	15,37*	8,67*	0,0017*	7,01*
H vs DG	1	8,15 ^{ns}	3,35*	0,314*	17,21*
Épocas (E)	1	35,03*	4,44*	0,089*	3,45*
T x E	49	3,27*	2,32*	0,0029*	2,04*
H x E	32	2,97*	2,98*	0,0027*	2,17*
DG x E	16	2,07*	0,98*	0,0011*	1,78*
(H vs DG) x E	1	31,99*	2,58*	0,0387*	1,98*
Resíduo	196	0,33*	0,01*	0,0003*	0,192*
Total	299				
C V (%)		14,56	1,64	8,73	4,53

* e ^{ns} significativo e não significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade de erro respectivamente.

5.2.1 Teor de ácido pirúvico

O teor de ácido pirúvico está relacionado à pungência dos bulbos. Na segunda época de cultivo o teor médio de ácido pirúvico ($3,64 \mu\text{mol g}^{-1}$) foi significativamente inferior ao valor médio quantificado na primeira época ($4,33 \mu\text{mol g}^{-1}$ cebola) (Figura 7).



* médias seguidas pela mesma letra pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Figura 7. Teor médio de ácido pirúvico ($\mu\text{mol g}^{-1}$ cebola) nos bulbos de 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

A amplitude de valores encontrados para a primeira época variou de 1,71 $\mu\text{mol g}^{-1}$ (HC3121) a 7,69 $\mu\text{mol g}^{-1}$ (LC3291A) e para a segunda época variou de 1,02 $\mu\text{mol g}^{-1}$ (HB2574) a 8,40 $\mu\text{mol g}^{-1}$ (LC3291A) (Tabela 11). Schunemann L L. (2006) avaliaram 18 genótipos de cebola, sendo 14 seleções da Embrapa e quatro cultivares nas condições de cultivo de Santa Catarina e encontraram uma pungência que variou de 4,84 a 7,61 $\mu\text{mol g}^{-1}$. Se comparados esses resultados aos do presente trabalho, pode-se afirmar que os menores teores encontrados por aqueles autores são ainda superiores à média dos 50 materiais avaliados no presente experimento em Guarapuava.

De acordo com o teste de Scott Knott foram formados quatro grupos de genótipos na primeira época e seis grupos na segunda época (Tabela 11).

Tabela 11. Teores médios de ácido pirúvico ($\mu\text{mol g}^{-1}$ cebola) em 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Genótipo	$\mu\text{mol g}^{-1}$		Genótipo	$\mu\text{mol g}^{-1}$	
	1 ^a Época	2 ^a Época		1 ^a Época	2 ^a Época
HB1266	4,87 b A*	3,85 d B	HC3487	4,83 b A	5,10 c A
HB1555	4,16 c A	3,30 d A	HC3488	3,69 c A	3,14 d A
HB2285	3,22 d A	1,77 f B	HC3489	4,59 c A	3,38 d A
HB2572	2,63 d A	1,61 f B	HC3490	4,36 c A	2,63 e B
HB2574	2,94 d A	1,02 f B	HC3491	3,92 c A	3,85 d A
HB2575	2,78 d A	2,71 e A	Perfecta	5,42 b A	4,16 d B
HB2578	3,61 c A	2,32 e B	Buccanneer	6,00 b A	5,02 c B
HB3451	6,83 a A	2,83 e B	Optima	4,59 c A	2,63 e B
HC3119	4,28 c A	1,80 f B	LB2982	5,18 b A	2,67 e B
HC3120	3,85 c A	1,96 f B	LC2873A	3,23 d B	4,63 c A
HC3121	1,71 d B	3,41 d A	LC2951	5,61 b A	2,20 b B
HC3123	2,16 d A	2,98 d A	LC3031A	2,79 d B	4,00 d A
HC3124	2,78 d A	2,27 e A	LC3068-14	6,99 a A	6,12 b A
HC3125	3,02 d A	3,06 d A	LC3068-3	5,89 b A	6,16 b A
HC3126	1,86 d B	3,34 d A	LC3153	6,28 b A	6,20 b A
HC3477	3,89 c B	5,14 c A	LC3154	5,42 b A	5,69 b A
HC3478	4,24 c B	6,28 b A	LC3156	7,26 a A	6,30 b B
HC3479	4,08 c A	3,38 d A	LC3157	3,96 c A	2,59 e B
HC3480	3,73 c A	3,18 d A	LC3291A	7,69 a A	8,40 a A
HC3481	2,12 d A	2,28 e A	OP2751	4,55 c A	2,63 e B
HC3482	2,63 d B	3,61 d A	OP2753	3,10 d A ¹	3,84 d A
HC3483	4,32 c A	4,59 c A	OP2930	3,97 c A	1,73 f B
HC3484	5,14 b B	7,58 a A	OP2931	5,18 b A	1,92 f B
HC3485	5,73 b A	4,28 d B	OP3211	5,80 b A	2,75 e B
HC3486	4,00 c A	2,43 e B	OP3212	5,57 b A	3,57 d B
Média				4,33 A	3,64 B

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade.

Dentre as linhagens do grupo Crioula, LC2951, LC3156 e LC3157 apresentaram teores de ácido pirúvico significativamente superiores na primeira época (Tabela 11), enquanto LC2873A e LC3031A se sobressaíram na segunda época de cultivo. Com relação aos híbridos do grupo Crioula, os genótipos HC3123, HC3124, HC3125, HC3479, HC3480, HC3481, HC3483, HC3487, HC3488 e HC3491 não sofreram influência da época de cultivo. Dos 24 híbridos do grupo Crioula, oito tiveram teores de ácido pirúvico significativamente superiores na primeira época e seis na segunda época (Tabela 11).

A única linhagem do grupo Baia, LB2982, apresentou pungência significativamente superior na primeira época. Dos híbridos deste grupo, apenas dois deles, HB1555 e HB2575, não sofreram influência da época de cultivo para a pungência (Tabela 11).

De todos os genótipos avaliados, na primeira época, três linhagens do grupo Crioula (LC3156, LC3068-14 e LC3291A) e um híbrido Baia (HB3451) foram significativamente diferentes dos demais e tiveram os maiores valores de pungência, expressos em teor de ácido pirúvico, respectivamente 7,26, 6,99, 7,69 e 6,83 $\mu\text{mol g}^{-1}$ (Tabela 11).

Na segunda época, a mesma linhagem do grupo Crioula (LC3291A) já com pungência maior na primeira época, não diferiu significativamente do híbrido do mesmo grupo (HC3484) e ambos diferiram de todos os demais genótipos, com valores de 8,40 e 7,58 $\mu\text{mol g}^{-1}$, respectivamente (Tabela 11). Cebolas do grupo Crioula são descritas na literatura como tendo a característica de alta pungência (MORETTI, 2004), o que foi verificado no presente trabalho.

As cultivares comerciais Perfecta, Buccanneer e Optima apresentaram valores de pungência intermediários, maiores na primeira época de cultivo, 5,42, 6,00 e 4,59 $\mu\text{mol g}^{-1}$, respectivamente (Tabela 11). Perfecta é considerada uma cebola de média pungência e Optima de baixa pungência (EMBRAPA, 2004), o que pôde ser constatado no presente trabalho.

