



Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de cebola em regiões produtoras do Estado de São Paulo

Adaptability and phenotypic stability of onions genotypes in production regions of Sao Paulo State, Brazil

G. M. Santos^{1*}; T. M. S. Acioly²; D. A. Banzatto³; L. T. Braz⁴

¹ Setor de Fitotecnia, Universidade Federal de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Garanhuns, 55292-270, Garanhuns-PE, Brasil

² Departamento de Produção Vegetal/Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Hortícolas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 13418-900, Piracicaba-SP, Brasil

³ Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 14884-900, Jaboticabal-SP, Brasil

⁴ Departamento de Produção Vegetal/Setor de Fitotecnia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 14884-900, Jaboticabal-SP, Brasil

*g.mabel@uag.ufrpe.br

(Recebido em 08 de agosto de 2016; aceito em 29 de agosto de 2017)

Com o objetivo de avaliar a produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de cebola em regiões produtoras, foram conduzidos doze experimentos em Monte Alto e São José do Rio Pardo-SP. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com dez genótipos (Granex 33, Régia, Serrana, XP 3021, XP 6803, XP 8418, Mercedes, Princesa, Superex e RX 6010) e três repetições. Dos ambientes avaliados apenas cinco foram considerados favoráveis para todos os genótipos. A 'Superex' apresentou a maior massa fresca de bulbos, conseqüentemente maior produtividade, indicando adaptabilidade favorável à maioria dos ambientes estudados. Foi confirmado que os genótipos RX 6010, XP 3021 e Serrana são pouco sensíveis à melhoria ambiental, com adaptação à ambientes desfavoráveis. Os genótipos Mercedes, XP 6803 e Princesa apresentaram comportamento instável e imprevisível, e o modelo linear de Eberhart & Russell (1966) não foi adequado para a maioria dos genótipos, que apresentaram r^2 inferiores a 0,80.

Palavras-chave: *Allium cepa*, interação genótipos x ambientes, produtividade

With the objective of evaluating the yield, productive acting, adaptability and phenotypic stability of onion genotypes in producing areas, twelve experiments were carried in Monte Alto and Sao Jose do Rio Pardo - SP, Brazil. The experimental design used was a randomized block, with ten treatments, constituted by the genotypes: Granex 33, Regia, Serrana, XP 3021, XP 6803, XP 8418, Mercedes, Princesa, Superex and RX 6010, with three replications. In the appraised environment five were just considered favorable for all the genotypes. The 'Superex' showed the highest fresh mass of the bulb, consequently larger productivity, indicating favorable adaptability most studied environments. The genotypes RX 6010, XP 3021 and Serrana, confirmed to be not very sensitive genotypes to the environmental improvement, with adaptation to unfavorable environments. The genotypes Mercedes, XP 6803 and Princesa showed unstable and unexpected behavior, and the linear model of Eberhart & Russell (1966) were not adapted for most of the genotypes, being r^2 lower than 0,80.

Keywords: *Allium cepa*, genotype x environment interaction, productivity

1. INTRODUÇÃO

A cebola (*Allium cepa* L.) é a hortaliça mais difundida mundialmente tanto pelo seu grande volume de produção como por seu valor comercial. No Brasil, esta cultura é a 3^o hortaliça mais importante em termo de valor econômico, sendo superada somente pela batata e o tomate. O Brasil produziu, em 2015, 1 461 582 milhões de toneladas, com uma produtividade média nacional de 25.752 kg ha⁻¹, e em uma área colhida de 56,756 ha [14]. Os estados de Santa

Catarina, Bahia e São Paulo, de acordo com os dados do IBGE (2015) [14] são os três maiores produtores referente a safra 2014, detendo 474 709 t, 323 120 t e 203 493 t, respectivamente.