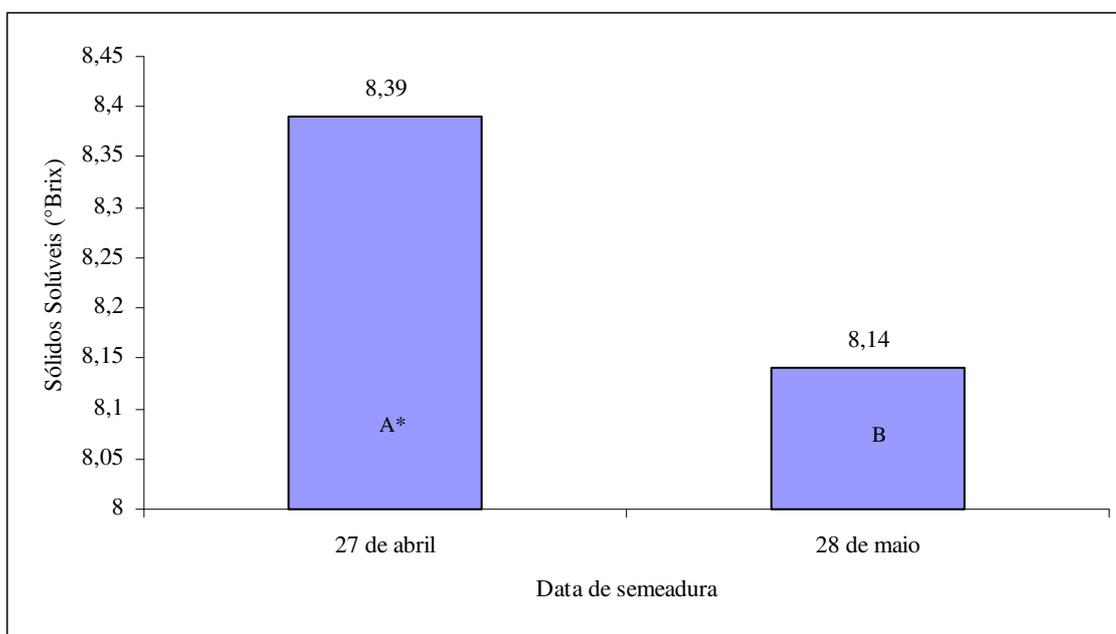
O mecanismo de produção da pungência é regulado pelo potencial genético, considerando a absorção de enxofre e a síntese de precursores do sabor. A pungência pode ser definida pela combinação entre sabor e odor, sendo que o sabor é dominado pelos ácidos voláteis sulfônicos e tiosulfônicos que são liberados quando da ruptura dos tecidos, ativando a enzima alinase que cliva os precursores de sabor produzindo piruvato, amônia e enxofre (CROWTHER et al., 2005). Assim, considerando a

classificação da pungência em função da quantidade de ácido pirúvico definida por Schiirmer & Weston (1961), de modo geral os genótipos avaliados no presente trabalho podem ser classificados como de pungência fraca e intermediária.

De acordo com Santos & Oliveira (2011) o Brasil é um país cuja maioria das cultivares de cebola é considerada de pungência elevada, o que acaba reduzindo a utilização para o consumo *in natura*. A Embrapa Semi-árido realiza trabalhos, com intuito de reduzir a pungência em bulbos de cebola para teores inferiores a 3 μmol ácido pirúvico ml^{-1} . De acordo com estes autores a herdabilidade desta característica é pequena, e muito influenciada pela absorção de enxofre do solo, uma vez que a cebola é eficiente em absorver o enxofre do solo e transformá-lo em compostos relacionados à pungência. Para a seleção de plantas com baixa pungência, deve-se evitar aplicação de fertilizantes sulfurados na área experimental (SANTOS & OLIVEIRA, 2011).

5.2.2 Teor de sólidos solúveis

Houve influência da época de cultivo sobre o teor de sólidos solúveis dos bulbos. A primeira época propiciou maiores teores médios de sólidos solúveis nos bulbos (8,39 °Brix) comparativamente à segunda época, que teve média de 8,14 ° Brix (Figura 8).



* médias seguidas pela mesma letra pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Figura 8. Teor médio de sólidos solúveis (°Brix) dos bulbos de 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

A maioria dos genótipos avaliados teve os teores de sólidos solúveis influenciados pela época de cultivo, sendo que destes, 50% (25 genótipos) acumularam maior teor de açúcares na primeira época e 28% (14 genótipos) na segunda época (Tabela 12). Dentre os genótipos com maiores teores de sólidos solúveis na segunda época, 10 deles são do grupo Crioula, o que favorece as cebolas deste grupo, já que essa característica de qualidade está relacionada com o sabor.

Tabela 12. Teores médios de sólidos solúveis (°Brix) nos bulbos de 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Genótipo	Sólidos Solúveis (°Brix)		Genótipo	Sólidos Solúveis (°Brix)	
	1ª época	2ª época		1ª época	2ª época
HB1266	8,50 h A*	6,83 m B	HC3487	7,87 k A	7,87 i A
HB1555	7,50 l B	8,20 h A	HC3488	9,10 f A	8,27 h B
HB2285	7,07 m A	6,13 o B	HC3489	8,20 i A	7,13 l B
HB2572	7,57 l A	7,47 k A	HC3490	8,73 g A	8,20 h B
HB2574	8,13 i B	8,77 f A	HC3491	7,60 l B	7,93 i A
HB2575	7,80 j A	7,10 l B	Perfecta	6,60 o B	7,13 l A
HB2578	7,53 l A	7,50 k A	Buccanneer	8,17 i A	8,07 h A
HB3451	7,70 l A	7,90 i A	Optima	6,87 n A	6,60 n B
HC3119	8,23 i B	8,70 f A	LB2982	7,23 m B	8,17 h A
HC3120	8,43 há	8,50 g A	LC2873A	8,23 i A	7,27 l B
HC3121	8,13 i B	8,63 f A	LC2951	7,73 l B	10,53 a A
HC3123	7,20 m B	10,00 b A	LC3031A	7,50 l A	6,53 n B
HC3124	7,83 j A	7,77 j A	LC3068-14	10,67 a A	8,43 g B
HC3125	8,33 h B	8,97 e A	LC3068-3	8,90 f A	7,13 l B
HC3126	8,47 h A	8,50 g A	LC3153	7,70 l A	7,57 k A
HC3477	10,57 b A	8,13 h B	LC3154	7,20 m B	10,60 a A
HC3478	8,73 g A	7,50 k B	LC3156	7,70 l B	8,47 g A
HC3479	8,07 j A	7,70 j B	LC3157	6,87 n B	9,53 c A
HC3480	9,00 f A	7,87 i B	LC3291A	10,83 a A	6,13 o B
HC3481	10,00 c A	7,53 k B	OP2751	9,77 c A	9,80 b A
HC3482	8,00 j A	7,27 l B	OP2753	7,60 l B	8,57 g A
HC3483	9,27 e A	7,80 j B	OP2930	9,83 c A	9,20 d B
HC3484	9,57 d A	9,23 d B	OP2931	9,60 d A	8,67 f B
HC3485	8,40 h A	8,23 h A	OP3211	10,40 b A	9,63 c B
HC3486	8,90 f A	8,13 h B	OP3212	8,77 g A	7,47 k B
Média				8,39 A	8,14 B

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade.

Na primeira época de cultivo, os maiores teores de sólidos solúveis foram obtidos pelas linhagens do grupo Crioula LC3291A e LC3068-14, com 10,83 °Brix e 10,67 °Brix, respectivamente, diferindo significativamente de todos os demais genótipos

avaliados. Os piores resultados para essa característica foram encontrados nos híbridos comerciais Optima (6,87 °Brix) e Perfecta (6,60 °Brix) (Tabela 12).

Já na segunda época de cultivo, foram duas linhagens do grupo Crioula que se destacaram quanto ao teor de sólidos solúveis, LC3154 (10,60 °Brix) e LC2951 (10,53 °Brix). Também na segunda época de cultivo, os híbridos comerciais Optima e Perfecta tiveram baixos teores de açúcares nos bulbos. Os bulbos do híbrido Buccanneer apresentaram em ambas as épocas, teores intermediários de sólidos solúveis (Tabela 12).

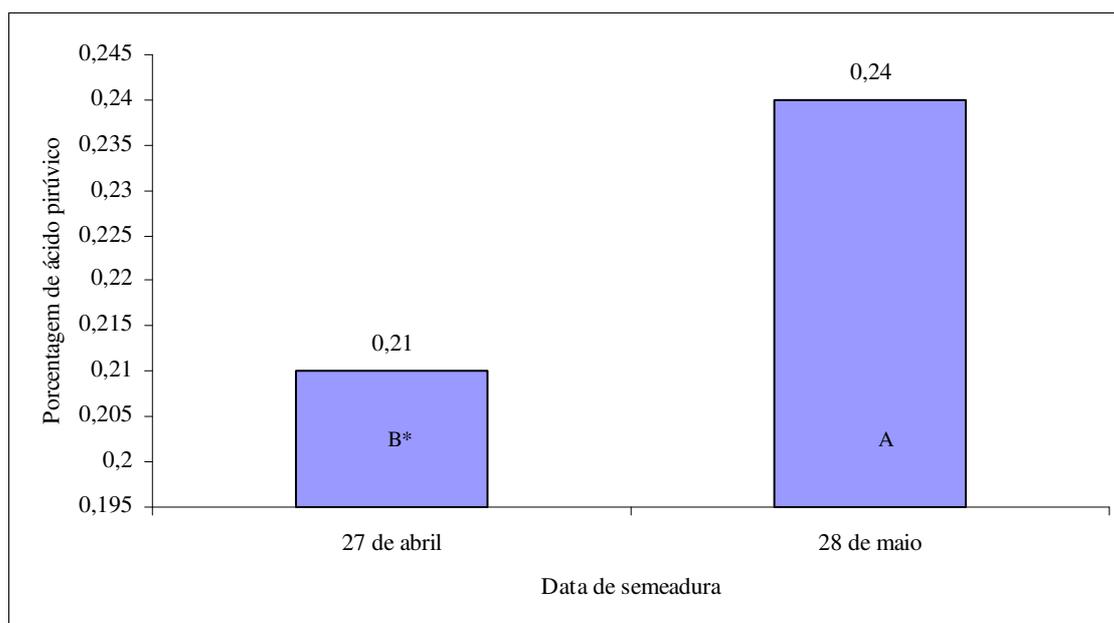
Considerando que o teor de sólidos solúveis em bulbos de cebola varia de 6 a 12 °Brix e que é nessa fração que se encontram os açúcares responsáveis em parte pelo sabor da cebola (CARVALHO et al., 1987), os genótipos avaliados no presente trabalho podem ser considerados satisfatórios quanto a este aspecto.

Chagas et al. (2004) avaliaram as cultivares Crioula e Baia Periforme nas condições do Sul de Minas quanto ao teor de sólidos solúveis e encontraram teores médios de 10,58% e 10,42%, respectivamente, valores próximos aos encontrados neste trabalho nos genótipos que tiveram melhor desempenho para essa característica. Todavia Resende et al. (2010) avaliaram seis cultivares de cebola também em Guarapuava, PR e encontraram uma média de sólidos solúveis para o grupo Baia que variou de 7,10 a 12,20 °Brix, sendo que no presente trabalho nenhum dos materiais desse grupo atingiu valor acima de 10,83 °Brix. Para uma cultivar do grupo Crioula, aqueles autores encontraram 11,00 °Brix, o que também foi superior à média encontrada para os genótipos do grupo Crioula nesse estudo.

5.2.3 Acidez titulável

Na segunda época, em média, os bulbos produzidos apresentaram maior acidez titulável (0,24% ácido pirúvico) em relação à primeira época (0,21% ácido pirúvico) (Figura 9). Esse aumento na acidez titulável da primeira para a segunda época de cultivo somente foi possível devido à redução no conteúdo de sólidos solúveis e também redução do ácido pirúvico, que são considerados no cálculo de acidez titulável.

Na primeira época de cultivo, uma linhagem do grupo Baia (LB2982), um híbrido do grupo Crioula (HC3486), uma linhagem Crioula (LC2873A) e uma variedade (OP2751) foram os genótipos que tiveram os maiores teores de acidez, variando de 0,29% a 0,26%, diferindo estatisticamente dos demais genótipos avaliados.



*médias seguidas pela mesma letra pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Figura 9. Valores médios de acidez titulável dos bulbos de 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Os híbridos comerciais tiveram acidez intermediária dentre os genótipos analisados (Optima, 0,24%; Buccanneer, 0,22% e Perfecta, 0,21%) (Tabela 13).

Na segunda época de cultivo a maioria dos genótipos avaliados tiveram o teor de acidez elevado se comparado com a primeira época, prova disso é o fato de que os menores teores de acidez titulável foram 0,15% na primeira época e 0,18% na segunda época. Assim como na primeira época, LB2982 e HC3486 obtiveram altos valores de acidez, 0,28% e 0,26%, respectivamente (Tabela 13).

Esses resultados se assemelham aos obtidos por Schunemann et al. (2006) em 14 seleções de cebola da EMBRAPA e quatro cultivares, que variaram de 0,17% a 0,27%, porém, ficaram abaixo dos determinados por Chagas et al. (2004) para cebolas Crioula (0,37%) e Baia Periforme (0,30%). Nenhum dos genótipos avaliados atingiu esses teores de acidez titulável, indicando que a concentração de ácido pirúvico liberada enzimaticamente quando ocorre o rompimento das membranas foi baixa. Resende et al. (2010) também determinaram maiores teores de acidez titulável em bulbos de cebola do grupo Baia (0,21% a 0,30%) e do grupo Crioula (0,37%) nas condições de cultivo de Guarapuava, PR. Os resultados dos teores de ácido pirúvico e de acidez titulável são coerentes, pois os valores encontrados nas duas análises podem ser considerados baixos, quando comparados com outros trabalhos na literatura. Os

materiais aqui avaliados tiveram baixa pungência e conseqüentemente baixos teores de acidez titulável.