O desempenho agrônômico da cultura está relacionado tanto a sua adaptação local como às práticas empregadas no manejo fitotécnico. Segundo Costa et al. (2002) [5], citado por Gatto RF (2013) [12], a cebola é uma hortaliça fortemente influenciada por fatores ambientais, sendo o fotoperíodo e a temperatura do ar os elementos que mais influenciam na fase vegetativa, culminando na formação do bulbo, e na fase reprodutiva, com o florescimento e a produção de sementes. Se as condições não satisfizerem as exigências da cultura podem haver perdas na produtividade, redução da bulbificação, emissão precoce do pendão floral, formação de “charutos” e de bulbos pequenos [20]. Segundo Kopsell & Randle (1997) [15], citado por Faria et al. (2012) [9], além destes fatores, cuidados com a adubação, época de plantio, colheita, irrigação e escolha da cultivar devem ser tomados.

A avaliação da interação genótipos x ambientes e das técnicas para sua análise vêm sendo utilizadas em várias oleráceas [9]. Em cebola, esta avaliação é de grande interesse, uma vez que a adaptação ao local de cultivo irá garantir uma maior produtividade.

Com a evolução do mercado da cebola, os produtores brasileiros recorreram ao plantio de sementes híbridas, por apresentarem maior adaptabilidade e estabilidade de produção, assim competindo no mercado, tanto em produtividade, como em qualidade de bulbos. Devido à grande diversidade de híbridos disponíveis no mercado, sua escolha, com base na sua adaptação, torna-se indispensável.

A recomendação de cultivares para um determinado local, a partir do estudo da interação genótipos x ambientes, requer avaliações em diferentes anos e épocas de plantio, e a uniformização do maior número possível de fatores variáveis, principalmente os componentes de produção [6, 11].

O estudo da interação genótipos x ambientes é de fundamental importância, uma vez que pode-se testar diversas cultivares em diferentes condições ambientais. O efeito da interação na expressão fenotípica é pouco estudado; porém, seu conhecimento é de grande interesse, visto que cada componente do modelo genotípico pode ser diferenciado pelo genótipo, pelo ambiente e pela interação entre ambos, afetando o desenvolvimento da cultura [13]. A identificação de cultivares com alta estabilidade é a estratégia mais amplamente empregada para atenuar os efeitos da interação genótipos x ambientes.

Existem vários métodos desenvolvidos para a caracterização de genótipos quanto à adaptabilidade e estabilidade [10, 7, 16, 4, 1], os quais têm como fundamento a interação genótipos x ambientes, distinguindo-se apenas quanto aos conceitos de estabilidade e aos princípios estatísticos empregados.

Diante da necessidade de genótipos promissores, adaptados às condições climáticas da região e da escassez de informações relativas à interação genótipos x ambientes na cultura, objetivou-se neste trabalho avaliar o desempenho produtivo, a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica de genótipos de cebola em diferentes regiões produtoras do Estado de São Paulo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em Monte Alto e São José do Rio Pardo-SP. Em Monte Alto foram realizados oito experimentos em duas áreas, uma delas em solo irrigado por sistema de inundação, com dois níveis de adubação (médio e alto) e a outra, em solo irrigado pelo sistema de aspersão, com três níveis de adubação (baixo, médio e alto). Em São José do Rio Pardo foram realizados quatro experimentos, em área com solo irrigado pelo sistema de aspersão, com um nível de adubação (médio) e com três níveis de adubação (baixo, médio e alto).

O município de Monte Alto localiza-se na parte norte do Estado de São Paulo a 21° 15' 37'' de latitude Sul, 48° 29' 21'' de longitude Oeste e com uma altitude de 720 m. O clima da região é do tipo Cwa, subtropical seco no inverno. Na região de Monte Alto predominam solos Argissolo Vermelho - Amarelo Eutrófico, classificado de acordo com a EMBRAPA (1999) [8].