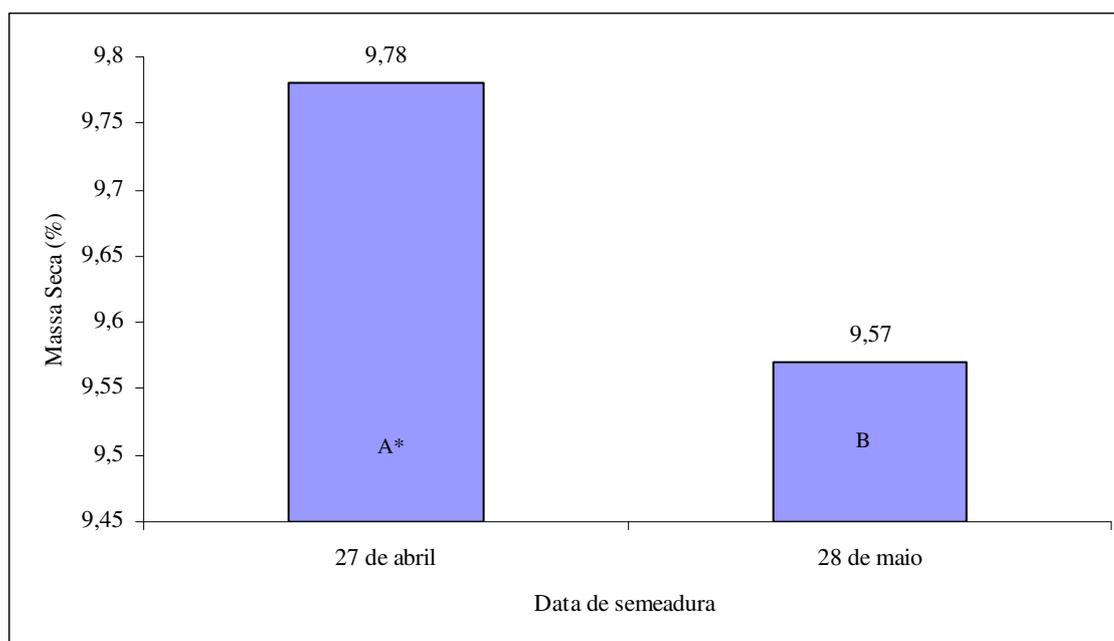
Tabela 13. Teores médios de acidez titulável (% ácido pirúvico) nos bulbos de 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Genótipo	% ácido pirúvico		Genótipo	% ácido pirúvico	
	1ª Época	2ª Época		1ª Época	2ª Época
HB1266	0,22 b B*	0,28 a A	HC3487	0,25 b A	0,22 b A
HB1555	0,22 b B	0,27 a A	HC3488	0,23 b A	0,22 b A
HB2285	0,18 d B	0,28 a A	HC3489	0,24 b A	0,22 b A
HB2572	0,18 d B	0,26 a A	HC3490	0,24 b A	0,23 b A
HB2574	0,20 c B	0,26 a A	HC3491	0,22 b A	0,22 b A
HB2575	0,20 c B	0,26 a A	Perfecta	0,21 b B	0,28 a A
HB2578	0,18 d B	0,27 a A	Bucanner	0,22 b B	0,30 a A
LB3451	0,20 c B	0,28 a A	Optima	0,24 b A	0,26 a A
HC3119	0,18 d B	0,24 b A	LB2982	0,29 a A	0,28 a A
HC3120	0,23 b A	0,19 c B	LC2873A	0,26 a A	0,22 b B
HC3121	0,22 b A	0,21 c A	LC2951	0,19 c B	0,23 b A
HC3123	0,16 d B	0,20 c A	LC3031A	0,20 c B	0,26 a A
HC3124	0,18 d B	0,22 b A	LC3068-14	0,20 c B	0,27 a A
HC3125	0,23 b A	0,20 c A	LC3068-3	0,20 c B	0,26 a A
HC3126	0,18 d A	0,20 c A	LC3153	0,15 d B	0,23 b A
HC3477	0,21 b B	0,26 a A	LC3154	0,15 d B	0,21 c A
HC3478	0,15 d B	0,26 a A	LC3156	0,19 c A	0,20 c A
HC3479	0,21 b A	0,22 b A	LC3157	0,22 b A	0,18 c B
HC3480	0,20 c A	0,22 b A	LC3291A	0,20 c B	0,26 a A
HC3481	0,19 c B	0,22 b A	OP2751	0,29 a A	0,22 b B
HC3482	0,17 d B	0,26 a A	OP2753	0,19 c A	0,20 c A
HC3483	0,18 d B	0,26 a A	OP2930	0,18 d B	0,28 a A
HC3484	0,21 b A	0,22 b A	OP2931	0,18 d B	0,26 a A
HC3485	0,23 b A	0,26 a A	OP3211	0,20 c B	0,27 a A
HC3486	0,28 a A	0,26 a A	OP3212	0,24 b A	0,23 b A
Média			0,21 B	0,24 A	

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade.

5.2.4 Massa seca dos bulbos

O avanço na época de cultivo promoveu redução significativa na porcentagem de massa seca dos bulbos. Na primeira época de cultivo os valores médios observados foram 9,78%, sendo que na segunda época houve redução para 9,57% (Figura 10).



*médias seguidas pela mesma letra pertencem a um mesmo grupo pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Figura 10. Teores médios de massa seca (%) dos bulbos de 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Dos 50 genótipos de cebola avaliados, apenas metade foi influenciado pela época de cultivo, sendo que 16 genótipos tiveram melhor desempenho na primeira época e nove na segunda época (Tabela 14).

O teor de massa seca está diretamente relacionado ao rendimento de polpa, quando se trata de cebola para processamento. Nesse sentido, os genótipos OP3212 (12,36%) e LC3068-14 (12,20%), foram os que acumularam maior teor de massa seca nos bulbos na primeira época de cultivo, diferindo estatisticamente dos demais genótipos (Tabela 12). Na segunda época de cultivo, os bulbos acumularam maior teor de massa seca, devido ao maior acúmulo de carboidratos. Assim como na primeira época, OP 3212 foi o que teve o maior teor de massa seca (13,10%) diferindo significativamente de todos os outros materiais avaliados (Tabela 12).

Os híbridos utilizados como testemunha, Buccanneer, Optima e Perfecta, apresentaram valores de massa seca intermediários, ou seja, 10,25%, 8,67% e 8,12% na primeira época de cultivo e 10,01%, 7,37% e 7,20% na segunda época (Tabela 12).

Moretti (2004) constatou em cebolas do grupo Baia massa seca variando de 7% a 12%. Os genótipos do grupo Baia do presente trabalho apresentaram valores dentro dessa faixa, sendo que na primeira época de cultivo, o teor de massa seca variou de 8,12 a 11,67% e na segunda época, de 7,46% a 10,52%.