Em São José do Rio Pardo, os experimentos foram realizados utilizando irrigação por aspersão, em área localizada na média Mogiana, a 21° 35' latitude Sul, 43° 53' longitude Oeste,

com uma altitude de 750 m; índice pluviométrico de 1.423 mm/ano, e uma temperatura média: máxima de 31,6° C e mínima de 17,9° C. O clima é do tipo tropical ameno com inverno seco. Na região de São José do Rio Pardo predominam solos do tipo Argissolo Vermelho - Amarelo Distrófico [8].

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com dez tratamentos e três repetições, sendo os tratamentos constituídos pelos genótipos: Granex 33, Régia, Serrana, XP 3021, XP 6803, XP 8418, Mercedes, Princesa, Superex e RX 6010. As mudas foram produzidas na primeira quinzena de março, em bandejas de poliestireno expandido de 288 células, com substrato Plantmax®. O transplântio das mudas foi feito 30 dias após a semeadura, em parcelas de 1,60 m de comprimento por 1,40 m de largura, que comportavam quatro linhas, distanciadas de 0,35 m, cada uma com 20 plantas espaçadas de 0,08 m, totalizando 80 plantas por parcela. As amostras do solo foram coletadas de 0,00 a 0,20 m de profundidade, e as análises químicas realizadas pelo Laboratório de Solos da Fcav-UNESP.

Com base na análise do solo foi efetuada a calagem e a adubação de plantio, e aos 20 e 50 dias após o transplântio foi aplicada adubação em cobertura, de acordo com as recomendações de Raij et al. (1996) [19], assim criando os níveis de fertilidade (ambientes) diferenciados para cada experimento.

As irrigações por aspersão e por inundação foram utilizadas ao longo da condução dos experimentos, procurando manter um nível adequado de umidade junto ao sistema radicular. Os demais tratamentos culturais e fitossanitários efetuados foram os comumente empregados na cultura.

A colheita foi realizada em 0,78 m²/parcela, quando as plantas apresentavam-se tombadas (estaladas), em duas etapas, conforme o ponto de colheita de cada híbrido. Avaliaram-se a produtividade e a massa fresca de bulbos comerciais e os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade [2].

A classificação foi feita após a colheita e a cura dos bulbos baseada no diâmetro transversal, conforme o critério de classificação adotado pela CEAGESP (2001) [3]. Efetuou-se a análise de variância de cada ensaio, que teve como objetivo a determinação da variância residual, para posterior teste de homogeneidade. A seguir, realizou-se a análise conjunta, envolvendo todos os ensaios, ou ambientes, para cada uma das características estudadas.

As estimativas da adaptabilidade e da estabilidade fenotípica foram obtidas segundo o método proposto por Eberhart & Russell (1966) [7], citado por Nascimento et al. (2013) [18], devido à maior facilidade para se estimar e interpretar os parâmetros, considerando cada experimento como um ambiente, independentemente do ano agrícola.

Neste método foi adotado o modelo de regressão linear: $Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \delta_{ij} = \epsilon_{ij}$ em que:

Y_{ij} - média do genótipo i no ambiente j ;

μ_i - média do i -ésimo genótipo em todos ambientes;

β_i - coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do i -ésimo genótipo à variação do ambiente;

I_j - índice ambiental, fornecido pela diferença entre a média do j -ésimo ambiente e a média geral de todas as cultivares em todos ambientes;

δ_{ij} - desvio da regressão linear do i -ésimo genótipo no j -ésimo ambiente;

ϵ_{ij} - erro aleatório associado à observação Y_{ij} .

Em cada genótipo foi realizada uma análise de regressão, considerando-se o índice ambiental como variável independente e as características avaliadas como variáveis dependentes. De acordo com o método proposto por Eberhart & Russell (1966) [7], o coeficiente de regressão (β_i) foi associado a um componente linear, indicando a adaptabilidade do genótipo; enquanto os desvios da regressão (δ^2_{ij}) foram associados a um componente não-linear, indicando a estabilidade fenotípica. Assim, tem-se que um genótipo é estável quando $S^2_{di} = 0$; e não estável, quando diferente de zero ($\neq 0$); de adaptabilidade alta ou baixa, se $b_i = 1$; adaptado a ambientes favoráveis, se $b_i > 1$, e adaptado a ambientes desfavoráveis, se $b_i < 1$.

O coeficiente de determinação r^2 de cada genótipo foi usado como medida auxiliar na definição da estabilidade fenotípica e para quantificar qual proporção da variação em Y_{ij} foi explicada pela regressão linear. A hipótese de que qualquer coeficiente de regressão não difere da unidade foi avaliada pelo teste t e a hipótese de que os desvios da regressão de cada genótipo não

diferem de zero foi verificada pelo teste F. Na realização das análises foi utilizado o programa estatístico IGA (Departamento de Ciências Exatas, FCAV, Jaboticabal).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produtividade comercial

Observou-se que houve uma variação entre os ambientes nos quais foram conduzidos os experimentos (Tabela 1). Vários fatores podem ter contribuído como níveis de fertilidade, temperatura, sistema de irrigação, e até mesmo, a localização dos experimentos.

Tabela 1: Produtividade comercial (t/ha) de bulbos de cebola, nos ambientes avaliados. FCAV-UNESP,

Ambientes	Genótipos					
	Mercedes	Granex 33	Superex	XP 6803	Princesa	XP 8418
amb1-01	26,15c*	45,12abc	68,71a	40,77abc	37,26abc	40,90abc
amb2-01	30,17ab	31,06ab	50,60a	15,49b	41,09ab	24,59ab
amb3-01	20,23abc	34,72a	29,46abc	10,88bc	19,61abc	20,04abc
amb4-01	57,61ab	53,93abc	69,15a	45,73abcd	50,78abcd	43,37bcd
amb5-02	35,94ab	25,25ab	31,96ab	43,42a	21,98ab	22,54ab
amb6-02	43,71ab	35,25abc	34,48abc	51,13a	18,29cd	19,03cd
amb7-02	29,23abc	33,97ab	25,25abcde	43,48a	6,92e	11,15cde
amb8-02	65,81a	44,55bc	45,25b	61,19ab	24,17d	27,63cd
amb9-02	66,13a	60,94a	47,77abc	50,56ab	26,41cd	17,67d
amb10-02	66,70a	49,36abc	55,32abc	37,88bcd	57,15ab	40,13bcd
amb11-02	23,33a	21,49a	27,60a	16,19a	27,56a	12,67a
amb12-02	23,27a	21,00ab	22,03a	10,98abc	14,53abc	4,29c
Médias	40,69	38,05	42,30	35,64	28,81	23,66

Continuação Tabela 1: Produtividade comercial (t/ha) de bulbos de cebola, nos ambientes avaliados. FCAV-UNESP.

Ambientes	Genótipos					Médias	CV%
	RX 6010	Régia	XP 3021	Serrana			
amb1-01	33,88bc	61,76ab	26,02c	23,73c	40,43	28,81	
amb2-01	12,07b	21,40ab	20,81ab	19,05ab	26,63	41,96	
amb3-01	14,18abc	31,04ab	8,29c	12,05bc	20,05	37,77	
amb4-01	26,12d	54,93abc	31,66cd	33,22bcd	46,65	18,54	
amb5-02	22,54ab	32,24ab	15,45b	22,58ab	27,39	31,06	
amb6-02	22,50cd	26,83bcd	12,06d	25,53bcd	28,88	22,97	
amb7-02	19,01bcde	28,14abcd	9,42de	16,81bcde	22,34	29,47	
amb8-02	25,42d	21,85d	27,35d	21,71d	36,49	16,02	
amb9-02	27,20bcd	23,89d	20,89d	18,95d	36,04	22,29	
amb10-02	40,40bcd	36,92bcd	27,54d	34,27cd	44,57	16,57	
amb11-02	17,75a	17,86a	18,61a	15,32a	19,84	30,55	
amb12-02	22,22a	12,54abc	5,53c	8,61c	14,50	31,48	
Médias	23,61	30,78	18,63	20,98	30,32		

*médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). amb-1 = alta-Monte Alto; amb-2 = média Monte Alto; amb-3 = baixa Monte Alto; amb-4 = média- S.J. Rio Pardo; amb-5 = alta-Monte Alto; amb-6 = média- Monte Alto; amb-7 = baixa-Monte Alto; amb-8 = alta- inundação -Monte Alto; amb-9 = média inundação- Monte Alto; amb-10 = alta-S.J.Rio Pardo; amb-11 = média -S.J.Rio Pardo ; amb-12 = baixa-S.J. Rio Pardo. 01 = 2001; 02 = 2002.

Considerou-se como ambiente favorável, aquele em que a média foi superior à média geral (30,32 t/ha): amb1-01, amb4-01, amb8-02, amb9-02 e amb10-02. O ambiente de baixa fertilidade de São José do Rio Pardo em 2002 foi o que apresentou média inferior (14,50 t/ha) à média geral, o que era de se esperar, uma vez que, não foi utilizada adubação, resultando, portanto, em uma baixa produtividade de bulbos.

O genótipo ‘Superex’ apresentou a maior produtividade média (42,30 t/ha), destacando-se principalmente, nos ambientes 3-01, 8-02, 9-02 e 10-02. Enquanto que o genótipo XP 3021 apresentou em média baixa produtividade demonstrando ser um genótipo com desempenho inferior em relação aos demais.

Massa fresca de bulbos comerciais

Observou-se que houve diferença significativa entre genótipos e ambientes estudados (Tabela 2). Os melhores resultados foram encontrados nos ambientes em que a média foi superior a geral (106,97 g), considerados como ambientes favoráveis.

Tabela 2: Massa fresca de bulbos comerciais (g) de cebola nos ambientes avaliados. FCAV-UNESP.

Ambientes	Genótipos					
	Mercedes	Granex 33	Superex	XP 6803	Princesa	XP 8418
amb1-01	96,00c	129,67bc	196,67ab	134,33bc	118,33bc	120,0bc
amb2-01	109,67ab	108,33ab	142,33a	75,00ab	127,67ab	82,00ab
amb3-01	111,67a	109,67a	87,33ab	60,67b	86,67ab	74,67ab
amb4-01	171,33abc	187,67ab	198,67a	146,33abcd	167,33abc	132,67abcd
amb5-02	112,00ab	111,33ab	110,67ab	132,33a	84,00b	84,00b
amb6-02	136,00ab	121,33abc	107,00abc	157,67a	79,33bc	71,67c
amb7-02	96,67abc	112,33ab	89,67abc	130,33a	48,67c	55,33bc
amb8-02	200,00a	142,33bc	141,33bc	182,33ab	111,00cd	90,67d
amb9-02	195,00a	164,67ab	156,00abc	142,00abcd	105,67bcde	66,33e
amb10-02	177,00a	122,33bcd	158,33ab	93,00cd	142,67abc	107,33bcd
amb11-02	97,33a	98,33a	102,33a	84,00a	104,67a	64,00a
amb12-02	98,67a	93,33ab	86,67ab	72,67ab	95,00ab	49,00b
Médias	133,44	125,08	131,42	117,56	105,92	83,14

Continuação Tabela 2: Massa fresca de bulbos comerciais (g) de cebola nos ambientes avaliados. FCAV-UNESP.