Tabela 14 – Teores médios de massa seca (%) dos bulbos de 50 genótipos de cebola cultivados em duas épocas. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Genótipo	Massa seca (%)		Genótipo	Massa seca (%)	
	1ª Época	2ª Época		1ª Época	2ª Época
HB1266	10,05 dA *	8,10 e B	HC3487	9,62 e A	9,28 d A
HB1555	8,66 f A	8,47 e A	HC3488	10,56 c A	9,54 d B
HB2285	8,12 g A	7,46 f A	HC3489	9,50 e A	8,34 e B
HB2572	8,95 e B	9,69 d A	HC3490	10,27 d A	9,08 d B
HB2574	9,73 e A	9,53 d A	HC3491	9,53 e A	9,12 d A
HB2575	9,02 e A	8,25 e B	Perfecta	8,12 g A	7,20 f B
HB2578	8,86 e A	8,52 e A	Bucanner	10,25 d A	10,01 c A
HB3451	9,35 e A	9,41 d A	Optima	8,67 f A	7,37 f B
HC3119	10,06 d A	9,46 d A	LB2982	8,59 f A	9,09 d A
HC3120	9,46 e A	9,28 d A	LC2873A	7,40 g B	8,64 e A
HC3121	9,38 e A	10,03 c A	LC2951	9,64 e B	11,60 b A
HC3123	7,96 g B	11,55 b A	LC3031A	8,45 f A	7,73 f B
HC3124	8,12 g B	9,29 d A	LC3068-14	12,20 a A	10,22 c B
HC3125	10,00 d A	10,48 c A	LC3068-3	10,26 d A	8,84 d B
HC3126	11,49 b A	9,71 d B	LC3153	9,45 e B	10,25 c A
HC3477	11,37 b A	9,79 c B	LC3154	9,47 e A	9,99 c A
HC3478	11,13 b A	9,18 d B	LC3156	9,86 d A	10,57 c A
HC3479	9,63 e A	9,32 d A	LC3157	9,88 d A	10,47 c A
HC3480	9,93 d A	9,42 d A	LC3291A	8,63 f B	11,22 b A
HC3481	11,43 b A	9,17 d B	OP2751	10,61 c A	11,04 b A
HC3482	9,27 e A	9,45 d A	OP2753	9,04 e B	9,84 c A
HC3483	10,41 c A	9,46 d B	OP2930	10,83 c A	10,52 c A
HC3484	11,10 b A	10,94 b A	OP2931	10,87 c A	9,77 c B
HC3485	9,92 d A	10,04 c A	OP3211	11,67 b A	10,25 c B
HC3486	10,05 d A	9,41 d A	OP3212	12,36 a B	13,10 a A
Média				9,78 A	9,57 B

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade.

Schunemann et al. (2006) avaliaram 14 seleções desenvolvidas pela EMBRAPA e quatro cultivares comerciais de cebola nas condições de Santa Catarina e encontraram teores de massa seca que variaram de 6,99% a 11,88%, provando mais uma vez que os materiais avaliados na região de Guarapuava, PR tiveram teor de massa seca satisfatório. Em um experimento realizado com seis cultivares de cebola em Guarapuava por Resende et al. (2010) foi observado que as cultivares do grupo Baia tiveram massa seca variando de 7,74% a 12,11%.

5.3 Heterose

As estimativas da heterose foram obtidas para sete híbridos experimentais que tiveram as linhagens parentais também avaliadas no experimento. A heterose da massa média dos bulbos e produtividade (Tabela 15) foi estimada considerando os valores médios (média das três épocas de cultivo) das linhagens genitoras e híbridos F₁.

Tabela 15. Estimativas da heterose de sete híbridos experimentais de cebola, com base em valores médios das linhagens genitoras e híbridos F₁ para a massa média de bulbos (MM) (g bulbo⁻¹ e %) e produtividade de bulbos (PB) (kg ha⁻¹ e %). Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Híbrido	Genitor		Heterose			
			MM		PB	
			LF	LM	g bulbo ⁻¹	(%)
HC3490	LC2873A	LC3068-14	26,25	46	14.657	41
HC3489	LC3031A	LC3068-3	23,12	35	13.758	34
HC3485	LC3031A	LC3153	8,92	16	5.247	16
HC3480	LC3031A	LC3156	17,10	28	10.151	27
HC3486	LC3031A	LC3157	24,25	40	14.739	40
HC3483	LC2873A	LC3153	26,40	63	14.758	57
HC3477	LC2873A	LC3156	21,53	44	11.842	39
Média			21,08	38	12.165	36

LF = Linhagem feminina; LM = Linhagem masculina

A heterose média observada para a massa média dos bulbos foi de 38% (21,08 g bulbo⁻¹), com variação de 16% a 63%, sendo que o híbrido que apresentou maior heterose para esta característica foi HC3483 (26,40 g bulbo⁻¹; 63%). Outros valores de grande magnitude da heterose foram observados nos híbridos HC3490 46% (26,25 g bulbo⁻¹) e HC3486 40% (24,25 g bulbo⁻¹) (Tabela 15). Os híbridos que apresentaram a maior heterose para massa média dos bulbos foram os mesmos que apresentaram alta heterose para produtividade (Tabela 15). Faria et al. (2012) verificaram correlação positiva e significativa entre a massa média dos bulbos e a produtividade. Relatos de heterose para massa média de bulbos de cebola são encontrados em outros estudos, variando de -39,69% a 6,25% (EVOOR et al., 2007) a -22,99% a 62,48% (ABUBAKAR e ADO, 2008).

A heterose média para a produtividade foi de 36% (12.165,14 kg ha⁻¹), e variou de 16% a 57%, sendo que os híbridos mais produtivos HC3486 e HC3490 apresentaram heterose de 40% (14.758,94 kg ha⁻¹) e 41% (14.657,28 kg ha⁻¹), respectivamente (Tabela 15). Faria et al. (2012) observaram valores médios de heterose de 52% (17,37 t ha⁻¹) para a produtividade de bulbos em Guarapuava. A presença de elevada heterose se

torna ainda mais importante quando os híbridos são produtivos, pois nem sempre altos valores de heterose são não sinônimos de alta produtividade, pois a sua estimativa é baseada na média dos genitores.

A linhagem LC2873A foi utilizada como genitor feminino nos híbridos HC3483 e HC3490, que apresentaram os dois maiores valores da heterose (Tabela 15), demonstrando assim o potencial de uso dessa linhagem LC2873A em programa de melhoramento que visa à obtenção de híbridos superiores. Por outro lado, o híbrido que apresentou a menor heterose para produtividade foi HC3485 ($5.247 \text{ kg ha}^{-1} = 16\%$), obtido do cruzamento entre as linhagens LC3031A e LC3153.

A linhagem LC3031A, que deu origem ao híbrido menos heterótico, também participou como linhagem materna do híbrido experimental HC3486 que apresentou a terceira maior heterose dentre os híbridos avaliados ($14.739 \text{ kg ha}^{-1} = 40\%$) (Tabela 15). Isso vem confirmar que o valor genético de uma linhagem deve ser avaliado em combinações híbridas, que permite avaliar a capacidade específica de combinação (FARIA et al., 2012). A heterose de um dado cruzamento está diretamente relacionada à presença de genes com efeito de dominância e à divergência genética existente entre os genitores (SANTOS et al., 2011), sendo necessárias diferenças nas frequências alélicas nos locos envolvidos na expressão do caráter (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1995).