Ambientes	Genótipos					CV%
	RX 6010	Régia	XP 3021	Serrana	Médias	
amb1-01	104,33c	227,67a	85,67c	95,67c	130,83	22,20
amb2-01	60,33b	108,33ab	83,67ab	81,33ab	97,83	27,53
amb3-01	59,67b	113,00a	65,00b	81,67ab	85,00	16,70
amb4-01	92,33d	180,67ab	118,33cd	111,00cd	150,63	16,01
amb5-02	81,33b	108,67ab	69,00b	82,33b	97,57	16,29
amb6-02	90,00bc	120,67abc	64,33c	90,00bc	103,80	18,96
amb7-02	79,33abc	91,00abc	55,67bc	76,00abc	83,50	24,89
amb8-02	105,67cd	101,00cd	91,00d	88,00d	125,33	13,01
amb9-02	97,33cde	90,33de	77,67e	79,67de	117,47	18,46
amb10-02	127,00abcd	135,00abcd	82,00d	101,00cd	124,57	14,69
amb11-02	82,67a	103,33a	82,33a	76,33a	89,53	19,77
amb12-02	83,67ab	79,00ab	55,33ab	63,00ab	77,63	20,82
Médias	88,64	121,56	77,50	85,50	106,97	

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P>0,05$). amb-1 = alta-Monte Alto; amb-2 = média Monte Alto; amb-3 = baixa Monte Alto; amb-4 = média- S.J. Rio Pardo; amb-5 = alta-Monte Alto; amb-6 = média- Monte Alto; amb-7 = baixa-Monte Alto; amb-8 = alta- inundaçã -Monte Alto; amb-9 = média inundaçã- Monte Alto; amb-10 = alta-S.J.Rio Pardo; amb-11 = média -S.J. Rio Pardo ; amb-12 = baixa-S.J. Rio Pardo. 01 = 2001; 02 = 2002.

Os genótipos Mercedes, Superex, Granex 33, XP 6803 e Régia destacaram-se por apresentarem massas frescas superiores aos demais genótipos nos ambientes estudados, com exceção de que no amb11-2 não houve diferença estatística significativa entre os genótipos, e de que no amb1-01 o genótipo Mercedes apresentou o pior rendimento. O genótipo XP 3021 foi o que apresentou a menor massa fresca de bulbos de cebola.

Produtividade comercial

Houve um comportamento diferenciado dos genótipos frente às variações ambientais em relação à produtividade comercial (m_i), as estimativas dos coeficientes de regressão (b_i), dos desvios de regressão S^2_{di} , e dos coeficientes de determinação (r^2) dos genótipos (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade para a produtividade comercial dos genótipos de cebola obtida pelo método de EBERHART & RUSSELL (1966).

Genótipos	$m_i^{(1)}$	$b_i^{(2)}$	$S^2_{di}^{(3)}$	$r^2^{(4)}$
Mercedes	40,70ab ¹	1,34ns	137,61**	0,57**
Granex 33	38,06ab	1,04ns	31,11*	0,71**
Superex	42,30a	1,41ns	33,48**	0,81**
XP6803	35,64abc	1,09ns	173,70***	0,42*
Princesa	28,82bcd	1,09ns	82,93**	0,58**
XP8418	23,67cd	1,07ns	10,28ns	0,81**
RX 6010	23,60cd	0,57*	9,31ns	0,56**
Regia	30,79abcd	0,98ns	94,62**	0,50*
XP 3021	18,64d	0,73*	- 5,18ns	0,80**
Serrana	21,00d	0,66**	- 8,03ns	0,80**
Média	30,32	1,00		

(1) Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). (2) Testado pelo teste t para $b_i = 1$. (3) Testado pelo teste F para $S^2_{di} = 0$. (4) r testado pelo teste t para $r = 0$. *significativo ($P < 0,05$); ** - significativo ($P < 0,01$); ns - Não significativo ($P > 0,05$).

A ‘Superex’ apresentou média superior à média geral, com coeficiente de regressão (b_i) não diferente de 1, apesar de não diferir dos genótipos Mercedes, Granex 33, XP 6803 e Régia, e todas apresentaram produtividades elevadas e alta adaptabilidade a todos ambientes estudados, enquanto os genótipos XP 3021 e Serrana apresentaram uma baixa adaptação aos ambientes, ou seja, coeficientes de regressão ($b_i < 1$), indicando adaptabilidade a ambientes desfavoráveis. O XP 8418 apesar de apresentar coeficiente de regressão (b_i) não diferente de 1, mostrou média inferior à média geral, indicando baixa adaptabilidade aos ambientes avaliados.

Quanto à estabilidade, apenas os genótipos RX 6010, XP 8418, XP 3021 e Serrana, apresentaram desvios de regressão S^2_{di} não significativos, indicando comportamento estável; os demais genótipos mostraram desvios de regressão significativos ($S^2_{di} \neq 0$), sugerindo baixa estabilidade nos ambientes avaliados.

O modelo linear adotado por Eberhart & Russell (1966) [7], não foi muito adequado para avaliar a maioria dos genótipos, tendo seus coeficientes de determinação (r^2) sido menores que 0,80, com exceção dos genótipos Superex, XP 8418, XP 3021 e Serrana.

Massa fresca de bulbos comerciais

Os genótipos Mercedes, Superex, Granex 33, Régia e XP 6803 apresentaram médias superiores à média geral, não diferindo entre si e nem de ‘Princesa’ (Tabela 4).

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de massa fresca de bulbos comerciais de genótipos de cebola obtidas pelo método de EBERHART & RUSSELL (1966).

Genótipos	$m_i^{(1)}$	$b_i^{(2)}$	$S_{di}^{2(3)}$	$r^{2(4)}$
Mercedes	133,44a ¹	1,21ns	869,47**	0,45*
Granex 33	125,08a	1,04ns	90,48ns	0,73**
Superex	131,44a	1,66**	91,08ns	0,37**
XP6803	117,55ab	1,00ns	959,88**	0,34*
Princesa	105,91abc	1,05ns	308,90**	0,58**
XP8418	83,13c	1,00ns	16,66ns	0,78**
RX 6010	88,63bc	0,54*	88,23ns	0,42*
Regia	121,55a	1,31ns	876,31**	0,49*
XP 3021	77,50c	0,66*	-51,22ns	0,73**
Serrana	85,50c	0,49**	-102,19ns	0,78**
Média	106,97	1,00		

(1) Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). (2) Testado pelo teste t para $b_i = 1$. (3) Testado pelo teste F para $S_{di}^2 = 0$. (4) r testado pelo teste t para $r = 0$. *significativo ($P < 0,05$); ** - significativo ($P < 0,01$); ns - Não significativo ($P > 0,05$).

A ‘Superex’ apresentou coeficiente de regressão maior que a unidade ($b_i > 1$), indicando reação positiva e proporcional à melhoria do ambiente, como também uma ampla adaptabilidade a todos os ambientes estudados. Quanto à estabilidade a ‘Superex’ apresentou o desvio de regressão com S_{di}^2 não diferente de zero, portanto, alta previsibilidade de comportamento.

Os genótipos RX 6010, XP 3021 e Serrana confirmaram ser genótipos pouco sensíveis à melhoria ambiental e com adaptação a ambientes desfavoráveis ($b_i < 1$).

Os genótipos Mercedes, xp 6803, Princesa e Régia apresentaram desvios de regressão (S_{di}^2) significativos, sugerindo comportamento instável ou imprevisível, e os demais genótipos apresentaram desvios de regressão (S_{di}^2) não significativos, indicando estabilidade ou previsibilidade.

4. CONCLUSÃO

Dos ambientes avaliados apenas cinco foram considerados favoráveis para todos os genótipos.

A ‘Superex’ apresentou a maior produtividade média e massa fresca de bulbos comerciais média, mostrando ser adaptada a maioria dos ambientes estudados.