Evour et al. (2007) observaram que os valores de heterose para produtividade de bulbos em híbridos de cebola variaram de -30,14% até 45,31%. Abubakar & Ado (2008) registraram variação -72,97% a 17,26% nas estimativas da heterose. Embora no presente estudo não se tenha encontrado estimativas negativas para a heterose da produtividade de bulbos, é possível que elas ocorram. Valores diferentes de heterose refletem o grau de diferenciação das linhagens quanto à capacidade de combinação, em que combinações híbridas com valores de heterose negativos, indicam capacidade de combinação desfavorável no caso da produtividade (MALUF et al., 2001).

Para o cálculo da heterose do teor de ácido pirúvico, sólidos solúveis, acidez titulável e massa seca (Tabela 16) foram considerados os valores médios das duas primeiras épocas.

Tabela 16 – Estimativas da heterose de sete híbridos experimentais de cebola, com base em valores médios das linhagens genitoras e híbridos F₁ para o teor de ácido pirúvico (AP), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e porcentagem de massa seca (MS) dos bulbos. Guarapuava PR: UNICENTRO, 2012.

Híbrido	Genitor		Heterose			
			AP		SS	
			LF	LM	$\mu\text{mol g}^{-1}$	(%)
HC3490	LC2873A	LC3068-14	-1,75	-33,00	-0,19	-2,19
HC3489	LC3031A	LC3068-3	-0,72	-1,53	0,15	2,00
HC3485	LC3031A	LC3153	0,23	4,88	0,99	13,52
HC3480	LC3031A	LC3156	-1,63	-32,18	0,88	11,73
HC3486	LC3031A	LC3157	-0,12	-3,60	0,90	11,90
HC3483	LC2873A	LC3153	-0,63	-12,40	0,84	10,92
HC3477	LC2873A	LC3156	-0,84	-15,70	1,43	18,14
Média			-0,78	-13,36	0,71	9,43

Híbrido	Genitor		Heterose			
			AT		MS	
			LF	LM	% ác. pirúvico	(%)
HC3490	LC2873A	LC3068-14	0	0	0,05	0,57
HC3489	LC3031A	LC3068-3	0	0	0,13	1,47
HC3485	LC3031A	LC3153	0,03	14,28	1,01	11,25
HC3480	LC3031A	LC3156	0	0	0,52	5,68
HC3486	LC3031A	LC3157	0,05	25,58	0,6	6,57
HC3483	LC2873A	LC3153	-0,01	-6,38	0,99	11,14
HC3477	LC2873A	LC3156	0,01	5,76	0,67	7,40
Média			0,011	7,42	0,56	6,29

LF = Linhagem feminina; LP = Linhagem masculina

Foram obtidas estimativas negativas da heterose para o teor de ácido pirúvico nos bulbos em seis híbridos experimentais (Tabela 16). A heterose média observada para o conteúdo de ácido pirúvico em bulbos de cebola foi de -13,36% (- 0,78 $\mu\text{mol g}^{-1}$). Apenas o híbrido experimental HC3485 apresentou heterose média positiva de 4,88% (0,23 $\mu\text{mol g}^{-1}$). Dois híbridos apresentaram heterose negativa de magnitude superior a 30% para o conteúdo de ácido pirúvico (Tabela 16). Esses híbridos foram HC3490 (-33% = -1,75 $\mu\text{mol g}^{-1}$) e HC3480 (-32,18% = -1,63 $\mu\text{mol g}^{-1}$). O híbrido que apresentou heterose positiva (HC3485) possui como linhagem materna LC3031A que também é utilizada no genótipo HC3480 que apresentou uma das heteroses mais negativas (Tabela 16), mostrando mais uma vez o valor genético de uma linhagem se dá em função da capacidade específica de combinação.

De acordo com Santos & Oliveira (2011), a redução da pungência dos bulbos é uma tendência da cebolicultura brasileira. Verificou-se que algumas linhagens apresentam potencial para promover a redução da pungência dos bulbos (Tabela 16).

A heterose média observada para o teor de sólidos solúveis em bulbos de cebola foi de 9,43% (0,71 °Brix) (Tabela 16). O híbrido que apresentou o maior valor de heterose foi HC3477 (18,14% = 1,43 °Brix) que possui como genitores a linhagem materna LC2873A e paterna LC3156. Foi observado apenas um valor de heterose negativa para sólidos solúveis, no híbrido HC3490 (-2,19% = -0,19 °Brix) que também possui como genitor materno a linha LC2873A (Tabela 16). Com isso evidencia-se que a linhagem LC3068-14 que está presente como genitor apenas neste híbrido, proporcionou a redução dos valores de sólidos solúveis no híbrido HC3490 (Tabela 16).

Malikaryum (2006) quantificou a heterose e capacidade de combinação em diferentes híbridos de cebola cultivados na Índia. Os valores médios de sólidos solúveis observados nas linhagens utilizadas no ensaio variaram de 8,32 °Brix (NRCOG-327) a 12,48 °Brix (cultivar Araka Kalyan). Os valores de heterose para sólidos solúveis variaram de -13,09% (9,83 °Brix) na combinação híbrida NRCOG-659 x Arka Pragati, até 85,52% (17 °Brix) presente no híbrido Bellary Red x Arka Pragati. Observa-se que o teor total de sólidos solúveis observados nos genótipos indianos, bem como o ganho com a heterose é muito superior aos valores obtidos neste ensaio. O máximo ganho com heterose nos híbridos avaliados foi de 18,14% acrescentando-se cerca de 1,43 °Brix no híbrido HC3477 em relação a média dos genitores (LC2873A x LC3156).

Santos & Oliveira (2011) relatam o crescimento da cebolicultura para a produção de bulbos para a indústria de processamento e conserva. Os bulbos considerados ideais para este tipo de segmento necessitam de altos valores de sólidos solúveis (°Brix), e o melhoramento da cebola é o caminho para a obtenção de cultivares comerciais com altos teores de sólidos solúveis.

Os híbridos HC3480 e HC3477, que tiveram a linhagem LC3156 como genitor feminino, apresentaram valores de heterose positivos de 11,73% a 18,14%, respectivamente (Tabela 16), contudo isso não é suficiente para indicar essa linhagem como promissora em programas de melhoramento para aumentar o conteúdo de sólidos solúveis em híbridos de cebola, uma vez que o desempenho *per se* dela foi ruim (Tabela 12). Há de se considerar que um elevado valor de heterose observado em híbridos obtidos a partir de linhagens de desempenho ruim pode não significar muita vantagem, sendo preciso considerar o desempenho médio *per se* das linhagens genitoras.

Para a acidez titulável a heterose média observada foi 0,011% (7,42 % ácido pirúvico), praticamente nula para três combinações híbridas avaliadas e negativa para outra (Tabela 16). A combinação híbrida que apresentou a maior heterose foi HC3486 (25,58% = 0,055% ácido pirúvico). Por outro lado o híbrido de menor heterose foi HC3483 (-6,38% = -0,015% ácido pirúvico) (Tabela 16).