Foi confirmado que os genótipos RX 6010, XP 3021 e Serrana são pouco sensíveis à melhoria ambiental, com adaptação a ambientes desfavoráveis.

Os genótipos Mercedes, XP 6803 e Princesa apresentaram comportamento instável e imprevisível.

O modelo linear de Eberhart & Russell (1966) não foi adequado para a maioria dos genótipos, que apresentaram $r^2 < 0,80$.

5. AGRADECIMENTOS

Aos proprietários Sr. João Zequinelli, Carlos Vidotto, Agenor da Silva, Sílvio Nascimento, José Geraldo O. Junqueira Filho (Cooperativa Cooxupé) e Fábio Dellamanco (Agromonte).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Annicchiarico P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. Journal of Genetics & Breeding. 1992 Sept;46(1):269-278.

2. Banzatto DA, Kronka S do N. Experimentação agrícola. 4th ed. Jaboticabal (SP): FUNEP; 2006. 237 p.
3. CEAGESP. Classificação de cebola. São Paulo, 2001. Folder.
4. Cruz CD, Torres RAA, Vencovsky R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. *Revista Brasileira de Genética*. 1989;12(3):567-580.
5. Costa EL, Marouelli WA, Camboim Neto LF, Silva WLC. Irrigação de cebola. *Informe Agropecuário*. 2002;23(218):57-66.
6. Davis JF. The effects of some environmental factors on the set of pods and yield of cowpea beans. *Journal of Agricultural Science*. 1945;70(7):237-249.
7. Eberhart SA, Russell WA. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*. 1966 Jan-Feb;6(1): 36-40.
8. EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília (DF): Embrapa; 1999. 412 p.
9. Faria MV, Morales RGF, Resende JTV, Zanin DS, Menezes CB, Kobori RF. Desempenho agrônomico e heterose de genótipos de cebola. *Horticultura Brasileira*. 2012;30(2):220-225, doi: 10.1590/S0102-05362012000200007.
10. Finlay KW, Wilkinson GN. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*. 1963 Jan;4(4):742-754, doi:10.1071/AR9630742.
11. Fisher VJ, Weaver CK. Flowering, pod set and retention of lima bean in response to high temperature, humidity and soil moisture. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 1974;99(5):448-450.
12. Gatto RF. Produtividade da cultura da cebola sob doses de nitrogênio e lâminas de irrigação por gotejamento [Dissertação]. Lavras (MG): Universidade Federal de Lavras; 2013. 82 p.
13. Gualberto R. Produtividade, adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de tomateiro sob diferentes condições ambientais [Tese]. Jaboticabal (SP): Universidade Estadual Paulista; 2000. 93 p.
14. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola. 2015 Dez;29(12):1-88.
15. Kopsell DA, Randle WM. Short-day onion cultivars differ in bulb selenium and sulfur accumulation which can affect bulb pungency. *Euphytica*. 1997 Apr; 96:385-390.
16. Lin CS, Binns MR. A method of analyzing cultivar x location x year experiments: a new stability parameter. *Theoretical and Applied Genetics*. 1988;76(3):425-430, doi: 10.1007/BF00265344.
17. Mascarenhas MHT. Cultivares de cebola. *Informe Agropecuário*. 1980 Fev;6(62):17-20.
18. Nascimento M, Peternelli LA, Cruz CD, Nascimento ACC, Ferreira RP, Bhering LP, Salgado CC. Artificial neural networks for adaptability and stability evaluation in alfalfa genotypes. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 2013 Jul;13(2):152-156.
19. Raij B van, Cantarella H, Quaggio JA, Furlani AMC. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2nd ed. Campinas (SP): Instituto Agrônomico & Fundação IAC; 1996. 285 p. (Boletim 100).
20. Resende GM, Chagas SJR, Pereira L. Características produtivas de cultivares de cebola no Sul de Minas Gerais. *Horticultura Brasileira*. 2003 Out-Dez;21(4):722-725.