Para a porcentagem de massa seca em bulbos, a heterose média dos sete híbridos avaliados foi de 6,29% e as combinações híbridas apresentaram em média acréscimo de 0,56% na massa seca em relação aos seus genitores (Tabela 16). A heterose foi praticamente nula no híbrido HC3490 e atingiu valores de 11,25%, com ganhos de 1,01% de massa seca no híbrido HC3485 (Tabela 16). Vale ressaltar que para esta característica, não foi encontrado valor negativo de heterose, muito embora os valores sejam muitos baixos, por conta da dificuldade em se alterar a porcentagem de massa seca dos bulbos.

6. CONCLUSÕES

Nos programas de melhoramento da cebola é imprescindível que as linhagens e híbridos em desenvolvimento sejam avaliados em diferentes condições ambientais, levando-se em consideração as épocas de cultivo nas regiões de interesse;

Houve híbridos experimentais com desempenho semelhante às testemunhas comerciais e, portanto, apresentam potencial para o cultivo na região de Guarapuava;

A heterose foi bastante pronunciada para as características agronômicas (produtividade e massa média de bulbos) e de pós-colheita (teor de sólidos solúveis, teor de ácido pirúvico e acidez titulável);

Os híbridos experimentais HB1266, HB2285, HC3119, HC3126, HC3479 e HC3488 apresentaram os maiores índices de confiança e, conseqüentemente, menor é o risco de insucesso desses genótipos, independentemente da época de cultivo, embora não tenham sido os mais produtivos na primeira época.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUBAKAR L; ADO SG. Heterosis of purple blotch (*Alternaria porri* (Ellis) Cif) resistance, yield and earliness in tropical onions (*Allium cepa* L.). **Euphytica**, v.164, p.63-74, 2008.

AGRIANUAL 2009. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: FLP Consultoria e comércio, 2009. p. 497.

AGUIAR, P.A.A.; D'OLIVEIRA, L.B., ASSUNÇÃO, M.V. Vernalização de bulbo na produção de sementes de cebola na região do Submédio São Francisco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.18, n.7, p.741-746, 1983.

ANTHON, G.E.; BARRETT, D.M. Modified for the determination of pyruvic acid with DNPH in the assessment of onion pungency. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.83, p.1210-1213, 2003.

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Breeding**, v.46, p.269-278, 1992.

BOSCH SERRA, A-D; CURRAH, L. Agronomy of onions. In: RABINOWITCH, HD; CURRAH, L (eds.). **Allium crop science: recent advances**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. p.187-232.

BREWSTER, J. L. **Onions and other vegetable alliums**. Cambridge: CAB Internacional, p. 236. 1994.

CARVALHO, V.D.; CHALFOUND, S.M.; JUSTE, E.S.G. Efeito do tipo de cura na qualidade de algumas variedades de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.7, v.?, p.733-740, 1987.

CASTELLANE, P.D.; NICOLOSI, W.M.; HASEGAWA, M. **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/Funep, 1990. 261p.

CEASA MINAS. **Classificação de bulbos de cebola**. Disponível em <http://www.ceasaminas.com.br/agroqualidade/cebola.asp>. Acesso em 22 setembro de 2012.

CHAGAS, S.J.R.; RESENDE, G.M.; PEREIRA, L.V. Características qualitativas de cultivares de cebola no Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.? p.102-106, 2004.

CHITARRA, M. I. F. Colheita e pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, 1994.

COSTA, N.D.; LEITE, D.L.; SANTOS, C.A.F.; CANDEIA, J.A.; VIDIGAL, S.M. Cultivares de cebola. **Informe Agropecuário**, v.23, p.20-27, 2002.

GRANJEIRO, L.C; SOUZA, J.O.; AROUCHA, E.M.M.; NUNES, G.H.; SANTOS, G.M. Características qualitativas de genótipos de cebola. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.32, n.4, p. 1087-1091, 2008.

CROWTHER, T.; COLLIN, H.A.; SMITH, B. Assessment of the flavour of fresh uncooked onions by taste-panels and analysis of the flavour precursors, pyruvate and sugars. **Journal Science Food Agriculture**, v.85, p.112-120, 2005.

CRUZ, D.C. **Programa Genes- Aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2007, 394p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J.; **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2ed. Viçosa:UFV, 1997, 390p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2 ed. v.2, Viçosa:UFV, 2006, 585p.

EVOOR, S.; GOWDA, R.; GANGAPPA, E.; MONOHAR, R.K. Heterosis for yield, yield components and quality traits in onion (*Allium cepa* L.). **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v.20, p.813-815, 2007.

FARIA, M.V.; MORALES, R.G.F.; RESENDE, J.T.V.; ZANIN, D.S.; MENEZES, C.B.; KOBORI, R.F. Desempenho agrônômico e heterose de genótipos de cebola. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.2, p.220-225, 2012.

FERREIRA, D. F. **Sistemas de análises estatística 3.1**. Lavras: FAEPE/UFLA/PEX, 2000.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2005, 402p.

FIGUEIREDO, A. S. T.; RESENDE, J. T. V.; HUNGER, H.; PAULA, J. T.; DIAS, D. M.; FARIA, M. V. Desempenho de genótipos comerciais de cebola cultivados em diferentes densidades populacionais. **Horticultura Brasileira**, 29: Suplemento. p. 2265-2272.

FURLAN L. **Determinação de época de plantio e cultivares de cebola para conserva na região de Marechal Cândido Rondon – PR**. 2004. p.49. Trabalho de conclusão de Curso (Graduação Agronomia) Universidade do Oeste do Paraná: UNIOESTE – Marechal Cândido Rondon.

GOMES, M. S.; PINHO, R. G. V.; OLIVEIRA, J. S.; RAMALHO, M. A. P.; VIANA, A. C. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho para produtividade de matéria seca e degradabilidade ruminal da silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. v.1, n.2, p.83-90, 2002.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2.nd ed. Ames: Iowa State University Press, 468p. 1995.

HAVEY, M.J.; RANDLE, W.M. **Combining abilities for yield and bulb quality among long and intermediate day open pollinated onion populations**. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. 121 (4):604-608. 1996. CD-Rom. CAB – Abstracts 1996-7/98.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. 2011, 01 de maio. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201104.pdf

JONES, H.A.; MANN, L.K. **Onions and their allies: botany, cultivation and utilization**. (Eds.). Leonard Hill. London. 1963. 286p.

LEITE, D. L.; OLIVEIRA, V. R.; SANTOS, F. A. C.; COSTA, N. D. **Influência do fotoperíodo e temperatura na bulbificação de cultivares de cebola**. Disponível em <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/747563/1/Digitalizar0003.pdf>. Acesso em 13 de maio de 2012.

LISBÃO, R.S.; SIQUEIRA, W.J.; FORNASIER, J.B.; TRANI, P.E. **O melhoramento de plantas no Instituto Agrônomo-IAC**, Campinas, p.222-253, 1993.

MALIKARYUM, N. **Heterosis and combining ability studies in onion (*Allium cepa*)**. 2006. p.78. Thesis (Master of agriculture). University of Agricultural Sciences. DHARWAD – Karnataka.

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.

MALUF, W.R. Comportamento de *topcrosses* de cebola (*Allium cepa* L.) “Pira Ouro” x “Baia Periforme Superprecoce” relativamente as cultivares parentais. **Ciência e Prática**, v.16, n.3 p.328-332, 1992.

MALUF W. R. 1999. **Melhoramento de cebola (*Allium cepa* L.)**. Lavras: UFLA. 17p. (Apostila).

MALUF, W.R. Heterose e emprego de híbridos F1 em hortaliças. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES, M.C. (Ed.) **Recursos genéticos e melhoramento – Plantas**. Rondonópolis: Fundação MT. 2001. p.327-356.

MAY, A.; CECÍLIO FILHO, A.B.; PORTO, D.R.Q.; VARGAS, P.F.; BARBOSA, J.C. Produtividade de híbridos de cebola em função da população de plantas e da fertilização nitrogenada e potássica. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.53-59, 2007.

MELO, P.C.T.; RIBEIRO, A.; CHURATA-MASCA, M.G.C. **Sistemas de produção, cultivares de cebola e seu desenvolvimento para as condições brasileiras. In: Seminário Nacional de cebola, 3 (Anais)**, Piedade, SOB/DIRA, Sorocaba, Jaboticabal/Sorocaba, p.27-61, 1988.

MORETTI, C.L. **Colheita e manuseio pós-colheita.** In: Sistema de produção de cebola. Sistemas de produção 5, versão eletrônica, 2004.

MULLER, J.J.V.; CASALI, V.W.D. **Produção de Sementes de cebola.** Boletim Técnico EMPASC, Florianópolis, n. 16, p. 64, 1982.

NUNES, G.H.S.; REZENDE, G.D.S.P.M; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.S. Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de clones de eucalipto. **Cerne**, v.8, n.1, p.49-58, 2002.

OLIVEIRA, J.S.; SOUZA SOBRINHO, F.; REIS, F.A.; SILVA, G.A.; ROSA FILHO, S.N.; SOUZA, J. J. R.; MOREIRA, F.M.; PEREIRA, J.A.; FIRMINO, W.G. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho destinados à silagem em bacias leiteiras do Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, n.1, p.45-50, 2007.

PAIVA, W.O. Comportamento de cultivares de cebola (*Allium cepa*) caracterizado para dias curtos em Manaus – AM. **Acta amazônica**, v.12, n.2, p.263-269, 1982.

PANAJOTOVIC, J.; MAKLENOVIC, V.; DORDEVIC, R.; MILENKOVIC, I. **Inheritance of bulb size and heterosis in F1 hybrids between cytoplasmically male sterile (CMS) nad normal lines of onion (*Allium cepa* L.) Savremena – Polyoprievda.** 40 (1-2): 189-191. 1992. CD-Rom CAB Abstracts 1993-1994

PATHAK, C.S., GOWDA, R.V. Breeding for the development of onion hybrids in India: problems and prospects. **Acta Horticultura**, v.358, p.239-242, 1994.

PEREIRA, H.S.; MELO, L.C.; FARIA, L.C.; PELOSO, M.J.; COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A.; WENDLAND, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum, com grãos tipo carioca na região central do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.44, n.1, p.29-37, 2009.

RANDLE, W. M. Onion flavor chemistry and factors influencing flavor intensity. **ACM Symposium Series**, v. 660, p. 41-42, 1997.

RESENDE, G.M.; CHAGAS, S.J.R.; PEREIRA, L.V. Características produtivas de cultivares de cebola no Sul de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, p.722-725, 2003.

RESENDE, G.M.; COSTA, N.D.; SOUZA, R.J. **Cultivo da cebola no nordeste**. In: Sistema de produção de cebola. Sistemas de produção 3, versão eletrônica, 2007a.

RESENDE, J.T.V.; PIRES, D.B.; CAMARGO, L.K.P.; MARCHESE, A. Desempenho produtivo de cultivares de cebola em Guarapuava, Paraná. **Ambiência**, v.3, p.193-199, 2007b.

RESENDE, J.T.V.; MARCHESE, A.; CAMARGO, L.K.P.; MARODIN, J.C.; CAMARGO, C.K.; MORALES, R.G.F. Produtividade e qualidade pós-colheita de cultivares de cebola em sistemas de cultivo orgânico e convencional. **Bragantia**, v.69, p.305-311, 2010.

RIEKELS, J.W. The influence of nitrogen on the growth and maturity of onions grown on organic soil. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.97, n.1, p.37-41, 1972.

SANTOS JÚNIOR, A. M. dos. **Avaliação de híbridos experimentais de cebola (*Allium cepa* L.) pelo método de mudas**. 1993. p.53. Dissertação (Mestrado em agronomia). Escola Superior de Agricultura de Lavras. ESAL-Lavras.

SANTOS, C.A.F.; OLIVEIRA, V.R.; RODRIGUES, M.A.; RIBEIRO, H.L.C.; SILVA, G.O. Similaridade genética entre cultivares de cebola de diferentes tipos e origens, baseada em marcadores AFLP. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.32-37, 2011.

SANTOS, G. M.; BRAZ, L. T.; BANZATTO, D. A.; DELMANACO, J. F. Implicações da interação genótipo x ambiente em cebola. **Horticultura brasileira**, v.22, n.2, 2004.

SANTOS, M.R.; SANTOS, A.E.O.; SANTOS, J.S.; BATISTA, P.F.; PIRES, M.M.L.; ARAGÃO, C.A. **Utilização da atmosfera modificada na conservação pós colheita de cebola**. Disponível em: http://www.abhorticultura.com.br/biblioteca/arquivos/Download/Biblioteca/46_0581.pdf. Acesso em 20 de maio 2012.

SCHWIRMMER, S.; WESTON, W.J. Enzymatic development of pyruvic acid as a measure of pungency. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.9, p.301-304, 1961.

SCHUNEMANN, A.P.; TREPTOW, R.; LEITE, D.L.; VENDRUSCOLO, J.L. Pungência e características químicas em bulbos de genótipos de cebola (*Allium cepa* L.) cultivados no Alto Vale do Itajaí, SC, Brasil. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, p.77-80, 2006.

SIMON, P.W. Genetic analysis of pungency and soluble solids in long-storage onions. **Euphytica**, v.82, n.1, p. 1-8, 1995.

SIRTOLI, M.F; FURLAN, L.; RODRIGUES, J.D. Avaliação de cultivares de cebola para conserva em diferentes épocas de semeadura em Marechal Cândido Rondon – PR. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.9, n.1, p. 5-14, 2010.

TESFAY, S.Z.; BERTLING, I.; ODINDO, A.O.; GREENFIELD, P.L.; WORKNEH, T.S. Growth responses of tropical onion cultivars to photoperiod and temperature based on growing degree days. **African Journal of Biotechnology**, v.10, n.71, p.15875-15882, 2011.

UZO, J.O.; CURRAH, L. Cultural systems and agronomic practices in tropical climates. In: *Onions and Allied Crops*. CRC Press Inc: Florida, p. 49-62, 1990.

VILELA, N.J.; MAKISHIMA, N.; VIEIRA, R.C.M.T.; CAMARGO FILHO, W.P.; MADAIL, J.C.M.; COSTA, N.D.; BOEING, G.; VIVALDI, L.F.; WERNER, H. Identificação de sistemas de produção de cebola nos principais Estados produtores: **relatório final de pesquisa - subprojeto 13.2001.865- 07**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2002.